



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO



FACULTAD DE INGENIERÍA
LÍNEA TERMINAL EN SISTEMAS INDUSTRIALES

“APLICACIÓN DE COSTOS DE CALIDAD Y LEAN MANUFACTURING EN LA
INDUSTRIA AUTOMOTRIZ”

TESINA

COMO PARTE DE LOS REQUISITOS PARA OBTENER EL GRADO DE:
LICENCIATURA

PRESENTA:
ALDO SALVADOR VALDELAMAR VILLAGÓMEZ

ASESORADO POR:
DR. JUAN JOSÉ MÉNDEZ PALACIOS

CIUDAD UNIVERSITARIA
QUERÉTARO
MARZO DEL 2011
MÉXICO

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.

Índice

	Página
Justificación	1
Hipótesis	1
Antecedentes	2
Introducción	4
Desarrollo	5
Costos de calidad	5
1. ¿Por qué son importantes los costos de calidad?	7
2. Medición de los costos de calidad	8
3. Costos, Calidad, Inversiones Y Mejoramiento	9
4. Costos de prevención	10
5. Costos De Valoración O Cuantificación De La Calidad	10
6. Costos de falla/fracaso	11
7. Costo de Calidad/Precio del incumplimiento.	12
8. Técnicas de cálculo	12
9. ¿Cómo Se Pueden Medir Estos Costos En La Empresa? (Ejemplo).	13
9.1 Costo de evaluación	13
9.2 Costo de prevención	13
9.3 Pérdidas internas	14
9.4 Perdidas externas	14
9.5 Indicadores	14
10. ¿Cómo afectan el punto de equilibrio?	15
11. Medir, Cuantificar Y Luego Qué	16
12. Plan de implementación	17
13. Pérdidas contables	20
14. Precio por persona	20
15. Mano de obra asignada	20
16. Precio por defecto	21
17. Desviación de lo ideal	21
18. Beneficios de los costos de calidad	23
Lean Manufacturing	25
1. Historia	25
2. Definición	26
3. Objetivos y metas	27
4. Herramientas de Lean Manufacturing	28
4.1 5S's	28

4.2 Just in time	29
4.2.1 Atacar los problemas fundamentales	30
4.2.2 Eliminar despilfarros	30
4.2.3 Buscar la simplicidad	31
4.2.3.1 Flujo de material	31
4.2.3.2 El control	32
4.2.3.3 Establecer sistemas para identificar problemas	32
4.3 Sistema pull	33
4.4 Mantenimiento Productivo Total (TPM)	33
4.4.2 Conceptos y definiciones	34
4.4.3 Evolución del TPM	35
4.5 Mejora continua (Kaizen)	37
4.5.1 Implementación del Kaizen	39
4.6 Cambio rápido de modelo (SMED)	40
4.7 Kanban	43
4.7.1 Reglas del Kanban	43
4.8 Jidoka	45
4.9 Andon	46
4.9.1 Ventajas de los sistemas Andon	47
4.10 Poka yoke	48
5 O.E.E (Overall Equipment Effectiveness)	50
Conclusión	55
Anexos	56
Bibliografía	64

Índice de Figuras

	Pág.
1.1. El río de las existencias	30
1.2. Diagrama conceptual del sistema KanBan	44
1.3. Luces utilizadas en tableros Andon	47
1.4. Tiempo total de operación	53
1.5. Lean Manufacturing	54
2. Control de documentos	57
3. Organización de documentos	58
4. Control operacional	59
5. 5S's	59
6. 5S's	60
7. Clasificación	61
8. Ayudas visuales	62

Justificación:

Esta investigación se dio porque en la actualidad los sistemas de calidad los aplican ya todas las industrias, desde las más pequeñas hasta las medianas y las grandes empresas, solo que ha existido un problema en estos tres tipos de industrias y es que por más grandes que sean las empresas hay algunas que no han podido aplicar correctamente sus sistemas y en la actualidad tienen muchos problemas relacionados con la calidad, es por eso que he decidido investigar acerca de Costos de Calidad y de Lean Manufacturing ya que estos temas abarcan prácticamente todas las áreas de las empresas, desde el área de producción hasta las áreas administrativas.

Hipótesis:

Al realizar y aplicar esta investigación espero que pueda ser de ayuda para la empresa donde será aplicada, para que así puedan corregir errores que pueden provocar algunas pérdidas para la empresa, así mismo espero que pueda hacer más eficiente y con mayor eficacia el proceso del producto para que el resultado final sea un producto de calidad y que cumpla con las expectativas del cliente, trataremos de que se pueda mejorar notablemente el desempeño de la empresa en todas sus áreas.

Antecedentes:

Como se ha sabido a través del tiempo la calidad se ha convertido en una herramienta indispensable en todas las industrias de cualquier tipo para poder ofrecer mejores productos y eliminar desperdicios.

Se entiende por Costos de Calidad al dinero destinado para obtener la Calidad requerida. La calidad requerida no se consigue por casualidad ni accidentalmente, sino que todo debe ser planeado en actividades, medido y garantizado.

Esas actividades planificadas cuestan dinero y abarcan la mayoría de las áreas tales como marketing, proyectos, diseño, compras, producción y asistencia técnica.

El objetivo fundamental de un sistema de Costos de Calidad, es garantizar que la fabricación de un producto dado, cumpla satisfactoriamente con los requisitos preestablecidos del cliente y la sociedad, con el mínimo costo, contribuyendo así a maximizar los beneficios de una empresa. El sistema de Costos de Calidad proporciona los criterios para obtener información que pueda ser utilizada por la Dirección de la Empresa para analizar el impacto económico que tiene la Calidad o la ausencia de ésta en los resultados de la organización y verificar el progreso obtenido como consecuencia de las acciones dirigidas a la mejora continua.

El costo de la calidad tiene la siguiente estructura:

- Costo de prevención
- Costo de evaluación o costos propios
- Pérdidas internas
- Pérdidas externas

Los costos de prevención y evaluación son en realidad inversiones pues generan beneficio.

Mientras que Lean Manufacturing tiene sus cimientos en el movimiento que se inicio en la década de los 40's y que se denomino Administración por Calidad Total (de las siglas en inglés TQM= Total Quality Managment).

La Manufactura Esbelta nació con el Sistema de Producción Toyota (SPT) que promueve los procesos de manufactura estrictos y eficientes, manteniendo el respeto al trabajador. Este sistema fue desarrollado por la Toyota Motor Corporation como una forma de eliminar el desperdicio dentro de las consecuencias del embargo petrolero de

1973. El principal propósito es el mejoramiento de la productividad y la reducción de los costos siguiendo los pasos del sistema de Taylor de administración científica y de la línea de ensamble en masa de Ford. Pero el enfoque del SPT es más amplio ya que se dirige no solo a los costos de manufactura sino también a los costos de ventas, y administrativos y de capital.

Los principales precursores de Manufactura Esbelta son Taiichi Ohno y Shigeo Shingo. Taiichi durante los 40's y los 50's fue el gerente de ensamble en Toyota y desarrolló muchas mejoras que eventualmente se convirtieron en el método de producción Toyota.

Introducción:

Desde los principios de las industrias automatizadas ha sido importante la creación de empresas que presten servicios a otras y siempre se ha necesitado de la colaboración de todos, así mismo se han establecido las llamadas industrias de servicios que son las encargadas de abastecer de materiales o materia prima a las industrias maquiladoras, es por eso que se vio la necesidad de implementar sistemas de calidad para poder estandarizar los productos que se elaboran, de ahí surgieron varias herramientas de calidad que al aplicarlas en la industria el producto final es un producto con la más alta calidad, así como la satisfacción del cliente que al fin y al cabo es lo que más importa a las industrias.

Con el paso de los años se descuido el medio ambiente en exceso es por eso que en la actualidad también la calidad se ha enfocado en mejorar la calidad de vida y esto ha implicado crear nuevas herramientas de calidad que procuren el cuidado del medio ambiente y también tratando de eliminar desechos que sean excesivamente dañinos para el planeta así como la creación y el desarrollo de tecnologías amigables con el medio ambiente, esta creación de tecnologías aunque al principio son costosas por la investigación, al paso de los años es un gran ahorro para las industrias y esto es la calidad a grandes rasgos.

Los sistemas de calidad a través del tiempo han sido más importantes y se han mejorado día con día debido a la constante evolución de las cosas, hoy en la actualidad las empresas cuentan con distintas herramientas para mejorar su calidad como lo son Costos de la calidad y Lean Manufacturing, cuyos objetivos de estas herramientas es eliminar desperdicios y reducir los costos que produce la mala calidad en la industria y que proporcionan grandes pérdidas que hoy en día afectan a muchas industrias, entre otras características más.

Con la investigación de estos temas podremos llegar más a fondo en las características de cada uno de los dos temas antes mencionados y con los cuáles podremos conocer un poco más los métodos utilizados por las industrias para poder ofrecer a los clientes mejores productos que hacen más fácil la vida diaria.

Los temas investigados para esta tesina serán aplicados en un taller de torno que hace poco fue abierto y que no ha aplicado ninguna herramienta de calidad y en la cuál podremos ver la diferencia en todos los aspectos cuando aun no se aplica ninguna herramienta a cuando se ha comenzado a implementar la calidad.

SISTEMA DE COSTOS DE CALIDAD

Un sistema de costos de calidad es una técnica contable y una herramienta administrativa que proporciona a la alta dirección los datos que le permiten identificar, clasificar, cuantificar monetariamente y jerarquizar las erogaciones de la empresa, a fin de medir en términos económicos las áreas de oportunidad y el impacto monetario de los avances del programa de mejora que está implementando la organización para optimizar los esfuerzos por lograr mejores niveles de calidad costo y/o servicio que incrementen su competitividad y afirmen la permanencia de la misma en el mercado.

Las principales características de un sistema de costos de calidad son las siguientes:

- ✓ **Resume en un solo documento todos los costos de la organización y los expresa en unidades monetarias:** Con el fin de facilitar a la alta dirección el actuar sobre los que tienen más impacto económico.

En otras palabras, permite que la alta dirección conozca y evalúe los beneficios que se obtienen de un proceso de mejora en base no a la reducción de los errores, sino a la reducción de los costos.

- ✓ **Cada sistema de costos de calidad es un traje a la medida de la empresa que lo implementa:** Un sistema de costos de calidad se implementa de acuerdo a las características del producto que se fabrica o del servicio principal que se presta, a la complejidad del proceso de fabricación o de la prestación del servicio principal, al uso que el cliente hace del producto o del servicio principal y al avance alcanzado por la empresa en el proceso de mejora de la calidad.
- ✓ **El sistema de costos de calidad no puede por sí mismo reducir los costos y/o mejorar la calidad:** Es solo una herramienta que permite a la alta dirección conocer la magnitud del problema de los costos, determinar con precisión las áreas de oportunidad y evaluar monetariamente los resultados de los esfuerzos en la mejora continua de la calidad.

- ✓ **En un sistema de costos de calidad es más importante la coherencia que la exactitud:** Un sistema de costos de calidad es un indicador aproximado de las magnitudes y de las tendencias de los costos. Su principal finalidad es el presentar a la alta dirección las áreas de oportunidad más impactantes en términos económicos a fin de que actúe sobre ellas lo antes posible.

El retrasar la información hasta tener datos exactos de los costos es un error que puede resultar muy costoso e incluso una de las causas pueden terminar con la implementación de cualquier sistema de costos de calidad.

