

IMPLEMENTACIÓN DE LEAN MANUFACTURING (MANUFACTURA ESBELTA)

(Autor)

SAMIR ENRIQUE MARQUEZ ROJAS

PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA, MECATRONICA E
INDUSTRIAL**

FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURAS



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

PAMPLONA, junio 15 de 2018

IMPLEMENTACIÓN DE LEAN MANUFACTURING (MANUFACTURA ESBELTA)

SAMIR ENRIQUE MARQUEZ ROJAS

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO INDUSTRIAL**

Director: GUSTAVO ENRIQUE BOHORQUEZ MANTILLA

Ing. Industrial- especialista en gerencia de empresas

gbohorquez@unipampona.edu.co

PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA, MECATRONICA E
INDUSTRIAL**

FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURAS

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

PAMPLONA, junio 15 de 2018

DEDICATORIA

"No saber es auténtica sabiduría. Presumir que se sabe es una enfermedad. Primero date cuenta de que estás enfermo; Solo entonces podrás recobrar la salud"

Tao Te Ching, Lao Tse

A mi madre, hermanos y familiares
por ser el apoyo incondicional
y motivación

AGRADECIMIENTOS

A la universidad de pamplona por brindarme un espacio para la formación profesional, a mi director de trabajo de grado ingeniero Gustavo Enrique Bohorquez Mantilla, A mi madre, mi hermano, mi familia gracias por los tiempos en los que aguardaron pacientemente por una meta más, una felicidad para todos. A mis amigos, compañeros y docentes, quienes fueron clave en materia de aprendizaje.

1.5.2.2	Para qué sirve el SMED.	33
1.5.2.3	Como funciona.....	33
1.5.2.4	Aplicación del sistema SMED en la empresa.	34
1.5.2.5	Posibles resultados del sistema SMED	36
1.5.3	Metodología 5s (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke).....	37
1.5.3.1	Definición.....	37
1.5.3.2	Implementación de la metodología 5´s.	37
1.5.3.3	Utilidad y beneficios.....	42
1.5.4	TPM (Mantenimiento Productivo Total).	43
1.5.4.1	Definición.....	43
1.5.4.2	Características del TPM	44
1.5.4.3	Modelo de implantación del TPM a seguir.....	44
1.5.4.4	Dificultad al implementar este sistema.	45
1.5.4.5	Aplicación del sistema TPM.....	45
1.5.5	El método Kanban.....	50
1.5.5.1	Definición.....	50
1.5.5.2	Tarjetas Kanban.	51
1.5.5.3	Fases de Implementación de Kanban.	52
1.5.5.4	Funcionamiento de un kanban.....	54
1.5.6	Fabrica visual	55
1.5.6.1	Definición.....	55
1.5.6.2	Características de Fabrica visual.....	55
1.5.6.3	Tipos de visuales.....	56
1.5.6.4	Implementación de visuales en manufactura esbelta.	56
1.5.7	Six sigma.....	58
1.5.7.1	Definición	58
1.5.7.2	Filosofía six sigma	58
1.5.7.3	Implementación de six sigma.....	58
1.5.8	Poka yoke	61
1.5.8.1	Definición.....	61
1.5.8.2	Las características principales de un sistema Poka-Yoke:	62

1.5.8.3	Funciones y métodos de sistemas Poka-Yoke.....	62
1.5.8.4	Tipos de medidores Poka-Yoke.....	63
1.5.8.5	Implementación de Poka Yoke.....	64
1.5.9	kaizen.....	65
1.5.9.1	Definición.....	65
1.5.9.2	El Kaizen y el gemba.....	65
1.5.9.3	Factores que aparecen en el Gemba.....	66
1.6	Elementos asociados a la transformación de lean; medibles y casos de éxito en Colombia.....	67
1.6.1	Paso de lean manufacturing a empresa lean.....	67
1.6.1.1	Proveedores.....	67
1.6.1.2	Clientes.....	68
1.6.1.3	Manufactureros (diseño e ingeniería).....	68
1.6.2	Componentes de éxito en la ejecución e implementación de Lean Manufacturing.....	69
1.6.2.1	Compromiso de la Dirección.....	69
1.6.2.2	Existencia de un Sistema de Dirección que asegure un diálogo efectivo. 69	
1.6.2.3	Preparación y motivación de la gente.....	70
1.6.2.4	Liderazgo.....	70
1.6.2.5	Entrenamiento.....	70
1.6.2.6	Transformación e implantación Lean.....	71
1.6.3	Implementación.....	72
1.6.4	Perfeccionamientos del sistema de producción y medible.....	72
1.6.5	Casos de implementación con éxito en Colombia.....	74
1.6.5.1	Fábrica de Transformadores Siemens en Colombia.....	74
1.6.5.2	Caso de éxito colcafe.....	75
1.6.5.3	Caso de éxito incolmotos.....	77
1.6.6	Lean manufacturing en Colombia.....	78
2.	CONCLUSIONES.....	85
3.	recomendaciones.....	87
4.	ANEXOS.....	88

4.1	Anexo 1. Estándar de color para marcaje de pisos de brady.....	88
5.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 pasos en un proceso de preparación de máquinas.	33
Tabla 2 Pasos y objetivos fundamentales. Etapa 1: Preparación.....	45
Tabla 3 Pasos y objetivos fundamentales. Etapa 2: Implementación preliminar....	46
Tabla 4 Pasos y objetivos fundamentales. Etapa 3: Implementación. Alcance Production TPM.....	47
Tabla 5 . Pasos y objetivos fundamentales. Etapa 3: Implementación. Alcance Company Wide TPM.....	48
Tabla 6 Pasos y objetivos fundamentales. Etapa 4: Estabilización.	49
Tabla 7 resumen simpbolico, paso 1 y 2	64
Tabla 8 Modelo de empresa esbelta.....	68
Tabla 9 Empresas pioneras en el desarrollo de herramientas lean.....	79
Tabla 10 Uso de herramientas de lean manufacturing en las compañías objeto de estudio.....	81
Tabla 11 porcentaje de utilización de herramientas de lean manufacturing, por empresas colombianas.....	82

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Adaptación de la Casa Toyota	15
Figura 2 Fases del plan para el cambio en el sistema.....	22
Figura 3 proceso metodológico de la herramienta value stream mapping	23
Figura 4 Principales técnicas de mejoramiento continuo usadas en Lean Manufacturing.	24
Figura 5 cadena total valor	25
Figura 6 Diagrama de flujo de los trece pasos de Mapeo de la Cadena de Valor .	26
Figura 7 Ciclo de vida de un negocio.....	27
Figura 8 Iconos usados en VSM.....	30
Figura 9 ejemplo de mapeo de proceso de mantenimiento de una aeronave.	31
Figura 10 Etapas de mejora con SMED.	36
Figura 11 diagrama de flujo para clasificación SEIRI.....	38
Figura 12 Reglas en las que se basa la metodología Kanban	50
Figura 13 Modelo de tarjeta.....	51
Figura 14 fases de implementación de kanban	53
Figura 15 Funcionamiento de un Kanban.	54
Figura 16 Metodología DMAIC para Proyecto Lean Six Sigma.	59
Figura 17 Implementación de lean manufacturing.....	72
Figura 18. Principales metodologías de mejoramiento utilizadas en manufactura en el mundo	78
Figura 19 Beneficios de la implantación Lean Manufacturing.	83
Figura 20 Motivos para implementar Lean Manufacturing.	84

RESUMEN

El fin de este trabajo es dar a conocer un poco más este sistema de manufactura, de que trata, las herramientas que utiliza y los beneficios que logra. En este escrito se analizan las herramientas de lean manufacturing, determinando su aplicabilidad de conceptos y teoría referentes a manufactura esbelta, delimitando la búsqueda de información para no sesgar esta, de la misma manera, sintetizar la información obtenida en la búsqueda con el fin de facilitar el análisis de esta, y por tanto dar un análisis sobre que estrategias, herramientas y demás, se deben elegir para la implementación de manufactura esbelta.

En la actualidad, las industrias colombianas buscar ser más competitivas a nivel nacional e internacional, a esto se debe que se interesen por la implementación de posibles estrategias y técnicas que contribuyan a mejorar la productividad y garanticen la calidad de los productos y servicios que brindan. Debido a esto, se ha visto la necesidad de adoptar la filosofía de manufactura esbelta como mecanismo que genere cambios, contribuya con el éxito y que garantice una alta competitividad en el mercado.

El método de trabajo se basa en obtener información a través de la recopilación de proyectos de grado, tesis, artículos publicados en revistas reconocidas, luego se realizará una revisión bibliográfica donde se muestre el conocimiento que se tiene acerca de la manufactura esbelta en las industrias colombianas. Para ello, se escogieron algunas de las herramientas básicas empleadas en lean manufacturing tales como: VSM, SMED, TPM, 5'S, KANBAN, Fabrica visual, six sigma, Poka Yoke. De igual manera se presentan los impactos que se generaron sobre algunas empresas a nivel de Colombia y que metodologías adoptaron.

Palabras claves: lean manufacturing, productividad, industria colombiana, manufactura esbelta, competitividad.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la problemática principal a nivel mundial son los altos niveles de competitividad en el medio. Por lo que se hace necesario la aplicación de metodologías que permitan mejorar procesos y de esta forma aumentar la competitividad. El lean manufacturing cuya finalidad original fue la producción de automóviles y Gracias a su flexibilidad se ha podido acomodar a gran variedad de procesos diferentes, sin descuidar características importantes como la calidad del producto o servicio.

A lo largo de los años en Colombia se ha venido implementando el lean en empresas que quieren aumentar la aptitud en el mercado y que quieren llevar sus productos con los mejores estándares de calidad a mercados internacionales. Dichas empresas toman como referente a industrias tales como nike, Caterpillar, Intel, Ford, Toyota, entre otras, las cuales son pioneras en la implementación de estas estrategias y permanecen abiertas a nuevos cambios.

En los últimos años se ha notado un cierto interés por la implementación de la manufactura esbelta, puesto que las empresas se ven en la necesidad de permanecer o ser competitivas en el mercado, tanto nacional como internacional. Acoger esta filosofía requiere explorar las herramientas de lean manufacturing pues su objetivo es el de aumentar utilidades, eliminar desperdicios y movimientos innecesarios.

Las empresas colombianas, deben apostar a la implementación de estas técnicas para mejorar las utilidades. Pues no se está en una posición favorable frente al mercado internacional o a grandes cadenas de comercio.

1. CUERPO DEL TRABAJO

1.1 DESARROLLO

La Manufactura Esbelta es la base fundamental para la implementación y el éxito de los sistemas en las empresas; es una estrategia administrativa que permite la generación de valor mientras se reducen los desperdicios (Womack, 1996). Es por esto que dichas técnicas de trabajo han adquirido cada vez mayor importancia entre los directivos de empresas para el desarrollo, aplicación y logro de operaciones de clase mundial en sus compañías para asegurar su competitividad en un mercado cada vez más globalizado (Collins, Cordon, & Julien 1996).¹

Para el desarrollo del presente trabajo, se realizó un estudio bibliográfico o revisión bibliográfica, integrada de tesis, artículos científicos. Para conocer de qué manera se debe implementar el lean manufacturing en las pymes, que herramientas son las más óptimas para aplicar, de qué manera implementar estas herramientas o metodologías, dificultades de estas al ser implementadas, sus atributos y posibles cambios que puede generar al ser implementadas, así como Conocer la situación actual de Colombia frente al lean manufacturing en las empresas proponiendo una mejora o implementación de técnicas a una empresa.

1.2 IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

La manufactura esbelta o ajustada, le proporciona una orientación donde el empresario o encargado de un área específica de trabajo u operario, teniendo en cuenta la situación frente a la que se encuentre, pueda mantener un ambiente de

¹ ARRIETA POSADA, Juan Gregorio; BOTERO HERRERA, Victoria Eugenia y ROMANO MARTINEZ, María Jimena. Benchmarking sobre manufactura esbelta (lean manufacturing) en el sector de la confección en la ciudad de Medellín, Colombia. Journal of Economics, Finance and Administrative Science [online]. 2010, vol.15, n.28, pp.141-170. ISSN 2077-1886.

mejora continua. Basándose es técnicas, herramientas y filosofías, orientadas a las buenas prácticas.

En Colombia existen pocas empresas o industrias que han logrado implementar la filosofía del lean manufacturing, pero se hace importante o urge que las empresas tanto pequeñas, medianas y grandes, implementen estas técnicas de buenas prácticas y demuestren su interés en la Mejora Continua, de esta forma contribuyendo a elevar los resultados de la industria u organización.

El Lean trabaja sobre los costos, que es lo poco que puede controlar la organización. Por tanto, aplicar Lean Manufacturing en costos, mejorará el margen y los beneficios con el mismo volumen de ingresos. ²

1.3 DIAGNÓSTICO DE IMPLEMENTACIÓN DE LEAN MANUFACTURING

Se realizó consultas en buscadores científicos tales como scielo, science direct, google academic entre otras.

Actualmente en el mundo las empresas deben adoptar la filosofía de lean manufacturing para el mejoramiento de las operaciones y poder permanecer en el mercado, siendo unas de las empresas pioneras en implementar la filosofía de manufactura esbelta:

Nike: crearon indicadores de desempeño y de abastecimiento sostenible y lanzaron la Sustainable Apparel Coalition con la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos y de otros fabricantes.

Kimberley-Clark Corporation: Invirtieron en mejorar la participación del personal y el desarrollo, lo que provocó la reducción del ausentismo del personal. mejorando notablemente la eficiencia de la empresa y por tanto sus ingresos.

² Aranibar, M. (2016) 'Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera.', p. 63. Available at: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/5303>.

Caterpillar Inc: sigue como modelo productivo de la empresa el Sistema de Producción Toyota. el ritmo de desarrollo es un aspecto crítico de la integración Lean, si el proyecto tarda mucho en realizarse, se generan desperdicios. Los proyectos deben ser ejecutados en el menor tiempo posible.

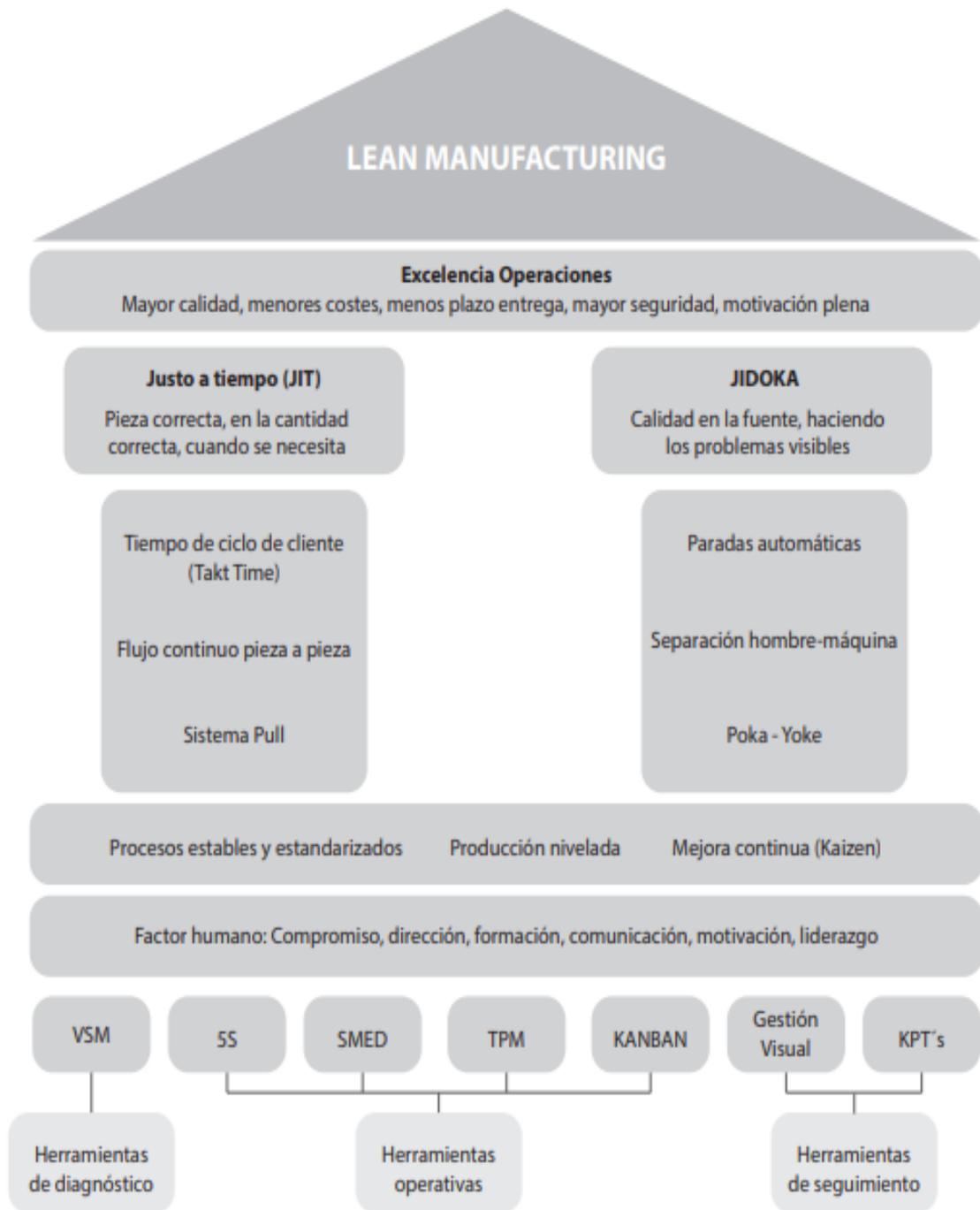
Intel: Para la elaboración de un chip en esta empresa, tomaba un tiempo de 14 semanas, pasando de ser de este largo tiempo a uno de 10 días.

Ford: Su fundador Henry Ford ya tuvo las primeras ideas sobre los “desperdicios o mudas” en la década de 1910. Considero el movimiento como un desperdicio. Mostró que el gasto en mejoras es una inversión y no como un gasto.

Toyota: El Lean Manufacturing es una filosofía de gestión derivada principalmente del Sistema de Producción Toyota (TPS). Los principales objetivos del TPS son identificar las sobrecargas e inconsistencias en el proceso de producción y así eliminar los desperdicios. el sistema de producción de Toyota está diseñado para cumplir de la manera más integral con los requerimientos de calidad, de tal manera que se garanticen a lo largo de todo el proceso; para cumplir con los costos, minimizando los desperdicios; y finalmente, para garantizar las entregas de productos y procesos.

La importancia del aporte del sistema de producción Toyota a la industria automovilística del mundo y su necesidad por encontrar el mejoramiento continuo, que además han surgido sistemas complementarios como el PSE (Sistema de Producción de Ingeniería, su base está direccionada por métodos de ingeniería rigurosos. Modelo de Toyota.

Figura 1 Adaptación de la Casa Toyota



Fuente. Hernández y Vizán, (2013, p. 18)

1.4 LA METODOLOGÍA LEAN

El planteamiento de la metodología para la implementación de un sistema Lean Manufacturing, es que opere en base a los pedidos de sus clientes, al mínimo costo (por eliminación de todo tipo de desperdicio); además, la reducción al mínimo de cualquier consumo sin afectar la producción de la empresa, la agilidad en respuesta y flexibilidad ante momentos de presión, también con la eliminación dentro de los retrabajos. Y apuntar a un sistema de calidad total.

De esta manera el sistema lean interviene en los siguientes aspectos:

1.4.1 Operaciones adicionales al proceso y no generan algún valor.

Debido a esta problemática, la empresa o industria se enfrenta a un consumo alto de tiempo, recursos o espacio y que a su vez no generan valor al producto o servicio. Denominándose, así como un despilfarro.

El principal objetivo de una empresa que aplica el modelo de lean manufacturing es llevarle al cliente productos y servicios de calidad. Para cumplir esto la organización debe eliminar las actividades, procesos y demás factores que no pueden generar valor al producto.

