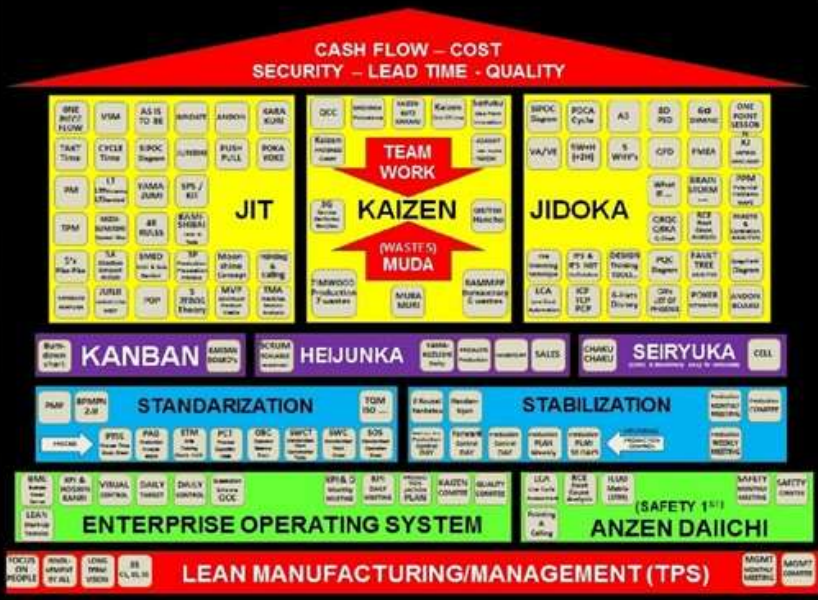
Este y otros libros los puedes descargar directamente en el perfil de "Alvaro Palacio Posada" de Linkedin

# Herramientas de Lean Manufacturing

## Toyota Production System – T.P.S.




3ª Edición

Álvaro Palacio P.

Álvaro Palacio Posada

# Herramientas de Lean Manufacturing

## Toyota Production System (T.P.S.)

3ª Edición

Puedes descargar este libro directamente desde el perfil de "Alvaro Palacio Posada" en Linkedin.

Tambièn encontraràs y podràs bajar allì el libro:
"Total Productive Maintenance - T.P.M. Implementando el TPM"

apalacioposada@gmail.com

**Título:** Herramientas de Lean Manufacturing – Toyota Production System (T.P.S.)
**Autor:** Álvaro Palacio P.
**Segunda edición:** Abril de 2016
Bogotá, D.C., Colombia
www.autoreseditores.com

**© Todos los derechos reservados.**
Esta obra es propiedad intelectual del autor.
Puede ser reproducida o mencionada con permiso escrito del autor y siempre citando su fuente.

**e-mail:** apalacioposada@gmail.com
http://www.facebook.com/#!/profile.php?id=676398256&sk=wall
https://sites.google.com/site/apalacioposada/

Después de la segunda guerra mundial, Japón quedó con una economía desastrosa y con tecnología obsoleta.

Sin embargo, y a pesar de todo eso, sus sistemas de producción sufrieron posteriormente un cambio de tal magnitud que revolucionó la economía a nivel mundial: la introducción de nuevas técnicas productivas que evitan el derroche y el despilfarro, juntamente con conceptos relacionados a la calidad, los cuales permitieron hacer de Japón uno de los países líderes en la fabricación industrial.

Cuando tenemos una evolución industrial que es constante y queremos estar en esa evolución, debemos estudiar todos los procesos que la involucran, actividades y herramientas que indistintamente han desarrollado las empresas, como los son el *Mantenimiento Productivo Total, Poka-Yoke, Kanban, Andon, Heijunka,* etc. Esto hace parte de en su mayoría, de un conjunto de técnicas desarrolladas por la compañía TOYOTA, con el fin de mejorar y optimizar los procesos operativos de cualquier compañía industrial (mejorar la productividad), independientemente de su tamaño. De igual manera, la aplicación de este grupo de herramientas, es lo que conocemos como “Lean Manufacturing”.

En general todas estas herramientas nos indican que para lograr cumplir con los objetivos en una organización, es necesario crear un ambiente de cultura en la cual los operarios ó colaboradores formen parte de ella.

Lean Manufacturing, también conocida como Manufactura Esbelta es un proyecto de empresa que requiere de todas las herramientas posibles para cumplir con los objetivos de implantación, el cual busca mejorar los procesos cada día más (proceso de mejora continua). También se están utilizando estas herramientas en la optimización de las operaciones de forma que se puedan obtener tiempos de reacción más cortos, mejor atención, servicio al cliente, mejor calidad y costos más bajos.

El análisis presentado en los próximos capítulos, donde se relaciona cada una de esas herramientas, encaminadas a lograr una filosofía de cambio y con el objetivo de conseguir la máxima eficiencia en la empresa, nos ayudará a entender cada uno de estos sistemas y la relación entre ellos.

A pesar de que en lean manufacturing se plantean toda esa serie de herramientas, su sola utilización no permitirá alcanzar logro alguno. Tampoco se trata de ir aplicando una a una, en paralelo o en secuencia si no que debe existir una relación causa – efecto hacia un fin específico, el cual viene desde la definición de la visión de la empresa