- ✓ **La difusión del reporte de los costos de calidad es estrictamente interna y limitada a unos cuantos puestos de la organización, generalmente de la alta dirección:** Dado, que al igual que el estado de resultados y el balance general, el reporte de los costos de calidad contiene datos confidenciales sobre la empresa, es conveniente limitar su difusión a aquellas personas que puedan aprobar o negociar acciones sistematizadas de corrección o de mejora.

Se entiende por Costos de Calidad al dinero destinado para obtener la calidad requerida. La calidad requerida no se consigue por casualidad ni accidentalmente, sino que todo debe ser planeado en actividades, medido y garantizado. Esas actividades planificadas cuestan dinero y abarcan la mayoría de las áreas tales como marketing, proyectos, diseño, compras, producción y asistencia técnica. El objetivo fundamental de un sistema de Costos de Calidad, es garantizar que la fabricación de un producto dado, cumpla satisfactoriamente con los requisitos preestablecidos del cliente y la sociedad, con el mínimo costo, contribuyendo así a maximizar los beneficios de una empresa. El sistema de Costos de Calidad proporciona los criterios para obtener información que pueda ser utilizada por la Dirección de la Empresa para analizar el impacto económico que tiene la Calidad o la ausencia de ésta en los resultados de la organización y verificar el progreso obtenido como consecuencia de las acciones dirigidas a la mejora continua.

También se entienden como costos de calidad aquéllos incurridos en el diseño, implementación, operación y mantenimiento de los sistemas de calidad de una organización, aquéllos costos de la organización comprometidos en los procesos de

mejoramiento continuo de la calidad, y los costos de sistemas, productos y servicios frustrados o que han fracasado al no tener en el mercado el éxito que se esperaba.

1. ¿Por qué son importantes los costos de calidad?

El costo de la calidad no es exclusivamente una medida absoluta del desempeño, su importancia estriba en que indica donde será más redituable una acción correctiva para una empresa.

En este sentido, varios estudios, autores y empresas señalan que los costos de calidad representan alrededor del 5 al 25 % sobre las ventas anuales. Estos costos varían según sea el tipo de industria, circunstancias en que se encuentre el negocio o servicio, la visión que tenga la organización acerca de los costos relativos a la calidad, su grado de avance en calidad total, así como las experiencias en mejoramiento de procesos.

Alrededor del 95% de los costos de calidad se desembolsan para cuantificar la calidad así como para estimar el costo de las fallas. Estos gastos se suman a valor de los productos o servicios que paga el consumidor, y aunque este último sólo los percibe en el precio, llegan a ser importantes para él, cuando a partir de la información que se obtiene, se corrigen las fallas o se disminuyen los incumplimientos y reprocesos, y a consecuencia de estos ahorros se disminuyen los precios.

Por el contrario cuando no hay quien se preocupe por los costos, simplemente se repercuten al que sigue en la cadena (proveedor-productor-distribuidor-intermediario-consumidor), hasta que surge un competidor que ofrece costos inferiores.

Muchos de nosotros hemos presenciado cuando por ejemplo un abarrotero devuelve al proveedor mercancía dañada o en mal estado, y el proveedor diligentemente la acepta para su reemplazo; en lo que no siempre recapacitamos, es en que, el costo de esas devoluciones, que implica el regresar o destruir esas mercancías, el papeleo y su reposición al abarrotero, lo pagamos finalmente todos los clientes.

Es por eso que podemos decir que algunos de los beneficios de los costos de calidad son los siguientes:

- ✓ Reducción de costos de fabricación.
- ✓ Mejora de la gestión administrativa.
- ✓ Disminución de scraps.
- ✓ Mejora en el planeamiento y la programación de actividades.
- ✓ Mejora de la productividad.
- ✓ Aumento de la utilidad o beneficio.
- ✓ Satisfacción de hacer bien el trabajo desde el principio.

Todos los sectores de la empresa directa o indirectamente contribuyen para alcanzar, mantener y mejorar la calidad de los productos, los procesos y los servicios. El sistema debe tener una evaluación mensual. Es conveniente además que las gerencias analicen semanalmente los costos ocasionados por pérdidas internas a fin de tomar acciones correctivas y preventivas. Por lo general será el Área de Calidad la responsable por que la información sobre el costo de la calidad este disponible, pero debe ser responsabilidad de todas las áreas proveer la información que permita elaborar los informes. Es conveniente también que se designe un Coordinador del Costo de la Calidad, que será el encargado de obtener y compilar la información y generar los informes, planillas y gráficos. Promover el análisis y la toma de acciones correctivas y preventivas necesarias. Hacer los ajustes necesarios para la mejor utilización del sistema.

2. Medición De Costos De Calidad

Por lo general, la medición de costos de calidad se dirige hacia áreas de alta incidencia, repitencia y críticas, o bien de alto impacto y que han sido seleccionadas gracias al manejo de la información oportuna y que convierten a esas áreas como fuentes potenciales de reducción de costos, esto permite primero cualificar, cuantificar y tomar decisiones.

La medición de los costos relativos a la calidad también revela desviaciones y anomalías en cuanto a distribuciones de costos y estándares, las cuales muchas veces no se detectan en las labores rutinarias de análisis. Por último, y quizás sea el uso más importante, la cuantificación es el primer paso hacia el control y el mejoramiento.

3. Costos, Calidad, Inversiones Y Mejoramiento

Existe una alta relación entre costos, calidad, inversiones y mejoramiento, especialmente mejoramiento de la calidad. De ahí que la clasificación de costos más utilizada esté referida fundamentalmente a tres categorías: prevención, valoración o cuantificación y fallas/fracasos.

Las ventajas de esta particular categorización son, primeramente que están universalmente aceptadas; segundo, cubre la mayoría de las clases de costos, y tercero, la más importante, suministra un criterio generalizado que ayuda a precisar de que costo se trata, en donde se ubica y si es relacionado con la calidad.

Con el propósito de favorecer un acercamiento mayor a las decisiones de negocios, a esta clasificación, se han sumado otros elementos a ponderar, como son: los proveedores, la propia empresa y los consumidores. Muchos de los costos posventa y posgarantía, pueden ser incluidos bajo estos rubros.

Estas clasificaciones son enunciativas, más no exhaustivas, ya que los costos de calidad siempre estarán en función del propósito al que responden. En este sentido lo recomendable es que los costos que se identifiquen propicien la acción y la toma de decisiones que deriven en el mejoramiento continuo especialmente de los productos, procesos, servicios y proveedores.

A fin de auxiliar en la identificación de las categorías principales, a continuación se presentan de manera desagregada.

4. Costos De Prevención

Son el costo de todas las actividades llevadas a cabo para evitar defectos en el diseño y desarrollo; en las compras de insumos, equipos, instalaciones y materiales; en la mano de obra, y en otros aspectos del inicio y creación de un producto o servicio. Se incluyen aquellas actividades de prevención y medición realizadas durante el ciclo de comercialización, son elementos específicos los siguientes:

- ✓ Revisión del diseño.
- ✓ Calificación del producto.
- ✓ Revisión de los planos.
- ✓ Orientación de la ingeniería en función de la calidad.
- ✓ Programas y planes de aseguramiento de la calidad.
- ✓ Evaluación de proveedores.
- ✓ Capacitación a proveedores sobre calidad.
- ✓ Revisión de especificaciones.
- ✓ Estudios sobre la capacidad y potencialidad de los procesos.
- ✓ Entrenamiento para la operación.
- ✓ Capacitación general para la calidad.
- ✓ Auditorías de calidad a mantenimiento preventivo.

5. Costos De Valoración O Cuantificación De La Calidad

Se incurre en estos costos al realizar: inspecciones, pruebas y otras evaluaciones planeadas que se usan para determinar si lo producido, los programas o los servicios

cumplen con los requisitos establecidos. Se incluyen especificaciones de mercadotecnia y clientes, así como los documentos de ingeniería e información inherente a procedimientos y procesos. Son elementos específicos los siguientes:

- ✓ Inspección y prueba de prototipos.
- ✓ Análisis del cumplimiento con las especificaciones.
- ✓ vigilancia de proveedores.
- ✓ Inspecciones y pruebas de recepción.
- ✓ Actividades para la aceptación del producto.
- ✓ Aceptación del control del proceso.
- ✓ Inspección de embarque.
- ✓ Estado de la medición y reportes de progreso.

6. Costos De Falla/Fracaso

Están asociados con cosas que no se ajustan o que no se desempeñan conforme a los requisitos, así como con los relacionados con incumplimientos de ofrecimientos a los consumidores, se incluyen todos los materiales y mano de obra involucrada. Puede llegarse hasta rubros relativos a la pérdida de confianza del cliente. Los rubros específicos son:

- ✓ Asuntos con el consumidor (reclamaciones, demandas, atención de quejas, negociaciones, etc.).
- ✓ Rediseño.
- ✓ Ordenes de cambio para Ingeniería o para Compras.

- ✓ Costos de reparaciones.
- ✓ Aplicación de garantías.

7. Costo de Calidad/Precio del incumplimiento.

Otra forma de ver el costo de calidad se denomina precio del incumplimiento: lo que cuesta hacer las cosas mal. Bajo este enfoque los gastos del precio del incumplimiento comprenden:

- ✓ Reproceso.
- ✓ Servicios no planificados.
- ✓ Repeticiones de la computadora.
- ✓ Excesos de inventario.
- ✓ Administración (o manejo) de quejas.
- ✓ Tiempo improductivo.
- ✓ Retrabajos.
- ✓ Devoluciones.

En síntesis, el precio del incumplimiento es el costo del desperdicio: tiempo, dinero y esfuerzo. Es un precio que no es necesario pagar.

8. Técnicas de Cálculo.

Existen algunas técnicas para calcular el costo de la no calidad o el precio del incumplimiento. Entre las más importantes están:

- ✓ Partidas contables.
- ✓ Precio por persona
- ✓ Mano de obra asignada.
- ✓ Precio por defecto.
- ✓ Desviación de lo ideal.

9. ¿Cómo Se Pueden Medir Estos Costos En La Empresa? – Ejemplo.

9.1 Costo de prevención:

Es la suma de los costos originados por los siguientes conceptos:

10% de la mano de obra del laboratorio de Control de Calidad.

80% del presupuesto de PCP (Planeamiento y Control de la Producción).

100% del costo de capacitación en calidad.

100% de gastos de visitas a proveedores para evaluación.

100% del presupuesto de orden y limpieza.

90% del presupuesto de desarrollo de procesos.

100% del mantenimiento programado de los equipos productivos críticos y el lucro cesante correspondiente.

9.2 Costo de evaluación:

Es la suma de los costos originados por los siguientes conceptos:

90% de la mano de obra del laboratorio de Control de Calidad.

20% del presupuesto de PCP (Planeamiento y Control de la Producción).

10% del presupuesto de desarrollo de procesos.

100% de recepción de almacenes.

Cuenta de materiales del presupuesto de laboratorio.

Resto del presupuesto de laboratorio.

Costo de equipos de control, controles tercerizados, etc.

9.3 Pérdidas internas:

Es la suma de los costos originados por los siguientes conceptos:

Variabilidad de la producción medida por desviación estándar y descentrado del proceso.

Ineficiencias de: tiempo (tiempos de marcha con relación al tiempo disponible), velocidad (producción a velocidad real referida a la producción a velocidad estándar) y de producción (producción neta a la salida de un proceso respecto el volumen bruto al ingreso del mismo) en todos los equipos críticos de producción.

Horas extras totales.

9.4 Pérdidas externas

Es la suma de los siguientes conceptos.