Para esto la empresa, industria o entidad, tendrá que evitar o eliminar las siguientes situaciones:

- Sobreproducción. ocurre cuando la operación se sigue ejecutando cuando debió haberse detenido, lo que causa inventarios. Incurriendo en gastos adicionales para la empresa. Causando inventarios dentro del proceso o pérdida de materiales y tiempo.
- Diseño, organización o métodos de trabajo en las operaciones de los procesos industriales, inadecuados.
- Acumulación de todo tipo de stocks derivados de la implantación y organización de los procesos industriales.

En concreto, ha de minimizarse el stock debido a:

- Sobreproducción en cualquiera de las operaciones que integren el sistema, causando inventarios y pérdida de tiempo (por ejemplo, material acumulado en cualquier proceso).
- Material dispuesto para entrar en operaciones cuellos de botella.
- Distribución desequilibrada de tareas entre el personal productivo lo que ocasiona posibles fatigas o menor rendimiento en la estación de trabajo, de igual forma insatisfacción del empleado.
- sincronización entre las operaciones errónea o no adecuada. Originada por relaciones del personal o bien cuestiones de maquinaria o falta de comunicación.
- Movimientos de materiales innecesarios, causados por una distancia demasiado larga, derivados de una mala distribución en planta, de igual forma por un tamaño excesivo al momento de transferir el material de una estación a otra. Lo que genera una disminución en la calidad del producto final por la excesiva manipulación de este.
- Movimientos de personales innecesarios o innecesariamente largos, motivados por una distancia excesiva entre las operaciones o entre líneas o por una asignación de tareas inadecuada a cada puesto.

1.4.2 Flexibilidad en el sistema.

Introducir la necesaria flexibilidad, derivada de la exigencia de alcanzar simultáneamente una producción adaptada a la demanda fluctuante y eliminar cualquier desperdicio en forma de producción excesiva y stock.

- Las posibilidades de implantar los procesos con distribuciones físicas altamente flexibles, siempre que la maquinaria e instalaciones productivas que integran el proceso lo permitan.

- La capacidad y la facilidad de cambio rápido de modelo de producto o de niveles de producción.
- La disponibilidad del personal, para reasignar tareas.

1.4.3 Fases del plan para el cambio en el sistema

La implantación de un sistema de producción Lean Manufacturing, altamente eficiente y competitivo, de acuerdo con los planteamientos y objetivos propuestos, se propone que conste de las siguientes fases:

1.4.3.1 Recolección de datos

Los datos se referirán a los productos, sus referencias, requerimientos, componentes y tecnología, así como los volúmenes previsiblemente requeridos de cada uno, a fin de adaptar el ritmo de producción a la demanda. Asimismo, serán necesarios los datos de procesos y sus operaciones, equipos y maquinarias, su capacidad, tiempos, flujos y otros recursos empleados a lo largo de la cadena de producción. Resaltando que de acuerdo a la veracidad de los datos se dará el éxito de la implementación.

El aspecto el cual será intervenido o analizado será la demanda efectiva, punto intermedio de Demanda global y Oferta global, producto a producto, tanto en tipo o referencia de los mismos, como en los volúmenes de producción. Luego se evaluarán los posibles niveles del ritmo de producción requeridos.

1.4.3.2 Formación acerca del Lean Management

Junto con la recolección de datos y registros previos de los ritmos de producción posibles, se debe tener en cuenta un período de formación, en cuenta como sea requerido, dirigida a la personal que será vinculado en los grupos de trabajos en

otras palabras se impartirá un workshop, donde se distribuirán funciones y herramientas para la realización de objetivo principal.

Se deben dar o compartir necesariamente los siguientes aspectos:

- Introducción y objetivos del Lean Manufacturing. Aspectos clave: valor, flujo de valor, flujo de actividades y enfoque pull de la producción.
- Estudio de operaciones y sus flujos, donde se permita identificar o facilite la detección de despilfarros.
- Uso de paneles de control de la producción para la recogida de datos y registros, que permitan observar estados.
- Aspectos que comprende la implantación de la producción lean o ajustada: flujo regular y constante, equilibrado o balanceado, calidad, involucramiento, disponibilidad operacional, movimiento de materiales y operarios, organización de puestos de trabajo, diseño lean del producto, y diseño lean del proceso.
- Representación del proceso y su flujo por medio de la herramienta de gestión visual denominada Mapa de Flujo de Valor o Value Stream Map. Planteamiento y seguimiento de la transición a la implantación lean mediante la misma.

1.4.3.3 Análisis de las operaciones y su flujo. Diagrama de flujo (flow chart)

Basado en la determinación de las operaciones básicas para los distintos componentes de los productos. Se identificarán las secuencias posibles y las atribuciones de valor de las operaciones. Con el flow chart se incluirán las secuencias de operaciones de productos y componentes.

1.4.3.4 Mapa de flujo de valor (Value Stream Map - VSM) actual

En esta fase se incluirá la información recogida y examinada hasta el momento, antes de proceder al cambio, en el Mapa de Flujo de Valor actual, para crear una fuente de información completa de la situación inicial o punto de partida, para luego ser comparada con las nuevas intervenciones y como se fue afectada la organización, visualizada a través de los flujos de producto, materiales e información.

1.4.3.5 Fase de estudio

En esta etapa debemos idear y decidir los aspectos de la nueva implantación, tomando el mapa de Flujo de Valor como fuente de información y como representación de la nueva implementación. La etapa incluirá necesariamente:

- Definición y diseño de la distribución en planta layout, a tres niveles: layout general, layout de cada proceso y layout de cada operación de cada proceso. Se determinarán las posiciones de las máquinas, estaciones, la posición de trabajo de los operarios y el recorrido de materiales y personas.
- Descripción de las tareas por estación de trabajo, con asignación de tareas a cada trabajador y la determinación de las actividades con o sin valor añadido, las esperas y los desplazamientos necesarios o sobrantes para sitio de trabajo.
- Balance de operaciones: basado en el análisis de las capacidades de operación para cada etapa de cada proceso. Se tratará de ajustar la capacidad productiva a la demanda, determinando los recursos necesarios de todo tipo. Se priorizará la mejora en los cuellos de botella y en operaciones con más desperdicios.
- Balance de puestos de trabajo: apoyado en el análisis de la capacidad de cada lugar de trabajo, de acuerdo con las tareas asignadas, tratándose de

ajustar los recursos necesarios para que pueda operar. Dando como prioridad las estaciones donde se presenten más esperas y desperdicios.

1.4.3.6 Value Stream Mapping (mapa de flujo de valor) futuro.

Dado por culminado la etapa de recolección de datos y reflejados en un VSM de partida, con el VSM podrá plantearse la implantación completa del nuevo estado futuro lean. Con esto se pondrá una fuente de información general de la situación futura, representada a través del flujo de producto, materiales e información.

El nuevo VSM, facilitara la detección de desperdicios y posibles partes que se le podrán hacer mejoras residuales y así depurar la solución obtenida en la etapa anterior y permitir que la mejora continua permanezca.

En esta fase se elimina la posible solución de la etapa anterior.

1.4.3.7 Fase de implantación final

En esta etapa se procede a la determinación de las opciones de desarrollo de los procesos para distintos niveles de producción, de acuerdo con la cantidad de trabajadores, transportes, materiales en proceso (WIP), lotes de producción, tiempo de proceso o lead time, espacio ocupado y la productividad.

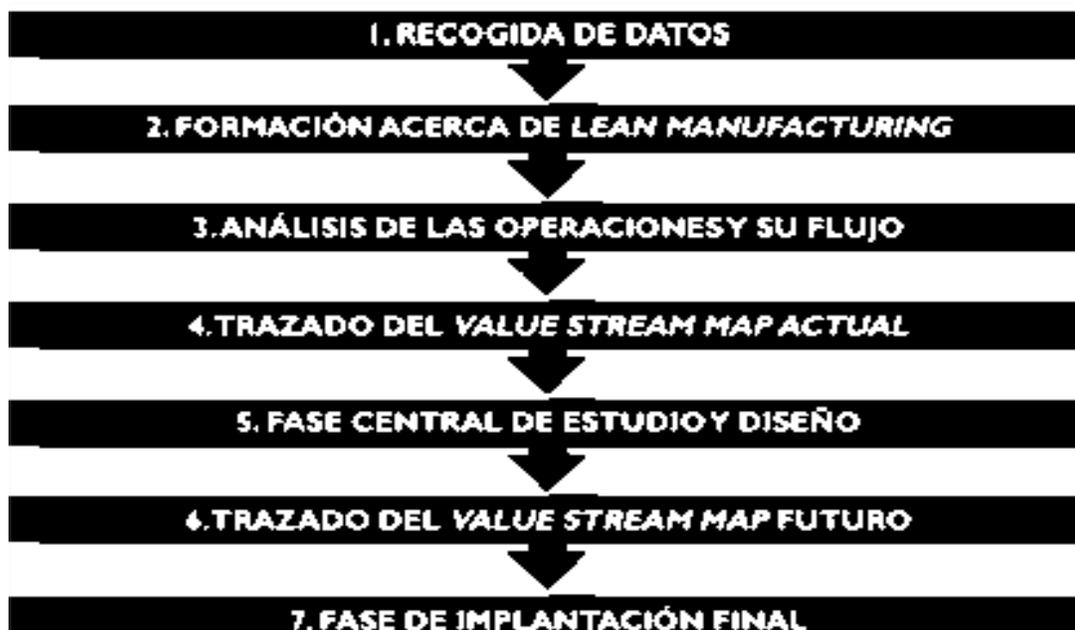
De igual forma esta etapa nos permite incluir la determinación definitiva de los trabajadores, flujos de materiales, elementos de transporte e información. También se decidirá el tamaño de los lotes.

La implantación lean obtenida a partir de un sistema productivo convencional propondrá un flujo regular y constante para los procesos, avanzando el producto en pequeños lotes o unidad a unidad. Sin embargo, difícilmente podrá alcanzarse a la primera, un flujo suficientemente regular y constante, como para que puedan eliminarse todas las acumulaciones de materiales entre operaciones, lo que se reflejará en el Mapa de Flujo de Valor obtenido, por medio de supermercados

entre tales operaciones, gestionados en modo pull. A medida que se mejore la operativa y el flujo pueda hacerse más regular y constante, el stock intermedio irá reduciéndose cada vez más, y se irá acercándose paulatinamente al inicio del proceso completo.

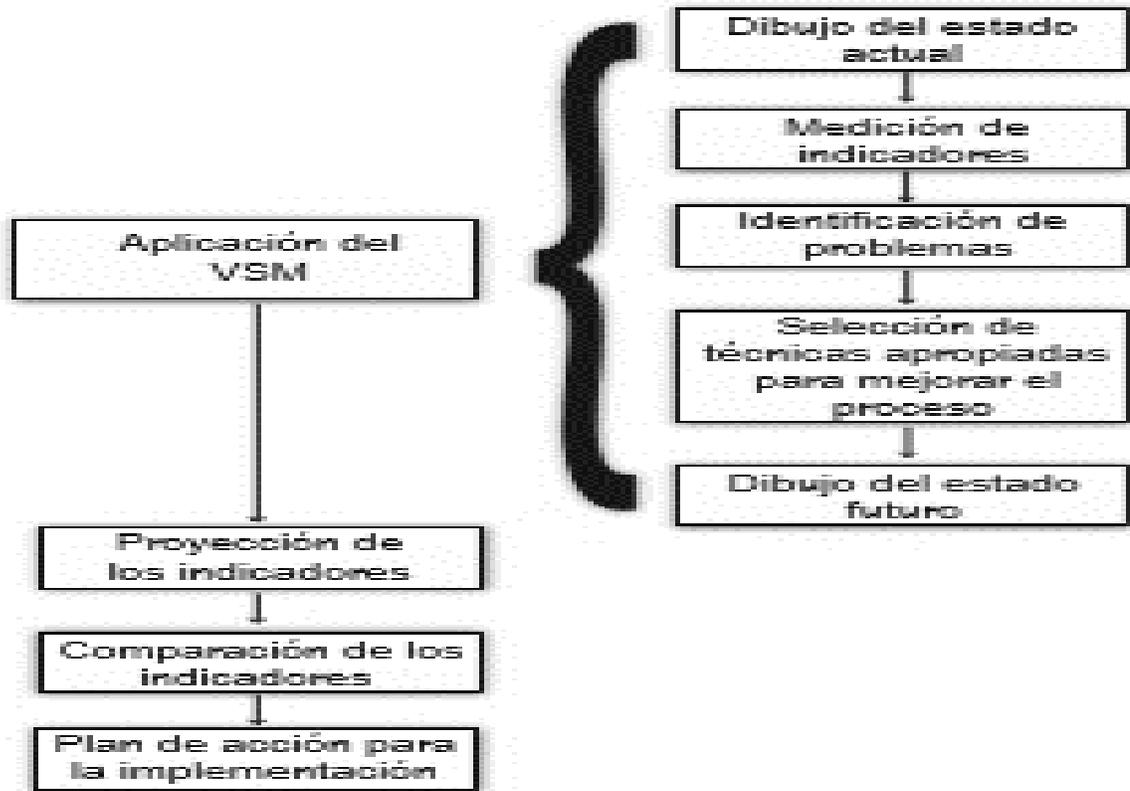
Esta etapa concluirá con la asignación de espacios para almacenamiento, entradas y salidas de material y rutas de reaprovisionamiento. Se definirán asimismo las cantidades y capacidades de los medios de transporte de materiales y productos (mantención) y los tiempos de almacenamiento.

Figura 2 Fases del plan para el cambio en el sistema



Fuente: Aranibar Gamarra Marco Antonio, 2016, Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera,

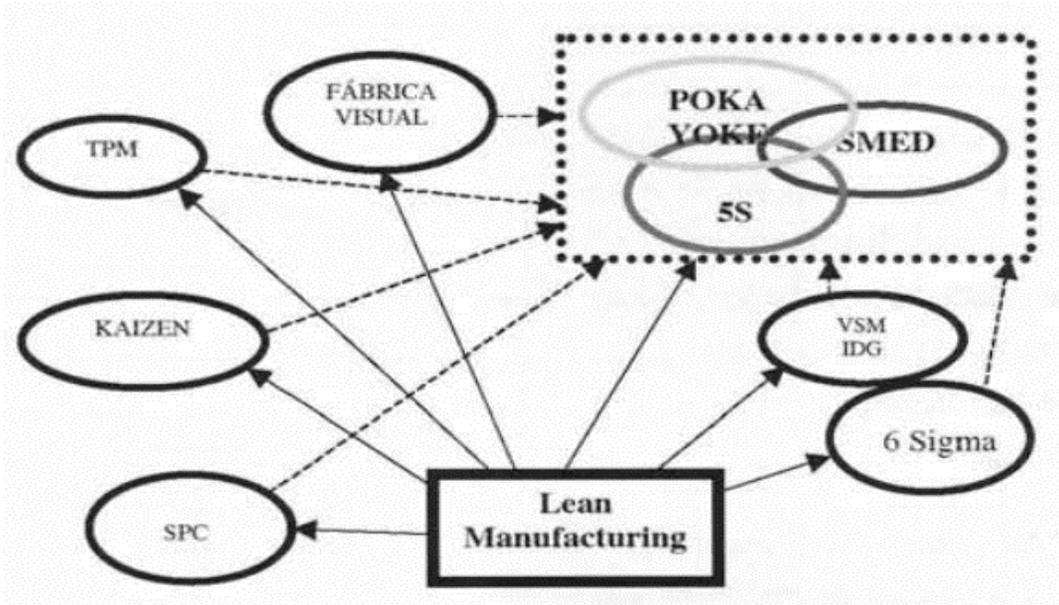
Figura 3 proceso metodológico de la herramienta value stream mapping



Fuente: imagen tomada de barcia y de loor (2007)

1.5 HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS LEAN MANUFACTURING PARA LA MEJORA DE PROCESOS.

Figura 4 Principales técnicas de mejoramiento continuo usadas en Lean Manufacturing.



Fuente: Aranibar, M. (2016) 'Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera.', p. 63. Available at: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/5303>.

1.5.1 Value stream mapping

1.5.1.1 Definición

Es una técnica para examinar el proceso y determinar a dónde y porqué ocurren fallas importantes. El mapeo de un proceso es el primer paso a realizar antes de evaluarlo.

El Mapeo de los Procesos permite obtener:

- Un medio para que los equipos examinen los procesos interfuncionales.
- Un enfoque sobre las conexiones y relaciones entre las unidades de trabajo.

- Un panorama de todos los pasos, actividades, tareas, pasos y medidas de un proceso.³

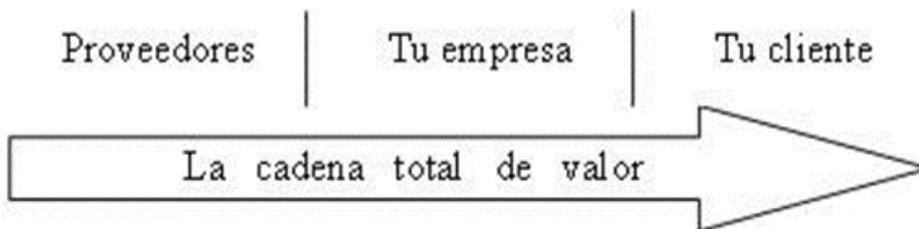
1.5.1.2 VSM (Mapeo de la Cadena de Valor)⁴

Es una herramienta de papel y lápiz que ayuda a ver y entender el flujo de material e información de cómo un producto o servicio recorre su camino a través de la cadena de valor “de principio a fin”. La comprensión de cómo varias actividades están interconectadas y donde podrían estar fallando las conexiones o actividades, reconocer el desperdicio y reconocer sus causas.

Además, puede servir como la base para otra mejora de Lean Manufacturing. Representando así:

- El flujo de producción desde materia prima hasta las manos del cliente.
- El flujo del diseño desde el concepto hasta el lanzamiento.
- Herramienta de comunicación, planeación y manejo de proceso.

Figura 5 cadena total valor

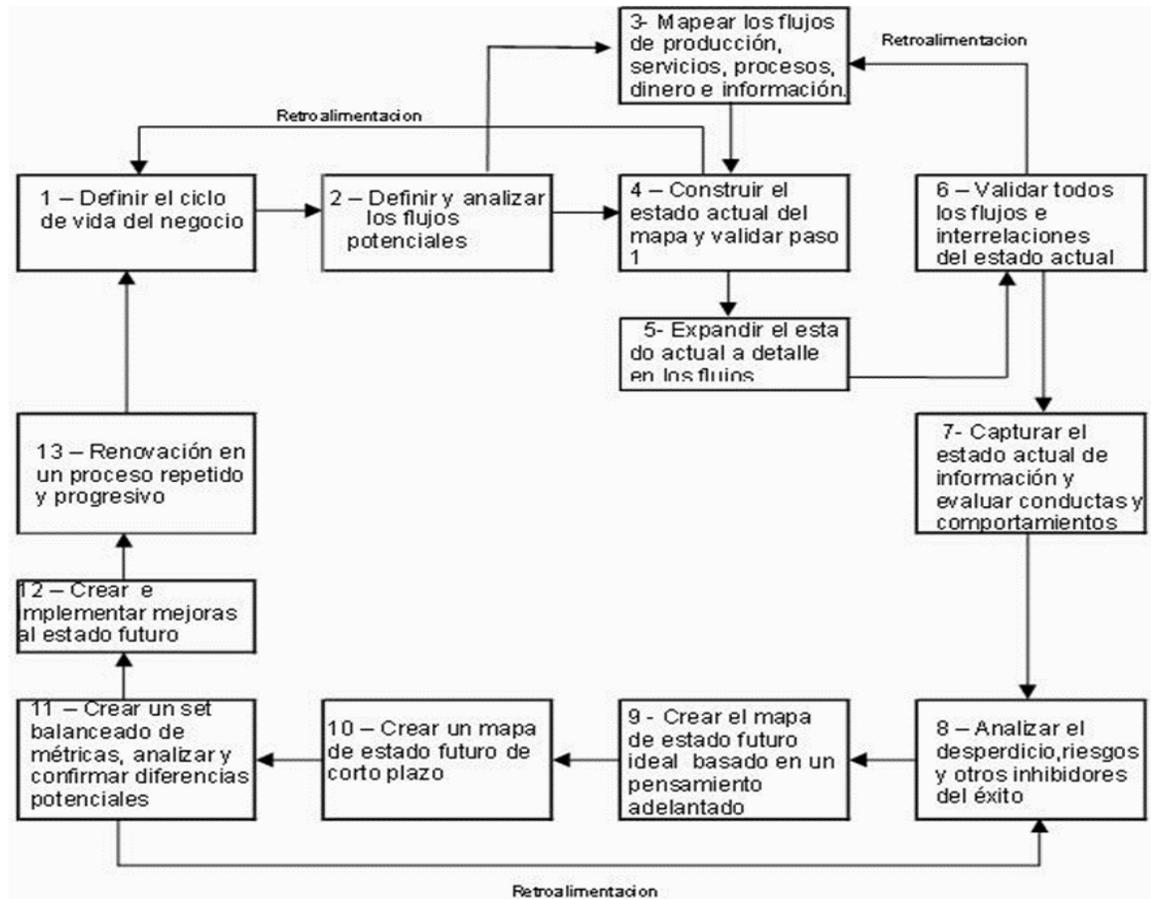


³ Conner Gary. “Lean Manufacturing for the small shop”, Society of Manufacturing Engineers, Dearborn, 2001.

