



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ingeniería Industrial
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

**Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de
la productividad en una empresa manufacturera**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR

Marco Antonio ARANIBAR GAMARRA

ASESOR

Carlos Augusto SHIGYO ORTIZ

Lima, Perú

2016



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Aranibar, M. (2016). *Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

1398



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMERICA)
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ACTA N°010-DAcad-FII-2016

SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

El Jurado designado por la Facultad de Ingeniería Industrial, reunido en acto público en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Industrial, el día **Jueves 01 de Diciembre de 2016**, a las 10:00 horas, se dio inicio a la sustentación de la tesis:

“APLICACIÓN DEL LEAN MANUFACTURING, PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA”

Que presenta el Bachiller:

ARANIBAR GAMARRA MARCO ANTONIO.

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial en la Modalidad: **Ordinaria.**

Luego de la exposición, absueltas las preguntas del Jurado y siendo las 10:45 horas se procedió a la evaluación secreta, habiendo sido APROBADO por UNANIMIDAD con la calificación promedio de 15 (QUINCE), lo cual se comunicó públicamente.

Ciudad Universitaria, 01 de Diciembre del 2016

MG. RÁEZ GUEVARA LUIS ROLANDO
Presidente

ING. CAMPOS CONTRERAS CÉSAR
Miembro

ING. BARREDA GUTIERREZ NANCY
Miembro

ING. SHIGYO ORTIZ CARLOS AUGUSTO
Asesor

2
63

A mis padres, hermanos, esposa e hijos.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	5
<u>CAPÍTULO 1:</u>	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
1.1 Generalidades	6
1.2 Planteamiento del problema	7
1.3 Justificación	10
1.4 Importancia de la investigación	11
1.5 Limitaciones de la investigación	12
1.6 Objetivos de la investigación	13
1.7 Hipótesis	13
1.8 Operacionalización de las variables	14
<u>CAPÍTULO 2:</u>	
MARCO TEORICO	15
2.1 La metodología Lean	16
2.2 Procesos y actividades	26
2.3 Herramientas Lean Manufacturing	36
<u>CAPÍTULO 3:</u>	
APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING	41
3.1 La empresa	41
3.2 El método Kanban	42
3.3 Aplicación	50
<u>CAPÍTULO 4:</u>	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
4.1 Conclusiones	61
4.2 Recomendaciones	62
BIBLIOGRAFÍA	63

RESUMEN

Actualmente las empresas industriales, se enfrentan al reto de buscar e implantar nuevas técnicas organizativas y de producción que les permitan competir en un mercado global. Muchas veces no se está preparado para cumplir con esta demanda de capacidad productiva que exige, lo que es una gran desventaja.

La aplicación del Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta en forma correcta y completa conduce al éxito. Se aplica a empresas de diferentes sectores con realidades distintas. El Lean Manufacturing abarca un conjunto de técnicas que buscan la mejora de los procesos productivos a través de la reducción de todo tipo de desperdicio.

En la investigación se obtuvo un incremento del 100 % de la productividad, empresa manufacturera ABRASIVOS S.A., al duplicarse el flujo de producción en la fase inicial.

En tal sentido se concluye que la Metodología desarrollada mejora la productividad y convierte en verdaderos agentes del cambio a las Organizaciones.

INTRODUCCIÓN

Los modelos tradicionales de gestión, no cumplen adecuadamente, las exigencias de competitividad y, por esto, se consideran hoy muy lejos de la excelencia.

La metodología Lean Manufacturing, ha evolucionado, dentro del marco PDCA de mejora continua, desde el modelo TPS de Toyota, para dar respuesta a la producción y servicios, y a otros tipos de organizaciones cuyo producto es intangible (servicio puro) o mixto (hoteles, ocio, sanidad, TIC), pero en las que los procesos y el enfoque al cliente es inherente en todas ellas.

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.

En nuestros días, la necesidad de producir en forma eficiente: sin retrasos en la entrega del producto al cliente, manteniendo la calidad y a bajo costo; es un factor importante para las organizaciones que desean ser competitivas en un mercado como el actual, que exige respuesta pronta a sus requerimientos de compra. La implementación de sistemas de producción eficientes es algo primordial que deben implementar las empresas industriales de manufactura.

El presente trabajo, consiste en la aplicación del sistema PULL a una organización manufacturera. El flujo está definido como el estado del material y PULL, como la manera en que es movido desde un proceso a otro.

Capítulo I

Planteamiento del problema

1.1 Generalidades

En un entorno de libre competencia, en el que el consumidor, es libre de elegir el producto o servicio que más le convenga, dónde la diferenciación entre productos es difícil y dónde las ventajas competitivas pueden ser copiadas; la competitividad y la satisfacción del cliente son la guía, que rigen las acciones empresariales.

El conseguir condiciones, con mayores oportunidades de éxito, exige a las empresas, desarrollar ventajas competitivas en su forma de operar, actuando directamente sobre los gastos.

El origen de estas ventajas, se encuentra, en cómo se desarrollan esas actividades. Por lo que, la eficiencia en las actividades del negocio debe ser un foco de atención para los directivos y representar una fuente de no-gasto para la empresa. Sólo se deben desarrollar actividades que representen una utilidad, es decir, sólo hay que realizar actividades con valor agregado.

El Lean Manufacturing o producción ajustada, se remonta al sistema de producción desarrollado por Taiichi Ohno, trabajador de la empresa Toyota, en los años 50.

De forma resumida puede decirse que Lean Manufacturing, abarca un conjunto de técnicas de fabricación que buscan la mejora de los procesos productivos a través de la reducción de todo tipo de desperdicio.

La adopción del Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta, de forma correcta y completa, conduce al éxito, basado en importantes mejoras en la eficiencia y competitividad, y se aplica a empresas con situaciones de partida diferentes y de sectores y países también distintos.

En la presente investigación, se aporta la metodología para la implantación del Lean Manufacturing, también conocida como producción ajustada, a una empresa del sector manufacturero, de tamaño medio, tal como se detallará en el presente documento.

1.2 Planteamiento del Problema

1.2.1 Determinación del Problema

Actualmente las empresas industriales, se enfrentan al reto de buscar e implantar nuevas técnicas organizativas y de producción que les permitan competir en un mercado global. El modelo de fabricación esbelta, conocido como Lean Manufacturing, constituye una alternativa consolidada y su aplicación y potencial deben ser tomados en consideración por toda empresa que pretenda ser competitiva.

El sector manufacturero en el Perú, es uno de los principales motores del desarrollo económico del país. De la mano con el desarrollo de ésta, otras industrias conexas, también vienen aumentando su volumen de movimiento económico en el país impulsadas por la mayor cantidad de inversiones.

Industrias de transporte a nivel nacional de carga pesada, mantenimiento industrial, entre otros, se vienen desarrollando de manera correlativa con la industria manufacturera.

Muchas veces no se está preparado para cumplir con esta demanda de capacidad productiva que exige, lo que es una desventaja a las compañías y deteriora la imagen ante el sector.

Este es el caso de la organización en estudio, que está pasando por esta situación.

Actualmente existe un manifiesto interés por el conocimiento de las herramientas lean, por la importancia de los estudios relacionados con la Dirección de Operaciones porque:

- Constituyen un área clave para cualquier organización, y se relaciona de forma combinada con el resto de las funciones empresariales.
- En el estudio de las organizaciones existe un interés manifiesto en conocer cómo se producen los bienes y los servicios, así como las funciones que realizan los directores de operaciones.

- La producción es una de las actividades que genera más costes en cualquier empresa. Un porcentaje muy grande de los ingresos de la mayoría de las empresas se destina a la función de producción, que proporciona una buena oportunidad a las organizaciones para mejorar su rentabilidad y su servicio a la sociedad.

Lean es una palabra inglesa que se puede traducir como "sin grasa, escaso, esbelto", pero aplicada a un sistema productivo significa "ágil, flexible", es decir, capaz de adaptarse a las necesidades del cliente. Este término lo había utilizado por primera vez, un miembro del MIT, John Krafcik, tratando de explicar que la "producción ajustada", es lean porque utiliza menos recursos en comparación con la producción en masa. Un sistema lean trata de eliminar el desperdicio y lo que no añade valor y por ello el término lean fue rápidamente aceptado.

Lean Manufacturing, sirve para mejorar rápidamente el sistema de trabajo y hacerlo de forma sostenible. Al Eliminar sistemáticamente los desperdicios de la organización, se reducirá el consumo de recursos y aumentará la capacidad de la organización.

Lean Manufacturing, apuesta por un flujo continuo de trabajo que se adapte a los requerimientos del cliente o de la organización, funcionando con stocks mínimos y una gran capacidad de adaptación del sistema.

Se ha hecho uso de las herramientas de Lean Manufacturing, para poder aumentar el rendimiento de las líneas de producción y poder aumentar la capacidad de producción de su planta. También, una evaluación de los aspectos influyentes, en el cumplimiento del programa de producción, variedad de proceso; con la finalidad de poder identificar el área, obtener el mayor impacto que se refleje en mejores resultados.

1.2.2 Formulación del Problema

Problema General

- ¿La aplicación del Lean Manufacturing, permite la mejora de la productividad en una empresa manufacturera?

Problemas Específicos

- ¿Qué aportes propone Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una organización?
- ¿Qué aspectos debe contemplar el Lean Manufacturing, para mejorar de la productividad en la empresa manufacturera?
- ¿Cómo aplicar la metodología kanban, para reducir costos y aumentar la productividad del proceso?