100% del departamento de Atención al Cliente

Gastos de visitas a clientes por reclamos.

Costos de reclamos.

Cada uno de estos conceptos estará abierto, según corresponda, en sus componentes de materiales, mano de obra y máquinas, equipos e instalaciones.

9.5 Indicadores

Para una mejor interpretación de las cifras del costo de calidad, se llevan dos indicadores de gestión para cada concepto:

- % del costo sobre facturación
- Costo por unidad ingresada a depósito

Cada uno de estos indicadores se deberá graficar por componente y por el total de costo de calidad.

10. ¿Cómo Afectan El Punto De Equilibrio?

Es importante comprender que estos costos aunque no se los mida igualmente están presentes.

Una estrategia razonable consiste en aumentar los costos de prevención y evaluación en la esperanza de que harán disminuir los de perdidas internas y externas. Esto es así en la mayoría de los casos. Sin embargo no conocemos el impacto que significan las perdidas internas (que son costos variables) sobre el punto de equilibrio de la compañía.

A continuación describimos un análisis que demuestra tal situación.

PE = Punto de equilibrio = (CF) costos fijos del mes / (CM) contribución marginal promedio por unidad

CM = Contribución marginal promedio por unidad = (P) precio promedio de venta unitario – (Cv) costos variables unitarios.

Cv = Costos variables unitarios = (Cvc) costos variables contables + (Cvpi) costos variables por perdidas interna.

Reemplazando en la expresión del punto de equilibrio queda:

$$PE = CF / (P - Cvc - Cvpi)$$

De aquí se pueden obtener diversas expresiones:

$$P = (CF / PE) + Cvc + Cvpi$$

$$Cvpi = P - Cvc - (CF / PE)$$

$$CF = PE * (P - Cvc - Cvpi)$$

Jugando un poco con ellas se puede verificar la influencia de las perdidas internas para cada concepto y así medir el impacto de las ineficiencias.

Si se expresa la perdida interna como porcentaje sobre facturación, se puede hacer otro análisis para determinar la variación de la facturación respecto de cada variable.

11. Medir, Cuantificar Y Luego Qué

De nada nos va a servir tener un sistema de costos de calidad si no lo empleamos para **prevenir, corregir y distribuir mejor los recursos**. Es importante que cada empresa busque su propio equilibrio de costos de calidad a fin de perfeccionar el sistema de control y elaborar así un conjunto de indicadores que le permitan visualizar y medir la mejora continua. **No se concibe calidad sin resultados, calidad sin resultados no es calidad, es otra cosa.**

El procedimiento más adecuado de llevar un control y hacer un seguimiento se basa en la administración de los recursos en torno a la problemática de hacer calidad y medir el esfuerzo invertido en ello.

La etapa que sigue es la de evaluar la gestión integral mediante los informes que proporciona el sistema. Uno puede preguntarse cómo se hace esta evaluación. Sin embargo la estructura del sistema (si esta correctamente diseñado) es la que aporta todos los elementos esenciales para tal fin.

Para implementar con éxito un **Programa de Costos de Calidad** "eficiente", es indispensable lograr el apoyo pleno y la sustentación de la alta dirección de la empresa, para que el mismo pueda ser aceptado por todos los niveles de organización.

Por consiguiente, será oportuno respetar las siguientes condiciones:

- ✓ Adecuarse al lenguaje económico oficial de la empresa, al cual se referirá al Costo de Calidad. Disponer de un instrumento (informe) cuyos detalles puedan ser efectivos y de gran utilidad a los usuarios.
- ✓ Integrar las evaluaciones económicas en informes a las gerencias superiores, permitiendo así una verificación con la contabilidad en el ejercicio general.
- ✓ Como los Costos de Calidad conforman un índice importante (por ej.: el 7% de las ventas en una industria metalúrgica mediana, 18 % de la facturación en una papelería grande) con un mejoramiento significativo del Costo de Calidad, se consigue elevar el lucro o beneficio de la empresa.

- ✓ Esa influencia es bastante significativa para que la dirección, se convenza de que manejar muy bien los
- ✓ Costos de Calidad, significa utilizar una herramienta gerencial moderna ya que en esencia representa un **verdadero tablero de comando de la gestión operativa.**

12. Plan De Implementación

Los pasos que se sugieren para la implementación de un Plan de Costo de Calidad son:

- ✓ Presentar los conceptos de Sistema de Costo de Calidad a las gerencias, jefaturas y demás interesados.
- ✓ Explicar los objetivos, categorías y elementos de Costos de Calidad.
- ✓ Demostrar resultados obtenidos en otras empresas.
- ✓ Procurar atraer el interés de todos los niveles de la organización hablando el lenguaje del dinero (directivos, gerentes, jefes, supervisores y hasta operarios (sistemas de premio)).
- ✓ Seleccionar y definir los elementos de Costos de Calidad.
- ✓ Los elementos deberán ser adecuados a la empresa y al ramo de actividad.
- ✓ Intercambiar ideas con todos los sectores afectados.
- ✓ Aceptar sugerencias.
- ✓ Establecer las fuentes de datos.
- ✓ Adoptar al máximo posible los datos de contabilidad.

- ✓ Cuando esos datos no estén disponibles, utilizar impresos propios.
- ✓ Confeccionar impresos para adquisición de datos, de la forma más simple de llenado, para facilitar su posterior evaluación.
- ✓ Consultar con los otros sectores con respecto al diseño de los impresos.
- ✓ Explicar a las personas interesadas como completar las planillas.
- ✓ Obtener datos por un periodo (por eje.: un mes) y revisarlo con cada sector afectado.
- ✓ Despejar las dudas que puedan surgir.
- ✓ Certificar que los datos de contabilidad contengan todas las informaciones acordadas.
- ✓ Definir medidas relativas para Costos de Calidad.
- ✓ Mantener nuevamente contacto con todos los sectores para establecer las medidas relativas que posibilitarán los programa de Costos de Calidad.
- ✓ Emitir el primer informe.
- ✓ Los números son los resultados más importantes.
- ✓ Mantener reuniones con los involucrados.
- ✓ Se puede iniciar haciendo un resumen sobre los objetivos, categorías y elementos de Costos de Calidad.
- ✓ Mostrar las fuentes de datos y dar explicaciones sobre los resultados y las variaciones más importantes.

- ✓ Aprovechar para esclarecer nuevas dudas.
- ✓ Efectuar una revisión final.
- ✓ Implementar un sistema con auditorias periódicas para verificar si el sistema continua adecuado o si funciona como está proyectado.

Éxitos tecnológicos recientes han traído revisiones del modelo clásico de costos de calidad óptimos.

Anteriormente, los Costos de Prevención y de Evaluación se representaban elevándose asintóticamente conforme se alcanzaban niveles sin defectos. Hay cada vez más evidencias de que los procesos de mejora y prevención de nuevas pérdidas están, en sí mismos, sometidos a una eficacia de costo cada vez mayor.

La nueva tecnología ha reducido los índices de fallas intrínsecas de materiales y productos, mientras que la robótica y otras formas de automatización han reducidos los errores humanos durante la producción. Los Sistemas de Gestión de la Calidad, el Control Estadístico de los Procesos, la inspección y ensayos automáticos han hecho posible lograr casi la perfección (1ppm parte por millón defectuosa) con costos finitos. El objetivo práctico de cualquier sistema de costos de calidad, por tanto, consiste en facilitar los recursos para mejorar la calidad que conduzcan a oportunidades de reducción del costo operativo.

La estrategia para utilizar los costos de calidad es bastante sencilla:

- ✓ Atacar directamente los Costos de Fallas en un intento de llevarlos a cero.
- ✓ Invertir en las actividades de prevención "adecuadas" para mejorar.
- ✓ Reducir los Costos de Evaluación conforme a los resultados obtenidos.
- ✓ Evaluar continuamente y reorientar los esfuerzos de prevención para conseguir más mejoras.
- ✓ Esta estrategia se basa en la premisa de que:

- ✓ Para cada falla hay una causa básica.
- ✓ Las causas son evitables.
- ✓ La prevención siempre es más barata.

En la práctica, se pueden medir los costos reales de la calidad y luego reducirlos por medio del análisis adecuado de causa y efecto (diagrama de Ishikawa). Cuando se manifiestan las fallas por medios de las actividades de evaluación o los reclamos de los clientes, se examinan sus causas básicas y se eliminan por medio de la acción correctiva. La eliminación de las causas básicas significa estar erradicando el problema permanentemente.

13. Partidas Contables.

Esta técnica utiliza la lista de cuentas o el libro mayor de contabilidad de la empresa, la división o el departamento, para localizar las cuentas que representan el costo de hacer las cosas mal. Por ejemplo:

- En el caso de un banco, serían costos por créditos incobrables, en otro tipo de empresas, serían los pagos por incapacidades derivadas de accidentes de trabajo.

14. Precio por Persona.

Esta técnica se utiliza básicamente para calcular el costo de tener puestos cuya única actividad está en función de corregir o enmendar lo defectuoso. Tal es el caso de: administradores o personal que atiende las quejas y reclamaciones, puestos destinados a efectuar reprocesos, entre otros.

15. Mano de Obra Asignada.

Comprende el cálculo de las horas-hombre y otros gastos que implica una tarea específicamente dirigida a la detección y/o corrección de defectos u errores, por ejemplo:

- ✓ El costo del tiempo empleado para rastrear errores.
- ✓ El costo del tiempo empleado para encontrar un defecto o una falla.
- ✓ El costo del tiempo empleado en explicar a un proveedor los problemas encontrados en el material suministrado.

Cuando se utiliza esta técnica para calcular el costo por mano de obra, es importante considerar todas las erogaciones, incluyendo prestaciones y otros gastos generales relacionados con el empleo de dicho personal.

16. Precio por Defecto.

Esta técnica es particularmente útil cuando hay múltiples incidentes. El precio por defecto implica tomar el costo promedio de un incumplimiento y después multiplicarlo por el número de incumplimientos. Un ejemplo del precio por defecto sería determinar el costo promedio que implica la captura de información de pedidos de un cliente y después multiplicarlo por el número de recapturas o correcciones por errores en la captura inicial.

17. Desviación de lo Ideal.

La desviación de lo ideal puede utilizarse para comparar cuánta energía o materia prima está consumiendo un proceso actualmente, contra la cantidad para la que estaba diseñado consumir.

A continuación se presenta un listado de conceptos más usuales de costos de no calidad:

- Administración de quejas.
- Ausentismo.
- Aviso de cambios de ingeniería.

- Costo por perjuicio.
- Costo por reclamaciones de los clientes.
- Cuentas incobrables.
- Cuentas por cobrar vencidas.
- Demandas por incumplimientos.
- Desperdicios.
- Devoluciones.
- Energía desperdiciada.
- Errores de diseño.
- Errores de facturación.
- Errores de impresión.
- Errores de procesamiento de datos.
- Exceso de inventario.
- Fletes especiales.
- Garantías.
- Mantenimiento correctivo.
- Mermas.

- Multas y recargos.
- Reconciliación de cuentas.
- Rediseños.
- Repeticiones de la computadora.
- Separar lo bueno de lo malo.
- Servicios no planificados.
- Tiempo improductivo.
- Tiempo extra no planificado.
- Etc.

18. Beneficios De Los Costos De Calidad

Los principales son:

- ✓ Reducción de costos de fabricación.
- ✓ Mejora de la gestión administrativa.
- ✓ Disminución de scraps.
- ✓ Mejora en el planeamiento y la programación de actividades.
- ✓ Mejora de la productividad.
- ✓ Aumento de la utilidad o beneficio.
- ✓ Satisfacción de hacer bien el trabajo desde el principio.