⁴ Womack James y Daniel Jones. “Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation”, Simon & Shuster, New York, 1996.

1.5.1.3 *Análisis y mapeo de la cadena de valor en la empresa. (el autor no indica 13 pasos para el mapeo de cadena de valor)*⁵

Figura 6 Diagrama de flujo de los trece pasos de Mapeo de la Cadena de Valor



Fuente: Villanueva, A. (2008). *Análisis y propuesta de mejora en una empresa de metalmecánica utilizando Manufactura Esbelta (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.*

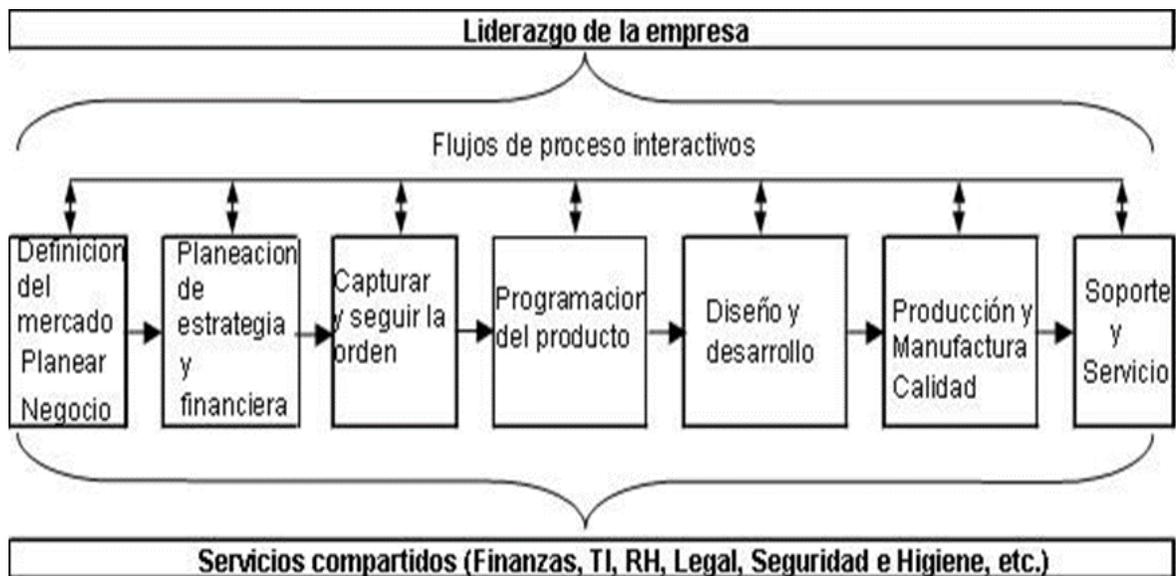
⁵ MALDONADO, G. (2008) 'Herramientas y técnicas Lean Manufacturing en sistemas de producción y calidad', p. 144. Available at: https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/10591/Herramientas_y_tecnicas.pdf?sequence=1.

Paso 1.

Definir el ciclo de vida del negocio para la compañía, incluyendo el siguiente análisis.

- ¿Qué y Cuales son los límites?
- ¿Qué y Cual es la definición de VALOR para la compañía y el cliente, para el ciclo de vida identificado del negocio?
- ¿Qué y Cuales son los resultados esperados de la compañía?
- ¿Qué y Cual es la visión y misión de la compañía?
- Qué/Cuales son los procesos mayores o flujos organizacionales que existen para la compañía?
- Definición e identificación de todas las acciones de valor clave.

Figura 7 Ciclo de vida de un negocio.



Fuente: Jairo, J. and Betancurth, C. (2013) 'modelo para la implementación de técnicas lean manufacturing en empresas editoriales model for implementing lean manufacturing techniques in graphic industry'.

Paso 2: Evaluar flujos potenciales adicionales que no pertenezcan a la empresa completamente, o servicios compartidos, o aquellos que puedan estar en paralelo a los flujos ya descritos. Por ejemplo, TI, Negocio vía Internet, Recursos Humanos, Contabilidad, etc

Paso 3: Evaluar y mapear los flujos de productos, programas, servicios, información, dinero, y tiempo como sea necesario; basado en el ciclo de vida del negocio definido anteriormente en el paso 1.

Paso 4: El mapa resultante y lista de influencias representa el estado actual o nivel de funcionamiento de la empresa en ese momento. En este punto, se podrían validar límites, valores, resultados de la compañía, visión, y misión. Y ajustar como sea necesario para reflejar la realidad.

Paso 5: Tomar cada porción del estado actual y examinar paso a paso hacia el siguiente nivel de procesos, flujos, componentes, o influencias. Recorrer los procesos paso a paso permite la interacción de varios flujos (sociales/técnicos) siendo más evidente, y para que más datos sean reunidos y analizados.

Paso 6: Sobreponer todos los componentes de información, sociales, y técnicos del flujo aun no capturados y mapeados. Validar la existencia de las conexiones, y los puntos de decisión del análisis en la estructura de trabajo del estado actual. Incluyendo servicios compartidos antes mencionados (TI, RH, Liderazgo, etc.) al mapa.

Paso 7: Capturar información relevante que es medida en términos definidos por la compañía y entendida consistentemente (para prevenir errores en la comparación de datos). En otras palabras, capturar las métricas o información disponible para cada pieza y desarrollar un análisis/vínculo de los comportamientos que cada uno genera. Conducir evaluaciones para capturar otros elementos de información y crear un enfoque comprensivo.

Paso 8: Analizar, identificar y capturar desperdicios, inhibidores de flujo y valor, costos, riesgos para fluir, y riesgos de éxito. Agrupar estos resultados en temas de

la compañía, y realizar un análisis para entender las implicaciones con el tiempo, recursos, y dinero que cada uno representa.

Paso 9: Crear un estado ideal basado en la perfección. Elementos de este estado deberán incluir elementos técnicos de Lean y elementos sociales, libre de defectos, al costo más bajo, una fuerza de trabajo comprometida y capaz, toma de decisiones autónoma, reconocimiento e incentivos ligados al desempeño, alineación con la meta de la empresa, etc. Se toma en cuenta que alcanzar la perfección es imposible, pero esto permite un análisis y pensamiento adelantado que creará un estado futuro más robusto.

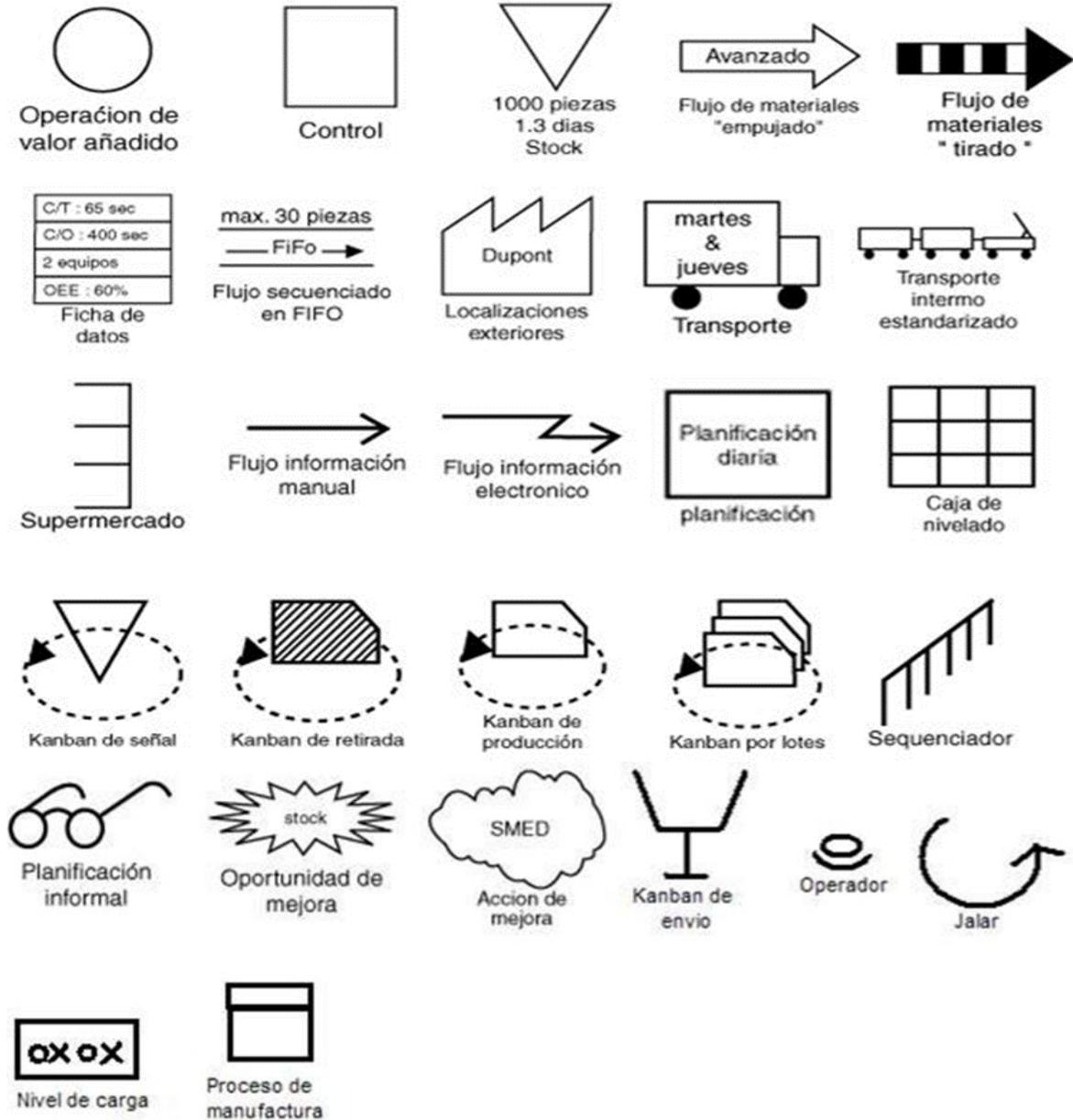
Paso 10: Crear un estado futuro realizable en un relativamente corto plazo (18 a 24 meses) basado sobre ese estado ideal.

Paso 11: Evaluar y analizar las brechas en la habilidad para lograr el estado futuro. Crear una serie balanceada de métricas/medidas para el éxito y confirmar comportamientos generados conforme a las directivas del estado futuro.

Paso 12: Establecer e implementar acciones, programas, eventos para manejar la creación de valor y eliminación de desperdicio para lograr el estado futuro. Crear la infraestructura necesaria (incluyendo estructura organizacional) para asegurar el liderazgo, integración, correcciones de curso, validación, y contabilidad para los cambios. Analizar riesgos, asuntos de cambio de dirección, y otros inhibidores para una implementación exitosa. Asegurar las acciones permite una visión del ciclo de vida total de la cadena de valor.

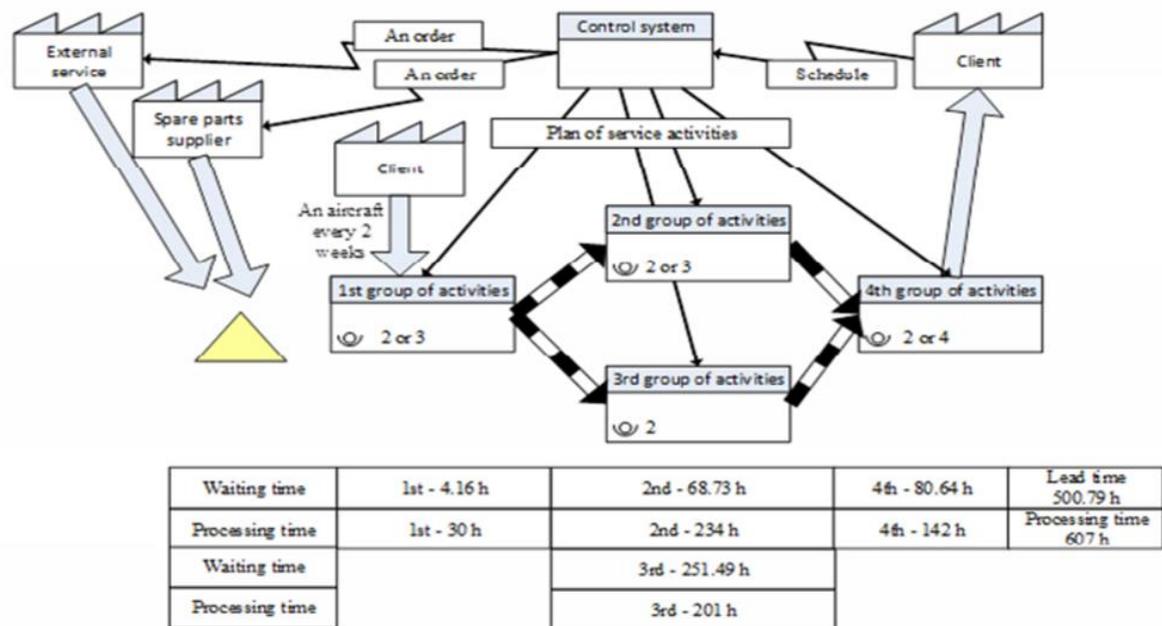
Paso 13: Establecer un periodo de renovación para reorientar y ajustar el estado futuro (18 meses) en el camino hacia el estado ideal. Crear una interacción para asegurar el involucramiento de accionistas, así como propiedad y contabilidad para todas las acciones y análisis continuo.

Figura 8 Iconos usados en VSM.



Fuente: Stadnicka, D. and Ratnayake, R. M. C. (2017) 'Enhancing Aircraft Maintenance Services: A VSM Based Case Study, *Procedia Engineering*, 182, pp. 665–672. doi: 10.1016/j.proeng.2017.03.177.

Figura 9 ejemplo de mapeo de proceso de mantenimiento de una aeronave.



Fuente: Stadnicka, D. and Ratnayake, R. M. C. (2017) 'Enhancing Aircraft Maintenance Services: A VSM Based Case Study, *Procedia Engineering*, 182, pp. 665–672. doi: 10.1016/j.proeng.2017.03.177.

1.5.1.4 Value Stream Mapping al inicio de Lean Manufacturing

- Ayuda a visualizar más que solo el nivel de proceso singular, por ejemplo, ensamble, soldadura, equipamiento, etc. De igual manera permite una mejor visualización de desperdicio en la cadena de valor.
- Muestra el vínculo entre el flujo de información y el flujo de material.
- Forma la base de un plan de implementación.

1.5.1.5 Necesidad de realizar el mapeo

- Lugares de stock son creados para absorber las ineficiencias y llega a ser comúnmente aceptada como parte del proceso.

- Por el poco entendimiento del efecto que un proceso tiene sobre la cadena de valor antes y después de la estación en la empresa.
- La eficiencia es medida como una función de velocidad de manufactura, más allá que el efecto total del proceso y retrasos durante la fabricación.

1.5.1.6 Beneficios para con la empresa que emplea Value Stream Mapping

- Estandarización de los procesos de producción,
- Visualización más clara del proceso u sistema.
- Reducción en el tiempo de ciclo de producción
- Adaptación rápida a los cambios en la demanda.
- Respuesta rápida a los asuntos de calidad.
- Reducción del trabajo en proceso.

1.5.2 SMED (Intercambio de herramientas en minutos).

1.5.2.1 Definición.

Herramienta de mejora que tiene como objetivo reducir los tiempos de cambio de útiles de forma considerable, permitiendo así que las organizaciones obtengan un aumento en su flexibilidad, productividad y eficiencia.⁶

Teoría y técnicas diseñadas para realizar las operaciones de cambio de herramienta/utillaje en menos de 10 minutos.⁷

⁶ Sanchez, S. G. and Monsalve, L. S. (2013) 'Diseño de una metodología de Implementación de Lean Manufacturing en una Pyme', p. 72.

⁷ Shingo Shigeo. "A study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering viewpoint", Productivity Press, 1989.

1.5.2.2 Para qué sirve el SMED.

- Disminuir el tiempo que se pierde en las máquinas e instalaciones debido al cambio de herramientas.
- Reducir tamaño de inventarios.
- Producir en el mismo día varios modelos en la misma máquina o línea de producción.
- Reducir tamaño de los lotes de producción.
- Reducir el tiempo de preparación, convirtiéndolo en tiempo productivo.

1.5.2.3 Como funciona.

Shingo separa actividades de cambio como configuración interna y configuración externa. Todas las actividades que no pueden realizarse sin detenerse la máquina son los elementos de la configuración interna, montaje-desmontaje. La configuración externa incluye actividades que pueden hacerse mientras la máquina está funcionando.

Tabla 1 pasos en un proceso de preparación de máquinas.

Operación	Proporción del tiempo
Preparación, ajustes post-proceso y verificación de materiales, herramientas, troqueles, calibres, etc.	30%
Montar y desmontar herramientas, etc.	5%
Centrar, dimensionar y fijar otras condiciones.	15%
Producción de piezas de ensayo y ajustes.	50%

Fuente: Kemal Karasu, M. et al. (2014) 'Improvement of changeover times via Taguchi empowered SMED/case study on injection molding production', Measurement, 47, pp. 741–748. doi: 10.1016/j.measurement.2013.09.035.

1.5.2.4 Aplicación del sistema SMED en la empresa.

Etapa preliminar: Estudio de la operación de cambio.

Se debe realizar las siguientes actividades:

- Registrar tiempos de cambio: Conocer la media y la variabilidad, describir y estudiar sus causas.
- Realizar un estudio sobre los escenarios de cambio actuales

Primera etapa: Separar las tareas internas y externas

Se deben realizar las siguientes prácticas.

- La preparación de las herramientas, útiles y piezas empleadas en la reparación o intervenciones a la maquinaria no se debe realizar con el equipo apagado, por el contrario, esto se debe realizar con la maquinaria en uso o encendida para evitar pérdidas de tiempo.
- Los movimientos alrededor de la máquina y los ensayos se consideran operaciones internas. Los ensayos se realizan con el fin de tomar práctica en las asistencias.

Segunda etapa: Convertir tareas internas en externas

La idea es hacer todo lo necesario en preparar troqueles, matrices, punzones, etc, fuera de la máquina en funcionamiento para que cuando ésta se pare se haga el cambio necesario, de modo de que se pueda comenzar a funcionar rápidamente.

- Realizar una nueva revisión para verificar de este modo que ninguno de los pasos este erróneamente considerado como interno. Añadiendo la verificación de herramientas.
- Eliminación de ajustes: los ajustes alcanzan a representar 70% del tiempo de preparación interna. De esta manera se hace importante la reducción de estos ajustes, para acortar el tiempo total de preparación.

Tercera etapa: Perfeccionar las tareas internas y externas.

Esta etapa tiene como objetivo el que no existan ningún error en los aspectos de la operación de preparación, incluyendo todas las tareas externase internas.