1.3 Justificación del Problema

Implantar un Sistema de Gestión Lean Management, da la posibilidad de trabajar de acuerdo con las exigencias del mercado, ajustando la producción a la demanda del cliente. Esta ventaja tiene dos vertientes: Por una parte, trabajar con una gran flexibilidad para adaptarse a las evoluciones del mercado

que se traducirá en unos niveles óptimos de satisfacción del cliente. Por otra parte, una mejora de la eficiencia productiva y una reducción de inventario que aportará mayor competitividad y beneficio económico a la organización. La metodología Lean Think o Lean Manufacturing, se puede aplicar a todo tipo de organización (industria manufacturera, empresa de servicios u organismos públicos) que deseen mejorar sus resultados, presencia en el mercado y cifra de negocio.

La presente investigación, está justificada por:

- 1) Gestionar las actividades enmarcadas en, Gestión del Talento, Normatividad, Madurez de la organización y la Infraestructura.
- 2) Crecimiento de la empresa, enfoque a exportar, a organizar el mercado local, a seleccionar nichos, a conseguir recursos, a mejorar la productividad por empleado y la organización.
- 3) Conocimiento/formación para los trabajadores: Se busca acceder a las mejores prácticas gerenciales y administrativas con tecnologías que ayuden a la organización, a ser más competitiva.

El propósito del Kanban es simplificar la comunicación, agilizándola y evitando los tradicionales errores de información. La justificación de utilizar Kanban, es porque las órdenes de trabajo, incluyen información acerca de qué operaciones se deben hacer y con cada producto, en qué cantidad.

1.4 Importancia de la Investigación

El Lean Manufacturing, genera un enfoque en el que el empresario, responsable de área, encargado u operario dependiendo de la situación a tratar), crea y mantiene una cultura de mejora continua. Esta cultura se basa en

un sistema integrado de estrategias, técnicas e ideas, englobadas en las mejores prácticas.

Hay muchos antecedentes en la industria, tanto industria manufacturera como industria de servicios, que demuestran que la Mejora Continua, ayuda a mejorar los resultados de la organización.

Los beneficios se comparten entre todos nuestros clientes y accionistas. La competencia global, continúa volviéndose más intensa. La tecnología está avanzando más rápido de lo que podemos implementar. El margen depende de los costos, no de los precios que vienen dados por el mercado. Y los consumidores tienen acceso a todo lo que desean, en cualquier momento y en todo lugar.

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.

1.5 Limitaciones de la Investigación

La falta de conocimiento de los modelos de gestión, es una causa importante en la manera como estas organizaciones, se vienen gestionando de manera improvisada. Esto, junto con la carencia de una visión proactiva y a futuro de la continuidad de los procesos, puede convertir a la Gestión, en un elemento de disfuncional, dentro de la organización. Recuerde que cada error en la gestión, genera incomodidades en los clientes, erosionando así la satisfacción no sólo externa, sino también la confiabilidad y satisfacción interna de la compañía.

Si no se conoce el estado de la organización, infraestructura y procesos, será imposible tomar las medidas catalizadoras o correctivas pertinentes, lo cual conlleva indefectiblemente a una carencia de eficiencia y eficacia en todos los procesos de la organización.

1.6 Objetivos de la Investigación

1.6.1 Objetivo General

Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera.

1.6.2 Objetivos Específicos

1. Presentar los conocimientos y herramientas del Lean que permitan convertir en verdaderos agentes del cambio dentro de sus Organizaciones.
2. Presentar los aspectos que debe contemplar el Lean Manufacturing, para mejorar de la productividad en la empresa manufacturera.
3. Aplicar la metodología kanban, para reducir costos y aumentar la productividad del proceso.

1.7 Hipótesis de Trabajo

La aplicación del Lean Manufacturing, mejora la productividad en una empresa manufacturera.

1.8 Operacionalización de las variables

Las variables de trabajo para las hipótesis formuladas son las siguientes:

- **Variable dependiente:** La aplicación del Lean Manufacturing.
- **Variable independiente:** Mejora la productividad en una empresa manufacturera.

Capítulo II

Marco teórico

El modelo de gestión adoptado por una empresa, para gestionar sus procesos, es de gran importancia estratégica, para la misma (Cuatrecasas, 2010).

Los modelos tradicionales de gestión, no cumplen adecuadamente, las exigencias de competitividad y, por esto, se consideran hoy muy lejos de la excelencia.

La metodología Lean Manufacturing, ha evolucionado, dentro del marco PDCA de mejora continua, desde el modelo TPS de Toyota, para dar respuesta a la producción y servicios, y a otros tipos de organizaciones cuyo producto es intangible (servicio puro) o mixto (hoteles, ocio, sanidad, TIC), pero en las que los procesos y el enfoque al cliente es inherente en todas ellas.

El Lean, si cumple todas y cada una de las exigencias, y por esto, se considera un modelo de gestión (Cuatrecasas, 2010).

Lean Manufacturing, se basa en tres pilares:

- Gestión centrada en el mercado con prioridad en el servicio.
- La organización: el conjunto de las personas y los recursos.
- Herramientas para asegurar la eficiencia del trabajo de la organización.

Ante el pedido de un cliente, se debe asegurar, de que se le puede atenderle con rapidez, en la cantidad demandada y con la calidad esperada. En la industria manufacturera se puede optar por producir contra stock, a pesar de que ello subirá los costos de producción y financieros; pero en la industria de servicios esto no es posible.

Lean Manufacturing, desarrolla un método de trabajo que reduce los plazos de servicio al mínimo utilizando sólo los recursos imprescindibles y asegurando la calidad esperada en todo momento. La prioridad del Lean es la atención al cliente y la velocidad de respuesta, esto satisficera al cliente y permitirá trabajar con mínimos insumos y stocks.

Para trabajar con este sistema pulsante hay una máxima: *no se puede admitir ningún error*. Mejorando el sistema de prestación del servicio, se optimiza también el modelo logístico, por lo tanto, se está ayudando a mejorar la organización en su conjunto.

No admitir errores, es la máxima de la metodología Lean Manufacturing, y supone adoptar una sistemática de detección y eliminación de los desperdicios que existan en el proceso o en la organización.

2.1 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 (enfoque pull), al mínimo costo (por eliminación de todo tipo de desperdicio y, por tanto,

sin que para ello sea necesario acudir a las economías de escala de producto acabado o de componentes); además y como se ha expuesto, serán también objetivos de la implantación, la minimización de cualquier consumo, la rapidez de respuesta y la flexibilidad (indispensable si se desea ajustar en todo momento la producción a la demanda), así como la calidad requerida alcanzada a la primera, sin retrabajos.

Además, se pretende que sea implantado al nivel de lo justificable y razonable. Por otra parte, las características de la implantación, supondrán:

Actividades que no aporten valor añadido

Eliminar de los procesos las actividades que no aporten valor añadido (NVA), que se denominan en la actualidad desperdicios o despilfarros. En concreto, el sistema productivo se basará en el diseño e implantación de los procesos y la distribución de actividades entre el personal, que minimice los siguientes desperdicios:

- Producción de componentes o productos en volúmenes superiores a lo estrictamente necesario.
- 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 (los derivados del aprovisionamiento de materiales y de la distribución del producto acabado, dependerán de la gestión logística y no serán objeto de este estudio)

En concreto, ha de minimizarse el stock debido a:

- a) Operativa en lotes de transferencia excesivamente grandes (por ejemplo, material acumulado en cualquier proceso).
 - b) Material preparado para entrar en operaciones cuellos de botella (que deben resolverse, en lo posible).
 - c) Distribución desequilibrada de tareas entre el personal productivo.
 - d) Falta de sincronización entre las operaciones
- Esperas (y por tanto, pérdidas de tiempo) de los:
 - a) Materiales, que derivarán en acumulaciones de stock de los tipos citados.
 - b) Puestos de trabajo, en este caso debidas a preparaciones de máquinas excesivamente largas, suministros que no llegan o falta de sincronización.
 - Transportes de materiales innecesarios, derivados de una mala distribución en planta, de una distancia excesiva entre líneas, de la utilización de lotes de transferencia inapropiados o de medios de manutención inadecuados, redundando además en problemas de calidad por una excesiva manipulación.
 - 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.
 - Problemas de calidad o trabajos derivados de la operativa implantada. Será preciso determinar el origen (causa fuente) de cada uno de ellos, materiales aprovisionados, operativa en máquinas (que puede afectar a

aspectos de mantenimiento), operativa de las personas y manipulaciones y transportes.

Introducir la necesaria flexibilidad

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.

La posibilidad de introducir un nivel muy elevado de flexibilidad dependerá de la facilidad con que pueda cambiarse de modelo de producto, lo que a su vez dependerá de:

- Las posibilidades de implantar los procesos con distribuciones físicas altamente flexibles, siempre que la maquinaria e instalaciones productivas que integran el proceso. lo permitan (en especial cuando las medidas o la alimentación o descarga sean un condicionante).
- La capacidad y la facilidad de cambio rápido de modelo de producto o de niveles de producción, disponible en los equipamientos productivos de la planta.
- La polivalencia del personal, para poder cambiar la asignación de tareas que tengan encomendadas.