Todos los sectores de la empresa directa o indirectamente contribuyen para alcanzar, mantener y mejorar la calidad de los productos, los procesos y los servicios. El sistema debe tener una evaluación mensual. Es conveniente además que las gerencias analicen semanalmente los costos ocasionados por pérdidas internas a fin de tomar acciones correctivas y preventivas. Por lo general será el Área de Calidad la responsable por que la información sobre el costo de la calidad esté disponible, pero debe ser responsabilidad de todas las áreas proveer la información que permita elaborar los informes. Es conveniente también que se designe un Coordinador del Costo de la Calidad, que será el encargado de obtener y compilar la información y generar los informes, planillas y gráficos. Promover el análisis y la toma de acciones correctivas y preventivas necesarias. Hacer los ajustes necesarios para la mejor utilización del sistema.

LEAN MANUFACTURING

1. Historia

Los sistemas de calidad modernos de mayor auge (Seis Sigma y Manufactura Esbelta), tienen sus cimientos en el movimiento que se inicio en la década de los 40's y que se denomino Administración por Calidad Total (de las siglas en inglés TQM= Total Quality Managment).

Los principios de calidad se basan principalmente en:

- Enfoque al cliente.
- Trabajo en equipo.
- Participación gerencial.
- Uso de herramientas de mejora continua.

La Manufactura Esbelta nació con el Sistema de Producción Toyota (SPT) que promueve los procesos de manufactura estrictos y eficientes, manteniendo el respeto al trabajador. Este sistema fue desarrollado por la Toyota Motor Corporation como una forma de eliminar el desperdicio dentro de las consecuencias del embargo petrolero de 1973. El principal propósito es el mejoramiento de la productividad y la reducción de los costos siguiendo los pasos del sistema de Taylor de administración científica y de la línea de ensamble en masa de Ford. Pero el enfoque del SPT es más amplio ya que se dirige no solo a los costos de manufactura sino también a los costos de ventas, y administrativos y de capital. Toyota pensó que era riesgoso adoptar el sistema de producción de Ford, que funciona muy bien en tiempo de alto crecimiento. En tiempos de menor crecimiento, se volvió más importante prestar atención a la eliminación del desperdicio, la disminución de costos y el incremento de la eficiencia. En Estados Unidos esta manera de visualizar los procesos recibe el nombre de Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing)

Kiichiro Toyoda, Taiichi Ohno y otros responsables de Toyota, en los años 30, implementaron una serie de innovaciones en sus líneas de modo que facilitaran tanto la continuidad en el flujo de material como la flexibilidad a la hora de fabricar distintos productos. Esto se hizo aún más necesario a finales de la 2ª Guerra Mundial, cuando

surgió la necesidad de fabricar pequeños lotes de una gran variedad de productos. Surgió así el TPS ("Toyota Production System").

El TPS se fundamenta en la optimización de los procesos productivos mediante la identificación y eliminación de despilfarros (MUDA en japonés, o WASTE en inglés), y el análisis de la cadena de valor, para finalmente conseguir un flujo de material estable y constante, en la cantidad adecuada, con la calidad asegurada y en el momento en que sea necesario. Es decir, tener la flexibilidad y fiabilidad necesarias para fabricar en cada momento lo que pide el cliente. Ni más, ni menos.

Toyota llegó a la conclusión de que adaptando los equipos de fabricación a las necesidades de capacidad reales, la introducción de sistemas de calidad integrados en los procesos (poka-yokes), la disposición de equipos siguiendo la secuencia de fabricación, innovando para conseguir cambios rápidos de modelo para que cada equipo pudiera fabricar muchos lotes pequeños de distintas piezas, y haciendo que cada máquina avisara a la máquina anterior cuando necesitaba material (sistema pull), haría posible el fabricar con bajos costes, con una amplia variedad, alta calidad y con tiempos de proceso (lead times) muy rápidos para responder de manera efectiva y eficaz a las variaciones en las demandas de los clientes. E igualmente, la gestión de la información se facilitaría y se haría más precisa.

Los principales precursores de Manufactura Esbelta son Taiichi Ohno y Shigeo Shingo. Taiichi durante los 40's y los 50's fue el gerente de ensamble en Toyota y desarrolló muchas mejoras que eventualmente se convirtieron en el método de producción Toyota. Por otro lado Shingo en 1955 empezó a trabajar en cambios rápidos de modelo para una planta de barcos de Mitsubishi donde logró duplicar la salida de la línea de motores, por los 60's trabajando en Matsushita desarrolló lo que hoy se conoce como Poka-Yoke o también dicho a prueba de errores, y en 1969 nació el SMED cuando redujo el tiempo para cambios de setup en una prensa de 1000 toneladas de 4 horas a 3 minutos.

2. Definición

La Manufactura Esbelta o Lean Manufacturing es un conjunto de varias herramientas, las cuales buscan eliminar todas aquellas operaciones que no le agregan valor al producto o servicio de la empresa. De esta manera, cada actividad realizada será

ampliamente más efectiva que antes. Todo esto, bajo un marco de respeto a los derechos del trabajador y la búsqueda constante de su satisfacción en el puesto de trabajo.

La Manufactura Esbelta tuvo sus orígenes en Japón, el cual, completamente destruido a consecuencia de la Segunda Guerra Mundial, buscaba en nuevas y revolucionarias prácticas de manufactura, la única forma de revivir su industria. Es así que con la ayuda del norteamericano Edward Deming y los japoneses Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyoda dan origen a la Manufactura Esbelta encarnada en el Toyota Production System, que después sirvió de modelo de manufactura para las empresas estadounidenses que se vieron obligadas, en orden de sobrevivir, a adoptar este sistema.

3. Objetivos y Metas

La implementación de la Manufactura Esbelta implica la adopción de una filosofía de mejoramiento continuo que lleve a las empresas a incrementar, de forma general, todos sus estándares, con el objetivo de incrementar la satisfacción del cliente y el margen de utilidad obtenido producto de esta satisfacción. En sí, la Manufactura Esbelta tiene como objetivos:

- ✓ Reducir costos, mejorar procesos y eliminar desperdicios.
- ✓ Reducir el inventario y el espacio en el área de producción.
- ✓ Crear sistemas de producción más sólidos.
- ✓ Crear sistemas de entrega de materiales apropiados.
- ✓ Mejorar la distribución de las áreas para aumentar la flexibilidad.
- ✓ Reducir los tiempos de producción y eliminar los tiempos de espera
- ✓ Mejorar la calidad de los productos o servicios brindados, entre otros.

Asimismo, es necesario tener presente que no siempre la implementación de un nuevo sistema de manufactura en una empresa es bien aceptado por el personal de la misma,

pues siempre existe un recelo o miedo a lo desconocido, miedo que muchas veces lleva a cometer acciones no deseadas. En este sentido, es necesario concientizar al personal acerca de los beneficios personales que la Manufactura Esbelta trae consigo. En ella, se desecha toda aquella administración vertical y se introduce el liderazgo como un tipo de administración que toma en cuenta la opinión, inteligencia y creatividad del personal. Este tipo de pensamiento está siendo adoptado por la mayoría de empresas competitivas en los mercados más complicados y exigentes del mundo, pues las mejores ideas surgen de un grupo, producto de la sinergia entre sus miembros. En la actualidad, son cinco los principios bajo los cuales se guía este tipo de pensamiento:

1. El cliente no busca un producto o un servicio, busca una solución.
2. Toda actividad que no agregue valor al bien es considerada un desperdicio.
3. Todo proceso debe fluir suave de un paso que agregue valor a otro.
4. Producir bajo órdenes de los clientes y ya no sobre pronósticos.
5. Cumplidos los cuatro primeros principios, utilice la eficiencia para mejorarlos.

4. Herramientas de la Manufactura Esbelta

4.1 Las 5 S's

El objetivo central de las 5 S's es lograr el funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en los centros de trabajo. Puesto que cuando nuestro entorno de trabajo está desorganizado y sin limpieza perderemos la eficiencia y la moral en el trabajo se reduce. Cada S representa una palabra en japonés:

Seiri —————> Seleccionar, Eliminar lo que no se necesite.

Seiton —————> Todo en su lugar, Asignar un lugar fijo, lógico y conveniente a cada herramienta o material necesario.

Seiso	→	Super limpieza, Hacer una limpieza excepcional.
Seiketsu	→	Estandarización, Establecer las nuevas condiciones como normales.
Sitsuke	→	Sostenimiento, Sostener el esfuerzo para no perder lo avanzado.

4.2 Just In Time

Just-in-Time fue creado y desarrollado en la empresa Toyota por el ingeniero Taiichi Ohno. Su concepto principal es que define el despilfarro como cualquier actividad que no aporta valor para el cliente. Toyota adoptó la estrategia de eliminar todo uso de recursos por encima del mínimo teórico necesario (mano de obra, equipos, tiempo, espacio, energía), además, de comprar los productos en el momento preciso y en las cantidades requeridas.

La principal fuente de despilfarro es la existencia de stocks en sus diversas formas, lo que arrastra o genera ineficiencias (sobreproducción, procesos inadecuados, movimientos improductivos, productos defectuosos, tiempos muertos, etc.)

Así nace el concepto justo a tiempo, como base de un sistema de arrastre o pull , el que busca producir en cada etapa del proceso la clase de piezas o componentes requeridos, en las cantidades necesarias y en el momento oportuno y si fuera posible, con calidad perfecta.

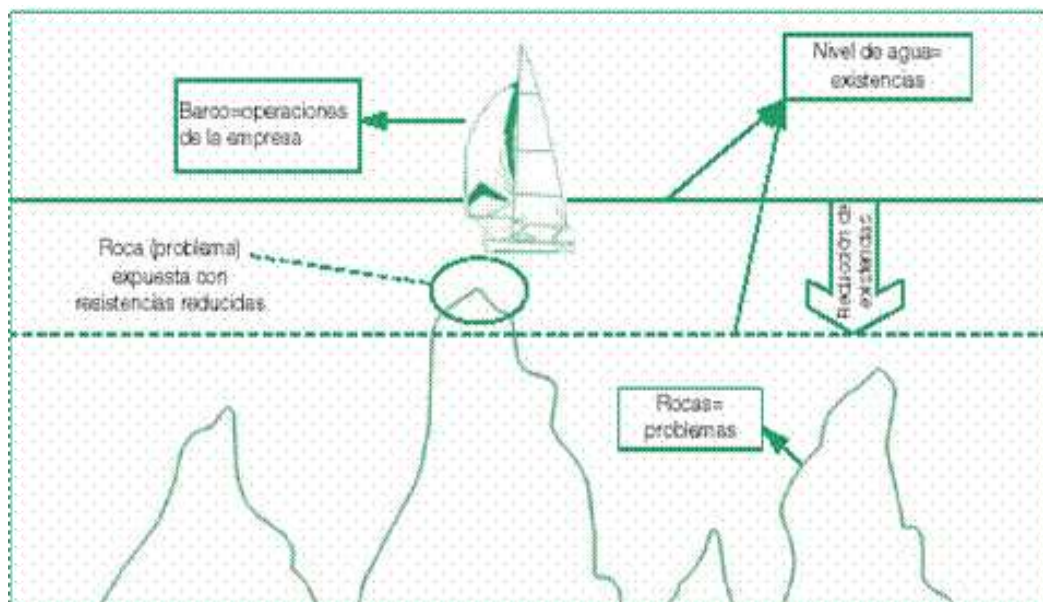
El sistema Just-in-Time tiene cuatro objetivos esenciales que son:

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

Estos cuatro principios forman una estructura alrededor de la cual podemos formular la aplicación del sistema JIT

4.2.1 Atacar los problemas fundamentales.

Una manera de ver ello es a través de la analogía del río de las existencias (figura 5). 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 (o sea reducir el nivel de sus existencias) descubre rocas, es decir, problemas. Hasta hace poco, cuando estos problemas surgían en las empresas tradicionales, la respuesta era aumentar las existencias para tapar el problema. En cambio, la filosofía del JIT indica que cuando aparecen problemas debemos enfrentarnos a ellos y resolverlos (las rocas deben eliminarse del lecho del río). El nivel de las existencias puede reducirse entonces gradualmente hasta descubrir otro problema; este problema también se resolvería, y así sucesivamente.