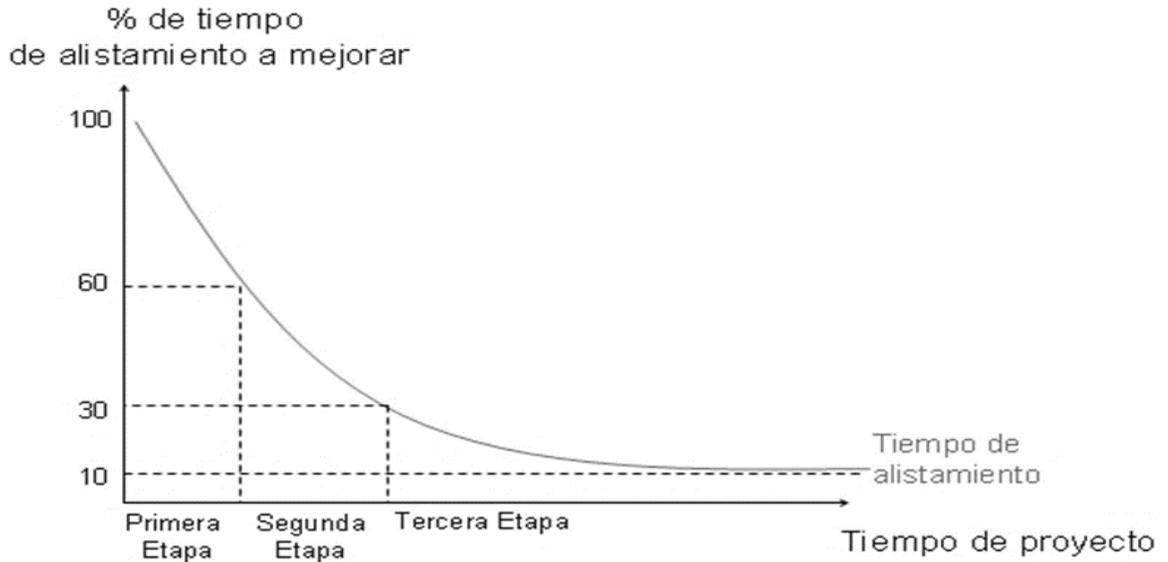
Acciones del sistema SMED enfocadas a el mejoramiento de operaciones internas:

- Implementación de operaciones en paralelo: Se requiere más de un operario para acelerar algunas operaciones o trabajos.
- Utilización de anclajes funcionales: estos dispositivos nos permiten mantener objetos fijos en un sitio con un esfuerzo mínimo.

Para finalizar esta etapa se debe realizar un procedimiento de cambio que pasa a formar parte de la dinámica de trabajo en mejora continua de la empresa y que opera de acuerdo al siguiente esquema de trabajo:

1. Se debe y requiere elegir la instalación sobre la que actuar.
2. Crear un equipo de trabajo (operarios, jefes de sección y demás).
3. Analizar el modo actual de cambio de útiles e instrumentos. Registro del cambio.
4. Se debe hacer una reunión del equipo de trabajo para realizar un analizar en detalle el cambio actual.
5. Reunión del equipo de trabajo para determinar mejoras en el cambio.
6. Definir un nuevo tipo de cambio.
7. Experimentar y captar el nuevo cambio.
8. Perfeccionar la definición del cambio rápido, convertir en procedimiento.
9. Extender al resto de máquinas de características iguales.

Figura 10 Etapas de mejora con SMED.



Fuente: Rodríguez-Méndez, R. et al. (2015) 'A case study: SMED & JIT methodologies to develop continuous flow of stamped parts into AC disconnect assembly line in Schneider Electric Tlaxcala Plant.', IFAC-PapersOnLine. Elsevier, 48(3), pp. 1399–1404. doi: 10.1016/J.IFACOL.2015.06.282.

1.5.2.5 Posibles resultados del sistema SMED

- Cambio más sencillo: acciones coordinadas del cambio más sencillas, la empresa está abierta a nuevos operarios menos cualificados, se reducen situaciones que generen riesgo, mayor seguridad, Mejor calidad por lo tanto una reducción alta en errores.
- Producción con stock mínimo: este resultado se da, debido a que en la técnica hay un manejo de lotes más pequeños a los manipulados normalmente, por tanto, se genera una reducción de inventario en proceso.
- Simplificación del área de trabajo: Codificación y clasificación de útiles y herramientas, facilidad y mayor limpieza en él área.
- Mayor productividad y flexibilidad.

- Estandarización de los resultados: es fundamental que cada operador este correctamente instruido para que el cambio del producto se desarrolle de acuerdo al estándar establecido. Para esto se debe realizar una hoja estándar de operación para cada ente involucrado.

1.5.3 Metodología 5s (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke).

1.5.3.1 Definición.

La metodología de las 5´s, tiene como objetivo principal implantar tanto el orden, la limpieza y la disciplina en el lugar de trabajo. Buscando hacer factible la gestión visual, contribuyendo en la eliminación de desperdicios, así como al mantenimiento en labores de mantenimiento de equipos y a la disminución en los niveles de accidentes, de igual forma ayuda en la ampliación de espacios físicos.

1.5.3.2 Implementación de la metodología 5´s.

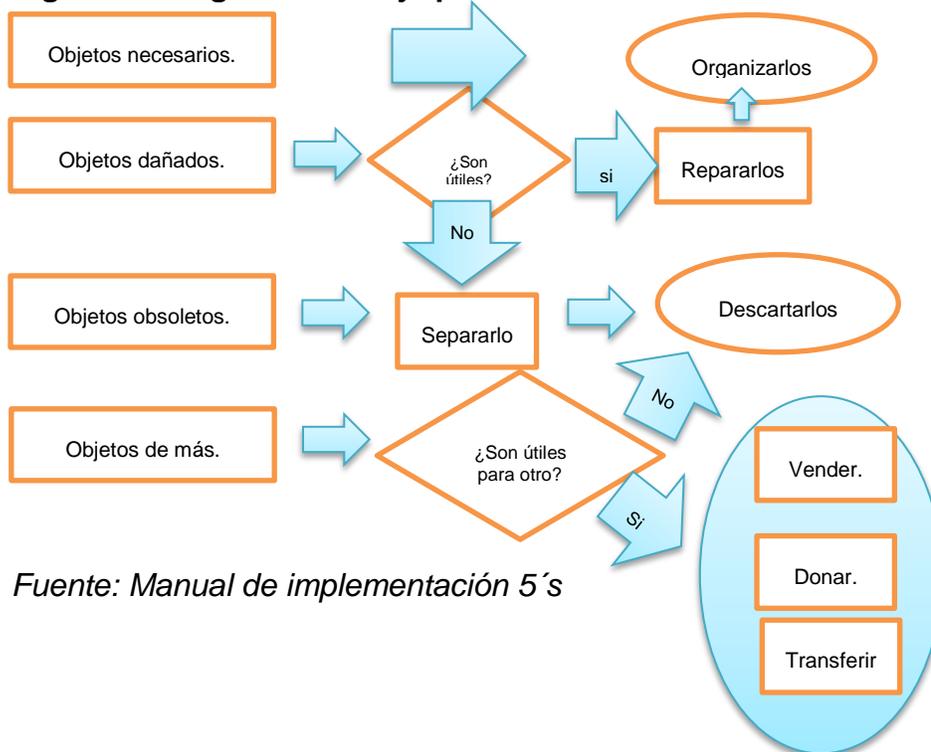
En esta metodología encontramos 5 fases:

Seiri (clasificación): La Clasificación no consiste simplemente en alinear las cosas en hileras o estantes o en pilares regulares. Cuando se hace apropiadamente, la clasificación es suficientemente amplia para incluir la organización de las asignaciones de trabajos, los pedidos al exterior, etc.

Las cosas que no tengan un uso futuro evidente y que no tengan valor intrínseco, se descartan. Las cosas que no se vayan a necesitar en los próximos 30 días pero que podrían utilizarse en algún momento en el futuro, se llevan a sus correspondientes lugares (como a la bodega, en el caso de suministros). El trabajo

en proceso que exceda las necesidades del gamba deberá enviarse a la bodega o devolverse al proceso responsable de producir el excedente⁸

Figura 11 diagrama de flujo para clasificación SEIRI



Fuente: Manual de implementación 5's

Los pasos a seguir en esta sección son lista de elementos innecesarios- tarjeta de color identificadora- plan de acción para retiro de elementos.

Identificar elementos innecesarios:

Identificar los elementos innecesarios en el lugar seleccionado

- Listado de elementos innecesarios
- Tarjetas de color: permiten marcar o solicitar a vista.
- Plan de acción para retirar los elementos: se debe realizar intervención según corresponda:

⁸ López, J. "Las 5S's, productividad, comodidad y eficiencia". www.mailxmail.com, www.mailxmail.com/cursos/empresa/5s, Agosto, 2006.

- Mover el elemento a una nueva ubicación dentro de la planta.
- Almacenar al elemento fuera del área de trabajo.
- Eliminar el elemento.
- Control e informe final

Seiton (Orden): su objetivo fundamental yace en hacer la respectiva ubicación de los elementos necesarios, en sitios donde se puedan encontrar fácilmente para su uso y nuevamente retornarlos al correspondiente sitio.

Implementación: para la implementación de esta fase sigue la secuencia de control visual, mapa 5s, marcación de la ubicación, marcación con colores, codificación de colores.

El orden en una empresa es relativo a la estandarización:

- Controles visuales: se emplean para informar de manera sencilla donde están ubicados los diferentes sitios:
 - Sitio donde se encuentran los elementos.
 - Estándares sugeridos para cada una de las actividades que se deben realizar en un equipo o proceso de trabajo.
 - Sitio donde se deben ubicar los elementos de aseo, limpieza y residuos clasificados.
- Mapa 5 S: Es un gráfico que muestra la ubicación de los elementos que pretendemos ordenar en un área del edificio.

Los criterios o principios para encontrar una herramienta y demás son:

 - Los elementos usados con más frecuencia se colocan cerca del lugar de uso.
 - Almacenar las herramientas de acuerdo con su función o producto.
- Marcación de la ubicación: Para esto se pueden emplear:
 - Indicadores de ubicación.
 - Indicadores de cantidad.
 - Localización de stocks.
 - Lugar de almacenaje de equipos.

- Procedimientos estándares.
- Marcación con colores: Es un método para identificar la localización de puntos de trabajo, ubicación de elementos, materiales y productos, etc. La marcación con colores se utiliza para crear líneas que señalen la división entre áreas de trabajo y movimiento, se utilizan en:
 - Localización de almacenaje de carros con materiales en tránsito.
 - Localización de elementos de seguridad: grifos, válvulas de agua, camillas, etc.
 - Colocación de marcas para situar mesas de trabajo.
 - Líneas cebra para indicar áreas en las que no se debe localizar elementos ya que se trata de áreas con riesgo.
- Codificación de colores: Se usa para señalar claramente las piezas, herramientas, conexiones, tipos de lubricantes y sitio donde se aplican.

Seiso (limpieza): La clave de esta etapa consiste en crear un ambiente de trabajo vigoroso ya que la limpieza alivia el estrés y la fatiga mejorando los resultados operacionales en forma consistente.

Para la implementación de esta etapa debe: Planificar el mantenimiento de la limpieza, seguido de preparar el manual de limpieza, preparar elementos para la limpieza, implementación de la limpieza.

- Planificar el mantenimiento: El jefe de área debe asignar un cronograma de trabajo de limpieza en el sector de la planta física que le corresponde.
- Preparar el manual de limpieza.
- Preparar elementos para la limpieza: Aquí aplicamos la segunda S, el orden a los elementos de limpieza.
- Implantación de la limpieza: Retirar polvo, aceite, grasa sobrante de los puntos de lubricación.

Seiketsu (Estandarización): la clave de Seiketsu es mantener un control de la limpieza orden y clasificación en las áreas de la empresa.⁹

Para su implementación se debe asignar trabajos y responsables, integrar las acciones clasificar, ordenar y limpiar en los trabajos.

- Asignar trabajos y responsabilidades: Las ayudas que se emplean para la asignación de responsabilidades son:
 - Diagrama de distribución del trabajo de limpieza preparado en la etapa de limpieza.
 - Manual de limpieza.
- Integrar las acciones de clasificación, orden y limpieza en los trabajos de rutina: el estándar de limpieza de mantenimiento autónomo facilita el seguimiento de la acción de limpieza y control de elementos de ajuste y fijación.¹⁰

Shitsuke (Disciplina): La disciplina se refiere a convenciones sociales y de seguridad, tales como recibimientos y bienvenidas.

Esta etapa se conforma de una formación, intervención o papel de la dirección, el papel de los funcionarios y contratistas.

- Formación: Las 5 S no se trata de ordenar en un documento por precepto. Es necesario educar e introducir el entrenamiento de aprender haciendo, de cada una de la S's.
- El papel de la dirección: Para crear las condiciones que promueven o favorecen la implantación de la disciplina, la dirección tiene las siguientes responsabilidades.
 - Educar al personal sobre los principios y técnicas de las 5 S y mantenimiento autónomo.

⁹ Tinokit, H. "5S". es.wikipedia.org, <http://es.wikipedia.org/wiki/5S>, Noviembre, 2001.

¹⁰ Implementacion, D. D. E., & Etapas, P. O. R. (n.d.). 1 2 3 4, 25–42.

- Crear un equipo promotor o líder para la Implementación en toda la entidad.
- Suministrar los recursos para la implantación de las 5 S.
- Motivar y participar directamente en la promoción de sus actividades.
- Implantación de las 5's, El papel de los funcionarios y contratistas: Para crear las condiciones que promueven o favorecen la implantación de la disciplina:
 - Diseñar y respetar los estándares de conservación del lugar de trabajo.
 - Realizar las auditorias de rutinas establecidas.
 - Pedir al jefe del área el apoyo o recursos que se necesitan para implantar las 5 S.
 - Participar en la formulación de planes de mejoras continuas.
 -

1.5.3.3 Utilidad y beneficios

Esta metodología se basa en 8 beneficios o características principales

1. Cero cambios de útiles, benefician a la diversificación de productos: debido a la variación por el cual ha venido pasando las economías y mercados, el cambio de producción ha pasado de ser uno de grandes lotes a una producción diversificada de productos, por lo que se hace necesario que reduzcan tanto como se pueda el tiempo extra invertido en el re utillaje y otras operaciones de preparación de máquinas, incrementar la frecuencia de los cambios de útiles, y ser más flexibles ante la diversificación de productos.
2. Cero defectos, Aportan calidad más elevada: los defectos registrados en un producto tienen causas diferentes, incluyendo el ensamble de piezas erróneas y el empleo de plantillas equivocadas.

3. Cero despilfarros, reduce los costes: con la implementación de de la herramienta 5's, se puede erradicar posiblemente estos tipos de despilfarros.
4. Cero retrasos, aumenta la fiabilidad de las entregas: en la organización, al momento de trasladar múltiples cosas, entre ellas útiles con cosas no útiles, se genera pérdidas de tiempo y con ello se aumenta el tiempo final de producción
5. Cero accidentes promueven la seguridad: se pueden generar accidentes cuando se dejan materiales y artículos empleados en procesos o diferente a ello, en pasillos o donde no pretensen.
6. Cero averías, significa mejor mantenimiento: cuando las tareas básicas de mantenimiento se integran a las tareas de limpieza diaria, los operarios advierten de los problemas antes de que pase o suceda alguna avería, generándose una mejor disponibilidad del equipo
7. Cero reclamaciones, significa mayor confianza y fiabilidad: En una fábrica limpia y ordenada, sus productos están libres de defectos, se entregan en plazo, son seguros y su producción se hace a un costo menor.
8. Cero números rojos significan crecimiento corporativo: Las empresas no pueden crecer sin la confianza de sus clientes.

1.5.4 TPM (Mantenimiento Productivo Total).

1.5.4.1 Definición.

La esencia del TPM es que los operarios de los equipos de producción participen en el mantenimiento preventivo y ayuden a los técnicos de mantenimiento en las reparaciones (Nasurdin, Jantan, Wong & Ramayah, 2005), creando un sentido de propiedad en los operarios y supervisores (Gupta, Tewari & Sharma, 2006). El

TPM apunta principalmente a la mejora de la productividad, calidad, coste, suministro, seguridad, medioambiente, y moral (Nakajima,1988).¹¹

1.5.4.2 Características del TPM

- Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.
- Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.
- Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.

1.5.4.3 Modelo de implantación del TPM a seguir.

El modelo original TPM propuesto por el Instituto Japonés de Mantenimiento de plantas sugiere utilizar pilares específicos para acciones concretas diversas, las cuales se deben implantar en forma gradual y progresiva, asegurando cada paso dado mediante acciones de autocontrol del personal que interviene.

Pilar 1: Entrenamiento

Pilar 2: Mantenimiento Autónomo

Pilar 3: Mejora Enfocada:

Pilar 4: Mantenimiento Planificado

Pilar 5: Establecimiento de un programa de gestión inicial del equipo

Pilar 6: Establecimiento de un sistema de mantenimiento de la calidad

Pilar 7: Establecimiento de un sistema para la mejora de la eficiencia de los departamentos administrativos

¹¹ Marín-García, J. A. and Martínez, R. M. (2013) 'Barreras y facilitadores de la implantación del TPM', (3), pp. 2013–9. doi: 10.3926/ic.360.

Pilar 8: Establecimiento de un sistema para el control de la Seguridad y Salud, y el Medioambiente

1.5.4.4 Dificultad al implementar este sistema.

Entre ellos tenemos la falta de conocimiento, Cultura actual de la organización, costos adicionales iniciales, necesidad de resultados inmediatos, soporte inicial, negociaciones con sindicatos, sistemas de producción existentes, saltar pasos (5S; seguridad) lo que indica que no resulta implementar el TPM junto con las 5s.

1.5.4.5 Aplicación del sistema TPM.

Modelo general integrador del TPM: para la implementación de este modelo se requieren de 4 etapas generales, dividida en 12 pasos para su implementación integrando los 8 pilares fundamentales.

Tabla 2 Pasos y objetivos fundamentales. Etapa 1: Preparación

ETAPA 1: PREPARACIÓN

Pasos	Objetivos fundamentales
Paso 1: Declaración de la alta dirección de introducir el TPM	Aprender de experiencias pasadas y entender la situación de la empresa y su organización, determinando los factores que pueden afectar al éxito del TPM (Bamber et al., 1999; Chan et al., 2005)
	Considerar las estrategias futuras que serán necesario tener en cuenta para el control de las posibles causas de fallo, considerando si el TPM es la estrategia adecuada en función del tipo de compañía y la estrategia de negocio (Andreassen et al., 2004), siendo realista sobre su implantación (Bamber et al., 1999; Brah & Chong, 2004; Shamsuddin et al., 2005)
	Considerar el tipo de programa TPM que se quiere implantar (orientado a Kaizen, planta o fábrica) (Cigolini

	& Turco, 1997)
	Informar a todo el personal sobre la decisión de la alta dirección de introducir el TPM y el objetivo general (Nakajima, 1989).
Paso 2: Campaña de formación introductoria	Eliminar la resistencia inicial mediante formación preliminar, dando a conocer el concepto de TPM y sus objetivos (Nakajima, 1989)
Paso 3: Crear una estructura promocional del TPM	Crear una organización con autoridad y responsabilidad (Oficina TPM, Coordinador TPM, Responsable de pilar, Equipos multifuncionales) (Chan et al., 2005; Gupta et al., 2006; Ireland y Dale, 2001; Sharma et al., 2006), mediante el solapamiento escalonado de pequeños grupos (Nakajima, 1989)
Paso 4: Establecer las políticas y objetivos para el TPM	Efectuar Benchmarking para establecer prerequisites, objetivos y políticas (Chan et al., 2005; Gupta et al., 2006; León, 2004), teniendo en cuenta las estrategias (García-Sabater & Marin-García, 2009) para limitar las causas más comunes de fallo que pueden presentarse (Shamsuddin et al., 2005)
Paso 5: Crear el plan maestro para el desarrollo del TPM.	Efectuar plan por escrito para cada pilar del TPM, con los pasos orientados al ciclo PDCA (Ireland & Dale, 2001) y considerar la necesidad de un estudio de viabilidad (Gupta et al., 2006)

Fuente: Marín-García, J. A. and Martínez, R. M. (2013) 'Barreras y facilitadores de la implantación del TPM', (3), pp. 2013–9. doi: 10.3926/ic.360.