Fases del plan para la reconversión del sistema

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

Recogida de datos

Este punto es de especial importancia, dado que el éxito de la implantación dependerá, en gran medida, de la fiabilidad de estos 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 relativos a los procesos y sus operaciones, equipamientos productivos y su capacidad, tiempos, flujos y otros recursos utilizados.

El primer aspecto a analizar se referirá a la demanda efectiva, producto a producto, tanto en tipo o referencia de los mismos, como en los volúmenes de producción. Luego, a partir del tiempo efectivo disponible para trabajar, se evaluarán los posibles niveles del ritmo de producción requeridos.

Formación acerca del Lean Management

Paralelamente a la recogida de datos y previsión de los ritmos de producción posibles, debe intercalarse una etapa de formación, en la medida de lo necesario, dirigida a las personas que han de participar en los grupos de trabajo que, por medio de workshops, decidirán las acciones a llevar a cabo en las distintas etapas de la implantación lean y sus herramientas.

Concretamente, deberán cubrirse necesariamente los aspectos siguientes:

- Introducción y objetivos del Lean Manufacturing. Aspectos clave: valor, flujo de valor, flujo de actividades y enfoque pull de la producción.
- Análisis de las operaciones y su flujo: detección de despilfarros. Utilización de paneles de control de la producción para la recogida de observables.
- 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.

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.

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

En esta etapa se introducirá toda la información recogida y analizada hasta el momento, referida a la implantación actual (es decir, antes de proceder al cambio), en el Mapa de Flujo de Valor VSM actual, para crear una fuente de información global de la situación de partida, visualizada a través de los flujos de producto, materiales e información. Se trata de una herramienta muy importante para decidir y guiar la conversión de los procesos, a la que nos referiremos más adelante, para concretar con mayor detalle, cómo utilizarla en esta metodología por etapas.

Fase de estudio

En esta etapa se procederá a plantear y decidir los distintos 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 de trabajo, la posición de trabajo de los operarios y el recorrido de materiales y personas.
- Descripción de las tareas por puesto de trabajo, con la asignación de las tareas a cada trabajador y la determinación de las actividades con valor

añadido y sin él, las esperas y los desplazamientos para cada puesto de trabajo.

- Balanceado de operaciones y puestos 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: basado en el análisis de la capacidad de cada puesto, de acuerdo con las tareas asignadas, tratándose de ajustar los recursos necesarios para que pueda operar. Se priorizará la mejora de los puestos con tareas que incluyan más esperas, desplazamientos y desperdicios en general.

Mapa de flujo de valor (Value Stream Map) futuro

Fruto de la etapa anterior y las nuevas implementaciones obtenidas en ella, con el VSM podrá plantearse la implantación completa del nuevo estado futuro lean. Con ella, se dispondrá de una fuente de información global de la situación futura, visualizada a través del flujo de producto, materiales e información. El VSM futuro, permitirá identificar los desperdicios y oportunidades de mejora residuales y así depurar la solución obtenida en la etapa anterior y ofrecer, por tanto, la mejor solución posible, a la vez que permitir que la mejora continua no tenga fin.

Fase de implantación final

Fruto de las dos etapas anteriores, en las que se ha obtenido la solución para la nueva implantación y se ha representado y depurado posteriormente, ahora ya se podrá proceder a la determinación de las opciones de desarrollo de los procesos para distintos niveles de producción, de acuerdo con la cantidad de trabajadores, los lotes de producción, transportes, materiales en proceso (WIP), tiempo de proceso total o lead time, espacio ocupado y, desde luego, productividad.

Esta etapa incluirá la determinación definitiva de los flujos de materiales, trabajadores, elementos de transporte e información. También se decidirá el tamaño de los lotes de transferencia (containerización).

Con la ayuda del Mapa de Flujo de Valor, se podrá proceder a la determinación gráfica de las distintas soluciones a través de los correspondientes flujos, con aplicación de soluciones visuales tales como: etiquetas kanban, contenedores de los procesos, señalización visual de etapas y del proceso en planta.

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.

Todas las etapas precisadas para la transición a una implantación lean, las cuales acabamos de exponer y, en particular, las de análisis, obtención de soluciones e implementación de las mismas, que tienen lugar tras la etapa de formación, se llevarán a cabo en grupos de trabajo constituidos por los responsables de las áreas involucradas y dirigidos por un experto en implantaciones Lean Manufacturing. Reunidos mediante workshops, acordarán, conjuntamente, aquello que corresponda en cada etapa.

2.2 Procesos y actividades

“Lean” es una palabra inglesa que se puede traducir como “magro” o “esbelto”. Aplicándolo a un sistema productivo significa “ágil”, “flexible”, es decir, la capacidad de adaptarse a las necesidades del cliente. El concepto “Lean” también se aplica a otros campos y se ha rebautizado con los nombres de “Lean Manufacturing”, “Lean Management” o “Lean Logistics”. Aplicado a organizaciones se denomina “Lean Think”.

La filosofía Lean Manufacturing, tiene como objetivo crear actividades, procesos de trabajo e incluso organizaciones eficientes, sin despilfarros y coste mínimo, en las que prime la rapidez en la capacidad de respuesta, la visión en el cliente y la mejora continua.

La eficacia de este sistema de producción quedó demostrada cuando, en los años 70, durante la crisis del Petróleo, la compañía Toyota pudo recuperarse de una forma más rápida y menos dolorosa que el resto de sus competidores de la industria del automóvil.

En la década de los 80, empresas japonesas, americanas y europeas ya conocían este sistema de producción y comenzaron a aplicarlo. Pero no fue hasta finales del año 1990 cuando, J. P. Womack y D. T. Jones, documentaron el Sistema de Producción Toyota en su libro “*The Machine that changed the World*”, al que denominaron “Lean Management”.

Posteriormente, el Lean Management, ha dado lugar a la expansión de la metodología Lean a todos los ámbitos de la empresa dando lugar al “*Lean Thinking*”, en el que se exponen los principios básicos de un sistema de gestión empresarial basado en el Lean Management, se explica la evolución que ha sufrido aquel pensamiento “Lean” y las nuevas herramientas dirigidas a aplicar con éxito esta metodología.

Desde un entorno de libre competencia, donde el consumidor puede elegir el producto o servicio que más le convenga, siendo la diferenciación entre productos difícil y dónde las ventajas competitivas pueden ser copiadas (especialmente las tangibles,; la competitividad y la satisfacción del cliente son los ideales que rigen las acciones empresariales.

Las empresas se encuentran inmersas en mercados competitivos, donde no sólo se esfuerzan por mantener o mejorar su cuota de mercado lidiando con los competidores, sino que además deben tener en cuenta al resto de actores del mercado. En este entorno es necesario que las empresas tengan buenos resultados comerciales y para ello deben gestionar sus actividades y recursos orientándolos hacia la consecución de este objetivo.

Un sistema de gestión ayuda a la organización a establecer las metodologías, las responsabilidades, los recursos, las actividades, los procesos y todo aquello que sea necesario para asegurar una gestión orientada a la obtención de los resultados fijados.

El enfoque basado en procesos, se basa en el principio de que un resultado (objetivo) se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso.

Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema contribuye a la eficiencia de la organización en el logro de sus objetivos.

Proceso, es un conjunto ordenado de actividades mutuamente interrelacionadas que interactúan para transformar unos elementos de entrada (inputs del proceso) en resultados (outputs del proceso). Esta secuencia de actividades debe añadir valor en el proceso de transformación de unos insumos en unos productos concretos que reporten cierta utilidad (beneficio) al consumidor.

El enfoque de proceso permite:

- Definir sistemáticamente las actividades que componen el proceso.
- Identificar las interrelaciones entre actividades dentro de un proceso y, por extensión, entre procesos. Estas interrelaciones mostrarán cuáles son los requerimientos o requisitos de la actividad / proceso.
- Definir las responsabilidades respecto al proceso.
- Analizar, medir y seguir los resultados de la capacidad y eficiencia del proceso.
- Identificar los recursos y métodos necesarios para obtener un funcionamiento óptimo del proceso eliminando las ineficiencias.

El poder mantener un control continuo sobre los procesos individuales y la visión de cómo interactúan unos con otros, ayuda a conocer los resultados que obtiene cada uno de ellos y como contribuyen al logro de los objetivos marcados por la organización.

Importante es: identificar y seleccionar qué procesos deben aparecer en la estructura de procesos del sistema. Cuanto más grande y compleja sea una organización más difícil será esta tarea, por ello hay que reflexionar sobre la conveniencia de dividir la organización en áreas funcionales, unidades de producto u otro criterio que permita un estudio más pormenorizado de las actividades y procesos que se realizan, pero de tal forma que exista entre estos procesos un hilo conductor coherente.

La identificación de los procesos clave nace a partir de la observación de las actividades que se desarrollan en la organización y de cómo éstos influyen y se orientan hacia la consecución de los resultados.

Para la identificación de los procesos clave hay que tener en cuenta:

- Cómo influyen en la satisfacción del cliente.
- Su efecto en la calidad del producto o servicio.
- Influencia en los factores clave de éxito.
- Cumplimiento de los requisitos legales o reglamentarios.
- Riesgos económicos o de insatisfacción del cliente.
- Uso intensivo de recursos.

- Relación origen / destino con otros procesos.

Una vez identificados los procesos clave, se debe plasmar gráficamente, mediante un mapa de procesos.