1.1 El río de las existencias, Jorge Limón Robles

4.2.2 Eliminar despilfarros.

En este contexto significa eliminar todo aquello que no añade valor al producto. Ejemplos de operaciones que añaden valor son los procesos como cortar metal, soldar, insertar componentes electrónicos, etc. Ejemplos de operaciones que no añaden valor son la inspección, el transporte, el almacenaje, la preparación, entre otros. Por ejemplo el enfoque tradicional es tener inspectores estratégicamente situados para examinar las piezas y si es necesario, interceptarlas. Esto conlleva ciertas desventajas, incluyendo el tiempo que se tarda en inspeccionar las piezas y el hecho de que los inspectores muchas

veces descubren las fallas cuando ya se ha fabricado un lote entero, con lo cual hay que reprocesar todo el lote o desecharlo, dos soluciones sin lugar a dudas muy caras.

En el enfoque Just-in-Time se orienta a eliminar la necesidad de una fase de inspección independiente, poniendo el énfasis en dos imperativos:

1. Hacer bien las cosas a la primera.
2. Conseguir que el operario asuma la responsabilidad de controlar el proceso y llevar a cabo las medidas correctivas que sean necesarias, proporcionándole unas pautas que debe alcanzar.

Eliminar despilfarros requiere una lucha continua para aumentar gradualmente la eficiencia de la organización y exige la colaboración de una gran parte de las personas de la empresa. Si se quiere eliminar las pérdidas con eficacia, el programa debe implicar una participación total de la mayor parte de los empleados. Ello significa que hay que cambiar el enfoque tradicional de decirle a cada empleado exactamente lo que debe hacer, y pasar a la filosofía JIT en la cual se pone un especial énfasis en la necesidad de respetar a los trabajadores e incluir sus aportes cuando se formulan planes y se hagan funcionar las instalaciones. Sólo de esta forma podremos utilizar plenamente las experiencias y pericias de los trabajadores.

4.2.3. Buscar de la simplicidad.

Los enfoques de la gestión productiva de moda durante la década de los setenta y principio de los ochenta se basaban en la premisa de que la complejidad era inevitable. JIT pone énfasis en la búsqueda de la simplicidad, basándose en el principio de que enfoques simples conducirán hacia una gestión más eficaz. El primer tramo del camino hacia la simplicidad cubre dos zonas: Flujo de material y el Control.

4.2.3.1 Flujo de material

Consiste en eliminar las rutas complejas y buscar líneas de flujo más directas, si es posible unidireccionales.

La mayoría de las plantas occidentales fabrican en base a lotes, están organizadas en base a una disposición por procesos. Cada proceso implica una considerable cantidad de tiempo de espera que se añade al tiempo que se invierte en el transporte de los artículos de un proceso a otro. Las consecuencias son largos plazos de fabricación, problemas de

planificación, retrasos en las entregas, cancelación de pedidos, cambio en las prioridades, los productos se paran y quedan estancados en la fábrica.

4.2.3.2 El Control

Just in Time examina la fábrica y parte de la base de que se puede conseguir muy poco colocando un control complejo en una fábrica compleja.

JIT pone énfasis en la necesidad de simplificar la complejidad de la fábrica y adoptar un sistema simple de controles. El enfoque JIT, esta basado en el uso de los sistemas de arrastre, asegura que la producción no exceda de las necesidades inmediatas, reduciendo así el producto en curso y los niveles de existencias; al mismo tiempo, disminuye los plazos de fabricación y el tiempo se invierte en eliminar las fuentes de futuros problemas mediante un programa de mantenimiento preventivo. Just-in-Time hace uso del sistema de arrastre Kanban, elimina el conjunto complejo de flujos de datos, ya que es esencialmente, en su forma original, un sistema manual. Esta es la principal diferencia con respecto a los enfoques occidentales de control de materiales. Si disminuye la demanda, el personal y la maquinaria no producen artículos.

Las principales ventajas que se pueden obtener del uso de los sistemas Just-in-Time tipo arrastre son las siguientes:

1. Reducción de la cantidad de productos en curso.
2. Reducción de los niveles de existencias.
3. Reducción de los plazos de fabricación.
4. Reducción gradual de la cantidad de productos en curso.
5. Identificación de las zonas que crean cuellos de botella.
6. Identificación de los problemas de calidad.
7. Gestión más simple.

4.2.3.3 Establecer sistemas para identificar problemas.

El sistema de arrastre Kanban saca los problemas a la luz, en tanto que el control estadístico de procesos (CEP) ayuda a identificar la fuente del problema. Con el JIT, cualquier sistema que identifique los problemas se considera beneficioso y cualquier

sistema que los enmascare, perjudicial. Los sistemas diseñados con la aplicación del JIT deben pensarse de manera que accionen algún tipo de aviso cuando surja un problema.

Hay que hacer dos cosas:

1. Establecer mecanismos para identificar los problemas.
2. Estar dispuesto a aceptar una reducción de la eficiencia a corto plazo con el fin de obtener una ventaja a largo plazo.

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

- Cero Defectos.
- Cero Averías.
- Cero Stock.
- Cero Plazos.
- Cero Papel.

4.3. Sistema Pull

El Sistema Pull se resume en producir solamente lo que es necesario y para ello, es imperativo que cada operación prevea los materiales requeridos por la operación siguiente y ésta a su vez, prevea los requerimientos de materiales de la siguiente operación. En este sentido, se parte del final con el número de unidades a producir y se determina de manera regresiva las necesidades de materiales en la etapa inmediata anterior y así sucesivamente.

4.4 Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El TPM se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, previendo las pérdidas en todas las operaciones de la empresa. Esto incluye “cero accidentes, cero defectos y cero fallos” en todo el ciclo de vida del sistema productivo. Se aplica en todos los sectores de la empresa. Se apoya en la participación de todos los integrantes de la organización distribuidos en pequeños

equipos, desde la alta dirección hasta los niveles operativos. Los pilares o procesos fundamentales del TPM son:

Pilar 1: Mejoras Enfocadas

Pilar 2: Mantenimiento Autónomo

Pilar 3: Mantenimiento Progresivo o Planificado

Pilar 4: Educación y Formación

Pilar 5: Mantenimiento Temprano

Pilar 6: Mantenimiento de Calidad

Pilar 7: Mantenimiento en Áreas Administrativas

Pilar 8: Gestión de Seguridad, Salud y Medio Ambiente

El concepto de TPM (Mantenimiento total productivo) nace en la empresa Toyota bajo el alero del Sistema de Producción Toyota. Esta nueva forma de abordar el mantenimiento fue desarrollado a fines de los años sesenta por el ingeniero Seiichi Nakajima con la guía de Shigeo Shingo y con la premisa de Total Quality Management (TQM), ideó una forma de lograr Cero paradas y Cero defectos en el sistema productivo.

TPM es un sistema innovador de producción que consiste en que el personal día a día realice actividades de mantenimiento básico a la maquinaria, equipos e instalaciones, esto permite el mejoramiento continuo a través del conocimiento profundo de la maquinaria y proceso por parte del operario.

4.4.1 Conceptos y Definiciones

El objetivo del mantenimiento de máquinas y equipos lo podemos definir como conseguir un determinado nivel de disponibilidad de producción en condiciones de

calidad exigible, al mínimo costo y con el máximo de seguridad para el personal que las utiliza y mantiene.

Por disponibilidad se entiende la proporción de tiempo en que la maquina está dispuesta para la producción respecto al tiempo total. Esta disponibilidad depende de dos factores críticos:

1. La fiabilidad, es un índice de la calidad de las instalaciones y de su estado de conservación, y se mide por el tiempo medio entre averías. Tiempo entre fallas.

2. La mantenibilidad es representado por el tiempo que se demora en reparar la falla.

En consecuencia, un adecuado nivel de disponibilidad se alcanzará con unos óptimos niveles de fiabilidad y de mantenibilidad, es decir, que ocurran pocas averías y que éstas se reparen rápidamente.

4.4.2 Evolución del TPM

Para llegar al Mantenimiento Productivo Total hubo que pasar por tres fases previas:

1. El Mantenimiento de Reparaciones (o Reactivo), el cual se basa exclusivamente en la reparación de averías. Solamente se procedía a labores de mantenimiento ante la detección de una falla o avería y una vez ejecutada la reparación no se buscaban las causas.

2. El Mantenimiento Preventivo, Con ésta metodología de trabajo se busca por sobre todas las cosas la mayor rentabilidad económica en base a la máxima producción, estableciéndose para ello funciones de mantenimiento orientadas a detectar y/o prevenir posibles fallos antes que tuvieran lugar.

3. El Mantenimiento Productivo, constituye la tercera fase de desarrollo antes de llegar al TPM. El Mantenimiento Productivo incluye los principios del Mantenimiento Preventivo, pero le agrega un plan de mantenimiento para toda la vida útil del equipo, más labores e índices destinados a mejorar la fiabilidad y mantenibilidad.

TPM desarrolla e incorpora una serie de conceptos nuevos a los métodos existentes, entre los cuales cabe destacar el Mantenimiento Autónomo, el cual es ejecutado por los propios operarios de producción, la participación activa de todos los empleados, desde los altos cargos hasta los operarios de planta. También agrega a conceptos antes desarrollados como el Mantenimiento Preventivo, nuevas herramientas tales como las

Mejoras de Mantenibilidad, la Prevención de Mantenimiento y el Mantenimiento Correctivo.

El TPM adopta cómo filosofía el principio de mejora continua desde el punto de vista del mantenimiento y la gestión de equipos. El Mantenimiento Productivo Total ha recogido también los conceptos relacionados con el Mantenimiento Basado en el Tiempo (MBT) y el Mantenimiento Basado en las Condiciones (MBC).

El MBT trata de planificar las actividades de mantenimiento del equipo de forma periódica, sustituyendo en el momento adecuado las partes que se prevean de dichos equipos, para garantizar su buen funcionamiento.

El MBC trata de planificar el control a ejercer sobre el equipo y sus partes, a fin de asegurarse de que reúnan las condiciones necesarias para una correcta operación y puedan prevenirse posibles averías o anomalías de cualquier tipo.

El TPM constituye un nuevo concepto en materia de mantenimiento, basado este en los siguientes cinco principios fundamentales:

- 1 Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos permite garantizar el éxito del objetivo.
2. Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinarias. De tal forma se trata de llegar a la Eficacia Global (OEE).
3. Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan y se consigan los objetivos.
4. Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.
5. Aplicación de los sistemas de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.

La aplicación del TPM garantiza a las empresas resultados en cuanto a la mejora de la productividad de los equipos, mejoras corporativas, mayor capacitación del personal y transformación del puesto de trabajo.