Tabla 3 Pasos y objetivos fundamentales. Etapa 2: Implementación preliminar

ETAPA 2: IMPLEMENTACIÓN PRELIMINAR

Pasos	Objetivos fundamentales
Paso 6: Lanzamiento del TPM	Cultivar la atmósfera para incrementar la moral y dedicación de personal, dando información detallada a todos los miembros del TPM sobre el comienzo de la implementación, estructura de promoción, plan

maestro, políticas, objetivos y máquina piloto (Chan et al., 2005)

Fuente: Marín-García, J. A. and Martínez, R. M. (2013) 'Barreras y facilitadores de la implantación del TPM', (3), pp. 2013–9. doi: 10.3926/ic.360.

Tabla 4 Pasos y objetivos fundamentales. Etapa 3: Implementación. Alcance Production TPM

ETAPA 3: IMPLEMENTACIÓN (Alcance “Production TPM”)

Pasos	Objetivos fundamentales	
Paso 7: Establecimiento de un sistema para la mejora de la eficiencia de producción (aplicación inicial en máquina piloto)	Pilar 1: Entrenamiento.	Desarrollar trabajadores con habilidades múltiples que puedan alcanzar todos los pilares del TPM (Ireland & Dale, 2001)
		Formar a líderes que entrenen al resto de miembros de los equipos, mediante el uso de One Point Lessons (Chan et al., 2005)
	Pilar 2: Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen)	Desarrollar los siete pasos de Nakajima (1989), pudiéndose aplicar en combinación con 5S (Gajdzik, 2009; León, 2004).
		Auditar cada paso y gratificar (Ireland & Dale, 2001)
	Pilar 3: Mejora Enfocada (KobetsuKaizen)	Analizar las causas de cada una de las 6 grandes pérdidas que afectan al OEE, mediante la aplicación de técnicas de mejora Kaizen (Chan et al., 2005)
	Pilar 4:	4: Planificar las actividades de mantenimiento

	Mantenimiento Planificado (KeikakuHozen)	en tándem con el mantenimiento autónomo, dejando claras las responsabilidades (Gurinder, 2006), respondiendo a las necesidades de producción, restaurando el deterioro, analizando averías para detectar puntos débiles y aplicando técnicas proactivas y de diagnóstico para la predicción de fallos (PM, RCM, CBM) (Eti, Ogaji & Probert, 2004a)
Paso 8 (Pilar 5): Establecimiento de un programa de gestión inicial del equipo		Crear un medio de trabajo seguro, para cumplir los requerimientos legales, reducir costes derivados de accidentes (Ireland & Dale, 2001) y cumplir los objetivos de cero accidentes, enfermedades profesionales y contaminación (Chan et al., 2005; Gurinder, 2006).

Fuente: Marín-García, J. A. and Martínez, R. M. (2013) 'Barreras y facilitadores de la implantación del TPM', (3), pp. 2013–9. doi: 10.3926/ic.360.

Tabla 5 . Pasos y objetivos fundamentales. Etapa 3: Implementación. Alcance Company Wide TPM

ETAPA 3: IMPLEMENTACIÓN (Alcance “Company Wide TPM”).

Pasos	Objetivos fundamentales
Paso 9 (Pilar 6): Establecimiento de un sistema de mantenimiento de la calidad (HinshitsuHozen).	Implantar un proceso para la reducción de defectos de calidad, retrabajos, tiempo de inspección, mano de obra y reclamaciones de clientes (Gurinder, 2006), controlando las condiciones de los equipos (Chan et al., 2005), determinando la relación entre las características

	clave de los productos y el proceso de producción (Ireland & Dale, 2001).
Paso 10 (Pilar 7): Establecimiento de un sistema para la mejora de la eficiencia de los departamentos administrativos	Implantar un sistema para mejorar la eficiencia del tiempo trabajado en oficinas (Gurinder, 2006), mediante la aplicación de 5S (León, 2004)
Paso 11 (Pilar 8): Establecimiento de un sistema para el control de la Seguridad y Salud, y el Medioambiente	Crear un medio de trabajo seguro, para cumplir los requerimientos legales, reducir costes derivados de accidentes (Ireland & Dale, 2001) y cumplir los objetivos de cero accidentes, enfermedades profesionales y contaminación (Chan et al., 2005; Gurinder, 2006).

Fuente: Marín-García, J. A. and Martínez, R. M. (2013) 'Barreras y facilitadores de la implantación del TPM', (3), pp. 2013–9. doi: 10.3926/ic.360.

Tabla 6 Pasos y objetivos fundamentales. Etapa 4: Estabilización.

ETAPA 4: ESTABILIZACIÓN

Pasos	Objetivos fundamentales
	Auditar el progreso (Gupta et al., 2006).
	Optar al premio PM del JIPM (Andreassen et al., 2004; Chan et al., 2005; Gupta et al., 2006).
Paso 12: Perfeccionamiento del TPM y opción al premio PM.	Redefinir objetivos mayores (Chan et al., 2005), mediante comparación con empresas similares (Eti et al., 2004b; Nachiappan & Anantharaman, 2006) y dismantelar la organización proyecto cuando la disponibilidad para alcanzar las metas progrese adecuadamente y la mejora continua sea estable (Andreassen et al., 2004)

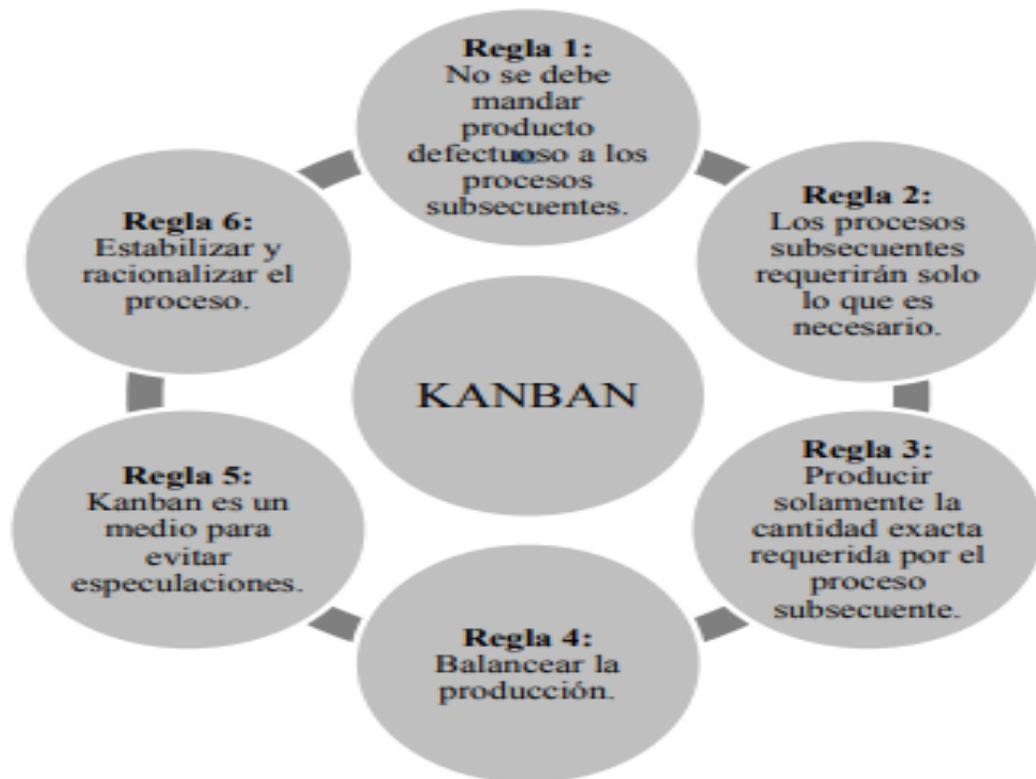
Fuente: Marín-García, J. A. and Martínez, R. M. (2013) 'Barreras y facilitadores de la implantación del TPM', (3), pp. 2013–9. doi: 10.3926/ic.360.

1.5.5 El método Kanban.

1.5.5.1 Definición.

Es un Sistema de Gestión de Trabajo en Proceso (WIP), que sirve principalmente para asegurar una producción continua y sin sobrecargas en el equipo de producción. En este sistema se llega a producir exactamente aquella cantidad de trabajo que el sistema es capaz de asumir. El Kanban es un sistema de trabajo Justo a tiempo (JIT), lo que significa que evita sobrantes innecesarios de stock, que en la gestión de proyectos equivalente a la inversión innecesaria de tiempo y esfuerzo en lo que no necesitaremos y evita sobrecargar al equipo.

Figura 12 Reglas en las que se basa la metodología Kanban



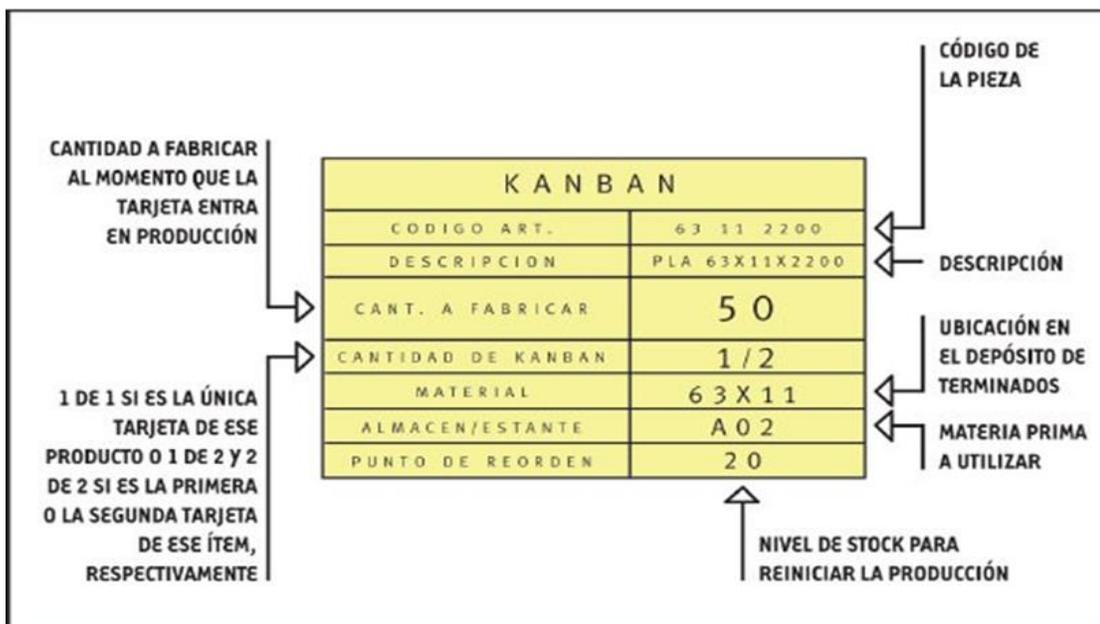
Fuente: Lazo, A., & Benjamín, I. (2014). Propuesta para la implementación de la estrategia de manufactura Kanban en el área de Calandria en Zeta de la empresa Continental Tire Andina S.A.

1.5.5.2 Tarjetas Kanban.

Esta tarjeta generalmente es de forma rectangular y de forma general contiene la siguiente información:

- Código del material.
- Descripción.
- Cantidad de los materiales.
- Inventario máximo, indica la cantidad del material máxima a producir.
- Origen de materia, de donde proviene el material.
- Destino del material.
- Punto de reorden, es el inventario mínimo requerido de este material.¹²

Figura 13 Modelo de tarjeta



Fuente: Rajadell, M., Sánchez, J., *Lean Manufacturing* (2010)

¹² Lazo, A., & Benjamín, I. (2014). Propuesta para la implementación de la estrategia de manufactura Kanban en el área de Calandria en Zeta de la empresa Continental Tire Andina S.A.

1.5.5.3 Fases de Implementación de Kanban.

La implementación de la metodología Kanban se basa en el seguimiento de las seis reglas naturales presentadas en la figura 12, tal como es descrito por Raymond¹³ y otros autores. La implementación de la metodología Kanban, según lo establecido por Ballesteros¹⁴, se realiza mediante la ejecución de 4 fases necesarias para su correcta aplicación, las cuales son:

- Fase 1: Entrenar a todo el personal en los principios de Kanban y los beneficios de usarlo.
- Fase 2: Implementar Kanban en los componentes con más problemas para facilitar su manufactura y para resaltar los problemas escondidos. El entrenamiento con el personal continúa en la línea de producción.
- Fase 3: Implementar Kanban en el resto de los componentes. Se deben tomar en cuenta todas las opiniones de los operadores, ya que ellos son los que mejor conocen el sistema. Es importante informarles cuando se va a estar trabajando en su área de responsabilidad.
- Fase 4: Esta es la fase para la revisión del sistema Kanban, los puntos de re-orden y los niveles de re-orden. Es importante tomar en cuenta las siguientes recomendaciones para el funcionamiento correcto de este sistema:
 - Ningún trabajo debe ser hecho por fuera de secuencia.
 - Si se encuentra algún problema, notificar al supervisor inmediatamente.

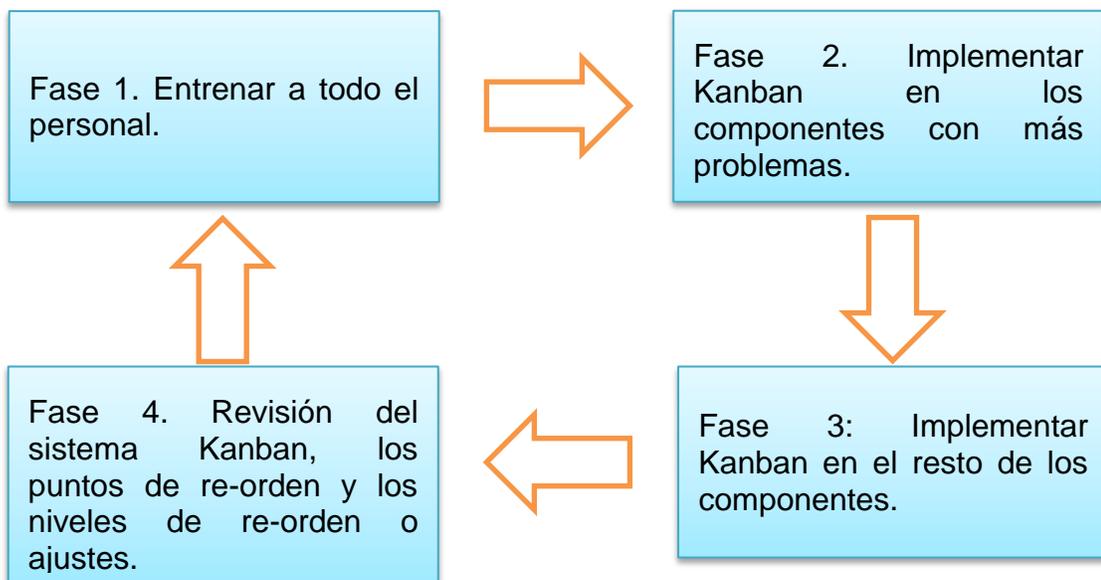
El desempeño del sistema Kanban en la metodología propuesta se evalúa mediante la vigilancia de los siguientes elementos:

¹³ [10] Raymond S. "Custom Kanban: Designing the System to Meet the Needs of Your Environment". Productivity Press; 1 edition. 2006

¹⁴ [15] Ballesteros, D. "A practical form to apply the System Kanban in the Colombian Mypimes". Scientia et Technica Año XIV, N.º 39. 2008.

- Se siguen las seis reglas de Kanban.
- Los niveles de las áreas de inventario/ TEP (trabajo en proceso) están claramente marcadas.
- Una tarjeta Kanban/ etiquetado/ código de barras en cada contenedor.
- Un inventario exacto.
- Cantidad mínima de TEP (trabajo en progreso) entre las estaciones.
- Capacitación en Kanban a todos los niveles de la planta.
- Kanban establece las prioridades de material del operador.
- Flujo de materiales en PE-PS (primeras entradas – primeras salidas).

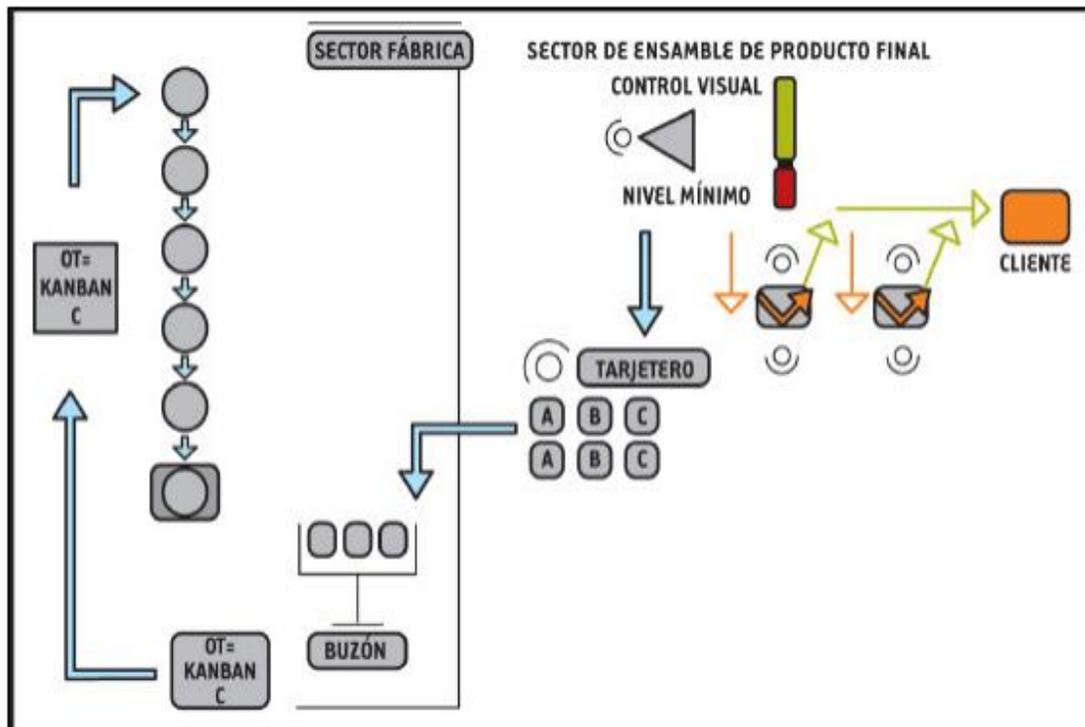
Figura 14 fases de implementación de kanban



Fuente: elaboración propia. Basado en la definición anterior.

1.5.5.4 Funcionamiento de un kanban.

Figura 15 Funcionamiento de un Kanban.



Fuente: Rajadell, M., Sánchez, J., *Lean Manufacturing* (2010).

En el ensamble de producto terminado, se necesita un producto semielaborado C.

Detecta nivel mínimo de C.

Automáticamente se toma una tarjeta Kanban C del tarjetero.

Se lo coloca en el buzón Kanban y de esta manera comienza la producción en el sector.

Sólo se produce lo indicado en la tarjeta.

La tarjeta acompaña al material durante todo el proceso y después vuelve al tarjetero cuando finaliza la producción.

1.5.6 Fabrica visual

1.5.6.1 Definición.

También conocido como lugar de trabajo visual o gestión visual, esta metodología tiene como propósito colocar información crítica en las áreas físicas de trabajo mediante el uso de etiquetas, señalamientos, carteles, vitrinas y otros medios. Ayudando así a generar un ambiente de trabajo más seguro y eficiente. De igual manera reduce las capacitaciones repetitivas y constantes.