El mapa de procesos es la representación gráfica de la estructura de los procesos que conforman el sistema de gestión, agrupados por tipología, función u otro criterio y mostrando cómo se interrelacionan. La agrupación de procesos permite establecer analogías entre los mismos, al tiempo que facilita la interpretación del mapa en su conjunto.

Un criterio básico de agrupación es:

- Procesos estratégicos
- Procesos operativos
- Procesos de apoyo

Un proceso se describe para tenerlo definido y acotado. Para describir un proceso es necesario determinar los criterios y métodos para asegurar que las actividades que lo componen se llevan a cabo de manera eficaz, al igual que el control del mismo.

La descripción de un proceso se debe centrar en las actividades, así como en todas aquellas características que permitan el control de las mismas y la gestión del proceso.

La descripción debe contener:

- Actividades del proceso y su diagrama de proceso: ¿qué actividades se realizan?, ¿quién realiza cada actividad?, ¿cómo se realizan las actividades?, entre otros.
- Las características del proceso, plasmándolas en su ficha de proceso: ¿cómo es el proceso?, ¿cuál es su propósito?, ¿cómo se relaciona con el resto?, ¿cuáles son sus entradas y salidas?, ¿cuáles son sus requerimientos de recursos?, entre otros.

El diagrama de proceso, facilita la interpretación de las actividades en su conjunto gracias a la percepción visual del flujo y la secuencia de las mismas, incluyendo las entradas y salidas necesarias, los recursos y los límites del mismo. Es importante que estos diagramas mantengan la vinculación de las actividades con los responsables de su ejecución y cómo se deben desarrollar (procedimiento).

La ficha del proceso es un soporte de información que pretende recabar todas aquellas características relevantes para el control de las actividades en el diagrama, así como para la gestión del proceso en su conjunto.

El seguimiento y la medición, constituyen la base para saber qué se está obteniendo, en qué grado se están alcanzando los objetivos marcados y por dónde se deben orientar las mejoras.

Con este fin se establecen los indicadores de gestión del desempeño, los cuáles nos permitirán conocer la capacidad y la eficacia del proceso. Todo ello alineado con su misión y la estrategia de la organización.

La capacidad de un proceso es la aptitud del mismo para realizar el producto o servicio conforme a los requisitos.

La eficiencia del proceso es el grado en el que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados versus el consumo de recursos en que se ha tenido que incurrir.

Cuanto menor haya sido el consumo de recursos para obtener el resultado deseado, mayor será la eficiencia del proceso.

Para definir correctamente un indicador hay que tener en cuenta:

- Objetivo del proceso.
- Tipo de resultado a obtener y magnitud a medir.
- Determinar el indicador representativo de la magnitud a medir
- Establecer metas para cada indicador.
- Relacionar los indicadores con los objetivos.

- Los indicadores deben ser posibles de obtener (que no cueste más su cálculo que el propio proceso).
- El indicador debe ser útil para controlar el proceso.

Los datos recopilados del seguimiento y la medición de los procesos deben ser analizados con el fin de conocer las características, variabilidad y evolución de los procesos. De este análisis se obtendrá información relevante para conocer:

- Qué procesos no alcanzan los resultados planificados.
- Dónde existen oportunidades de mejora.

Cuando un proceso no alcanza los objetivos, la organización deberá analizar las causas y establecer las medidas correctivas oportunas para asegurar que las salidas del proceso sean conformes y que se inicia una senda de mejora.

Puede ocurrir que un proceso alcance los resultados deseados, pero aún así se localicen oportunidades de mejora en dicho proceso. En este caso, la oportunidad de mejora se traducirá en un incremento de su capacidad y/o eficiencia.

En cualquier caso hay que establecer una metodología de trabajo que sistematice esta búsqueda de la mejora: el ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act) Planificar, Hacer, Verificar y Actuar.

El ciclo PDCA, definido por Deming, permite sistematizar la búsqueda de la mejora en la organización y para ello utiliza diversas herramientas, cada una de las cuales está diseñada para ser utilizada en una fase concreta del ciclo.

Tras mejorar un proceso hay que estabilizarlo eliminando la variabilidad del proceso. Este proceso se realiza mediante la verificación de las medidas adoptadas en la fase DO del ciclo PDCA. Con esta comprobación se sabrá si las medidas adoptadas han sido eficaces o no.

¿Cómo saber qué medidas correctivas adoptar? Para ello hay que determinar las causas de los desperdicios detectados y diseñar medidas correctivas específicas para cada desperdicio detectado.

La adopción de medidas eficaces conducirá a una estabilización del proceso, actualizándolo mediante la incorporación de las adecuadas acciones al proceso. En otras palabras, habremos estandarizado el proceso.

El ciclo de mejora ahora se denominará SDCA:

- **S:** Conocer el estándar.
- **D:** Ejecutar el proceso conforme el estándar.

- **C:** Comprobar el desempeño conforme el estándar.
- **A:** Actuar para ajustar desviaciones conforme al estándar.

Los clientes esperan cada día más de la organización, cambios más rápidos, diseños más innovadores, precios más bajos, pedidos más flexibles, y servicio y calidad perfecta todo el tiempo.

Los clientes buscan nuevas maneras para hacer negocios, y esperan que sus proveedores hagan lo mismo a través de:

- Un descenso continuo de desperdicios, costes y duración del ciclo.
- Un incremento continuo del potencial de capacidad.
- Un incremento de la calidad.
- Un ausentismo bajo.
- Una medición exhaustiva de los procesos clave en tiempo real con respuesta rápida por parte de los empleados.
- Niveles altos de participación, propiedad y compromiso por parte de los empleados

Lean es la única respuesta conocida que aporta una acción diferencial a todo negocio que compite en un mercado saturado o muy sensible al precio.

2.3 Herramientas Lean Manufacturing

Para el cumplimiento de los principios de Lean Manufacturing, se han desarrollado diferentes herramientas Lean orientadas a identificar, corregir y optimizar el proceso de producción, entre las más conocidas se encuentran:

- Las 5 S's
- Just in Time (Justo a Tiempo).
- Cambio rápido de molde (SMED).
- Control autónomo de los defectos: Jidoka.
- Control visual (Sistema Andon).
- Dispositivos para prevenir errores: Poka Yoke.
- Kaizen (Mejora continua).
- Sistema Kanban.
- Estandarización de las operaciones.
- Mantenimiento productivo total (TPM).
- Mapa de la Cadena de valor (VSM).

El Sistema de Producción Toyota (TPS) se representa mediante una casa en la que se debe construir desde sus cimientos. Esta analogía, se ha venido utilizando no solo para visualizar algunas de las herramientas para su aplicación, sino también la filosofía que se encierra detrás de ella.

Los cimientos de la casa, dan la estabilidad a partir de una cultura de empresa orientada al largo plazo, una gestión que permite que todos los implicados tengan la información adecuada, unos procesos capaces y realizados según el mejor estándar conocido, y una producción nivelada tanto en volumen como en variedad (Madariaga, G, 2013).

En los dos pilares se concentran la mayoría de las herramientas más conocidas del Lean:

- **Just in Time:** Significa producir el artículo indicado en el momento requerido en la cantidad exacta y con la máxima calidad.
- **Jidoka:** Permite dar a las máquinas y trabajadores la habilidad para detectar cuando una condición anormal ha ocurrido e inmediatamente detener el proceso, esto permite detectar las causas de los problemas y eliminarlas de raíz, así los defectos no pasan a las estaciones siguientes.

Y por último, el techo de la casa refleja los resultados: Alta calidad, bajos costes, tiempos de entrega cortos, alta seguridad y alta moral (motivación).

Just in Time

Justo a tiempo en inglés Just In Time (JIT) es uno de los pilares fundamentales para implantar el Lean Manufacturing. Es una filosofía de trabajo que define la forma en que debería optimizarse un sistema de producción.

La idea es producir los artículos, en el plazo de tiempo y en las cantidades que es requerida con la máxima calidad para que sean vendidos o utilizados por la siguiente estación de trabajo en un proceso de fabricación.

El sistema Just-in-Time tiene cuatro objetivos esenciales que son:

- 1) Atacar los problemas fundamentales.
- 2) Eliminar despilfarros.
- 3) Buscar la simplicidad.
- 4) Diseñar sistemas para identificar problemas.

El primer objetivo se puede describir como un fundamento de la buena gestión ya que, en vez de enmascarar los problemas, el JIT ataca sus causas fundamentales. Una manera de verlo es a través de la analogía del río de las existencias (Rajadell, M., 2010)

El nivel del río, representa las existencias y las operaciones de la empresa se visualizan como un barco que navega por el mismo. Cuando una empresa intenta bajar el nivel del río (reducir el nivel de existencias) descubre rocas, es decir, problemas. Hasta hace bastante poco, cuando estos problemas surgían en las empresas de los países occidentales, la respuesta era aumentar las existencias para tapar el problema. En cambio, la filosofía JIT indica que cuando aparecen problemas se debe enfrentarse a ellos y resolverlos (las rocas deben eliminarse del lecho del río). El nivel de existencias puede

reducirse entonces gradualmente hasta descubrir otro problema; este problema también se resolvería y así sucesivamente. En la tabla 2.1 se muestra algunos de los problemas (rocas) y las soluciones JIT.