## Tabla de contenido

**Tabla de contenido** ..... 7

**Introducción** ..... 9

**Capítulo 01**
Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta) ..... 17

**Capítulo 02**
Hoshin Kanri (Administración por políticas) ..... 43

**Capítulo 03**
Las 3P (Proceso – Preparación – Producción) ..... 47

**Capítulo 04**
QCC
Quality Control Circle (Círculo de Control de Calidad) ..... 51

**Capítulo 05**
Kaizen (Mejoramiento Continuo) ..... 55

**Capítulo 06**
Kaikaku (Kaizen Blitz) ..... 63

**Capítulo 07**
Principio 3G ..... 67

**Capítulo 08**
VSM
Value Stream Mapping (Análisis de la Cadena de Valor) ..... 69

**Capítulo 09**
Lead-Time ..... 79

**Capítulo 10**
Heijunka (Flexibilizar y secuenciar la producción) ..... 83

**Capítulo 11**
Takt-Time ..... 89

**Capítulo 12**
Las 5's ..... 97

**Capítulo 13**
QRQC
Quick Response Quality Control (Control de Calidad de Respuesta rápida ..... 103

**Capítulo 14**
JIT
Just in Time (Justo a Tiempo) ..... 109

**Capítulo 15**
5 Zeros Theory (Teoría de los “5 ceros”)..... 125

**Capítulo 16**
Kanban..... 127

**Capítulo 17**
One Piece Flow (Flujo de Una Pieza) ..... 139

**Capítulo 18**
Andon
Sistema de control ..... 143

**Capítulo 19**
Poka-Yoke (A prueba de errores) ..... 149

**Capítulo 20**
Jidoka (Automatización con un toque humano) ..... 159

**Capítulo 21**
Células de manufactura ..... 167

**Capítulo 22**
Chaku Chaku (Línea Flexible en “U”)..... 171

**Capítulo 23**
SMED
Single Minute Exchange of Die (Cambios Simples en Minutos de un Dígito ..... 175

**Capítulo 24**
TPM
Total Productive Maintenance (Mantenimiento Productivo Total) ..... 149

**Capítulo 25**
QFD
Quality Function Deployment (Despliegue de la Función de Calidad) ... 201

**Capítulo 26**
SWI
Standard Work Instructions (Instrucciones de Trabajo estandarizado).. 201

**Capítulo 27**
Soifuku ..... 215

**Capítulo 28**
ILUO ..... 217

**Capítulo 29**
Shojinka ..... 221

**Capítulo 30**
Gestión visual ..... 225

**Capítulo 31**
Diagrama Yamazumi ..... 233

**Capítulo 32**
Las 8D ..... 241

**Capítulo 33**
Análisis 5W-1H ..... 243

**Capítulo 34**
5 Why (Análisis Por qué – Por qué) ..... 247

**Capítulo 35**
Análisis PM (Análisis del Fenómeno Físico) ..... 251

**Capítulo 36**
AMEF
Análisis de Modo y Efecto de Fallos ..... 257

**Capítulo 37**
Reporte A3 ..... 261

**Capítulo 38**
Scrum ..... 265

**Capítulo 39**
Terminología Lean ..... 271

**Bibliografía** ..... 279

# Introducción

La década de los 80 será testigo de cambios sin precedentes en materia industrial por parte de los países occidentales. En una importante cantidad de industrias los empresarios y directivos tomaron nota de su incapacidad para equiparar en calidad, costos y servicios a los nuevos competidores de "categoría mundial".

El director ejecutivo de Motorola, William Weisz, definió a estos nuevos competidores "como aquellos que luchan activamente por la calidad perfecta, la tecnología de vanguardia, la fabricación justo a tiempo y el servicio competitivo en costo".

El enfoque utilizado por éstos nuevos competidores globales estriba en encarar a un mismo tiempo la producción "justo a tiempo" (just in time), la gestión total de calidad y el involucramiento total del personal (política participativa), lo cual se da en llamar "la triple ofensiva".

Los fabricantes de productos finales que han encarado ésta triple ofensiva se ven necesitados, a los efectos de capturar los beneficios, de tener proveedores que sean de categoría mundial Pues los fabricantes de productos finales no pueden estar por encima de los niveles de calidad, costo y respuesta eficaz de sus proveedores de partes, componentes, insumos y servicios.

De tal forma la necesidad de convertirse en una empresa que tenga por estrategia la búsqueda de la excelencia se ha extendido y se sigue extendiendo ante la alta competitividad de los mercados.

## Un poco de historia

Con posterioridad a la Segunda Guerra Mundial las empresas estadounidenses estaban ganando abrumadoramente el juego en los mercados. Por un lado una demanda reprimida por el conflicto bélico, y por otro, ser el único país que habiendo participado en la contienda no sufrió daños en su estructura productiva, le confería el privilegio de satisfacer gran parte de esa demanda interna y externa.

Los sistemas productivos de Europa y Japón se estaban reconstruyendo de lo acontecido un tiempo atrás. A ello debía sumarse en el caso de Japón, que sus productos contaban con una muy mala reputación en materia de calidad, a lo cual se debe agregar el hecho de que sus empresarios desconocían completamente las características del mercado norteamericano.

Empresas como General Motors, Ford, United States Steel, General Electric y otros tenían acceso a mano de obra, materiales y recursos financieros en abundancia y calidad. En ese momento no había quién detuviera el desarrollo de las empresas estadounidenses.

Pero a mediados de los 60 el entorno global empezaría a vislumbrar los primeros cambios al extenderse el juego más allá de las fronteras nacionales. A fines de la década de los 50 la firma automotriz alemana Volkswagen se hizo presente en los Estados Unidos con un ataque sobre el segmento de los autos económicos. Toyota trató de imitar la estrategia pero fracasó como producto de la baja calidad y diseño de sus unidades.

Pero transcurridos unos años y luego de las enseñanzas acumuladas, Toyota hizo un segundo intento a mediado de los 60 en compañía de Nissan, pero esta vez con óptimos resultados.

Las empresas automotrices de Detroit respondieron con vehículos que eran comparativamente más grandes y costosos que los alemanes y japoneses.

Las firmas niponas comenzaron a introducirse silenciosamente en varios mercados de los Estados Unidos durante esos años. Lo hicieron en el mercado de copiadoras, y más específicamente en el segmento de clientes que requerían de copiadoras de bajo volumen. Así empresas como Canon, Minolta, Ricoch y Sharp penetraron en el segmento de máquinas de alta calidad y bajo costos. Si bien Xerox tomó nota de tal situación, no consideró que las empresas japonesas fueran una amenaza. Considerando que el mercado de bajo volumen tenía escaso potencial, Xerox concentró su lucha con empresas como IBM y Kodak, por el mercado de alto volumen.

En el mercado de las motocicletas Honda entró en 1960 en los Estados Unidos con vehículos pequeños y livianos. Harley-Davidson disfrutando de un dominio casi hegemónico no vio en las unidades un peligro a su posicionamiento en el mercado.

A Honda se sumaron luego Suzuki, Yamaha y Kawasaki, haciendo retroceder fuertemente a Harley-Davidson en su posición de mercado, aún en las motos de alta cilindrada.

A medida que los japoneses recortaban una parte del mercado de los Estados Unidos, las corporaciones estadounidenses se preocupaban por los clientes mayores y más lucrativos y por sus principales competidores de los Estados Unidos.

Desde mediado de los años 70 y con epicentro en los mediados de los 80, las corporaciones norteamericanas, como así también las europeas empezaron a sentir el impacto de la competencia nipona. Competencia que no sólo se daba en materia de precios, sino también de calidad y servicios. Marcas como Sony y Panasonic se convirtieron, en materia de electrodomésticos, en sinónimos de calidad y confiabilidad, generando las bases para imponer precios superiores (“premium”).

Sumándose a los japoneses, se hicieron presente también productores muy esmerados de Corea del Sur, Taiwán, Singapur y Hong Kong; con lo cual los productores de electrónicos tales como Suylvania, Warwik, Admiral, Motorola y Philco, o bien fueron desplazados, o bien se quedaron a la vera del camino. En los años 80 las firmas japonesas pasaron a dominar el mercado de la TV en colores dejando a un lado a un peso fuerte como RCA, y arrinconando a General Electric y Zenith.

La industria automovilística norteamericana, pero también la europea, han sido las principales víctimas del inclaudicable avance de las empresas japonesas y su nueva forma de gestionar la producción.

Distintos países occidentales sufrieron su desdén por el cambio y la innovación, tanto de los productos como de los procesos industriales. Sólo basta mencionar como ejemplo a la industria relojera suiza, la industria de máquinas fotográficas de Alemania, y las máquinas herramientas estadounidenses.

Tiene que tenerse muy en cuenta que los principales expertos mundiales en calidad, Joseph Juran y W. Deming, empezaron a trabajar con los industriales japoneses al no encontrar interés por parte de los ejecutivos norteamericanos en mejorar los niveles de calidad.

Debe resaltarse que los costos más bajos de los productos japoneses, más allá del tipo de cambio, no dependen de los salarios bajos, se

originan y tienen lugar como resultado de una utilización más eficaz de los recursos productivos, tales como la mano de obra, las materias primas y el dinero. La escasez de estos recursos ha generado en los japoneses una clara conciencia del despilfarro, concentrándose por la razón en su eliminación sistemática. De tal forma incrementan constantemente sus niveles de productividad al centrar los procesos y la tecnología en la máxima producción con el mínimo de insumos.