1.5.6.2 Características de Fabrica visual.

- Menos desperdicios y déficits de información: Según 3 Laird, D. (1985). En su escrito *Approaches to training and development*, el 75% del conocimiento se adquiere a través de visuales 13% de forma auditiva y 12% a través del olfato, tacto y gusto.
Estos visuales pueden tener:
 - Etiquetas de procedimientos.
 - Señalamientos bilingües.
 - Marcadores de tubería – Proporcione fácil y rápidamente LA información sobre qué hay en una tubería y su dirección en la que fluye.
 - señalamientos de seguridad.
- Ganancias en productividad: La Dra. Gwendolyn Galsworth, en su libro "*Visual Workplace, Visual Thinking*", afirma que una implementación efectiva de sistemas de comunicación visual ha dado como resultado las siguientes mejoras.

1.5.6.3 Tipos de visuales.

- Etiquetas y tarjetas.
- Carteles, gráficas y lecciones rápidas.
- Pancartas y carteles.
- Exhibiciones visuales.

Los visuales son un apoyo para actividades de manufactura esbelta al reforzar estándares y señalar anomalías.

1.5.6.4 Implementación de visuales en manufactura esbelta.

Visuales para instalaciones y procesos.

- Señalización de dirección
- Procesos de producción y celdas de trabajo. Para la identificación se debe incluir la siguiente información.
 - Nombre del área o celda
 - Qué procesos se están realizando
 - Qué tipo de producto se está produciendo
 - Próximos procesos ascendentes o descendentes.
- Identificación de equipo. Debe tener información tal como:
 - Control de bienes.
 - Dirección clara para reportar problemas.
 - historial de equipo.
- Marcaje eléctrico.
- Marcaje de tubería
- Visuales para ubicación de almacenamiento, para ello se debe:
 - ✓ Marcaje de pisos, estantes, mesas, bases, carros y otros objetos que se colocan en el piso. Para la demarcación se estandarizaron colores Ver anexo 1.

- ✓ Etiquetado de estantes y contenedores: el siguiente paso es marcar sus estantes y otros enseres. La información que va es:
 - ✓ Organizadores de herramientas y mesas de trabajo.
 - ✓ Cajones, gabinetes y cajas de herramientas.
- Visuales de seguridad.
- Visuales para producción y control de inventarios.
 - Indicadores de nivel máximo/mínimo: reforzar visualmente los límites del material y señalar los casos de excedentes de material.
 - Tarjetas kanban.
- Visuales para trabajo estándar
 - Diagrama
 - Calendarios y hojas de verificación.
 - Procedimientos.

Todos los procedimientos deben incluir:

 - ✓ Contenido; lo que el empleado necesita hacer.
 - ✓ Secuencia; el orden en que se debe hacer.
 - ✓ Tiempo; la cantidad de tiempo que toma realizar la actividad.
 - ✓ Objetivo; el resultado deseado.
- Lecciones de un punto.
- Visuales para cuidado de equipo (Mantenimiento Productivo Total).
- Para la fácil elaboración de etiquetas y demás se recomienda el uso del software Software MarkWare Lean Tools.

1.5.7 Six sigma

1.5.7.1 Definición

Filosofía y estrategia de negocios, la cual se basa en el enfoque hacia el cliente, en un manejo eficiente de los datos y metodologías y diseños robustos, que permite eliminar la variabilidad en los procesos y alcanzar un nivel de defectos

El valor de esta herramienta sirve como parámetro de comparación común entre compañías con características similares o diferentes, de igual forma entre los mismos departamentos de la empresa, tan diferentes como compras, cuentas por cobrar, mantenimiento, ingeniería, producción, recursos humanos etc.

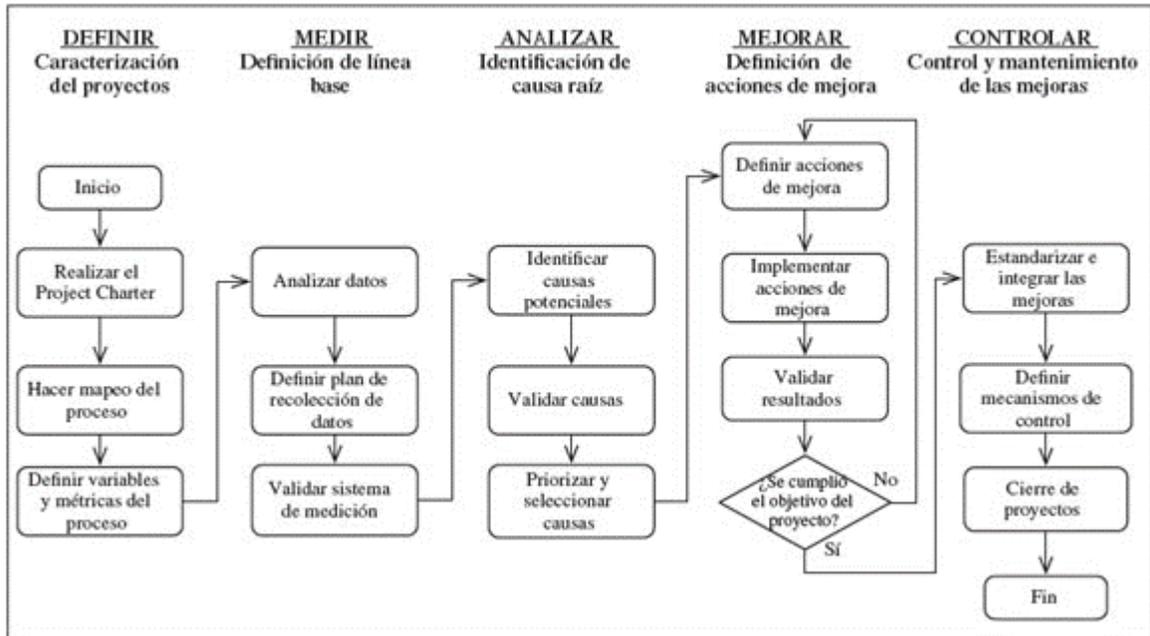
1.5.7.2 Filosofía six sigma

La filosofía se relaciona directamente con el número de defectos, los costos del desperdicio y el nivel de satisfacción del cliente. Estadísticamente hablando, mide la capacidad del proceso para realizar la producción con 0 defectos y evitar posibles retrabajos o pérdidas. Tomamos el siguiente ejemplo, si fabricáramos 340 metros de manguera, se trabajará a un nivel tres sigmas, se esperaría que aproximadamente un metro de manguera podría quedar defectuosa, si la misma manguera se fabricara a un nivel de Six Sigma, únicamente un milímetro podría quedar defectuoso. Todo esto porque el Six Sigma se basa específicamente en la distribución normal, donde en $\mu \pm 6\sigma$ se encuentran el 99.99% de las observaciones, lo que supone un porcentaje de error inferior al 0.01%, o sea, que el proceso trabaja libre de fallos como se dijo anteriormente.

1.5.7.3 Implementación de six sigma

Six Sigma se basa en cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, comúnmente llamada DMAIC.

Figura 16 Metodología DMAIC para Proyecto Lean Six Sigma.



Fuente: felizzola jiménez, h., & luna amaya, c. (2014). lean six sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. *ingeniare. revista chilena de ingeniería*, 22(2), 263–277. <https://doi.org/10.4067/s0718-33052014000200012>

Etapa 1. Caracterización de los Proyectos (Definir)

se definen temas generales del proyecto: título del proyecto, objetivo, planteamiento del problema, equipo de trabajo, programación de las actividades, métricas, variables del proceso, actividades del proceso u otra información necesaria para realizar completa caracterización del proyecto. Para el cumplimiento de esta fase se deben realizar básicamente 3 actividades.

- Realizar el Project Charter
- Hacer un mapeo del proceso y definir.
- Identificar métricas del proceso.

Etapa 2. Definición de Línea Base (Medir)

En esta fase, se seleccionan una o más características críticas, analiza el proceso, toma las medidas necesarias, registra los resultados, evalúa los sistemas de medición, y estima la capacidad del proceso a corto plazo. Se debe conocer:

- Quiénes son los clientes potenciales.
- Saber las necesidades de los clientes.
- Pasos que componen el proceso y cómo se relacionan con las necesidades del cliente.
- Que parámetros de medición se utilizan.
- Qué tan exacto o preciso es el sistema de medición.

En otras palabras, se debe llevar un control estadístico de procesos con los siguientes pasos:

1. El diseño de tolerancia
2. Análisis del modo de fallas en el diseño y los efectos
3. Predicción de la confiabilidad

Etapa 3. Identificación de causa raíz (Analizar)

Se deben identificar las causas potenciales, las causas deben ser corroboradas con métodos estadísticos y análisis por los grupos de trabajo, se deben especificar que causas son las que tienen mayor impacto sobre el problema. Actividades claves:

- Identificar causas potenciales.
- Analizar y validar causas.
- Seleccionar y priorizar causas a trabajar.

Etapa 4. Definición de acciones de mejora (Mejorar)

Se definen que acciones se deben tomar para solucionar el problema, de esta manera lograr el objetivo propuesto con el desarrollo del proyecto. Las posibles soluciones pueden presentar características respecto al tiempo, entre ellas ser de

implementación y cumplimiento rápido o bien un conjunto de acciones basadas en buenas prácticas de gestión. Las actividades claves en esta etapa son:

- Definir acciones de mejora: se pueden utilizar herramientas de la Manufactura Esbelta, como las 5S, el Kanban, el Mantenimiento Total Productivo, el SMED, la Gerencia Visual y los Poka Yokes.
- Implementar acciones de mejora
- Validar resultados

Etapa 5. Control y mantenimiento (Controlar)

Es importante documentar los procesos o procedimientos reformados se puede utilizar el enfoque de la calidad a través de la ISO 9001.

Por otra parte, se deben diseñar mecanismos que garanticen que los cambios y mejoras alcanzadas se mantengan a largo plazo. Las actividades en esta etapa son:

- Estandarizar e integrar las mejoras a los procesos
- Definir mecanismos de control de mejoras.
- Cerrar proyectos: luego de todo el proceso, se debe elaborar un informe de cierre de proyecto, mediante el cual se pueda informar a las partes interesadas los resultados del proyecto.

1.5.8 Poka yoke

1.5.8.1 Definición.

Es una técnica que evita los errores humanos en los procesos, antes de que estos se conviertan en defectos, trata de eliminar los defectos en un producto ya sea previniéndolos o corrigiéndolos, también hace posible que los operarios se concentren. Esta técnica está ligada a la automatización de la planta, pues a través de las máquinas, se puede reducir considerablemente el porcentaje de error

en las actividades que se encuentran realizando. Algunas utilidades del Poka yoke son:

1.5.8.2 Las características principales de un sistema Poka-Yoke:

- Son simples y baratos.
- Son parte del proceso.
- Son puestos cerca o en el lugar donde ocurre el error.

1.5.8.3 Funciones y métodos de sistemas Poka-Yoke.

Existen dos funciones reguladoras para desarrollar sistemas Poka-Yoke.

- **Métodos de Control:** Existen métodos que cuando ocurren anomalías apagan las máquinas o bloquean los sistemas de operación previniendo que siga ocurriendo el mismo defecto. Estos tipos de métodos tienen una función reguladora mucho más fuerte, que los de tipo preventivo, y por lo tanto este tipo de sistemas de control ayuda a maximizar la eficiencia para alcanzar cero defectos.
- **Métodos de Advertencia:** Este tipo de método advierte al trabajador de las anomalías ocurridas, llamando su atención, mediante la activación de una luz o sonido. Si el trabajador no se da cuenta de la señal de advertencia, los defectos seguirán ocurriendo, por lo que este tipo de método tiene una función reguladora menos poderosa que la de métodos de control.

En los casos donde una luz advierte al trabajador; una luz parpadeante puede atraer con mayor facilidad la atención del trabajador que una luz fija.

Otros tipos de métodos:

- **Métodos de contacto:** Requiere de sensores hacia el producto para detectar fallas.

- De valor fijo: Cuando el defecto se detecta por medio de la inspección de un número fijo de movimientos, esto para el caso en donde las operaciones se puedan medir por el número repetido de actividades.
- De paso – movimiento: Parecido al anterior, éste se refiere a movimientos más estandarizados donde las operaciones se realizan con movimiento predeterminados. Todos efectivos, pueden aplicarse combinaciones de métodos para generar el dispositivo poka yoke.

1.5.8.4 Tipos de medidores Poka-Yoke

- Medidores de contacto.
 - Interruptor en límites, micro interruptores.
 - Interruptores de tacto.
 - Relevador de niveles líquidos.
- Medidores sin-contacto:
 - Sensores de proximidad.
 - Sensores de luces (transmisores y reflectores).
 - Sensores de posición.
 - Sensores de dimensión.
 - Sensores de desplazamiento.
- Medidores de presión, temperatura, corriente eléctrica, vibración, número de ciclos, conteo, y transmisión de información.
 - Detector de cambios de presión.
 - Detector de cambios de temperatura.
 - Detectores de fluctuaciones en la corriente eléctrica.
 - Medidores de anomalías en la transmisión de información.

Algunas de las compañías que se dedican a la fabricación de este tipo de dispositivos son:

Lead Electric, Ltd.

Matsushita Electric Works, Ltd.

Toyota Auto Body, Ltd.
 Citizen Watch Co., Ltd.

1.5.8.5 Implementación de Poka Yoke.

Básicamente se utilizan 6 pasos para aplicar el sistema a prueba de errores y que se describen a continuación.

- Identificar el defecto potencial o literal.
- Llegar a la raíz del error que origina el defecto.
- Decidir el tipo de Poka-Yoke a utilizar.
- Probarlo.
- Capacitar al personal.
- Revisar el desempeño.

Tabla 7 resumen simbólico, paso 1 y 2

Proceso	Errores	Errores con mayor relevancia	Métodos de poka yoke probables.	Método más eficiente.
1	A B C	A	W X Y Z	W
2	A B	B	Y Z	Z

	C			
3	A B	A	X Y Z	Z

Fuente: el autor, basado en información anterior.

1.5.9 kaizen.

1.5.9.1 Definición

Es una palabra japonesa compuesta por dos palabras, una kai que significa cambio y la otra zen que significa bueno o mejor, lo que implica que kaizen signifique cambio para mejorar, el significado termina siendo mejora continua.

Esta filosofía y sistema implica a todos los actores de la empresa, desde el gerente hacia atrás.

1.5.9.2 El Kaizen y el gemba.

El gemba significa en japonés “lugar real”, o sea donde tiene lugar la acción. El Kaizen en el gemba es, por lo tanto, llevar a cabo la mejora continua en el lugar de la acción, donde se generan, transforman y venden los productos.

Todas las empresas practican tres actividades principales directamente relacionadas con la obtención de utilidades: desarrollo, producción y venta. Por tanto, en un sentido amplio, gemba significa los lugares de estas tres actividades. En una empresa de servicios, es donde los clientes entran en contacto con los servicios ofrecidos. Así por ejemplo en el caso de los hoteles el gemba está en todas partes: en el lobby, el comedor, los cuartos de huéspedes, la recepción, los

mostradores para registrarse y el puesto del conserje. En los bancos serían los cajeros, al igual que los funcionarios de préstamos que reciben a los solicitantes¹⁵.

1.5.9.3 Factores que aparecen en el Gemba.

- Cuello de botella.
- Trabajo frustrante.

Tres actividades kaizen como lo son la estandarización las 5 S y la eliminación del desperdicio contribuyen al logro exitoso del QCD (Quality-Cost-Delivery o calidad, costos, y entrega). La estandarización, la eliminación de mudas y las 5 S son fáciles de comprender e implementar, no requiriendo tecnologías o conocimientos complejos.

Los estándares poseen los siguientes aspectos clave:

- Representan la mejor, más fácil y más segura forma de realizar un trabajo.
- Ofrecen la mejor manera de preservar el know-how y la experiencia.
- Suministran una manera de medir el desempeño.
- Muestran la relación entre causa y efecto.
- Suministran una base para el mantenimiento y el mejoramiento.
- Suministran objetivos e indican metas de entrenamiento.
- Suministran una base para el entrenamiento.
- Crean una base para la auditoria o el diagnóstico.

¹⁵ Imai Masaaki. "Como implementar el Kaizen en el gemba". México, McGraw Hill, 1998.

1.6 ELEMENTOS ASOCIADOS A LA TRANSFORMACIÓN DE LEAN; MEDIBLES Y CASOS DE ÉXITO EN COLOMBIA.

1.6.1 Paso de lean manufacturing a empresa lean.

La eliminación de desperdicio es un proceso que examina al sistema como un todo. La visión global es mirar a los segmentos interdependientes de la compañía, empezando desde la materia prima hasta la distribución y venta de los productos y bienes terminados. Womack y Jones definen la Empresa Esbelta como “Un grupo de funciones, individuales, y legalmente separadas, pero operacionalmente sincronizadas”. Manejando y abarcando el sistema completo se está gestionando holísticamente las actividades de valor agregado y no solo como la suma de partes separadas¹⁶.

Crear una Empresa Esbelta significa que trabajadores, ejecutivos, empleados, proveedores y clientes, todos ellos son considerados como las más poderosas ventajas y bienes de la compañía. Y trabajando en un objetivo común en la eliminación de desperdicio. Esto implica que se debe realizar integración de todas las partes involucradas en el sistema completo, en el proceso de llegar a ser Empresa Lean.

1.6.1.1 Proveedores

Deben ser capaces de entregar pequeñas cantidades de materia prima frecuentemente y evitar posibles interrupciones para el personal de manufactura. Los proveedores deben ser flexibles, esto quiere decir que responderán a los cambios requeridos por los manufactureros.

¹⁶ Womack James, Daniel T. Jones. “Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation”. Simon & Shuster, New York, 1996.

1.6.1.2 Clientes

Deben ser capaces de comunicar sus requerimientos correctamente a los encargados de la manufactura.

1.6.1.3 Manufactureros (diseño e ingeniería)

Los integrantes de este departamento deberán ser capaces de producir en lotes pequeños y embarcar en ritmos frecuentes, deben ser capaces de responder a los cambios de requerimiento del cliente rápidamente.

Otro factor importante es el de la logística, deben ser efectivos al llevar los materiales sin algún retardo o inconsistencias y de entregar los productos sin ningún retardo o demora. Si la logística no es lo suficiente competente frente a esta situación, será difícil que la empresa resulte empresa esbelta.

Tabla 8 Modelo de empresa esbelta

<p>Responsabilidad a cambiar para mejorar y minimizar desperdicios.</p> <ul style="list-style-type: none">• Producto correcto, lugar correcto, tiempo correcto y cantidad correcta.• Relaciones efectivas dentro de la cadena de valor.• Calidad óptima desde la primera unidad de producto.• Mejora continua.

Fuente: el autor.

1.6.2 Componentes de éxito en la ejecución e implementación de Lean Manufacturing.

1.6.2.1 Compromiso de la Dirección

Para la implementación de herramientas pertenecientes al lean manufacturing, se destaca la importancia de que toda información fluya a partir de los directivos o dirección de la empresa, facilitando que los trabajadores de la organización acepten de manera más sencilla las nuevas directrices o pautas y la resistencia al cambio sea mínima.

En la búsqueda bibliográfica se encontró y reviso un proyecto de implementación Lean con Six Sigma en la fábrica de muebles de madera, donde se encuentra que, a pesar de generar impactos positivos a nivel financiero y táctico, la evaluación de los resultados del proyecto, aún es primitivo y que dentro de los cambios fundamentales necesarios para el éxito se recomienda un mayor compromiso de la dirección. Lo cual permita profundizar el cambio en la cultura organizacional, el enfoque al cliente, de esta manera se logre incluir temas como la implementación de indicadores claves, competencias, capacidades, formación, nivel de conocimiento en metodologías y herramientas Lean, entre otros.

1.6.2.2 Existencia de un Sistema de Dirección que asegure un diálogo efectivo.

Para la correcta aplicación es conveniente que los niveles superiores puedan enfocarse en la observación e identificación de ámbitos de la empresa y eliminar las situaciones tradicionales donde los superiores se dedican casi por completo a dar órdenes y girar instrucciones. para que esto funcione dirección debe hacer sentir a las personas de la organización como parte importante de ésta. el Lean sólo tendrá éxito si no existe el miedo a asimilar los cambios necesarios en todos los aspectos de la organización.