Entre los objetivos principales y fundamentales del TPM se tienen:

- Reducción de averías en los equipos.
- Reducción del tiempo de espera y de preparación de los equipos.
- Utilización eficaz de los equipos existentes.
- Control de la precisión de las herramientas y equipos.
- Promoción y conservación de los recursos naturales y economía de energéticos.
- Formación y entrenamiento del personal.

Para que TPM pueda funcionar se deben exponer los defectos ocultos y restaurar las condiciones óptimas del equipo antes de su deterioro.

Las siguientes cinco medidas ayudan a eliminar los desperfectos:

1. Regularice las condiciones básicas de: Limpieza, lubricación y reapriete.
2. Seguir los procedimientos de operación.
3. Elimine el desperfecto.
4. Mejore las debilidades del diseño.
5. Mejore las habilidades y destrezas de los operadores y operarios de mantenimiento.

4.5 Mejora continua (Kaizen)

Kaizen se apoya sobre los equipos de trabajo y la Ingeniería Industrial para mejorar los procesos productivos. En sí, Kaizen se enfoca a la gente y a la estandarización de los procesos. Su práctica requiere de un equipo integrado por personal de producción, mantenimiento, calidad, ingeniería, compras y demás empleados que el equipo considere necesario. Su objetivo es incrementar la productividad controlando los procesos de manufactura mediante la reducción de tiempos de ciclo, la estandarización de criterios de calidad y de los métodos de trabajo por operación.

El concepto fue desarrollado por el Dr. Masaaki Imai quien determino que kaizen es como una sombrilla que cubre todos los aspectos para la mejora de los procesos productivos y el control de calidad.

Kaizen se define a partir de dos palabras japonesas "Kai" que significa cambio y "Zen" que quiere decir para mejorar, así, podemos decir que "Kaizen" es "cambio para mejorar" o "mejoramiento continuo", como comúnmente se le conoce.

Kaizen es más que una metodología para mejorar procesos, es una cultura, de mejorar día a día la cual debe ser liderada por la alta dirección de la empresa.

Los dos pilares que sustentan Kaizen son los equipos de trabajo y la Ingeniería Industrial, que se emplean para mejorar los procesos productivos. Kaizen se enfoca a la gente y a la estandarización de los procesos. Su práctica requiere de un equipo integrado por personal de producción, mantenimiento, calidad, ingeniería, compras, logística y demás empleados que el equipo considere necesario. No es exclusividad de expertos, master ni doctorados en calidad o sistemas de producción. Se practica en el Gemba (en el punto de trabajo) con la gente de la planta coordinada por un facilitador.

El objetivo de Kaizen es incrementar la productividad controlando los procesos de manufactura mediante la reducción de tiempos de ciclo, la estandarización de criterios de calidad y de los métodos de trabajo por operación, además, se enfoca a la eliminación de las tres "M" Mudas (desperdicios), Muri (tensión), Mura (Discrepancia).

Entre los instrumentos utilizados en Kaizen se encuentran:

1. El Círculo de Deming

- a) Planificar
- b) Hacer
- c) Implementar
- d) Chequear

2. Las cinco "S"

3. Las siete herramientas estadísticas para la solución de problemas,

- a) Diagrama de Pareto
- b) Diagrama de Causa y Efecto
- c) Histogramas
- d) Cartas de Control

- e) Diagramas de Dispersión
 - f) Graficas de Control
 - g) Hojas de Comprobación
4. Las nuevas siete herramientas.
- a) Diagrama de Relaciones
 - b) Diagrama de Afinidad
 - c) Diagrama de Árbol
 - d) Diagrama Matricial
 - e) Diagrama Matricial para análisis de datos
 - f) Carta de Programa de Decisión de Procesos
 - g) Diagrama de Flechas
5. El trabajo en equipo.

La aplicación correcta y constante de estas técnicas garantiza el incremento de un 5% mínimo mensual de productividad en cualquier área seis semanas después de su implementación.

Kaizen, al contrario de otras "filosofías empresariales", no se trata de realizar grandes cambios en las líneas productivas, se enfoca en realizar mejoras pequeñas, pero continuadas en todas las actividades, paso a paso y no a grandes zancadas.

4.5.1 Implementación de Kaizen

La aplicación del Kaizen consiste básicamente de cuatro pasos que conforman un proceso estructurado:

1. Planeamiento objetivos estratégico.
2. Diagnostico de la causa raíz: identificación y diagnóstico de problemas.
3. Solución de la causa raíz.
4. Mantenimiento de resultados.

Una vez que se ha logrado cumplir con estos cuatro pasos y se ha conseguido mejorar en cuanto a la satisfacción del cliente, se debe proceder a buscar nuevos objetivos que

permitan reiniciar el proceso, realizando esto de manera fluida y continua en cada Gemba.

Cada vez que se logra finalizar el proceso, es decir cuando se llega al paso de mantenimiento de resultados, resulta oportuno que se recompense al equipo involucrado en la mejora, dicha recompensa debe ser proporcional al logro alcanzado.

La búsqueda constante de nuevos objetivos en los equipos de trabajo, por lo general trae consecuencias benéficas en términos de innovación y lógicamente en calidad.

Para que Kaizen de resultados positivos, hay que dar participación a los empleados, es decir, hay que mirar la empresa al revés, colocando a las personas de base en los primeros lugares ya que son ellos quienes conocen qué y cómo se puede mejorar, esto implica que la dirección y los empleados deben apostar por un cambio de mentalidad, en el cual los primeros aprenderán a soltar las riendas y los segundos a afrontar mayores responsabilidades.

4.6 Cambio rápido de modelo (SMED)

Es esencial para realizar la producción en pequeños lotes y para tratar los cambios de la demanda. Forma parte del corazón del sistema de producción Toyota. Es un método necesario para alcanzar el JIT (Shigeo Shingo, 1985) que como escribe el autor es un fin no un medio.

El SMED contiene tres elementos esenciales:

- Es un método de pensamiento básico sobre la producción
- Es un sistema realista
- Es un método práctico

El SMED nació en 1950 cuando Shigeo Shingo dirigía un estudio de mejora de eficacia para Toyo Kogyo (Mazda). Esta pretendía eliminar los grandes cuellos de botella provocadas por las prensas de moldeo de carrocerías. Después de realizar un análisis in situ, vio que las operaciones de preparación de máquina eran realmente de dos tipos fundamentalmente diferentes:

- Preparación interna (IED), solo pueden realizarse con la máquina parada.
- Preparación externa (OED), pueden realizarse cuando la máquina está en operación.

Shigeo Shingo se dio cuenta que muchas veces en el cambio de matriz de la prensa el operario perdía mucho tiempo en buscar pernos que faltaban en la matriz a montar ocurriendo esto una vez, la prensa estaba parada. Todo lo que se hizo fue establecer un procedimiento de preparación externa: verificar que los pernos necesarios estaban listos para la siguiente preparación. Esto elevó la eficacia de las prensas alrededor del 50% y el cuello de botella desapareció. Así nació el SMED.

En 1969, visitó una planta de Toyota en la que había una prensa de 1000 toneladas que Volkswagen cambiaba de útiles y operaba en 2 horas, sin embargo ellos lo hacían en 4 horas. En un primer momento distinguió junto al jefe de planta las IED de las OED, intentando mejorar cada una por separado, al igual que había hecho con éxito en otras empresas. Después de 6 meses rebajaron el tiempo a 90 minutos. Poco después el director de la división les encomendó reducirlo a tres minutos. Tras reflexionar brevemente les llegó la inspiración "¿Por qué no convertir preparaciones internas en externas?". Tras meditar en como hacerlo listó ocho técnicas para acortar los tiempos de preparación de prensas. Usando esto fueron capaces de alcanzar el objetivo de 3 minutos. En ese momento bautizó ese concepto como "Cambio de útiles en menos de 10 minutos" o SMED.

El SMED fue adoptado por todas las fábricas de Toyota y continuó evolucionando como uno de los elementos principales del Sistema de Producción Toyota. El desarrollo del concepto SMED le llevó diecinueve años en total. Su fundamento es:

1. Separación de preparación interna y externa
2. Convertir preparación interna en externa
3. Perfeccionar todos los aspectos de la operación de preparación.

En síntesis la relación del SMED con el Sistema de Producción Toyota es:

- La eliminación de los despilfarros de la sobreproducción (sistema Ford) no pueden alcanzarse sin el SMED.
- La reducción de los plazos de ejecución requiere pequeños lotes de producción.
- Se debe llegar a dominar el SMED si deseamos tener capacidad para responder a los cambios en la demanda de los consumidores.

Por lo que se puede decir que la piedra angular del Sistema de Producción Toyota es el SMED y es la técnica base para articular esta nueva filosofía de producción.

Otros efectos del SMED son:

- Ofrece un método para alcanzar una producción en pequeñas series y alta diversidad con mínimos niveles de stock, con el consiguiente uso de la planta más eficiente.
- Aumento de productividad conforme se eliminan operaciones de manejo de stock.
- Eliminación de stock erróneos debido a errores en la estimación de la demanda,
- Reducción de deterioros de las mercancías,
- Aumento de habilidad de producción mezclada de varios tipos de artículos reduciendo el stock adicional.
- Incremento de las tasas de trabajo de máquinas y de su capacidad productiva,
- Eliminación de errores de preparación de máquinas, mejora de la calidad,
- Incremento de la seguridad industrial.
- Reducción del tiempo de preparación.
- Reducción de costos.
- Mejora de la actitud de los operarios.
- Menor nivel de entrenamiento.
- Reducción de plazos de fabricación.
- Eliminación de esperas de proceso.
- Incrementar la flexibilidad de la producción.
- Eliminación de ideas preconcebidas.
- Nuevas actitudes, una revolución en el pensamiento que hace posible lo imposible
- Acortar los plazos de fabricación hasta el mínimo y responder inmediatamente a los cambios de la demanda.

4.7. Kanban

El sistema Kanban también se ha llamado el " Método de Supermercado", porque la idea fue tomada de los supermercados.

Supermercados y grandes tiendas de retail usan tarjetas de control para los productos donde existe importante información como el nombre del producto, el código de producto y la ubicación del producto en el almacén. En un supermercado las existencias de productos son los que necesita el cliente; están disponibles cuando el cliente los necesita y en la cantidad requerida.

La primera empresa manufacturera en utilizar este concepto fue Toyota, Taiichi Ohno, fue quien promovió la idea de justo a tiempo y aplicó este concepto, comparó el supermercado y el cliente; con el proceso anterior y el proceso siguiente, respectivamente en una empresa de manufacturas. Al tener el próximo proceso (el cliente) ir al anterior proceso (el supermercado) para tener las partes necesarias cuando son necesarias y en la cantidad necesaria.

Un Kanban es una tarjeta que va dentro una funda rectangular de plástico. Se utilizan principalmente dos tipos: el Kanban de transporte y el Kanban de producción. El primero especifica el tipo y la cantidad de producto a retirar por el proceso posterior, mientras el Kanban de producción indica el tipo y la cantidad a fabricar por el proceso anterior denominándose por tal razón Kanban de proceso.