Siguiendo los patrones establecidos por los japoneses, hoy día empresas de Malasia, Tailandia, Indonesia, China Continental y la India se esfuerzan en generar el próximo gran salto. China Continental no sólo está creciendo, sino que lo hace preocupándose para generar y desarrollar procesos de alta calidad a los efectos de incrementar el valor agregado de sus productos. Para ello están contratando a los mejores consultores en materia de calidad del Japón y de los Estados Unidos.

## La reacción de Occidente

En 1981 Xerox conjuntamente con su subsidiaria japonesa Fuji Xerox pusieron en marcha la hoy famosa metodología del benchmarking, programa de puntos de referencia competitivos, al cual define como el proceso continuo de medición de sus productos, servicios y prácticas, en relación con sus competidores más difíciles, como así también con las empresas líderes en determinados procesos. Xerox observa lo que están haciendo y obteniendo sus principales competidores, proyectando de tal forma sus objetivos a cubrir. De tal forma entre 1980 y 1986, Xerox hizo gigantescos avances en materia de calidad, costos y plazos de entrega de sus productos. La tasa de rechazo en la línea de partes entregadas por el proveedor se redujo de 10.000 a 450 partes defectuosas por millón, y fijó un nuevo punto de referencia de 125. Los defectos de calidad por cada 100 máquinas bajaron de 91 a 12, y se fijó un nuevo punto de referencia de cuatro. El costo de materias primas se redujo en un 50% y la compañía fijó la meta de reducir otro 50% como nuevo punto de referencia. Redujo también las tasas de costos de operaciones del 380% al 189%; el tiempo de entrega de fabricación bajó de nueve a cinco meses; y el inventario se redujo de 99 a33 días, fijándose como meta los nueve días.

Harley-Davidson respondió de forma muy parecida a la de Xerox, lo cual implicó como en el caso de ésta compañía, adoptar los sistemas de gestión japoneses del “Just in Time”.

Ford Motor, General Motor, Hewlett-Packard, 3M, Black and Decker, John Deere, Johnson Control, Omark y Motorola son algunas de las más destacadas empresas norteamericanas que ante la competencia global optaron por hacerle frente con la triple ofensiva de Just in Time + TQM + ITP (involucramiento total del personal). Es esta triple ofensiva lo que ha dado en llamarse la Producción Magra, la cual está centrada en la

eliminación sistemática de los desperdicios y despilfarros. Lograr ello implicó a los efectos de tratar de acortar las distancias con sus competidores extranjeros, sobretodo japoneses, aplicar la reingeniería en los procesos de negocios. De tal forma lograron eliminar las improductividades en los procesos productivos, comerciales y administrativos.

En el caso de Motorola, en 1981 su Comité de Políticas se propuso como objetivo mejorar 10 veces sus niveles de calidad en todas las secciones de la compañía, en un lapso de cinco años, e incluyó hasta departamentos cuyos niveles de calidad existentes eran ya los mejores de la industria. En 1986, la empresa había logrado y aún supera sus metas. Para 1992 se puso como objetivo lograr un nivel de calidad del 99.9997% de partes sin defectos, o sea 3,4 defectos por millón de oportunidades. Esto ha dado en llamarse Sistema Seis Sigma.

A fines de los 70 y comienzo de los 80 empieza a construirse lo que luego daría en llamarse la Teoría de las Limitaciones, punto de partida para los sistemas de producción sincronizada. La Teoría de las Limitaciones fue presentada por primera vez en 1984 en *La meta*, escrito por Eliyahu Goldratt y Jeff Cox. Este libro poco usual expuso una teoría de gestión bajo el estilo de una novela sobre un director de fábrica. La fábrica en cuestión se encuentra en graves problemas y a raíz de ello corre el riesgo de ser cerrada por la alta dirección de la empresa, pero finalmente la misma puede ser salvada echando por tierra las respetadas y consagradas prácticas de gestión que estaban creando tremendos problemas.

En *La meta*, la contabilidad de costo tradicional y los sistemas de información de desviaciones aparecen como responsables de muchos de los problemas que está sufriendo la fábrica. En lugar de concentrarse en las actividades que pueden incrementar los beneficios, el sistema de contabilidad de gestión tradicional centra su atención principalmente en esfuerzos contraproducentes por reducir los costes por unidad de producto. Si se hubieran realizado mejoras reales en las operaciones, el sistema de contabilidad de gestión casi invariablemente habría enviado señales inapropiadas en forma de desviaciones de coste desfavorables. A partir de allí se desarrolla una nueva metodología de mejora continua, fundamentada en la eliminación sistemática de “cuellos de botella” a los efectos de la mejor sincronización de los procesos productivos, reduciendo los tiempos de espera y los niveles de inventario, incrementando los niveles de rotación, mejorando el cumplimiento de los plazos de entrega, e incrementando los niveles de rentabilidad.

# Capítulo 01

# Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta)

Lean Manufacturing es el resultado final de la aplicación del Sistema de Producción Toyota (Toyota Production System – TPS) a todas las áreas del negocio.

Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta, son varias herramientas que nos permite eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Reducir desperdicios y mejorar las operaciones. "Es una filosofía de manufactura que acorta el tiempo entre la orden del cliente y el embarque, mediante la eliminación de los desperdicios"[1]

## Objetivos de Lean Manufacturing

Los principales objetivos de la Lean Manufacturing son los de implantar una filosofía de Mejora Continua que le permita a las compañías reducir sus costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad.

Lean Manufacturing proporciona a las compañías herramientas para sobrevivir en un mercado global que exige calidad más alta, entrega más rápida a más bajo precio y en la cantidad requerida. Específicamente, Lean Manufacturing:

[1] John Shook – Toyota's first (and still only) American "Kacho" (manager) in Japan.

- Reduce la cadena de desperdicios dramáticamente
- Reduce el inventario y el espacio en el piso de producción
- Crea sistemas de producción más robustos
- Crea sistemas de entrega de materiales apropiados
- Mejora las distribuciones de planta para aumentar la flexibilidad Beneficios

La implantación de Lean Manufacturing es importante en diferentes áreas, ya que se emplean diferentes herramientas, por lo que beneficia a la empresa y sus empleados. Algunos de los beneficios que genera son:

- Reducción de 50% en costos de producción
- Reducción de inventarios
- Reducción del tiempo de entrega
- Mejor Calidad
- Menos mano de obra
- Mayor eficiencia de equipo
- Disminución de los desperdicios: Sobreproducción, Tiempo de espera (los retrasos), Transporte, El proceso- Inventarios- Movimientos, Mala calidad.

## Evolución del Pensamiento Lean

La historia comienza con Sakichi Toyoda, quien creció en comunidades agrícolas predominantes a finales del siglo XIX. Tejer era una industria importante promovida por el Gobierno japonés. En la casa de Sakichi había un telar y como era costumbre en muchas otras casas, su madre pasaba largas horas en el. Sakichi, apesumbrado de ver a su madre pasar horas y horas en el telar realizando repetitivos movimientos de tejer se puso a pensar una manera de automatizar el telar y así aliviar a su madre.