Tabla 2.1

<u>PROBLEMA (ROCAS)</u>	<u>SOLUCIÓN TRADICIONAL</u>	<u>SOLUCIÓN JIT</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Máquina poco fiable • Zonas con cuellos de botella 	<ul style="list-style-type: none"> • Stock de seguridad grande • Programación mejor y más compleja 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la fiabilidad • Aumentar la capacidad y la polivalencia de los operarios y máquinas
<ul style="list-style-type: none"> • Tamaños de lote grandes 	<ul style="list-style-type: none"> • Almacenar 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir el tiempo de preparación
<ul style="list-style-type: none"> • Plazos de fabricación largos 	<ul style="list-style-type: none"> • Acelerar algunos pedidos en base a prioridades 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir esperas, etc., mediante sistema de arrastre
<ul style="list-style-type: none"> • Calidad deficiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar los controles 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar los procesos y/o proveedores

Fuente: <http://justintimeunal.blogspot.pe/2013/11/esquema-ilustrativo-del-jit-y-efectos.html>

El segundo objetivo de la filosofía JIT, eliminar los despilfarros, significa eliminar todo aquello que no añade valor al producto. Ejemplos de operaciones que no añaden valor son la inspección, el almacenaje, el transporte, la preparación de las máquinas, etc. Eliminar todas las actividades que no añadan valor al producto reduce costes, mejora la calidad, reduce los plazos de fabricación y aumenta el nivel de servicio a los clientes. Indirectamente, por supuesto, también puede aumentar las ventas.

El tercer objetivo principal del JIT, la búsqueda de la simplicidad, pone énfasis en la necesidad de simplificar el funcionamiento del sistema de producción, basándose en el hecho de que es muy probable que los enfoques

simples conlleven una gestión más eficaz. El primer tramo del camino hacia la simplicidad cubre 2 zonas: El flujo de material y el control de estas líneas de flujo. Por ejemplo, reorganizando los complejos flujos de piezas y de productos de una fábrica en simples flujos unidireccionales.

Antes de poder resolver los problemas fundamentales, hay que poder identificarlos y éste es otro objetivo del JIT: Diseñar sistemas para identificar problemas. Los sistemas diseñados con la aplicación del JIT deben pensarse de manera que accionen algún tipo de aviso cuando surja un problema.

Los objetivos del Just in Time suelen resumirse en la denominada "Teoría de los Cinco Ceros", siendo estos:

- Cero defectos.
- Cero averías
- Cero stocks.
- Cero tiempos ociosos.
- Cero papeles (o cero burocracias).

Capítulo III

Aplicación de Lean Manufacturing

3.1 La empresa

ABRASIVOS S.A., es líder en la fabricación de abrasivos flexibles en el Perú, abasteciendo mayoritariamente al mercado nacional y exportando más del 30% de su producción a Latinoamérica, Estados Unidos y Canadá. Además da servicio de mantenimiento de reparación de amoladores.

3.1.1 Generalidades

ABRASIVOS S.A. cuenta con más de 35 años de experiencia en el rubro y realiza constantemente programas de investigación y desarrollo.

Visión

Ser líderes en Latinoamérica por la calidad de nuestros productos y la excelencia en nuestros servicios, enfocándose en la creación de valor para todos.

Misión

Convertir nuestra la organización, en centro de conveniencia que le haga la vida más fácil al consumidor a través de una experiencia de compra de bienes y servicios rápida y agradable.

Un lugar donde las actividades se realizan en un ambiente de respeto al ser humano y contribuyan al desarrollo de nuestros empleados, accionistas y de la sociedad.

El ambiente social, como consecuencia de las relaciones sociales externas a la empresa afectadas cada vez por problemas generacionales, cambio de esquemas de valores, o internos a la empresa, sistemas de mando, sistemas de producción y ascensos, entre otros.

3.1.2 Productos



3.2 El Método Kanban

En nuestros días, la necesidad de producir en forma eficiente: sin retrasos en la entrega del producto al cliente, manteniendo la calidad y a bajo costo; es un factor importante para las organizaciones que desean ser competitivas en un mercado como el actual, que exige respuesta pronta a sus

requerimientos de compra. La implementación de sistemas de producción eficientes es algo primordial que deben implementar las empresas industriales de manufactura.

La interpretación del hecho de que una sección de productos (o un contenedor) esté vacía, es como una orden (orden de reposición de productos). Esto despertó en la industria japonesa, la idea de una tarjeta o etiqueta de instrucción en japonés: Kanban, en la que se muestre la tarea a efectuar posteriormente.

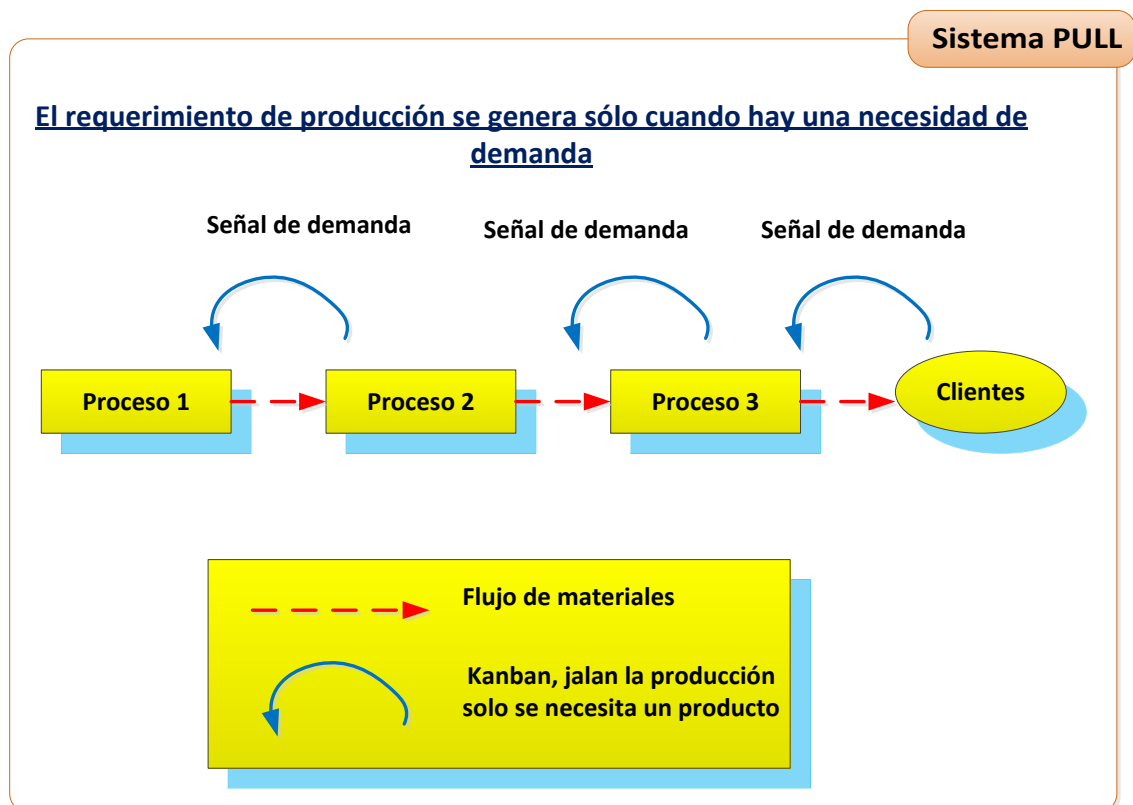
Que sea el pedido el que ponga en marcha la producción, y no la producción la que se ponga a buscar un comprador, todo esto utilizando un sistema de halar con el fin de poder abastecer al cliente con el pedido previsto, el día previsto, y a un costo mínimo.

El sistema de halar o PULL, es una forma de conducir el proceso de fabricación, de tal manera que cada operación, comenzando en el punto de despachos y remontándose hasta el comienzo del proceso, va halando el producto necesario de la operación anterior solamente a medida que lo necesite. Esto contrasta con el ciclo industrial tradicional que fabrica un producto y lo empuja hacia la siguiente operación aunque esta no esté lista para recibirlo.

Esta técnica se desarrolló rápidamente en Japón, dentro de la empresa Toyota y comenzó a funcionar desde 1958. La generalización de esta idea, al sistema de producción, originaría el sistema Kanban.

El sistema PULL es utilizado alternativamente con el flujo. Esto debería ser entendido que como el flujo, PULL es un concepto, y que estos dos están ligados, pero no son lo mismo. El flujo está definido como el estado del material y la manera en que es movido desde un proceso a otro.

Figura 3.1: El sistema PULL



Fuente: Elaboración propia

El PULL indica cuándo el material es movido y es el cliente quien determina que debe ser movido.

Derivado de la combinación de las dos palabras japonesas, *kan*, que quiere decir 'visual', y *ban*, que quiere decir 'tarjeta', nace la palabra *kanban*, con la que se denomina una metodología de producción u organización del trabajo que se basa en señales visuales para gestionar el esfuerzo y dedicación del equipo de producción.

En Kanban, ningún trabajador puede producir si no le llega una nueva Kanban.