1.6.2.3 Preparación y motivación de la gente

Intensa comunicación, clarificación de las expectativas, enfatizar la necesidad para el cambio. Importante dar a conocer al personal que sigue más adelante. De una forma u otra dar beneficios a los trabajadores, sin descuidar el bienestar de la organización.

1.6.2.4 Liderazgo

Investigación realizada por Achanga, Shehab, Roy y Nelder de la universidad de Cranfield en PYMES del Reino Unido, se encontró que en muchos enfoques, la propiedad a cargo de los dueños y gerentes es la misma. pero no saben cómo cerrar con éxito el proyecto. Sin embargo, en la mayoría de las empresas existe un interés muy alto por las iniciativas de mejora estratégica.

1.6.2.5 Entrenamiento

El entrenamiento es esencial para el éxito con la implementación de las herramientas y las filosofías, sin embargo, tiene un diseño estándar de este modo se enfocar en detalles específicos. Se debe tener en cuenta cinco aspectos importantes:

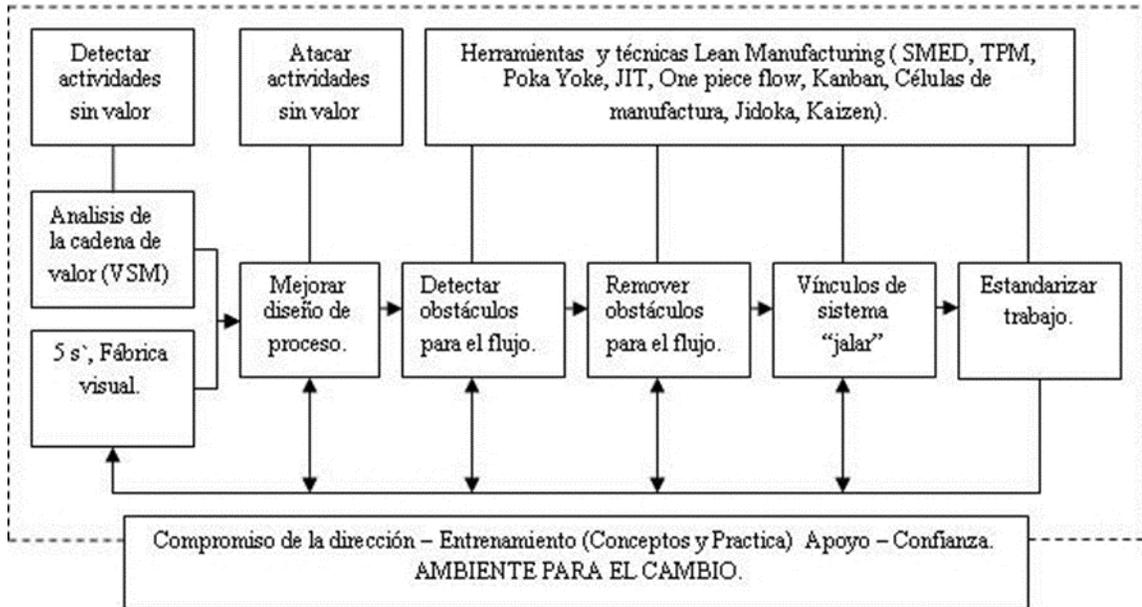
- El entrenamiento debe ser llevado a cabo por los líderes.
- El entrenamiento se hace en el campo de trabajo
- Se debe entender los principios del Sistema de Producción Toyota TPS.
- Las tendencias deben apoyar conocimientos y competencias Lean.

1.6.2.6 Transformación e implantación Lean.

- Planear el cambio: cuando nos dirigimos hacia un proceso de transformación, proveen un importante fundamento para el viaje. Tres cosas deberían estar presentes antes de empezar cualquier proyecto:
 - Definir la necesidad por el cambio: Es esencial entender y comunicar continuamente cual es la motivación para un esfuerzo de transformación Lean. Esto dará guía y claridad a todos en la compañía.
 - Compromiso y apoyo de la alta gerencia: Si los empleados no ven, y creen en un compromiso real por parte de la alta gerencia, los esfuerzos realizados no generaran resultados. Se tiene que estar comprometido y convencido con mejorar en todos los niveles de la empresa, y esto se debe dar sobre todo en la Dirección. Este involucramiento y apoyo no debería ser solo verbal, sino además con hechos, con directores participando en actividades de piso y eventos kaizen.
 - Identificar áreas de enfoque, líneas guía y difusión de la estrategia: se debe hacer un plan donde se indique que líneas de producción será intervenidas y transformadas a lean, la secuencia y tiempo en el que se realizara esto. Debe estar dirigido a aquellas líneas que irán primero, para ser usadas como demostración, además como el personal de las líneas modelo van a contribuir en la propagación de los conceptos y herramientas Lean, a través de entrenamiento y capacitación para demás líneas o estaciones de trabajo. esto va guiado a:
 - ✓ Eliminación de desperdicio.
 - ✓ Mejora continua.
 - ✓ Flujo continuo y sistemas “jalar”.
 - ✓ Equipos multifuncionales.
 - ✓ Sistemas de información.

1.6.3 Implementación.

Figura 17 Implementación de lean manufacturing



Fuente: Arango Serna, M. D., Campuzano Zapata, L. F. and Zapata Cortes, J. A. (2015)

1.6.4 Perfeccionamientos del sistema de producción y medible.

Los medibles son herramientas para visualizar el progreso de la compañía y son bases o fundamentales en el mejoramiento continuo. Por esto se hace necesario eliminar todos aquellos medibles que no sean esbelto, luego debemos medir una variedad de puntos enfocados al mapa de valor desde el tiempo de entrega (lead time) hasta los niveles de inventarios.

Existen muchas maneras y puntos de vista que permitirán elegir y establecer los medibles indicados para cada tipo de proceso dependiendo del giro de la empresa, mediante ocho pasos¹⁷:

- se debe reunir los equipos para definir los objetivos.
- Hacer una evaluación de la Manufactura Esbelta. Los medibles esbeltos siempre se basan en los 7 tipos de desperdicios. se requiere hacer una evaluación de la manufactura esbelta. Esta evaluación dará una idea de en qué nivel de la manufactura esbelta se encuentra el área, proceso o planta. Dentro de los tipos de desperdicios encontramos: Sobreproducción, esperas, transportes, exceso de inventarios, sobre procesos, movimientos y defectos.
- Determinar los medibles de la manufactura esbelta: para esto se debe identificar lo medibles claves:
 - Vueltas de inventario.
 - Partes por operario-hora. (Throughput)
 - Calidad a la primera - Eficiencia de primera vez.
 - Entregas a tiempo.
 - Seguridad (OSHA).
 - Valor agregado (porcentaje, por persona, por trabajo directo, por hora).
 - Equipo usado con base en la demanda.
- La administración debe comprometerse con los medibles, usando un método muy simple: Alguien inicia un proyecto (define el propósito, objetivo, metas y otras ideas), después será comunicado al personal que va a ser incluido dentro del plan, de este modo obtener retroalimentación y establecer acciones, en caso de que haya algún cambio, se vuelve a repetir

¹⁷ Villaseñor Alberto, Galindo Edber. "Manual de Lean Manufacturing". México, Limusa, 2007.

el sistema hasta que es aprobado por la administración y por la gente del lugar de trabajo.

1.6.5 Casos de implementación con éxito en Colombia.

1.6.5.1 Fábrica de Transformadores Siemens en Colombia

Uno de los productos claves para el sistema eléctrico son los transformadores, producidos por Siemens en Colombia por más de 60 años. La fábrica de transformadores ocupa un papel muy importante para el negocio de la compañía en la región no sólo por sus niveles de productividad y alcance local, sino porque además está exportando cerca del 60% de su producción nacional a más de 15 países en el continente americano.

En un contexto económico con exigencias diversas y muchos retos, la fábrica ejemplifica cómo sortear asertivamente las condiciones mundiales, logrando asegurar la estabilidad en un ambiente competitivo y cumpliendo con los requerimientos de los clientes, enfocándose en algo sencillo pero valioso: conformar equipos altamente competitivos comprometidos con objetivos comunes.

- **Enfocados en la calidad:** Un equipo interdisciplinario diariamente controla el estado de los indicadores de calidad, productividad y EHS (medio ambiente, seguridad y salud) en el desempeño los procesos. Si se presenta una desviación y utilizando la metodología QRM -Quick Response Management (gestión de respuesta rápida), se obtienen soluciones rápidas y eficientes para las necesidades de la fábrica. Los colaboradores de la planta, en total 320, son expertos en calidad y mejora continua, se han capacitado para análisis de causa raíz y Lean Manufacturing, todos son bienvenidos para aportar en la solución de problemas.
- **Comprometidos con la generación de ideas:** Durante 2016 el indicador fue de 3 ideas por persona. En total se generaron más de mil ideas entre todos

los colaboradores, de las cuales se implementaron 2,8 ideas por persona durante el mismo periodo. Esto implica un compromiso de los colaboradores y se traduce además en reconocimiento a su gestión, creando una cultura de mejora continua que ha permitido también que transformadores sea destacado por Siemens a nivel global a través de iniciativas donde Colombia ha logrado diferentes premios gracias a su nivel de participación en los programas de ideas.

- Empoderando a los colaboradores: En la planta se aplican estándares para el cumplimiento de la producción y el respeto de los estándares, posicionando el liderazgo de sus colaboradores como camino para la excelencia operacional. El esquema ha sido aplicado hace más de 4 años de manera sostenible, combinando el interés conjunto de los colaboradores y la propuesta de valor, sumada a cada proceso desarrollado en la fábrica. En cada área hay un Team Leader (capitán del equipo), el cual reporta la tarea frente a lo planeado, y al iniciar cada día los supervisores grafican la operación según indicadores. Con la aplicación del esquema se pone en conocimiento cómo va la operación y es una forma de asegurar que los colaboradores estén pensando y al tanto del negocio. Con estas acciones enfocadas en las personas como el activo más importante para la compañía, es así como en los últimos años la fábrica de transformadores en Colombia se ha convertido en una de las más productivas de la compañía a nivel mundial.¹⁸

1.6.5.2 Caso de éxito colcafe.

En Industria Colombiana de Café S.A.S. COLCAFE actuamos bajo el marco estratégico contemplado en nuestra Misión, Visión y Valores. Estamos comprometidos con una Política de Gestión Integral desde:

¹⁸ Inicio - español - Colombia (Siemens S.A., 2002 – 2018). Available at: <https://www.siemens.com/co/es/home.html> (Accessed: 13 June 2018).

- Calidad y Seguridad de los Alimentos: satisfacer a nuestros clientes y consumidores con productos de calidad, confiables e inocuos, con estricto cumplimiento de principios de seguridad alimentaria y ofreciendo un excelente servicio.
- Gestión Ambiental: prevenir y controlar los aspectos ambientales, optimizando el uso de los recursos.
- Gestión de Riesgos y continuidad de negocios: Gestionar integralmente los riesgos de la organización, y establecer acciones de prevención y mitigación, en aras de la protección de los recursos, la continuidad del negocio, la tranquilidad de los colaboradores y la generación de confianza en los grupos de interés.
- Sistema de Gestión en Control y seguridad: promover el comercio seguro en cooperación con aduanas, gobiernos y organismos internacionales, aplicando procedimientos y estándares de seguridad y protección en la cadena logística de comercialización de los productos que fabricamos.
- Seguridad y Salud en el Trabajo: fomentar una cultura de prevención y control, en las condiciones relacionadas con la seguridad y salud del personal, brindando un mejor entorno laboral.
- Organización saludable: fomentar una cultura de prevención de la enfermedad cardiovascular con el propósito de contribuir a la generación de factores protectores que favorezcan el mejoramiento de la calidad de vida de los colaboradores.
- Empresa Familiarmente Responsable: Promover el desarrollo humano y la felicidad de nuestros colaboradores y la de sus familias, buscando el balance de la vida laboral, personal y familiar en todos los niveles de la organización.
- Responsabilidad Social Empresarial: contribuir voluntariamente al desarrollo humano integral y al relacionamiento armónico con las partes interesadas (Accionistas, Colaboradores, Terceros, Clientes, Proveedores, Comunidad

y el Estado), generando crecimiento económico, social y equilibrio ambiental.

- Derechos Humanos: trabajar en el desarrollo de un contexto corporativo que promueva la adopción y el cumplimiento de prácticas y comportamientos orientados al respeto por los Derechos Humanos, en coherencia con los tratados internacionales.
- Diversidad e inclusión: en nuestras prácticas de gestión del talento y liderazgo promovemos ambientes incluyentes y oportunidades basadas en la objetividad y el valor de la diversidad

La Política de Gestión Integral se suscribe cumpliendo con la legislación aplicable a nuestra actividad productiva y comercial, contribuyendo al desarrollo de la sociedad, a través de nuestra gestión empresarial y social, impulsando la innovación y el mejoramiento continuo de nuestros procesos, mediante la metodología TPM, el trabajo en equipo y el desarrollo sostenible y de nuestra gente¹⁹.

1.6.5.3 Caso de éxito Incolmotos.

Incolmotos – Yamaha, se desarrollarán los principales conceptos en TPS, Lean Manufacturing, VSM y TOC, porque son estos los que apoyan con mayor fuerza el desarrollo de la metodología; además, son estos conceptos los que más se han trabajado y desarrollado en otras plantas de grupo Yamaha y van acorde con lo experimentado y probado en otras plantas Yamaha.

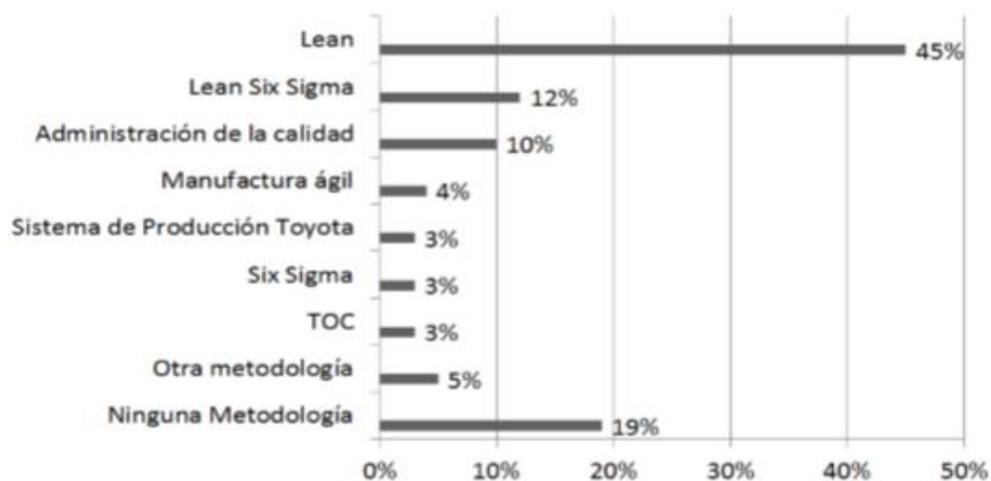
Aun cuando Incolmotos – Yamaha es una compañía donde su mayor proporción depende de Yamaha Motor Company, su casa central, en Japón, tiene gran influencia por el mejoramiento continuo que comenzó gracias al trabajo de Toyota a través de su metodología TPS. Es por esto que uno de los puntos fundamentales del desarrollo de este trabajo es esta filosofía.

¹⁹ Nutresa (2016). Available at: <http://www.nutresa.com/> (Accessed: 13 June 2018).

En el estudio se realiza un análisis del grado de implementación de algunas de las herramientas Lean en empresas de metalmecánica. Por otro lado, un grupo de importantes empresas de la construcción de Medellín, convocadas por CIDICO (Centro de investigación y desarrollo tecnológico para la industria de la construcción) y con la iniciativa de GESCÓN (Grupo de investigación en gestión de la construcción, Universidad EAFIT), desarrollaron e implementaron un sistema de referenciación para el sector de la construcción (Bench-Colombia2) que permite la comparación del desempeño de un proyecto de construcción a nivel local, nacional e internacional, por medio de indicadores de gestión y sus respectivos valores objetivos o benchmark (Botero & Álvarez, 2006).

1.6.6 Lean manufacturing en Colombia.

Figura 18. Principales metodologías de mejoramiento utilizadas en manufactura en el mundo



Fuente: Aguirre Alvarez, Y. A. (2014) 'Análisis de las herramientas Lean Manufacturing para la eliminación de desperdicios en las Pymes', 1, p. 145. Available at: <http://www.bdigital.unal.edu.co/48916/>.

De la misma manera en Colombia. Se destacan empresas en la implementación de herramientas de lean manufacturing tales como General Motors-Colmotores, Siemens, Unilever Andina, El GEA (Grupo Empresarial Antioqueño), Tetrapak, Sofasa-Renault. han optado por utilizar diversas herramientas de producción para ordenar y mejorar sus sistemas productivos.

Tabla 9 Empresas pioneras en el desarrollo de herramientas lean

Empresa	5s	KAIZEN	TPM	FABRICA VISUAL	KANBAN	POKAYOKE	SMED	SIX SIGMA
Electro porcelanas gama	X	X	X	X		X	X	X
Sofasa renault	X	X	X	X	X	X	X	
Vestimundo	X			X		X	X	
Grupo mundial ahora orbis								X
Colcafe	X		X					
Cia. Nacional de chocolates	X		X	X				

New stetic			X					
noel	X		X	X				
Zenú	X		X	X				
Incolmotos Yamaha S.A.	X	x	X	X	x		X	
Grival			X	X	X			X
Forsa S. A			X		X			
Cervecería unión	X	X		X				
Corporacion corona	X	X	X					X
Procter & gamble			X	X				

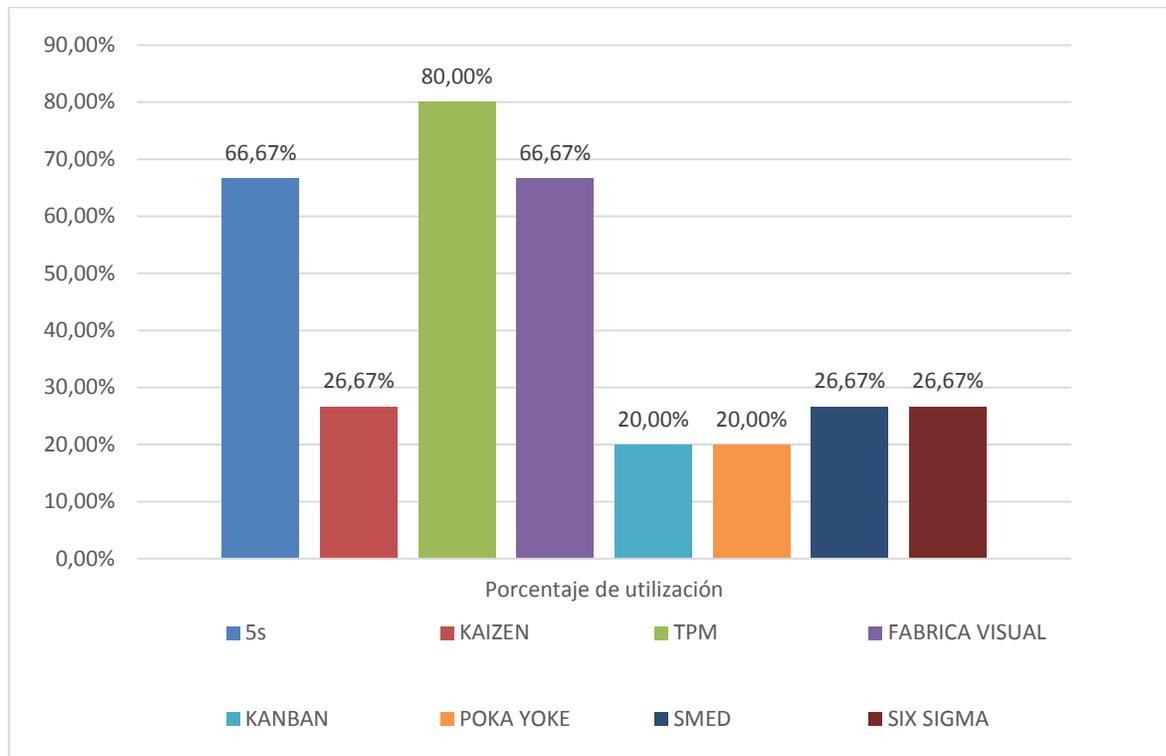
Fuente: Escuela de Administración de Negocios para Graduados., J. G. A., Universidad ESAN., V. E. B. and EBSCO Publishing (Firm), M. J. R. (2010) Journal of economics, finance & administrative science., Journal of Economics, Finance and Administrative Science. Universidad ESAN (Escuela de Administracion de Negocios para Graduados). Available at: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360733608006> (Accessed: 4 June 2018).