En 1894, Sakichi comenzó a hacer telares manuales que eran más baratos, pero de mejor calidad (más características y menos errores). Empezó a trabajar en el desarrollo de su propio telar a motor. Este enfoque de aprendizaje y fabricado por él mismo, se convirtió en parte integrante del TPS (genchi genbutsu). Basándose en los inventos de Sakichi para automatizar telares la familia funda una empresa: Okkawa Menpu. (Compañía de Telas de Algodón), donde comienza a fabricar telas más eficientemente que el resto. El negocio se expande. Empresas y factorías adicionales se establecen. Nace, entre otras, la Toyoda Automatic Loom Works Ltd. (que traduce como Compañía de Telares Automáticos Toyoda S.A.) Sakichi se hace importante hasta el punto de recibir sendas medallas al mérito por parte del gobierno en 1912 y 1924. Entre sus invenciones, se encuentra un mecanismo especial para detener automáticamente el telar siempre que rompía el hilo: (jidoka o poka-yoke).

El telar "a prueba de error" se convirtió en el modelo más popular de Toyoda.

En 1926 Sakichi envía a su hijo a la famosa empresa textil Platt Brothers & Co. a estudiar el negocio textil (tal y como antes sucediera con Yamanobe Take). Tres años después, en 1929, Sakichi encarga a su hijo Kichiro ir a Inglaterra de nuevo. y, negocia la venta de los derechos de patente a los hermanos Platt de Inglaterra por £100.000 . (Durante esta segunda estancia el hijo de Sakichi se fija en el auge de los coches a motor en la sociedad inglesa).

Al volver a Japón fue el quien convence a la familia, tras tensas discusiones, de la nueva dirección y riesgos que la empresa familiar ha de tomar: construir automóviles. En una conversación que queda para la posteridad padre e hijo discuten. El hijo le espeta a un padre aun reticente: "*La cuestión no es si podemos construir coches o no, la cuestión es quién los va a construir!*"

La familia finalmente cede y da el visto bueno. En 1933 el consejo de administración de Toyoda acuerda crear el "departamento de automóviles" dentro de la empresa Toyoda Automatic Loom Works Ltd. En ese mismo año Kiichiro compra un Chevrolet (modelo Airflow) y lo desguaza para examinar cómo está hecho.

En 1930, estos fondos se utilizaron para empezar a construir la Toyota Motor Corp., 32 años después del establecimiento de Ford Co. (Ese mismo año la empresa cambiaria el nombre de Toyoda a Toyota, por motivos de marketing –sonoridad–, el nuevo nombre se decide mediante un concurso). A principios de 1934 se construye una fábrica-taller. Se instala una pequeña fundición y máquina-herramienta importada de occidente (una inversión muy cara en el Japón de entonces).

La contribución de Kichiro a la filosofía de Toyota es el JIT, qué es el matrimonio entre la idea de Ford de la línea de ensamblaje y sistema de los supermercados estadounidense de reemplazar los productos en los anaqueles justo a tiempo cuando el cliente retira algo.

En la posguerra, se presenta una inflación galopante, lo cual significaba problemas de pago por parte de los clientes, lo que genera problemas de flujo de efectivo, llevando a paros. Cuando la situación empeoró, a 1600 trabajadores se les pidió su "retiro voluntario".

Los paros resultantes y las manifestaciones públicas llevadas a cabo por los trabajadores, llevaron a la renuncia de Kichiro, por lo que Eiji Toyoda asumió como Presidente, contribuyendo con el liderazgo hacia el desarrollo del TPS.

Eiji contrató a Taiichi Ohno como el Gerente de la planta y le pidió mejorar el proceso de fabricación de Toyota por lo menos hasta llegar a ser igual a la productividad de Ford.

En 1950, Taiichi Ohno visita la competencia y estudió el "libro de Henry Ford", quedando impresionado con lo que parecía que en la empresa

Americana no fuera practicada la filosofía de Ford de eliminación de pérdidas.

Tuvo entonces la idea de reducir el inventario mediante la implementación de sistema de "Halar" de los supermercados Americanos. El sistema "Halar" fue implementado mediante las tarjetas Kanban.

Ohno también tomó ideas de Deming cuando estaba dando clases en Japón acerca de la calidad y productividad. Deming dijo a la industria japonesa sobre la necesidad de superar la satisfacción del cliente y también amplió la definición de clientes, incluyendo tanto a los clientes internos como externos.

"El siguiente proceso es el cliente", se convirtió en la más importante expresión de JIT, porque en un sistema "Halar", significa que el proceso debe siempre proceder como lo pida el proceso posterior, de lo contrario no funcionará JIT.

Posteriormente se empezó a trabajar en definir un sistema que implementara estos conceptos, mas algunos otros como son el Takt-Time, la nivelación de cargas, la estandarización y cerca de 300 conceptos o buenas prácticas que rigen el funcionamiento de las distintas áreas de la empresa, y así nace el *Toyota Production System* (TPS).

Taiichi Ohno (fundador de TPS) dijo: *"Todo lo que estamos haciendo es mirar la línea de tiempo desde el momento en que el cliente nos da una orden, hasta el momento en que recogemos el dinero. Y estamos reduciendo esa línea de tiempo, mediante la eliminación de los desperdicios que no generan valor agregado."*

Es así como el Ciclo Deming PHVA llevó al Kaizen.

Desde los años 60's hasta los 80's, se tuvo la creencia de que la planta era el "Core Business" (centro del nystem. James Womack (1990) introduce el término de Lean Manufacturing después de 5 años de estudio en la industria automotriz, con las prácticas de manufactura de Toyota para reducir las mudas.

Ya hacia finales de los 90's, muchos esfuerzos se habían realizado en las plantas, pero los expertos se dan cuenta que las mejoras en las plantas no pueden ser aisladas; de lo contrario, el valor percibido por el cliente sigue siendo el mismo. Por ejemplo, si el Lead-Time de planta es de 4 días y lo bajo a 3 haciendo grandes esfuerzos, pero las áreas de planificación, compras, logística, etc. Mantienen el Lead-Time total del proceso en 30 días, el cliente no percibe mejora alguna! Por ello, ahora se conoce al sistema que mejora los procesos en todas las áreas de una empresa como ***Lean Enterprise*** y al de Toyota como el ***Toyota Way.***

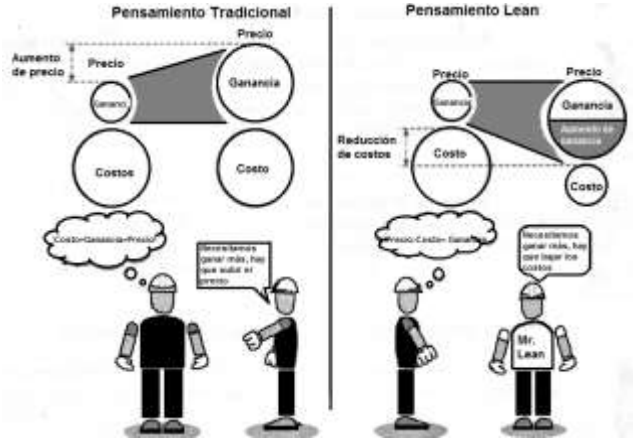
Nuevamente, los primeros en desarrollar un concepto Lean para el resto de la organización, fueron los Japoneses. Dentro del grupo Toyota se desarrolla una nueva metodología que aplicaba todos los conceptos de su sistema Lean (TPS) a las demás áreas de la empresa y especialmente en sus concesionarios y áreas comerciales y se le llamó "*The Toyota Way*", el cual tiene como objetivo, el de aplicar todos los conceptos del sistema

Lean, pero introduce un concepto fundamental dentro de esta área y es el de comenzar a medir la calidad percibida por el cliente y se empieza a hablar de los momentos de verdad y la generación de clientes de por vida.