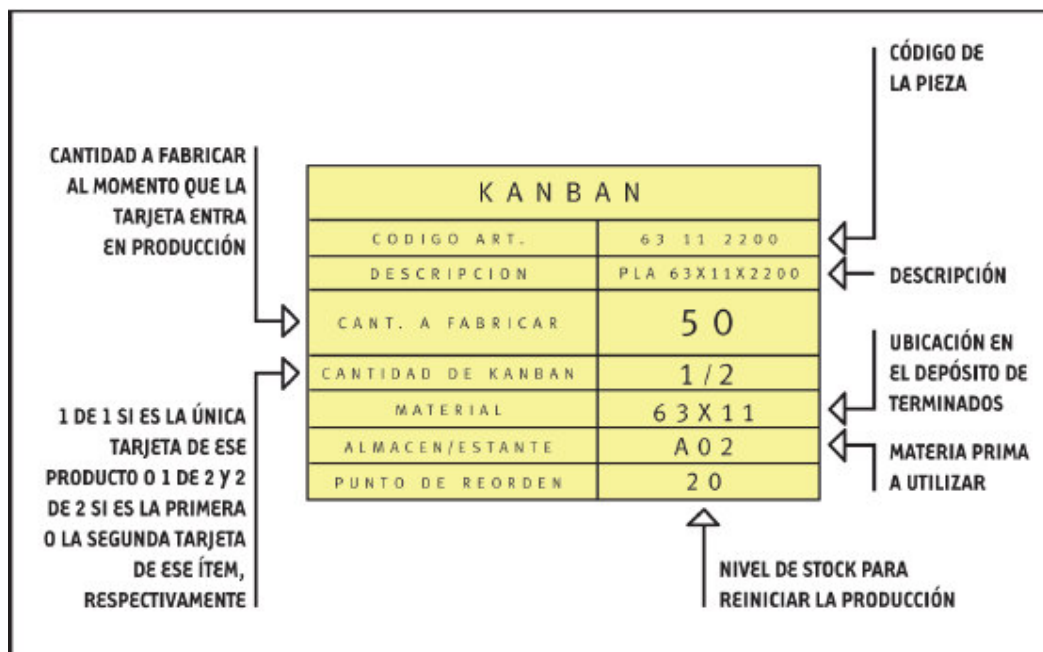
El Kanban es un sistema de gestión donde se produce exactamente aquella cantidad de trabajo que el sistema es capaz de asumir.

El Kanban 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 multimedia. El Kanban es un Sistema de Gestión donde se produce exactamente aquella cantidad de trabajo que el sistema es capaz de asumir. El Kanban es un sistema de trabajo *Just In Time*, lo que significa que evita sobrantes innecesarios de stock, que en la gestión de proyectos multimedia equivale a la inversión innecesaria de tiempo y esfuerzo en lo que no necesitaremos (o simplemente es menos prioritario) y evita sobrecargar al equipo.

El método Kanban permite sincronizar las etapas sistematizando el proceso de producción logrando:

- Disminuir o eliminar los stocks intermedios (entre procesos).
- Cumplir los tiempos de entrega demandados por el cliente.
- Mejorar la calidad del producto por una mejor detección de los defectos del mismo.
- Evitar el manejo excesivo de materiales.
- Facilitar el control de la producción.
- Obtener un sistema de producción flexible según la demanda.

Figura 3.2: Modelo de tarjeta



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

Kanban, como forma de administrar la producción, es muy distinta a los sistemas tradicionales que centran la atención en el proceso de fabricación

mismo, sin tener en cuenta las necesidades y tiempos del mercado, en la creencia de que lo eficiente era que las máquinas estuvieran ocupadas produciendo el mayor tiempo posible, dejando de lado, el costo de acumulación de stocks inmovilizados. En japonés Kanban significa tarjeta. Ver la figura 3.2.

Las condiciones preliminares para aplicar Kanban, son:

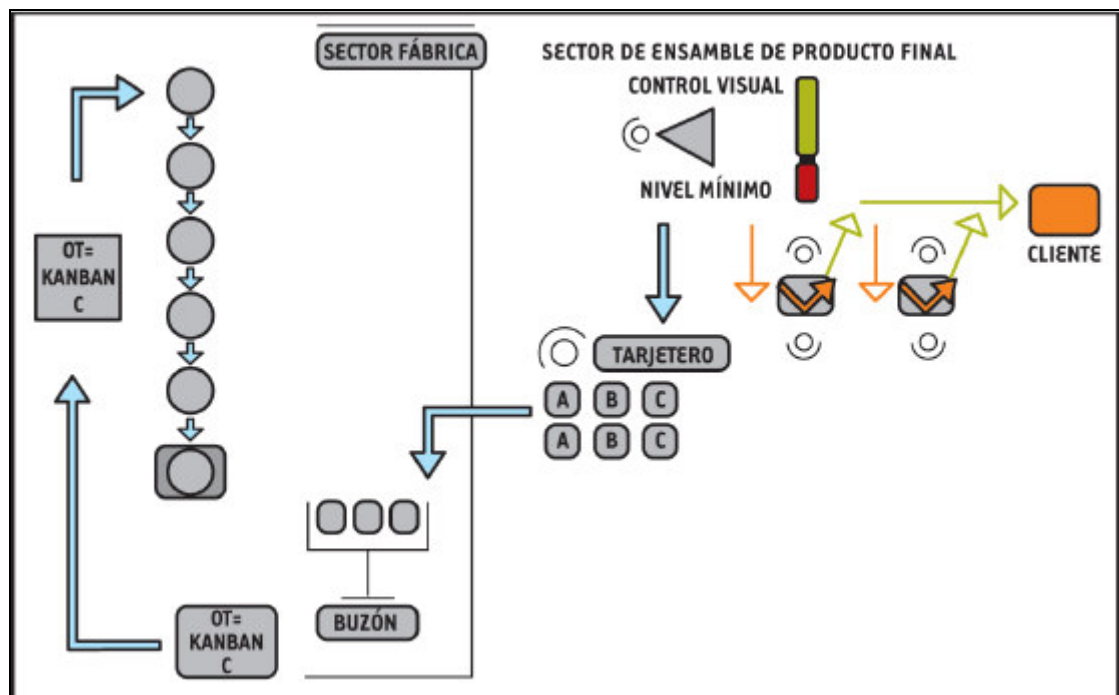
- 1) Implementar métodos para disminuir los tiempos de preparación de máquina.
- 2) Que el último proceso de ensamblaje debe tener su producción nivelada.
- 3) Que haya estabilidad en la operación de máquina y equipamiento.

Los objetivos del Kanban son:

- 1) Limitación de la cantidad de materiales entre procesos. Kanban prohíbe al proceso anterior comenzar la producción a su voluntad. Este puede producir solamente en el caso que reciba una instrucción por Kanban. De esta manera, se puede mantener una cantidad fija de materiales entre procesos. Además, disminuyendo la cantidad de Kanban se puede dar motivación para acortar el periodo de producción y disminuir la cantidad de stocks.
- 2) Orden de producción. Los Kanban sirven como orden de producción que son preparados por la necesidad de los procesos posteriores automáticamente. El Control de producción se hace más fácil y sencillo.
- 3) Tarjeta de indicación clara. Es una necesidad absoluta que los Kanban acompañen siempre a los contenedores de materiales. Sirven como una

indicación clara de los contenidos. Sobre los Kanban está escrito el nombre, código y cantidad de materiales, y además se hace constar de dónde a dónde van a transportarse. Es aconsejable que no se escriban más detalles para poder servir a este objetivo eficientemente.

Figura 3.3: Funcionamiento de un Kanban



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

En una organización, el Kanban, funciona de la siguiente manera:

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. Ver figura 3.3.

El Kanban, exige:

- 1) El proceso posterior va al anterior para traer los materiales necesarios. Se debe llevar sólo la cantidad escrita en el Kanban.
- 2) Con la presentación de los Kanban el proceso anterior debe comenzar la producción lo antes posible en la cantidad escrita sobre el Kanban. Cuando la cantidad de Kanban llega al número mínimo de un lote, el proceso anterior tiene que comenzar la producción pronto para que no falten los materiales en el proceso posterior (ensamblaje). Se debe empezar la producción según el orden de llegada de los Kanban.
- 3) Mejorar el proceso anterior para que no envíe productos fallados a los procesos posteriores. Establecer un sistema de inspección durante el proceso de fabricación de todas las partes. Mejorar el método de cambios de productos para prevenir la generación de fallas al comienzo de la nueva producción. En caso de aparición de productos fallados, buscar la causa primaria del defecto, y tomar medidas para prevenir la recurrencia de la misma falla.

3.3 La aplicación

En esta sección, se lleva a la práctica la aplicación del Kanban. Este es un servicio de mantenimiento al producto producido, donde existe un equipo dedicado a dar servicio de esta clase de productos.

El servicio que proporciona este equipo, se basa en el desarrollo de pequeñas reparaciones de un producto del cliente.

El equipo trabaja para diferentes clientes, que tienen un servicio de post-venta, donde se desarrolla estas pequeñas reparaciones a medida que los clientes van pidiendo.

3.2.1 Elementos del proceso

El servicio técnico de la organización, es la forma como se manifiesta la atención al servicio del cliente, de algunos productos manufacturados o que tiene la distribución, la organización.