4.7.1 Reglas Kanban:

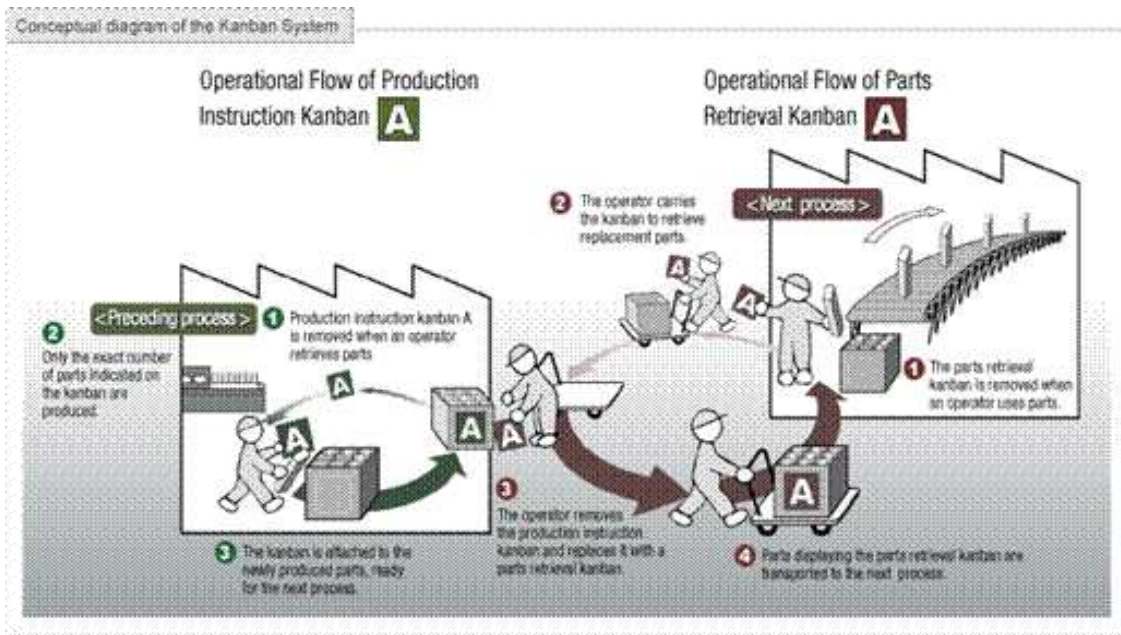
Regla 1– El proceso posterior recogerá del anterior los productos necesarios en las cantidades precisas del lugar y momento oportuno.

Se deberá prohibir cualquier retiro de piezas o elementos sin la correspondiente utilización del Kanban. Estará también prohibido cualquier retiro de piezas o elementos en cantidades mayores que las especificadas en los kanbans. Por último, un Kanban siempre deberá estar adherido a un producto físico (o a un contenedor).

Se debe tener en cuenta que, como requisitos previos del sistema, habrá que incorporar las condiciones siguientes: nivelado de la producción, organización de los procesos y estandarización de tareas.

Regla 2 – El proceso precedente deberá fabricar sus productos en las cantidades requeridas por el proceso siguiente.

Por tal motivo se prohíbe una producción mayor que el número de fichas Kanban. Por otra parte, cuando en un proceso anterior hayan de producirse varios tipos de piezas, su producción deberá seguir la secuencia con que se han entregado los diversos tipos de Kanban.



1.2 Diagrama Conceptual del sistema Kanban, David J. Lu

Regla 3 – Los productos defectuosos nunca deben pasar al proceso siguiente.

El incumplimiento de esta regla comprometería la existencia misma del sistema Kanban. Si llegaran a identificarse en el proceso siguiente algunos elementos defectuosos, tendría lugar una parada de la línea, al no tener unidades extras en existencia y devolvería los elementos defectuosos al anterior proceso.

El sistema se basa pues en la idea de autocontrol siendo su propósito el evitar la repetición de defectos.

Regla 4 – El número de Kanban debe minimizarse.

Kanban expresa la cantidad máxima de existencias de un determinado insumo o elemento, la autoridad final para modificar el número de Kanbans se delega en el

supervisor de cada proceso. Si un proceso se perfecciona gracias a la disminución de tamaño del lote y al acortamiento del plazo de fabricación será posible disminuir a su vez el número de Kanban necesarios. La delegación de autoridad para determinar el número de Kanban es el primer paso para promover el perfeccionamiento de las capacidades directivas.

Regla 5 – El Kanban habrá de utilizarse para lograr la adaptación a pequeñas fluctuaciones de la demanda.

Con ello hacemos mención al rasgo más notable del sistema Kanban consistente en adaptarse a los cambios repentinos en los niveles de demanda o de las exigencias de la producción.

El Kanban es una de aquellas herramientas que si se utiliza de forma incorrecta puede causar una enorme diversidad de problemas. Para utilizar el Kanban de forma adecuada y eficiente, se debe establecer claramente un objetivo y función para determinar luego las normas para su uso.

La información en la etiqueta Kanban debe ser tal, que debe satisfacer tanto las necesidades de manufactura como las de proveedor de material. La información necesaria en Kanban sería la siguiente:

- Número de parte del componente y su descripción.
- Nombre / Número del producto.
- Cantidad requerida.
- Tipo de manejo de material requerido.
- Dónde debe ser almacenado cuando sea terminado.
- Punto de reorden.
- Secuencia de ensamble / producción del producto.

4.8. Jidoka

La palabra Jidoka se refiere a "la automatización con un toque humano", en contraposición a una máquina automática que sólo se mueve bajo la vigilancia y

supervisión de un operador. Este concepto tiene sus orígenes en el telar automático inventado en 1896 por Sakichi Toyoda fundador de Toyota.

Jidoka permite que el proceso tenga su propio autocontrol de calidad. Así, por ejemplo, si existe una anomalía durante el proceso, este se detendrá ya sea automática o manualmente, impidiendo que las piezas defectuosas avancen en el proceso. Todo lo contrario a los sistemas tradicionales de calidad, en los cuales las piezas son inspeccionadas al final de su proceso productivo. Jidoka mejora la calidad en el proceso ya que solo se producirán piezas con cero defectos.

Jidoka no funciona con sólo con el simple hecho de detectar una anomalía y parar la línea, es algo más, es corregir la condición anormal e investigar la causa raíz para eliminarla para siempre. Una buena ejecución de Jidoka consta de cuatro pasos:

1. Detectar la anomalía.
2. Detener la línea de producción.
3. Fijar o corregir la condición anormal.
4. Investigar la causa raíz e implementar las medidas correctivas.

Los dos primeros pasos pueden ser automatizados, los pasos tres y cuatro son de total dominio de personas, ya que requieren de un diagnóstico, de un análisis y de una resolución de problemas.

Dos de los elementos esenciales para Jidoka funcione son sistemas Andon y Poka-yoke

4.9. Andon

Es el término japonés que significa "ayuda". Es un tablero de luces o señales luminosas que indican las condiciones de trabajo de un área entera de producción, el color indica el tipo de problema o la condición de trabajo.

El tablero de alarmas será activado vía tirón de una cuerda o al apretar un botón por el operador para una línea productiva, también se puede activar automáticamente.

Si un problema ocurre, el tablero de Andon se iluminará para señalar al supervisor que la estación de trabajo está en problema. A veces se incorpora una melodía junto con la tabla de Andon para proporcionar un signo audible para ayudar al supervisor a comprender hay un problema en su área.

Las variantes para los sistemas Andon son ilimitadas y el diseño depende del tipo de proceso y cantidad de líneas o maquinas que se deseen monitorear.

Los Sistemas Andon simples con luz de un solo color:

Las luces apagadas indican que el proceso esta trabajando normalmente, las luces encendidas indican al supervisor la estación de trabajo donde existe una anormalidad, pero no indica que tipo de problema. El supervisor tendrá que coordinar una acción junto con el departamento involucrado una vez que se entera de viva voz del operador del detalle de la anormalidad. Una vez solucionado se apaga la luz.

Los Sistemas Andon Matriz con luz de un solo color:

Este tipo de tablero alerta al supervisor e indica el lugar y el tipo de anomalía que se esta produciendo. Por ejemplo puede ser problemas de materia prima, mantenimiento, calidad etc. una vez solucionado el problema se vuelve a apagar la luz.

Los Sistemas Andon Multicolor:

Indican al supervisor del área el lugar y el tipo de anomalía, pero como esta señalado con colores específicos para los departamentos de apoyo como mantención, calidad, suministros permite que ellos se enteren inmediatamente del problema.

El significado de cada luz de color cada empresa lo maneja a su gusto por ejemplo:

Luces apagadas		Trabajando normalmente
Amarillo		Llamado a Materiales
Rojo		Llamado a Mantenimiento
Blanco		Llamado a Operaciones
Azul		Llamado a Calidad

1.3 Luces utilizadas en tableros Andon

4.9.1 Ventajas de los sistemas Andon:

- Permite acciones correctivas oportunas alertando al personal cuando ocurren las condiciones anormales.

- Ayuda los supervisores a pasar menos tiempo y esfuerzo supervisando la situación, y más tiempo que solucionando anomalías.
- Elimina la corrección tardía basándose en reportes, los operadores pueden divulgar averías inmediatamente y las medidas correctivas se pueden realizar en la fuente con evidencias aun frescas.
- Son simples y fáciles entender.

4.10. Poka - Yoke

Este concepto fue desarrollado por Shigeo Shingo en los años 60 quien lo desarrolló ampliamente en la empresa Toyota. El término Poka Yoke significa "a prueba de errores" y viene de las palabras japonesas "poka" (error inadvertido) y "yoke" (prevenir).

La finalidad de los dispositivos Poka Yoke son detectar fallas antes de que sucedan.

Originalmente el sistema se concibió para corregir los errores de piezas mal fabricadas las cuales seguían en el proceso productivo con el consiguiente aumento de costos por reproceso, actualmente, también se garantiza la seguridad de los trabajadores de cualquier máquina o proceso en el cual se encuentren relacionados, de esta manera, se evitan accidentes.

Afirmaba Shingo que la causa de los errores estaba en los trabajadores y los defectos en las piezas fabricadas se producían por no corregir aquéllos, si los errores no se permite que se presenten en la línea de producción, entonces la calidad será alta y el reproceso poco. Esto aumenta la satisfacción del cliente y disminuye los costos al mismo tiempo.

Los sistemas Poka-yoke son herramientas simples que permiten llevar a cabo el 100% de inspección, retroalimentación y acción inmediata cuando los defectos o errores ocurren.

Un sistema Poka-Yoke posee dos funciones:

1. La primera es la de hacer la inspección del 100% de las partes producidas.
2. La segunda es detectar anomalías, dar retroalimentación y acción correctiva.

El primer paso para lograr cero defectos es distinguir entre errores y defectos.

- Defectos, son resultados

- Errores son las causas de los resultados

Objetivos a lograr con poka-yoke:

1. Evitar de algún modo el error humano:

Los seres humanos siempre estamos propensos a cometer errores, tener incidentes o accidentes y algunas causas son:

- Olvidos,
- Desconocimiento o inexperiencia;
- Identificación mala de una situación por apuro o por estar alejada de la misma,
- Voluntarios cuando decidimos ignorar las reglas,
- Lentitud de acciones con respecto una situación,
- Falta de estándar, pautas o procedimientos,
- Cuando la situación es diferente a la que se da normalmente,
- Intencionales Son los sabotajes.

2. Resaltar el defecto tal manera que sea obvio.

Algunos defectos que se pueden detectar son:

- Montaje de piezas defectuoso.
- Piezas omitidas.
- Piezas equivocadas.
- Proceso equivocado (Proceso para otro ítem)
- Operación defectuosa.
- Ajuste defectuoso.
- Montaje del equipo defectuoso.
- Herramientas y / o útiles mal preparados.