## Pensamiento Lean

La parte fundamental en el proceso de desarrollo de una estrategia esbelta es la que respecta al personal, ya que muchas veces implica cambios radicales en la manera de trabajar, algo que por naturaleza causa desconfianza y temor. Lo que descubrieron los japoneses es, que más que una técnica, se trata de un buen régimen de relaciones humanas. En el pasado se ha desperdiciado la inteligencia y creatividad del trabajador, a quien se le contrata como si fuera una máquina. Es muy común que, cuando un empleado de los niveles bajos del organigrama se presenta con una idea o propuesta, se le critique e incluso se le calle. A veces los directores no comprenden que, cada vez que le 'apagan el foquito' a un trabajador, están desperdiciando dinero. El concepto de Lean Manufacturing implica la anulación de los mandos y su reemplazo por el liderazgo. La palabra líder es la clave.

| | Tradicional | Lean |
|---|---|---|
| Producción | Basado en pronósticos | Basado en órdenes |
| Lay-out | Basado en funciones / Departamentos | Basado en flujo de producto |
| Tamaño de lote | Grande | Pequeño |
| Proceso | Por lotes y haciendo cola | Flujo continuo en todos los procesos |
| Calidad | Muestreo por lote | Calidad durante el proceso<br>Calidad en la fuente<br>Calidad en el servicio |




## Los Principios del Pensamiento Lean

Lean manufacturing es una filosofía que se enfoca en la creación de actividades de valor agregado para el cliente, la identificación y eliminación sistemática del desperdicio y la mejora continua en ambientes de fabricación para aumentar la productividad."[2], esto hace referencia a la utilización de ciertas herramientas para eliminar aquellas actividades que no generan valor al proceso, reducir el desperdicio que se ve reflejado en la reducción de inventarios, reducción de tiempos de ciclo y en el cumplimiento de las ordenes de producción.

Se estima que "hoy en día que el 36**%** de los fabricantes Estadounidenses y el 70**%** de los fabricantes Ingleses están utilizando Lean como su metodología principal de mejora", lo cual debe mostrar cuán prominente se ha convertido el pensamiento Lean."[3]

Es así como hoy en día son más las empresas que utilizan la metodología de lean manufacturing en sus procesos productivos, aplicando sus diferentes herramientas para el logro de los objetivos propuestos

Podemos decir entonces que Lean es una estrategia para ser competitivo, identificando y eliminando el desperdicio en el producto y en todos los procesos, usando muchas prácticas y un orden secuencial, que es:

1. *Definir y generar valor para el cliente:* La mayoría de los clientes quieren comprar una solución, no un producto o servicio. Las herramientas utilizadas son:
    - Misión, visión y valores corporativos.
    - Plan estratégico y despliegue de planes de negocio.Score Card (Empresa–Unidad–Personal)
        - Principios de seguridad, salud y responsabilidad social
        - Auditorías corporativas Lean
        - Administración de la calidad percibida
        - Gente calificada
2. *Mejoramiento de los procesos y equipos, identifican la cadena de Valor:* Eliminar desperdicios encontrando pasos que no agregan valor, algunos son inevitables y otros son eliminados inmediatamente. Las herramientas utilizadas son:
    - SMED, 5's, Kaizen.
    - Traix Sigma, VSM, Workout, Red X.
    - Lean Lay-out, Tooling & Equipment
    - Planes de sugerencias y reconocimientos

[2] **PAREDES R**, Francis. Lean Production (Producción esbelta del flujo de valor) http://www.prompex.gob.pe/prompex/documents/miercoles_exportador/2006/02-15_lean_manufacturing.pdf. Fecha de consulta 22 de mayo 2011.
[3] **PAREDES R**, Francis. Lean Production (Producción esbelta del flujo de valor) http://www.prompex.gob.pe/prompex/documents/miercoles_exportador/2006/02-15_lean_manufacturing.pdf. Fecha de consulta 22 de mayo 2011.

- TPM
- Feed-Back, Feedforward
- Mejoras en el sistema de calidad

3. *Generación de flujos continuos y simples:* Hacer que todo el proceso fluya suave y directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor. Las herramientas utilizadas son:

   - Cadena de valor (VSM).
   - Takt Time
   - Producción balanceada
   - Poka-Yoke

4. *Generación de sistemas controlados por un "Pull" (Generar el aumento de nuevos clientes):* Una vez hecho el flujo, serán capaces de producir por órdenes de los clientes en vez de producir basado en pronósticos de ventas a largo plazo. Las herramientas utilizadas son:

   - Sistemas Pull
     - Sistema de órdenes en períodos fijos
     - Transporte externo controlado
     - Áreas de almacenamiento temporal

5. *Mejoramiento continuo (Kaizen):* Las herramientas utilizadas son:

   - Sistema de análisis y solución de problemas
   - Six Sigma, VSM, Go Fast, Workouts
   - Buenas prácticas
   - Equipos de trabajo de alto desempeño
   - Hecho con calidad (nivel II)

6. *Luchar por la excelencia (Perfeccionismo):* Una vez que una empresa consigue los primeros cuatro pasos, se vuelve claro para aquellos que están involucrados, que mejorar la eficiencia siempre será posible. Las herramientas utilizadas son:

   - Supply Chain Management
   - Hecho con calidad (nivel III)

Para lograr el objetivo de Lean y lograr cumplir con el ciclo requerido que es definir valor, mejorar proceso y equipos, generación de flujos, controlarlos a través de un pull, realizar mejora continua y lograr perfeccionamiento, todas las metodologías aplican 5 principios que rigen los esquemas de implementación y son:

1. *Principio de estandarización*: Proceso dinámico por el cual establecemos estándares y reglas que documentan el más seguro,

fácil y mejor método para realizar nuestro trabajo. L propósito es asegurar la repetitibilidad y consistencia de los procesos, con el fin de establecer una base a partir de la cual podamos mejorar. Los elementos de que consta son:

**a)** *Organización del lugar de trabajo*: Eliminación de los desperdicios a través del orden y limpieza del puesto de trabajo.

**b)** *Gerencia por Takt-Time*: Cambia el sistema en la producción, regulando todas las operaciones a través del tiempo ideal de fabricación.

**c)** *Trabajo estandarizado*: Se busca estandarizar todas las operaciones de trabajo.e busca definir y crear un sistema de ayuda visual en toda la organización.