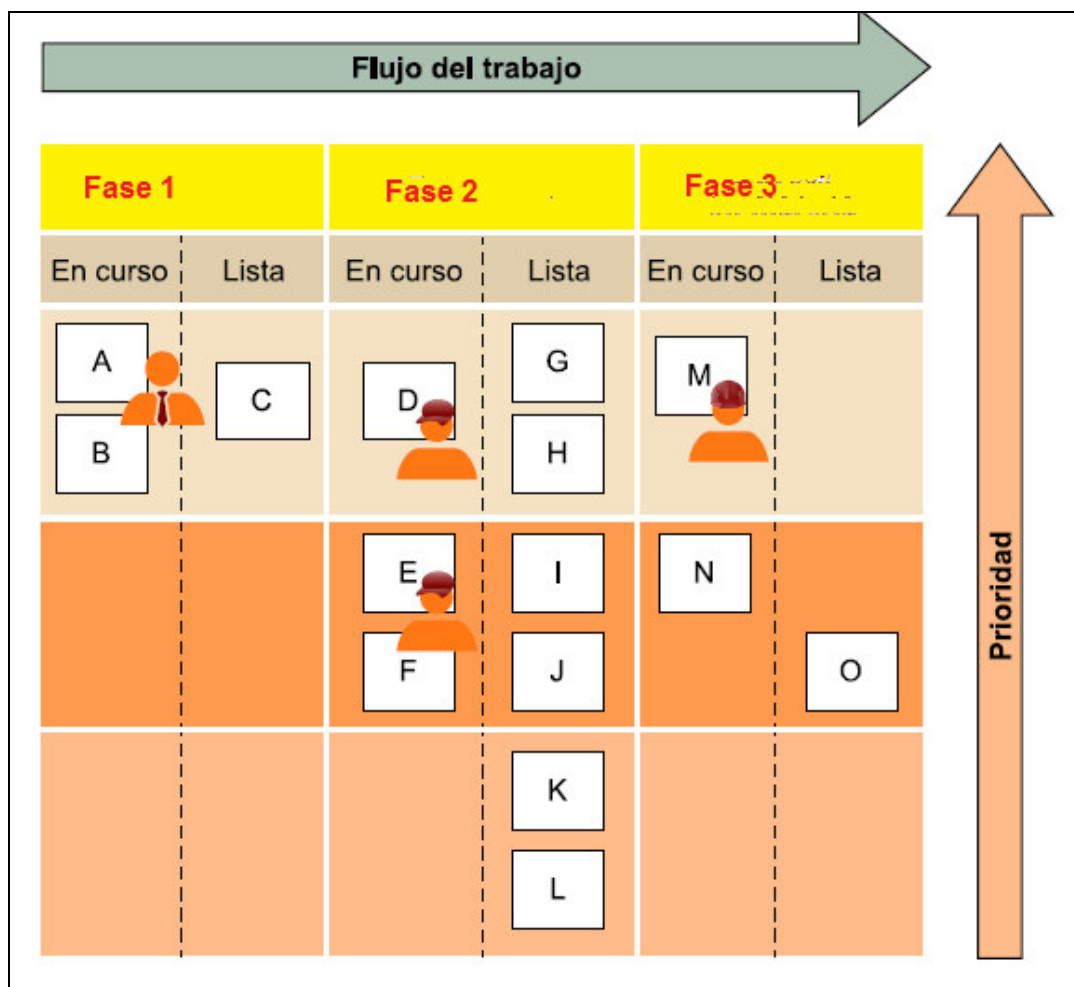
Para nuestro caso, el servicio de reparación y mantenimiento de estos productos distribuidos por la organización, es el departamento de servicio, que se encarga de su mantenimiento.

El departamento de servicio técnico, consta de un jefe, dos técnicos, y un analista de Control de Calidad.

Cuando llega un producto demandando el servicio de mantenimiento, es el jefe, quien se encarga del examen o chequeo (diagnóstico) del equipo. Los técnicos, se encargan de la reparación, y luego pasa a pruebas y control.

Al principio, cuando llega la unidad a los técnicos (fase 2), cada uno procesa a su respectiva unidad (lo que explicaría el valor alto del WIP, de esa fase).

Figura 3.4: Visualización



Fuente: Elaboración propia

La forma más habitual de aplicar el Kanban en el servicio de mantenimiento de los productos, es la representación visual del flujo de trabajo mediante paneles que tienen que reflejar la realidad del equipo en cada instante.

Esta representación es importante, por:

- 1) Conocer todas las fases por las que pasan las tareas desde que entran en el sistema hasta que salen.
- 2) Representar visualmente las tareas que el equipo está llevando a cabo ahora mismo.
- 3) Aportar mucha información visual, al indicar qué miembro del equipo está ejecutando cada tarea.

En la figura 3.4, se aprecia un panel, constituido por tres columnas, que representan las diferentes fases por las que una tarea tiene que fluir para ser desarrollada (examen, mantenimiento y prueba). Cada fase está subdividida en dos estados, que son: en curso y en lista para pasar a la siguiente fase; esta división está representada por la línea discontinua de cada fase. El estado en curso significa que el equipo está actualmente trabajando en esta tarea, en esta fase y el estado lista significa que el equipo ya ha acabado el trabajo que tenía que ejecutar en esta fase y la tarea está esperando a que el sistema pueda asumirla para la siguiente fase. Esta división ayuda a localizar demoras en el proceso de producción.

En Kanban, no existe un único modelo de panel adecuado para todos los equipos, ni que cumpla todas las necesidades de la empresa. Un error frecuente de aquellos que empiezan a implantar Kanban, es intentar adoptar las fases de un modelo de panel externo a la realidad de la producción de su equipo. No se trata de cambiar las fases por otras, sino de estudiarlas,

comprenderlas y hacerlas visibles. Cuando se adopta Kanban, el panel tiene que ser construido y mejorado constantemente.

En el panel de la figura 3.4, se tienen tareas que fluyen de izquierda a derecha de la siguiente manera:

- Dos técnicos, están actualmente haciendo la reparación de D, E y F en simultáneo. A la vez, el analista de Control de Calidad, está examinando la unidad M, tiene en espera a la unidad N, y en lista a la unidad O.
- Mientras tanto, el jefe se encuentra procesando las unidades A y B; y ha hecho el análisis y la estimación de algunas tareas nuevas que les han encomendado (C), esta estimación es muy importante, puesto que en ella se basa el presupuesto que la empresa hace de las tareas que el equipo lleva a cabo.
- A medida que el tiempo va pasando, los dos técnicos van desarrollando a buen ritmo, tienen acabados seis módulos y están programando otros.
- El analista de Control de Calidad, está teniendo problemas, el módulo M no pasa algunos de los requerimientos de calidad de la empresa y solo él sabe cómo se hace, además, tiene problemas para instalar algunas tareas ya terminadas (N) en algunos clientes.
- Solo una tarea ha sido registrada como finalizada (la tarea O) y, por lo tanto, solo un cliente ha recibido su petición con éxito.

El panel Kanban es claro, para señalar el problema del equipo: ¿Por qué se siguen programando más y más tareas, cuando existen muy pocas salidas

del sistema? En definitiva, un porcentaje muy bajo del esfuerzo y tiempo del equipo se está convirtiendo finalmente en ingresos y satisfacción en el servicio al cliente.

Una máxima en el Kanban: “Hacer que los trabajadores del equipo, solo produzcan si el sistema acepta más cantidad de este trabajo producido”.

Después de esta realidad del equipo, se tiene que actuar y aplicar la primera restricción del Kanban, que es limitar el *WIP*. Se tiene que obligar a los técnicos que dejen de programar y se dediquen a acabar de terminar aquellas tareas que están bloqueadas. Lograr que los trabajadores del equipo solo produzcan si el sistema acepta más cantidad de este trabajo producido.

La ecuación:

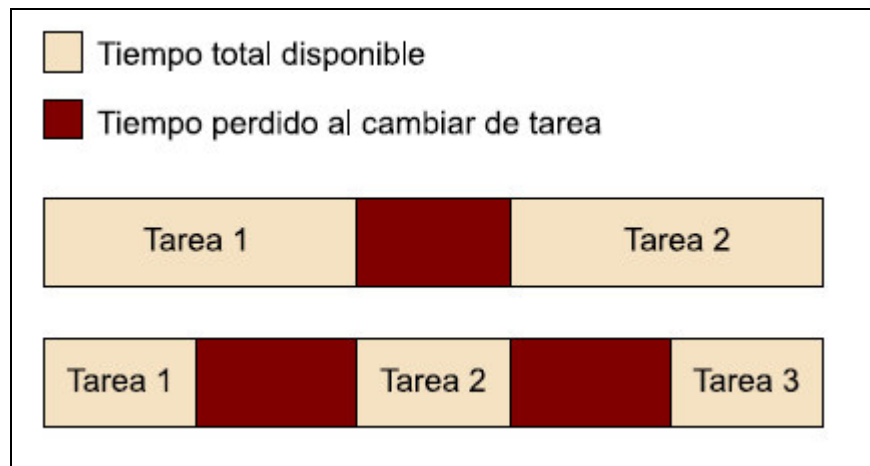
$$\text{Límite WIP} \leq n.^{\circ} \text{ de tareas en curso} + n.^{\circ} \text{ de tareas hechas pendientes}$$

Refleja, que los técnicos, no podrán programar nada más y su prioridad debe ser conseguir que las tareas fluyan hacia la derecha: ayudar al jefe a acabar el trabajo pendiente.

Se tiene que tener en cuenta que limitar el *WIP*; no se aplica solo a las fases posteriores, sino que también las fases previas, para un cierto límite *WIP*. En el equipo se tiene que limitar el *WIP* del jefe a un número más bien bajo (por ejemplo dos). Esta decisión dará como resultado las consecuencias:

- 1) Limitar bajo el WIP de la fase más temprana en la producción, de ayuda a blindar contra los habituales cambios de prioridad de última hora.
- 2) Al departamento comercial de la empresa, indicarle que solo se pueden programar cierta cantidad de servicios, y que en ningún caso se salteara esta regla. Lo que garantiza de que lo que está haciendo, es siempre lo más prioritario.