Tabla 10 Uso de herramientas de lean manufacturing en las compañías objeto de estudio

EMPRESA	5S	Kanban	Kaizen	Six Sigma	JIT	SMED	Celdas de Manufactura	Gestión Visual	VSM	TPM	Producción Sincrónica
SIEMENS S.A.	X		X	X	X	X	X	X		X	
ÚNICO INTERIOR S.A.S.	X				X	X	X	X	X	X	
ABCD	X										
INDUSTRIAS HABC	X	X		X				X	X	X	
INCOLMOTOS YAMAHA S.A.	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Porcentaje aplicación	1	0,4	0,4	0,6	0,4	0,6	0,6	0,8	0,6	0,8	0,2

Marulanda Grisales, N. et al. (2016) 'Caracterización de la implementación de herramientas de Lean Manufacturing: Estudio de caso en algunas empresas colombianas', 12(22), pp. 39–62. doi: 10.15765/plnt.v12i22.994.

Tabla 11 porcentaje de utilización de herramientas de lean manufacturing, por empresas colombianas



Fuente: basado en la tabla 1. Realizado el grafico por el autor

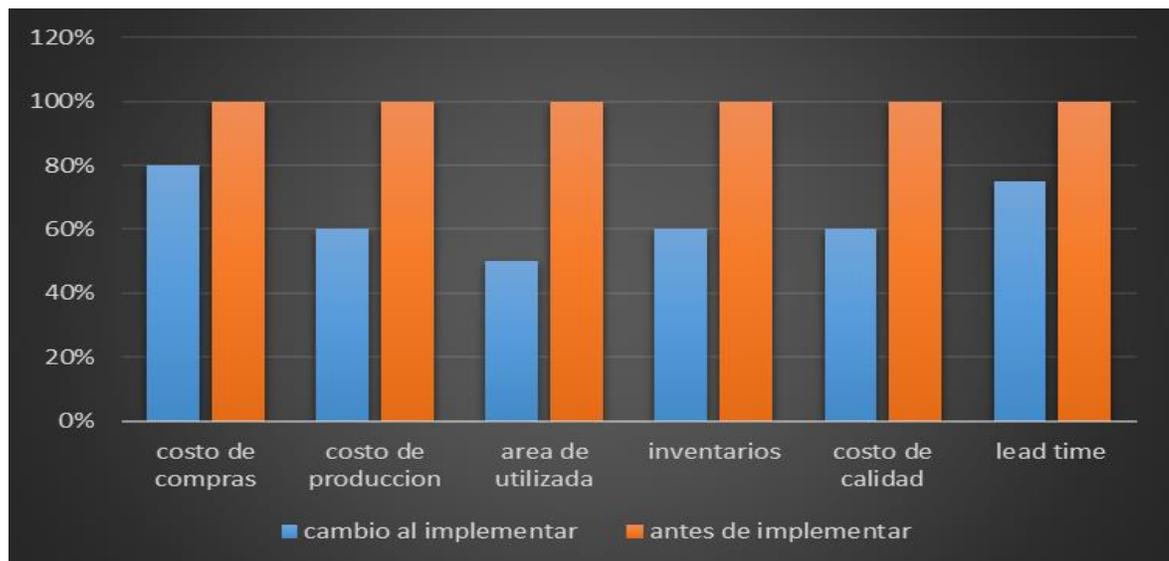
Se logra evidenciar un mayor uso en la herramienta del TPM (total productive maintenance). Donde las empresas justifican su uso con el de cero averías en sus máquinas y equipos, y que estas estén dispuestas a producir su capacidad máxima. Y se pudo evidenciar que las técnicas menos usadas son la de Kanban y poka-yoke esto puede ser debido a la variación de clientes, variabilidad de productos, maquinas pequeñas para el proceso o bien por la implementación de otra herramienta.

Las empresas pioneras en cuanto a lean manufacturing en Colombia tenemos a sofasa y electro porcelanas gamma perteneciente a la marca corona, gracias a sus altos estándares de calidad y en el caso de gamma es perteneciente a la multinacional corona, lo que hace que sus productos salgan con las mejores cualidades y puedan entrar al mercado internacional.

En Colombia, a nivel nacional, se han desarrollado tesis de estudiantes de las facultades de ingeniería industrial, administrativa, de producción, productividad y calidad, entre otras, que estudian sobre la implementación de técnicas de benchmarking. Se han realizado tesis o trabajos enfocados en implementaciones hacia empresas manufactureras, implementación en salas de quirófanos u hospitales, industrias textiles, tesis enfocadas a pymes. Los estudios más relevantes toman como enfoque ciudades como Medellín, Bogotá y parte del valle

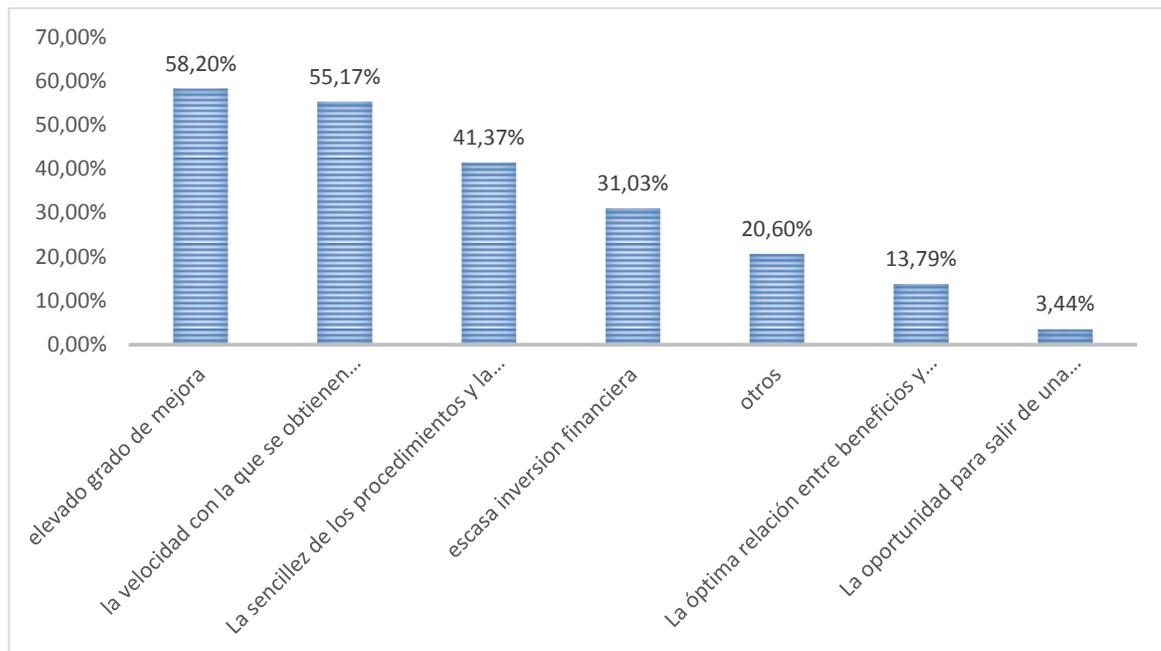
La figura 19 presente los principales beneficios que se obtienen con la implementación de Lean Manufacturing como son la reducción de un 20% en los costos de compras, el 40% de decremento en los costos de producción, con un mayor porcentaje del 50% en el área utilizada, con la disminución del 40% de igual forma están los inventarios y los costos de calidad. Por último, el Lead time en un 25%. Claramente se puede observar que son grandes los beneficios que reciben las empresas que implementan dicha herramienta.

Figura 19 Beneficios de la implantación Lean Manufacturing.



Fuente: Hernández y Vizán (2013).

Figura 20 Motivos para implementar Lean Manufacturing.



Fuente: Tejeda (2011).

Como se observa en la figura 20 el 58.20% manifiestan que se ha elevado el grado de mejora obtenido, el 55.17% la velocidad con la que se obtiene los resultados, el 41.37% la sencillez de los procedimientos y la teoría y el 31.03% la escasa inversión financiera. Los otros motivos con menores porcentajes reafirman de la misma manera que existe una reducción tanto de costos como de inventarios y tiempos del proceso en forma considerable.

2. CONCLUSIONES

- El perfil del emprendedor colombiano se caracteriza por su disposición al cambio y la apertura a nuevos tipos de negocios. Su amabilidad y trato cortés, así como aspectos relacionados con la planeación y estrategia lo que hace que se destaquen de empresarios a nivel mundial. De otra forma, en su mayoría las pymes colombianas son de tipo conservador (el aprendizaje y cultura organizacional han sido trascendido generación tras generación), dificultando así el uso o implementación de metodologías que puedan ayudar a ser competitiva y mantenerse en el mercado.
- La metodología más aplicada actualmente en las empresas colombianas, en base estudios realizados en diferentes artículos es la TPM, fábrica visual y 5s, el TPM se implementa mayormente debido a que las empresas tratan de que todo mantenimiento sea preventivo y se adapte a las jornadas de limpieza diaria, de este modo evitar detener la línea de producción o un gasto futuro de emergencia, la fábrica visual se implementa con mayor facilidad pues se limita a dar una mejor ubicación de las cosas y que su hallazgo sea de manera inmediata. las 5 s es tener todo en su lugar, en el tiempo que se requiera y en las cantidades necesarias, eliminando suciedad y generando orden y disciplina. El obstáculo más común al implementar estas metodologías es la cultura de la empresa debido al ser conservador que nos caracteriza.
- Después de realizar la investigación y revisar los proyectos de implementación de Manufactura Esbelta, se observó que la relación que existe entre sus herramientas es muy estrecha, haciendo casi imposible la implementación de una de ellas sin usar las demás. Este fue el caso de la mayoría de las empresas donde se debió involucrar implícitamente otras herramientas que van de la mano para lograr el objetivo de la implementación de la herramienta.

- Claramente se puede observar que los beneficios que reciben las empresas que implementan el Lean Manufacturing, llegan a recibir aportes hasta en 20% de disminución de costos de compras, el 40% de reducción de los costos relacionados a la producción, y un significativo 50% en ahorro de espacio utilizado, con la disminución del 40% de igual forma están los inventarios y los costos de calidad. Por último, el Lead time o tiempos de espera se mejoran en un 25%. Lo que significa que al ser implementada la filosofía de lean manufacturing, se está mejorando el rendimiento y productividad a la empresa significativamente.
- La implementación adecuada de cada estrategia en su momento del tiempo trae mejoras en los procesos, se insiste en que no es una regla, es una manera de pensar que compete a todas las áreas de la empresa.
- No todos los ambientes de producción son aptos para la implementación de Lean Manufacturing, debido a las restricciones que tiene la herramienta. Sin embargo, las compañías que no son aptas para la implementación de Lean, pueden adoptar fragmentos de sus estructuras y también obtener buenos resultados, aunque de esta manera dicha compañía no se considera una organización Lean.
- Como futuro Ingenieros Industriales, el estudio de una metodología de calidad y mejora como ésta, me permitió identificar las amplias áreas de oportunidad que existen para la implementación del modelo lean en las empresas, ya que actualmente, sólo un pequeño número de organizaciones trabajan bajo los principios, por el contrario se pudo identificar que la información existente referente al tema, no está difundido adecuadamente dentro de las empresas en nuestro país. Imposibilitando su aceptación e implementación.

3. RECOMENDACIONES

- La aplicación de esta filosofía organizacional es fundamental al éxito de una empresa, y más en el contexto colombiano, donde la implementación es demasiado baja, entendiendo que no se encuentra ninguna empresa en el mundo que se sostenga en el tiempo sin aplicar la mayoría de estas técnicas de manera adecuada y ser competitivas en los mercados.
- Se recomienda hablar y concientizar a los empleados de la importancia y utilidad que traerá la implementación de nuevos métodos, para que ellos sepan porque se están haciendo las cosas y se comprometan a colaborar, de otro modo ellos rechazarán lo nuevo, ya que el ser humano por naturaleza tiende a rechazar lo desconocido.
- La compañía que quiera implantar Lean en su entorno debe documentarse bien, acerca de esto. Primeramente, afrontar la fase Pre-Lean, para posteriormente proceder a la implementación de Lean, teniendo en cuenta los resultados de ambientes similares al suyo de acuerdo con la documentación consultada.

4. ANEXOS

4.1 ANEXO 1. ESTÁNDAR DE COLOR PARA MARCAJE DE PISOS DE BRADY

ESTÁNDAR DE COLORES PARA MARCAJE DE PISOS 5S	
Use	Como color delimitante para:
Amarillo	Pasillos, carriles de tráfico y celdas de trabajo
Blanco	Equipo y enseres (estaciones de trabajo, carros, soportes para exhibición, estantes, etc.) que no usan otro código de color.
Azul, verde, y/o negro	Materiales y componentes, incluyendo materia prima, trabajo en progreso y producto terminado
Naranja	Materiales o producto retenido para inspección
Rojo	Áreas de defectos, desechos, retrabajo y tarjetas rojas
Rojo y blanco	Áreas que se deben mantener libres por razones de seguridad/conformidad (áreas en frente de paneles eléctricos, equipo de seguridad y contra incendios [estaciones para lavado de ojos, regaderas de seguridad y estaciones de primeros auxilios])
Negro y blanco	Áreas que se deben mantener libres por propósitos operativos (no relacionados con la seguridad/conformidad)
Negro y amarillo	Áreas que podrían exponer a los empleados a riesgos físicos o para la salud

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arrieta Posada, Juan Gregorio; Botero Herrera, Victoria Eugenia y Romano Martínez, María Jimena. Benchmarking sobre manufactura esbelta (lean manufacturing) en el sector de la confección en la ciudad de Medellín, Colombia. Journal of Economics, Finance and Administrative Science [online]. 2010, vol.15, n.28, pp.141-170. ISSN 2077-1886.
- Aranibar, M. (2016) 'Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera.', p. 63. Available at: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/5303>.
- Aguirre Alvarez, Y. A. (2014) 'Análisis de las herramientas Lean Manufacturing para la eliminación de desperdicios en las Pymes', 1, p. 145. Available at: <http://www.bdigital.unal.edu.co/48916/>.
- Jairo, J. and Betancurth, C. (2013) 'Modelo para la implementación de técnicas lean manufacturing en empresas editoriales model for implementing lean manufacturing techniques in graphic industry'. Available at: <http://www.bdigital.unal.edu.co/12191/1/8912001.2013.pdf> (Accessed: 4 June 2018).
- Maldonado, G. (2008) 'Herramientas y técnicas Lean Manufacturing en sistemas de producción y calidad', p. 144. Available at: https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/1051/Herramientas_y_tecnicas.pdf?sequence=1

- Kemal Karasu, M. et al. (2014) 'Improvement of changeover times via Taguchi empowered SMED/case study on injection molding production', *Measurement*, 47, pp. 741–748. doi: 10.1016/j.measurement.2013.09.035.
- Marín-García, J. A. and Martínez, R. M. (2013) 'Barreras y facilitadores de la implantación del TPM', (3), pp. 2013–9. doi: 10.3926/ic.360.
- Hirano, H. *Cinco Pilares de la Fábrica Visual*. TGP Hoshin, Norman Bodek, 1ra. Edición, Madrid, España, 1997.
- López, J. "Las 5S's, productividad, comodidad y eficiencia". www.mailxmail.com, www.mailxmail.com/cursos/empresa/5s, Agosto, 2006.
- Lazo, A., & Benjamín, I. (2014). Propuesta para la implementación de la estrategia de manufactura Kanban en el área de Calandria en Zeta de la empresa Continental Tire Andina S.A.
- Rajadell, M., Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos.
- T. Pyzdek and P.A. Keller. "The Six Sigma Handbook: A Complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Managers at All Levels". McGraw-Hill Professional. 2009.
- D.C. Montgomery "Introduction to statistical quality control". Wiley. Hoboken, NJ, USA. 2009.

- Womack James, Daniel T. Jones. “Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation”. Simon & Shuster, New York, 1996.
- Marulanda Grisales, N. et al. (2016) ‘Caracterización de la implementación de herramientas de Lean Manufacturing: Estudio de caso en algunas empresas colombianas’, 12(22), pp. 39–62. doi: 10.15765/plnt.v12i22.994.
- Tejeda, A. (2011). Red de revistas científicas de Latinoamérica, España y Portugal. Mejoras de lean manufacturing en los sistemas productivos. 36(2), pp. 276-310. Recuperado.
- Hernández J. & Vizán A., (2013). Lean manufacturing: Concepto, técnicas e implantación. Madrid. Recuperado de: <http://www.eoi.es/savia/documento/eoi80094/leanmanufacturing-conceptotecnicae-implantacion>.
- Conner Gary. Lean Manufacturing for the small shop. Society of Manufacturing Engineers. Dearborn, USA: 2001.
- Aranibar, M. (2016) ‘Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera.’, p. 63. Available at: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/5303>.
- Aguirre Alvarez, Y. A. (2014) ‘Análisis de las herramientas Lean Manufacturing para la eliminación de desperdicios en las Pymes’, 1, p. 145. Available at: <http://www.bdigital.unal.edu.co/48916/>.
- Arango Serna, M. D., Campuzano Zapata, L. F. and Zapata Cortes, J. A. (2015) ‘Manufacturing process improvement using the Kanban’, Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 14(27), pp. 221–234. Available at:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242015000200014&lng=en&nrm=iso&tlng=es.

- Vargas-hernández, J., Muratalla-bautista, G. and Jiménez-castillo, M. (2016) 'Lean Manufacturing ¿ una herramienta de mejora de un sistema de producción ? Steadiness approach and change approach in perspective of industrial engineer . Exploratory study on decisional propensity'.
- Valdez, M. F. (2012) 'Propuesta de Implementación de Lean Manufacturing para la Optimización de los Sistemas Logísticos en la empresa Servientrega Internacional', p. 100.
- Gestión Global de la Mejora Continua, Desarrollo en un Modelo para la Eficiencia Operacional | Colegio de Ingenieros de Chile (no date). Available at: <http://www.ingenieros.cl/gestion-global-de-la-mejora-continua-desarrollo-en-un-modelo-para-la-eficiencia-operacional/> (Accessed: 23 August 2017).
- Hay Edward J. Justo a tiempo. Series en desarrollo gerencial. Colombia: Norma, 1989.
- Tajiri Masaji y Fumio Gotoh. Autonomous Maintenance in seven steps: Implementing TPM on the shop floor. Productivity Press. Portland Oregon,1992.
- Felipe, A. and Villada, F. (2015) 'Metodología para la implementación de manufactura sincrónica en Incolmotos – Yamaha S.A.' Available at: <https://core.ac.uk/download/pdf/47251967.pdf> (Accessed: 14 June 2018).
- Garza-Reyes, J. A. et al. (2018) 'A PDCA-based approach to Environmental Value Stream Mapping (E-VSM)', Journal of Cleaner Production, 180, pp. 335–348. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.01.121.

- ICONTEC (2008) 'NTC 5209 - Frutas frescas. Aguacate. Variedades Mejoradas. Especificaciones.', Icontec International, pp. 1–14. doi: 10.4067/S0717-75182013000200011.
- Inicio - español - Colombia (Siemens S.A., 2002 – 2018). Available at: <https://www.siemens.com/co/es/home.html> (Accessed: 13 June 2018).
- Nutresa (2016). Available at: <http://www.nutresa.com/> (Accessed: 13 June 2018).