**2.** *Principio de hacerlo con calidad*: Son los métodos por los cuales la calidad es hecha dentro del proceso de manufactura, de tal forma que los defectos son prevenidos, detectados y se implementan medidas de contención, para prevenir su recurrencia. El propósito es asegurar que los defectos no pasen al cliente. Los elementos de que consta son:

**a)** *Estándares de calidad del producto*: Instalar en los procesos, los controles sobre las características claves de la calidad del producto, tanto con el cliente interno, como con el cliente externo.

**b)** *Validación de procesos de manufactura*: Método para preparar los procesos de fabricación según estándares de calidad de productos y según trabajo estandarizado.

**c)** *Control en proceso y verificación*: Proceso que asegura que cada producto se produce de acuerdo a las especificaciones; también que éstas sean controladas de manera que los defectos son prevenidos, detectados y corregidos para prevenir la recurrencia.

**d)** *Sistema de información de calidad*: Proceso para obtener, organizar, analizar y pasar la información de calidad de manera correcta a la persona indicada en el momento justo.

**e)** *Gerencia del sistema de calidad*: Documentación común, procedimientos y estructura organizacional que apoyan el gerenciamiento del sistema de calidad.

**3.** *Principio del involucramiento de la gente:* Es el proceso mediante el cual los empleados toman parte como participantes entusiasmados del éxito de la compañía. El propósito es asegurar que todas las actividades estén orientadas al desarrollo y soporte de las personas; los empleados son el recurso más valioso Los elementos de que consta son:

**a)** *Visión, valores y prioridades culturales*: Desplegar estos conceptos y hacer que toda la empresa funcione buscando cumplirlos.

**b)** *Misión*: Desplegar este concepto y hacer que toda la empresa funcione buscando cumplirlo.

**c)** *Seguridad en primer lugar*: Cumplir con todos los principios de "Health & Safety" de los sistemas Lean.

**d)** *Personal calificado*: Se busca buscar un mejor rendimiento de la gente, a través de entrenamiento y calificación del personal en el puesto y tiempo justo.

**e)** *Concepto de equipo*: Crear equipos de trabajo de alto desempeño y autodirigidos. Empoderamiento.

**f)** *Compromiso de las personas*: Se busca que la gente se sienta comprometida con los resultados de la empresa, dándoles herramientas que sean simples de usar.

**g)** *Comunicación abierta*: Busca desarrollar métodos de comunicación abierta y simple, para mejorar el desempeño a través de una comunicación efectiva.

**h)** *Gerencia en la planta*: Busca desarrollar herramientas de gerenciamiento de piso, que permitan crear vínculos a través de la administración visual de planta.

**4.** *Principio de la mejora continua*: Es el proceso basado en la estandarización, en el cual el mejoramiento continuo es realizado a través de una serie de pequeñas y continuas mejoras. El propósito es mejorar permanentemente en seguridad, desarrollo de las personas, calidad, capacidad de respuesta y costo, a través de la eliminación del desperdicio. Los elementos de que consta son:

**a)** *Solución de problemas*: Este elemento busca tener un sistema estandarizado para la solución de problemas, al alcance de todo el personal de la organización.

**b)** *Despliegue del plan de negocios*: Busca implementar un esquema, no solo para realizar la planeación estratégica de la organización, sino un esquema visual para hacer todo el despliegue del mismo en planes de negocio para cada unidad.

**c)** *Concepto Andon:* Consiste en un sistema de comunicación visual y auditiva ante la necesidad de asistencia, cuando ocurre alguna anormalidad en producción.

**d)** *Diseño Lean de instalaciones, equipos, herramientas y Lay-out:* Se buscan diseños de Lay-outs simplificados, instalaciones y herramientas que mejoren el flujo de material en la planta.

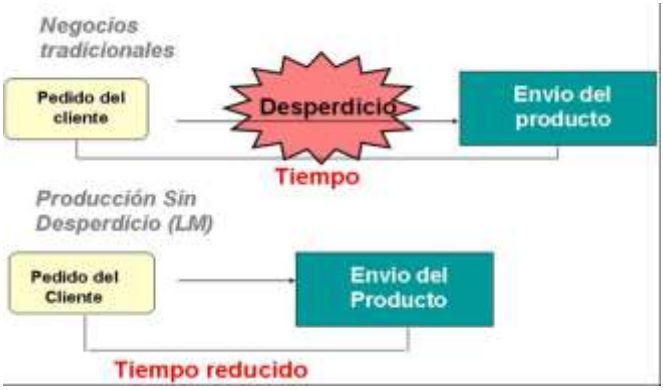
**e)** *Integración temprana de manufactura y diseño:* Se busca desarrollar, basados en la experiencia y nuevas prácticas,

productos y procesos que hagan énfasis en la simplicidad de los mismos.

**f)** *Sistema total de mantenimiento:* Busca la implementación de TPM y un sistema ideal de trabajo para el área de mantenimiento.

**g)** *Mejoramiento continuo:* Busca la eliminación de desperdicios, a través del entrenamiento y uso de herramientas como el plan de sugerencias, Six Sigma, Kaizen eyes, Go Fast, Red X, Proyectos VSM, Planes de reconocimiento.

**5.** *Principio de tiempos cortos de respuesta*: Es el movimiento de producto o material en la cantidad correcta, en el momento correcto, en el lugar correcto, con el equipo correcto y al menor costo posible, tanto para el proveedor como para el cliente.




El propósito es alcanzar el entusiasmo del cliente, entregándole su producto más rápidamente, manteniéndole una excelente calidad; finalmente la empresa se beneficia con la reducción de costos y una mayor lealtad del cliente. Los elementos de que consta son:

**a)** *Flujo simple de procesos*: Busca eliminar desperdicios en el proceso de manipulación y abastecimiento de materiales, haciéndolo además simple y directo.

**b)** *Embalaje en lotes pequeños*: Aumenta la flexibilidad de planta a través de la creación de lotes más pequeños y por ende el aumento de la productividad ante la manipulación y el abastecimiento de material en cantidades más pequeñas y contenedores más adecuados.

**c)** *Sistema de pedido de materiales en períodos fijos:* Busca que el período de material se realice en períodos programados y fijos.

**d)** *Transporte externo controlado*: Busca tener control en los procesos que requieren transporte de material.

**e)** *Entrega y recepción programada*: Instaura mecanismos de control visual para el material que es despachado y recibido.

**f)** *Almacén temporal de materiales*: Busca que el material tenga un almacenamiento temporal ideal (supermercados), para su clasificación, antes de entregarlo a producción.

**g)** *Sistema "Pull" de abastecimiento*: Busca abastecer el material a la línea, de acuerdo a sistemas de halado de material y que funcione de acuerdo al consumo del mismo.

**h)** *Órdenes de producción niveladas*: Busca que la planeación con el departamento de ventas esté de acorde con la capacidad de producción de la planta y que tenga un horizonte fijo.

**i)** *Gerencia de la cadena de suministro*: Asegura que el conocimiento de la logística y suministro de materiales sea practicado y ejecutado en todas las áreas involucradas.