Figura 3.5: Tiempo perdido por el cambio



Fuente: Elaboración propia

Gerald Weinberg, en el libro *Quality Software Management: Systems Thinking*, sugiere que se pierde un 20% del tiempo por cada tarea adicional que asumimos a la vez.

Por lo tanto, una tarea en desarrollo consume el 100% del tiempo disponible, dos tareas consumirán el 40% de tiempo cada una (habiendo perdido el 20% de tiempo en el cambio de contexto) y tres tareas a la vez consumirán cada una el 20% del tiempo disponible en ser desarrolladas y el tiempo perdido al cambiar de contexto será del 40%. Ver la figura 3.5.

El Kanban es un espejo, que refleja la realidad del trabajo que el equipo está desarrollando, refleja los flujos por donde pasan las tareas y el equipo en sí mismo. El Kanban hará aflorar ineficiencias en la gestión del servicio, pero también ineficiencias en el equipo.

Los tres pilares básicos del Kanban son los siguientes:

- 1) Visualizar de forma continua el estado del equipo de producción.
- 2) Limitar el WIP para mejorar la calidad y el tiempo de entrega.
- 3) Potenciar el flujo

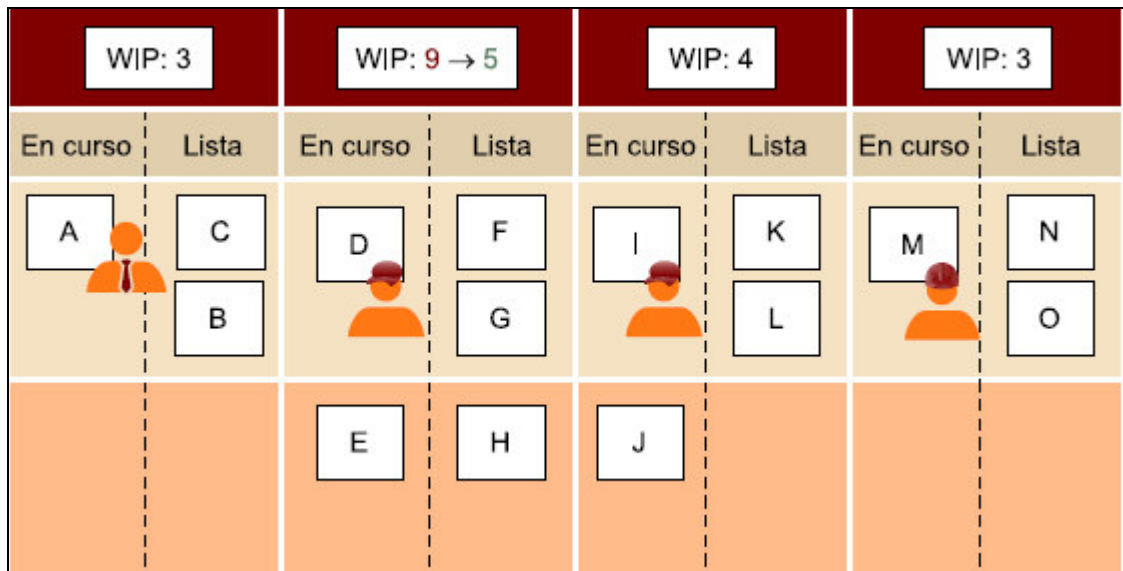
La propuesta que sigue a continuación, es hacer que ambos colaboren la reparación de forma consecutiva. Lo que origina una nueva fase.

Como al principio en la fase originaria 2, el WIP era nueve, entonces al dividir el trabajo en esta fase, se consigue dividir el WIP total.

La puesta en marcha se ha transformado en un cuello de botella. Para atacar el problema, se plantea prohibir: que ningún trabajo nuevo sea asumido por la fase inicial, y si ha puesto a los dos técnicos, a ayudar al analista de control de calidad, y así conseguir desatascar el cuello de botella de la última fase. Ver la figura 3.6.

El fundamento de “prohibir que ningún trabajo nuevo sea asumido” se basa en el Sistema de Producción Toyota; donde el sistema, controla la producción en tarjetas que circulan por la cadena de producción. La organización de los trabajadores, es de tal forma que, cada uno produce su parte siempre y cuando les llegue una tarjeta que les informe de que pueden producir. Si no les llega la tarjeta, tienen prohibido producir su parte de trabajo.

Figura 3.6: Resolviendo el cuello de botella



Fuente: Elaboración propia

Como la primera fase es importante, se realiza una posible división (definición-análisis); para que esta sirva para ganar flujo, al adoptar una fase nueva en el Kanban. Ver la figura 3.7.

A medida que las tareas se vayan sirviendo de izquierda a derecha, se irá obteniendo espacios libres, para que el departamento comercial, comunique a los interesados en que un nuevo trabajo pueda ser asumido por el sistema.

La Gestión del Cambio en un equipo de desarrollo es una tarea emocionante, continua y que representa un reto importante.

El Kanban es libre de ser mejorado o combinado con otras técnicas de diferentes metodologías, siempre y cuando las restricciones y normas básicas del Kanban no se alteren.

Figura 3.7: Dividiendo el trabajo



Fuente: Elaboración propia

Muchos equipos en las organizaciones trabajan mal, sin implantar ninguna metodología o implantando de forma incorrecta metodologías ágiles. Cada vez se necesita, que más personas estén convencidas por qué limitamos

el WIP. ¿Por qué tenemos que cuestionarnos continuamente lo que nos viene heredado, como documentos inútiles, control y mando innecesario sobre los miembros del equipo.

Las acumulaciones de tareas en una fase, es una muy mala señal. Localizar qué tareas permanecen mucho tiempo en una fase, se entenderá el porqué de esta acumulación, y se debe actuar en consecuencia.

Si en la primera fase, se detecta una posible división (definición-análisis), esto significa, que se puede ganar flujo, al adoptar una fase nueva en el Kanban. Esto significa una nueva posición de analista.

De todo lo anterior se deduce:

- Originalmente, la fase 1, tiene un flujo continuo de una unidad, la que es pasada a lista.
- Esta unidad en lista, es compartida en la fase 2, por los dos técnicos.
- Al incrementar la producción en la fase1, ahora tiene un flujo continuo de dos.
- Ahora la fase 2, recibe dos unidades en lista, que la comparte con los dos técnicos.
- La productividad, ha aumentado en 100%.

El Kanban es un sistema de gestión del trabajo en curso (WIP), que sirve principalmente para asegurar una producción continua y sin sobrecargas en un equipo de producción. El Kanban es un sistema de gestión, donde se produce exactamente aquella cantidad de trabajo que el sistema es capaz de asumir. El Kanban es un sistema de trabajo Just in Time, lo que significa que evita sobrantes innecesarios de stock, que en la gestión, equivale a la inversión innecesaria de tiempo y esfuerzo en lo que no necesitaremos (o simplemente es menos prioritario) y evita sobrecargar al equipo.

Capítulo 4

Conclusiones y Recomendaciones

El modelo de gestión adoptado por una empresa, para gestionar sus procesos, es de gran importancia estratégica, para la misma (Cuatrecasas, 2010).

4.1 Conclusiones

1. Los conocimientos y herramientas del Lean Manufacturing convierten en verdaderos agentes del cambio a las Organizaciones.
2. El Lean Manufacturing mejora de la productividad en la empresa manufactura en un 100%, ya que se consigue duplicar el flujo de producción en la fase inicial.
3. La Metodología kanban reduce costos y aumenta la productividad del proceso.
4. El Lean Manufacturing reduce los plazos de servicio al mínimo utilizando sólo los recursos imprescindibles y asegurando la calidad esperada en todo momento.
5. Con la aplicación del Kanban se produce exactamente aquella cantidad de trabajo que el sistema es capaz de asumir, es decir no se acumulan productos en las fases.
6. Con la aplicación del Kanban el equipo solo produce el limite WIP y asi generar un flujo continuo.

4.2 Recomendaciones

1. Todo el personal de la organización (todos los niveles) debe estar capacitado antes de aplicar el Lean Manufacturing.
2. Cada organización debe aplicar el Kanban, a sus propias necesidades o a las restricciones impuestas por la línea de producción.
3. Limitar el WIP, tanto en las fases posteriores, como también, en las fases previas.

Referencias Bibliográficas

1. Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010). "Metodología de la Investigación". México: Editorial Mc Graw-Hill.
2. Cuatrecasas, Ll. (2010). Lean Management. Barcelona, España: PROFIT editorial.
3. COBIT 5. ISACA. Obtenido el 26 de Enero de 2013 en:
4. <http://www.isaca.org/COBIT/Pages/default.aspx>
5. Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010) Metodología de la Investigación. México: Editorial Mc Graw-Hill.
6. Madariaga, G. (2013). Lean Manufacturing. España: Bubok Editorial.
7. Rajadell, M., Sánchez, J. (2010). Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos.
8. Informe Chaos. Standish Group. Obtenido el 26 de Enero de 2013 en:
9. <http://blog.standishgroup.com/>
10. Informe Truffle 100. Tuffle Capital. Obtenido el 26 de Enero de 2013 en:
11. American National Standards Institute (ANSI). Visitada el 21 de diciembre de 2014. <http://www.ansi.org/>.