Clasificación de los métodos Poka-yoke

1. Métodos de contacto. Son métodos donde un dispositivo sensitivo detecta las anomalías en el acabado o las dimensiones de la pieza, donde puede o no haber contacto entre el dispositivo y el producto.
2. Método de valor fijo. Con este método, las anomalías son detectadas por medio de la inspección de un número específico de movimientos, en casos donde las operaciones deben de repetirse un número predeterminado de veces.
3. Método del paso-movimiento. Estos son métodos en el cual las anomalías son detectadas inspeccionando los errores en movimientos estándares donde las operaciones son realizadas con movimientos predeterminados. Este método es extremadamente efectivo y tiene un amplio rango de aplicación. La posibilidad de su uso debe de considerarse siempre que se este planeando la implementación de un dispositivo Poka-Yoke.

Ejemplos de poka-yoke aplicados serían:

- Formularios de colores determinados para su más fácil identificación y archivo, evitando el archivar en un lugar incorrecto y de hacerlo poder identificar rápidamente el error.
- La utilización de lector de código de barras para evitar el error de carga de datos precios o códigos.
- Los interruptores de los circuitos eléctricos que previenen incendios al cortar la corriente eléctrica cuando existe una sobrecarga.
- Los lavamanos cuentan con un orificio cerca del borde superior que previene el derramamiento del agua fuera del lavamanos.

5. O.E.E (Overall Equipment Effectiveness)

El OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos) es un indicador porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial.

El concepto fue desarrollado en Toyota por el ingeniero Seiichi Nakajima, hoy en día, se ha convertido en un estándar internacional reconocido por las principales industrias alrededor del mundo.

Las máquinas son diseñadas desde la base de una cierta capacidad de producción. En la práctica, y por diferentes motivos, la producción siempre se queda muy por detrás de la capacidad que fue instalada.

La ventaja del OEE frente a otros ratios es que mide, en un único indicador, todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: la disponibilidad, la eficiencia y la calidad.

Disponibilidad

La Disponibilidad resulta de dividir el tiempo que la máquina ha estado produciendo (Tiempo de Operación: TO) por el tiempo que la máquina podría haber estado produciendo. El tiempo que la máquina podría haber estado produciendo (Tiempo Planificado de Producción: TPO) es el tiempo total menos los periodos en los que no estaba planificado producir por razones legales, festivos, almuerzos, mantenimientos programados, etc., lo que se denominan Paradas Planificadas

$$\text{Disponibilidad} = (TO / TPO) \times 100$$

Donde:

TPO = Tiempo Total de trabajo - Tiempo de Paradas Planificadas

TO = TPO - Paradas y/o Averías

Rendimiento

El Rendimiento resulta de dividir la cantidad de piezas realmente producidas por la cantidad de piezas que se podrían haber producido. La cantidad de piezas que se podrían haber producido se obtiene multiplicando el tiempo en producción por la capacidad de producción nominal de la máquina.

Capacidad Nominal. Es la capacidad de la máquina o equipo declarada en la especificación técnica. Se denomina también Velocidad Máxima u Óptima equivalente a Rendimiento Ideal (Máximo u Óptimo) del equipo o máquina. Se mide en Número de Unidades / Hora. En vez de utilizar la Capacidad Nominal se puede utilizar el Tiempo Ideal Ciclo.

Tiempo de Ciclo Ideal. Es el mínimo tiempo de ciclo en el que el proceso se espera que pueda trabajar en circunstancias óptimas.

$$\text{Tiempo de Ciclo Ideal} = 1 / \text{Capacidad Nominal}$$

La Capacidad Nominal o tiempo de Ciclo Ideal, es lo que primero debe ser establecido. En general, está proporcionada por el fabricante, aunque suele ser una aproximación, ya que puede variar considerablemente según la circunstancias de operación de la máquina o equipo. Es mejor realizar experimentos para determinar el verdadero valor. La capacidad nominal deberá ser determinada para cada producto (incluyendo formato y presentación). Se pueden presentar dos casos:

- a) Existen datos: Será el valor máximo especificado por el fabricante para la máquina o equipo.
- b) No existen datos: Se elige como valor el correspondiente a las mejores 4 horas de un total de 400 horas de funcionamiento.

El valor será siempre el referido al producto final que sale de la línea.

El rendimiento, tiene en cuenta todas las pérdidas de velocidad se mide en Se mide en tanto por uno o tanto por ciento.

Rendimiento = Tiempo de Ciclo Ideal / (Tiempo de Operación/ N° Total Unidades) ó

Rendimiento = N° Total Unidades / (Tiempo de Operación x Velocidad Máxima)

Calidad

Disminuye la pérdida de velocidad. El tiempo empleado para fabricar productos defectuosos deberá ser estimado y sumado al tiempo de Paradas, ya que durante ese tiempo no se han fabricado productos conformes. Por lo tanto, la pérdida de calidad implica dos tipos de pérdidas:

- Pérdidas de Calidad, es igual al número de unidades malas fabricadas.
- Pérdidas de Tiempo Productivo, igual al tiempo empleado en fabricar las unidades defectuosas.

En función de que las unidades sean o no válidas para ser reprocesadas, incluyen:

- Tiempo de reprocesado.
- Costo de tirar, reciclar, etc. las unidades malas.

Tiene en cuenta todas las pérdidas de calidad del producto. Se mide en tanto por uno o tanto por ciento de unidades no conformes con respecto al número total de unidades fabricadas. N° de unidades Conformes

$$\text{Calidad} = Q = N^{\circ} \text{ de unidades Conformes} / N^{\circ} \text{ unidades Totales}$$

Las unidades producidas pueden ser conformes, buenas, o no conformes, malas o rechazos. A veces, las unidades no conformes pueden ser reprocesadas y pasar a ser unidades conformes. La OEE sólo considera buenas las que se salen conformes la primera vez, no las reprocesadas. Por tanto las unidades que posteriormente serán reprocesadas deben considerarse rechazos, es decir, malas.

Por lo tanto, la Calidad resulta de dividir las piezas buenas producidas por el total de piezas producidas incluyendo piezas trabajadas nuevamente o desechadas.

El OEE indica cómo de efectivamente las máquinas están siendo utilizadas comparado con la Máquina Ideal (OEE = 100%).

El OEE resulta de multiplicar la Disponibilidad, la Eficiencia y la Calidad. El resultado esta expresado en Porcentaje.



1.4 Tiempo total de Operación



1.5 Lean Manufacturing, Lennin Saavedra

Clasificación del OEE

1. **OEE < 65 % Inaceptable.** Se producen importantes pérdidas económicas baja competitividad.

2. **65 % < OEE < 75 % Regular.** Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad.

3. **75% < OEE < 85% Aceptable.** Continuar la mejora para superar el 85 % y avanzar hacia la World Class. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.

4. **85% < OEE < 95% Buena.** Entra en valores de World Class. Buena competitividad.

5. **OEE = 95 % Excelencia.** Valores World Class. Excelente competitividad.

El OEE es el mejor método disponible para optimizar los procesos de fabricación y está relacionada directamente con los costos de operación. El OEE informa sobre las pérdidas, cuellos de botella del proceso, enlaza la toma de decisiones financieras y el rendimiento de las operaciones de planta, ya que permite justificar cualquier decisión sobre nuevas inversiones. Además, las previsiones anuales de mejora del índice OEE permiten estimar las necesidades de personal, materiales, equipos, servicios, etc. de la planificación anual.

Conclusión

Con la elaboración de esta tesina puedo concluir que con el desarrollo de tecnología que se lleva a cabo día con día la calidad en los productos incrementa y cada vez se vuelve más estricta y necesaria para poder competir en el mercado.

Con la investigación de los costos de calidad puedo decir que los gastos que implica el no contar con un sistema de calidad adecuado es bastante costoso a diferencia de aplicar un sistema acorde al producto realizado ya que así estaremos evitando el despilfarro de materia prima, así, como el de dinero que para cualquier empresa es sumamente importante ahorrar.

Y para Lean Manufacturing, puedo concluir que ha sido una de las herramientas de la calidad más importantes ya que en ella van aplicadas varias herramientas más las cuales ya unidas hacen para la empresa un importante sistema de calidad el cual elimina muchas pérdidas y despilfarros como el scrap y pérdidas de tiempo entre otras muchas cosas que hacen tener menos calidad en el producto.

Puedo decir que esta con la investigación que realice para poder llevar a cabo esta tesina pude conocer mejor el desempeño tanto de los costos de la calidad, así como de lean manufacturing que a paso del tiempo se han convertido en herramientas sumamente poderosas para el desarrollo de la calidad en la industria y que hacen ofrecer productos de muy alta calidad a costos bajos, esto incrementa la competitividad entre los diferentes mercados globales haciendo que día a día se perfeccionen los sistemas de calidad para ofrecer productos que puedan satisfacer las necesidades de los clientes al 100%.

ANEXOS

APLICACIÓN DE LOS TEMAS DE LA TESINA



Figura 2. Control de documentos.

En esta imagen se muestra como no existe una organización de los documentos y por lo mismo es más difícil su acceso y esto puede producir diversas pérdidas, por eso es recomendable tener la documentación bien organizada y actualizada y siempre tenerla al alcance de la mano.



Figura 3. Organización de documentos.

Siempre es necesario mantener un control de los documentos para evitar pérdidas y confusiones ya que siempre es más fácil y accesible poder identificar la documentación si se encuentra bien organizada por los temas que se requieren.



Figura 4. Control operacional.

Aquí comenzamos a aplicar lo que es Lean Manufacturing para ser mas específico aplicamos la metodología de las 5S's donde podemos ver que cada cosa tiene su lugar y su espacio y el piso esta marcado para poder mantener un orden y limpieza en cada área de la empresa por mas pequeña que esta sea, o también lo podemos llamar control operacional que es donde aplicamos la separación de residuos como lo marca la norma ISO14001.



Figura 5. 5S's



Figura 6. 5S's

Siempre es necesario mantener orden y solo lo necesario en los cajones y en todas partes es una de las condiciones de 5S's para poder solo tener lo que realmente se ocupe para mantener un libre acceso a las cosas necesarias y no tener nada que obstaculice el acceso ya sea en planta como en administrativos o en cosas pequeñas como un cajón, también es necesario verificar cada parte de la empresa para poder evaluar el sistema que estamos aplicando.



Figura 7. Clasificación

Siempre es bueno mantener bien identificada el área de materiales rechazados para no revolver los productos bien elaborados con los defectuosos, así como tenerlos en un área visible para las personas que los tengan que depositar.



Figura 8. Ayudas visuales.

También es muy importante aplicar la ayuda visual, ya que los operadores no siempre saben lo que se tiene que hacer y aparte siempre es una buena opción para lograr la mejora continua ya que ahí podemos ver lo que no se debe de hacer y así evitar las piezas defectuosas así como los retrabados y el scrap que es lo que más genera pérdidas en todas las empresas.

Bibliografía:

Los costos de calidad

Autor: Carlos Colunga Dávila y Arturo Saldierna Gómez

Universidad Autónoma de S.L.P

Horngren Charles T / George Foster. *Contabilidad de Costos : Un enfoque gerencial*;
México 6^a.

Edición, 1991. Prentice-Hall Hispanoamericana, S:A:

Dale Barrie G and. James J. Plunkett. *Quality Costing*; London, U.K.,
1992. Chapman & Hall

Kanban Just in Time at Toyota

David J. Lu

Principios de Manufactura Esbelta

Ensayo de la Universidad de Tennessee.