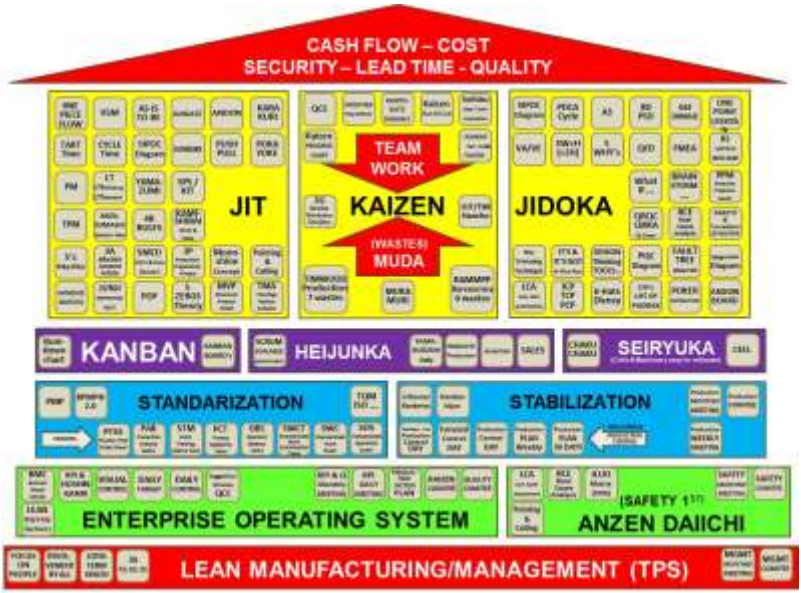

Las implementaciones más sobresalientes de Lean Manufacturing son las que comienzan con la implementación del TPM, el cual desarrolla una relación mutua entre todas las partes que conforman el sistema de producción más específicamente mantenimiento y producción.

TPM es una disciplina que comprende los ingredientes claves del Sistema de Producción Toyota (TPS), tales como:

- Participación Total.
- Dar poder a los trabajadores.
- Ambiente de liderazgo.
- Mejoramiento continuo.
- Desarrollo del sentido de propiedad.
- Confiabilidad aumentada. [4]

[4] **MORA**, Enrique. TPM el primer paso para la implementación de manufactura esbelta. http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE//articles_on_total_productive_maintenance/tpm/tpmfirststepSpanish.htm

Para ayudar a explicar a empleados y proveedores el Sistema de Producción Toyota, Taiichi Ohno y Eiji Toyoda crearon el gráfico llamado la “Casa de Toyota”. Ellos eligieron la forma de una casa por ser tan popular – y porque transmitía estabilidad. El techo contiene las metas principales del TPS: Calidad, Costo y Entrega superiores, mediante la eliminación del desperdicio.




Ya para finales del siglo XX e inicios del XXI, el resto del mundo occidental crea varias respuestas al TPS y al Toyota Way, incluyendo algunas mejoras. Así nace la aplicación de “Lean Enterprise” a través de principios GM (General Motors), a través de pilares Nissan y otras metodologías.

## Las metas de la empresa Lean

Los clientes constantemente tienen a las compañías bajo presión para reducir los costos y los tiempos de entrega, así como para tener la más alta calidad.

Determinando el precio que el cliente está dispuesto a pagar, y restando el costo, se puede determinar cuál será su ganancia (ganancia=precio-costo). Los clientes frecuentemente establecen el precio y también demandan la disminución de estos. Por eso es tan importante la disminución de desperdicios, ya que es la base para maximizar las ganancias.

Es por todo esto que Lean Manufacturing con su conjunto de herramientas viene trabajando en las organizaciones con el fin de eliminar

los desperdicios (por sobreproducción – espera -transporte innecesario- sobreprocesamiento o procesamiento incorrecto – inventarios- movimientos innecesarios y productos defectuosos o retrabajos) dentro de los procesos de producción.

La iniciativa Lean aplicada a los productos y servicios y procesos de negocio, se enfoca a desarrollar un mejor valor para el cliente, con las metas siguientes: mejora de la calidad, eliminación del desperdicio, reducir el tiempo de ciclo de los procesos y reducir los costos totales.

## 1. Mejora de la calidad

Calidad es la capacidad de los productos o servicios para cumplir con los deseos y necesidades de los clientes (requerimientos y expectativas). La calidad es la primordial para que una empresa sea competitiva en el mercado. Las decisiones de calidad se hacen día a día por todos los empleados. Se realizan los pasos siguientes:

- Comprensión de las expectativas y requerimientos del cliente, con herramientas tales como el Despliegue de la función de calidad (QFD).
- Revisar las características del producto o servicio para identificar si cumple con los deseos y necesidades del cliente.
- Revisar el proceso y sus indicadores para ver si son capaces de producir productos o servicios que satisfagan a los clientes
- Identificar las áreas donde los errores pueden crear defectos en los productos o servicios
- Realizar actividades de solución de problemas para identificar las causas raíz de los errores
- Aplicar técnicas a prueba de error a los procesos para evitar que ocurran los defectos, puede implicar cambios al producto / servicio o a la producción / negocios.
- Establecer métricas de desempeño para evaluar la efectividad de la solución

## 2. Eliminar el desperdicio

Un desperdicio es todo aquel paso innecesario para efectuar un trabajo que no agrega valor al producto y por lo que el cliente no está dispuesto a pagar. Los desperdicios son el principal factor para el aumento de los costos de fabricación.

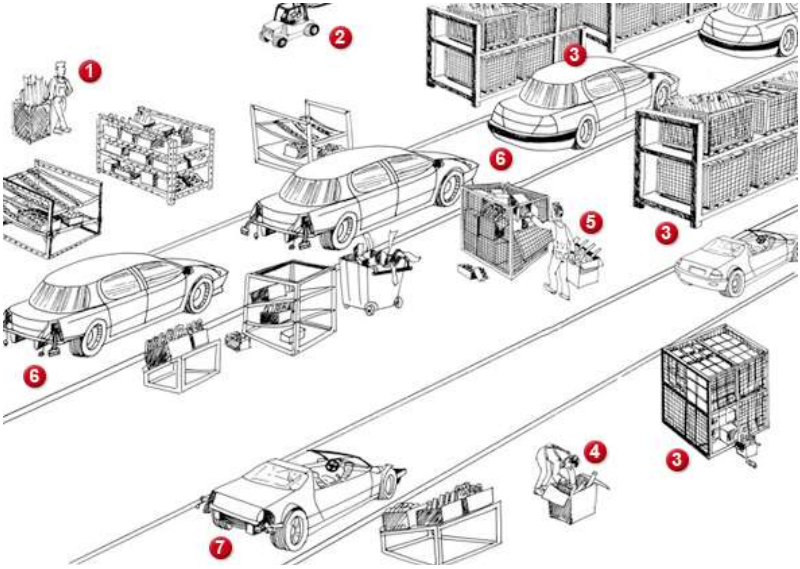
El desperdicio es por tanto, aquellas actividades que adicionan tiempo, esfuerzo, costo pero no valor. Desperdicio es un sinónimo, más que una causa raíz de un problema.

La eliminación del desperdicio inicia cuando nos imaginamos una operación perfecta con las siguientes condiciones:

- Los productos y servicios se producen solo para cumplir con un pedido del cliente – no a agregar inventario.

- Hay una respuesta inmediata a las necesidades del cliente
- Se tienen cero defectos e inventarios
- La entrega al cliente es instantánea

De esta manera se puede ver qué tanta muda o desperdicio hay oculto en la empresa. Los métodos Lean se enfocan a eliminar el muda o desperdicio y acercarnos a la empresa ideal.



**1.** Muda de espera
**2.** Muda de transporte
**3.** Muda de inventarios excesivos
**4.** Muda de procesos adicionales
**5.** Muda de movimientos innecesarios
**6.** Muda de sobreproducción
**7.** Muda de transporte

### 3. .Reducir el tiempo de respuesta

El objetivo es reducir el tiempo necesario para completar una actividad desde el inicio hasta el final, es una forma efectiva de reducir costos. Se divide en tres elementos:

**a)** *Tiempo de ciclo:* Es el tiempo que toma completar un proceso simple, tal como producir una parte o completar un pedido.

**b)** *Retardo en lotes o batch:* Es el tiempo que tiene que esperar una parte hasta que se completan o procesan las partes del lote total. Por ejemplo, el pedido que se ingresa al sistema hasta que se cuenta con todos los pedidos del día.

**c)** *Retardo del proceso:* Es el tiempo que debe esperar un lote después de una operación finalizada, hasta que inicie el siguiente proceso. Por ejemplo, el tiempo que debe esperar un pedido hasta que sea firmado por el gerente.

Las áreas donde se pueden reducir los tiempos de ciclo son las siguientes:

- Ingeniería
- Ventas
- Planeación de producción
- Compras
- Embarques
- Recibo
- Producción
- Inspección / retrabado
- Empaque
- Facturación y cuantas por cobrar
- Etc.

Algunas soluciones para reducir el tiempo de ciclo consideradas en el diseño del producto, manufactura y abastecimientos son las siguientes:

- *Diseño del producto:* simplificar la línea de productos, al reducir el número de características o variaciones en los productos o servicios y alinearlos con los requerimientos de los clientes
- *Manufactura:* modelar y simular los procesos para identificar desperdicios o muda y probar la efectividad de cambios. Atrasar la configuración final del producto hasta que el cliente lo pida. Flujo continuo de información y productos, evitando lotes e inventarios. Implementar soluciones tecnológicas. Cambios rápidos, para fabricar lotes tan pequeños como sea posible, de acuerdo al pedido del cliente. Estandarización del proceso a las mejores prácticas, eliminando los desperdicios.
- *Abastecimientos:* analizar la cadena de valor para identificar pasos del proceso y prácticas logísticas que no agregan valor tanto en procesos anteriores o posteriores a cadena de valor propia. Identificar inventarios en exceso de proveedores y clientes por tiempos de espera de manufactura largos. Descuentos en fletes causan sobreproducción, como ahorro mal entendido.

Los pasos a seguir para reducir los tiempos de ciclo son:

- Formar un equipo de trabajo y crear un mapa de la cadena de valor para el proceso de negocio en estudio
- Calcular el tiempo requerido para las actividades que agregan valor del proceso
- Identificar en el mapa de la cadena de valor, donde se puede reducir el tiempo de ciclo. A través de una lluvia de ideas hacer

que el tiempo total del proceso sea igual al tiempo requerido para las actividades que agregan valor (paso anterior)

- Identificar las restricciones del proceso y desarrollar un plan para eliminarlas o manejarlas de manera eficiente
- Establecer métricas para identificar la localización, duración, y frecuencia de los tiempos de espera asociados con este proceso
- Una vez establecido el plan para mejorar el proceso, medir la mejora
- Repetir este proceso para otros procesos ineficientes

## 4. Reducir los costos totales

Todos en la empresa deben participar en este objetivo, es un error maximizar la utilización del equipo de producción solo para crear sobreproducción, que incrementa las necesidades de almacenamiento y decisiones de negocio.

La estructura de costos de la empresa incluye costos fijos y variables, como sigue:

- *Costos variables:* costos para correr el negocio, como personal, materias primas y gastos indirectos. Se incrementan conforme se hacen productos o servicios adicionales
- *Costos fijos:* costos de estar en el negocio, incluyen diseño del producto, publicidad y gastos indirectos. Casi permanecen constantes a pesar de que la empresa haga más productos o servicios.

Algunos de los métodos de reducción de costos son los siguientes:

- *Precio objetivo:* se determina con base en los costos, clientes y la competencia. De esto depende el volumen de ventas.
- *Costo objetivo:* se determina con base en el costo de producción deseado. Los costos específicos se identifican para establecer metas límite.
- *Ingeniería del valor:* es un análisis de costos con base en las necesidades del cliente. Los estudios determinan el valor relativo de cada función durante la vida útil del producto o servicio.
- *Costeo basado en actividades (ABC):* se asignan gastos directos e indirectos, primero a los procesos y actividades y después a los productos, servicios, y clientes. Por ejemplo, se quiere determinar que porcentaje de los costos de ingeniería se deben asignar a las familias de productos para determinar su margen de contribución; o determinar la asignación de costos para cada cuenta de clientes, que permita hacer un análisis de rentabilidad.

- *Kaizen (mejora continua):* se enfoca a actividades de reducción de costos (reducción de Muda y tiempo de ciclo) en la empresa.
- *Mantenimiento de costos:* monitorea que tan bien las operaciones de la empresa se apegan a los estándares de costos establecidos por ingeniería, operaciones, finanzas, o contabilidad, después de las actividades de Kaizen.

Los pasos a seguir son:

- Decidir si los esfuerzos de mejora de costos se harán con productos actuales o nuevos
- Para nuevos productos se utilizan las técnicas de precio objetivo, costo objetivo e ingeniería del valor

Para productos y servicios actuales, revisar los productos y servicios de alto costo. Aplicar ABC, Kaizen y mantenimiento de costos para apoyar las iniciativas de mejora. La manufactura Lean es una filosofía de excelencia con base en:

- La eliminación planeada de todos los desperdicios o muda
- El respeto al personal: Kaizen
- La mejora consistente de la productividad y la calidad

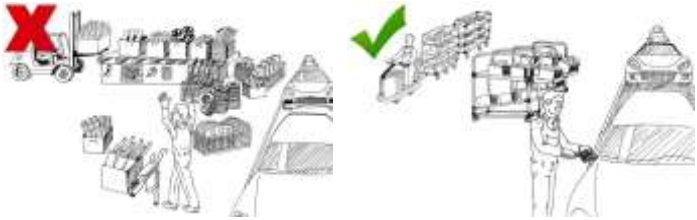
En conclusión las diferentes técnicas que posee lean manufacturing para eliminar actividades que no generen valor al proceso y por ende no causen desperdicios, son los mismos objetivos el cual apunta el TPM cero perdidas que generen mayor productividad, disminución de costos, aumentar la calidad entre otro y hace parte de los elementos claves para lean manufacturing.

## Los 7 tipos de muda o desperdicio (Lean = Eliminación de Muda)




Muda son las actividades que no agregan valor en el lugar de trabajo, su eliminación es esencial:

- *Sobreproducción:* ocurre cuando las operaciones continúan después de que han sido paradas. Como resultado se tiene: productos no requeridos y productos fabricados antes de que los requiera el cliente. Además, cuando es planeada, se hace por fallas anticipadas de máquinas, rechazos, capacidad de máquinas, etc.



La sobreproducción consiste entonces en:

- Producir más partes de lo necesario
- Producir partes a un ritmo más rápido de lo requerido

Es el resultado de adelantarse en el programa de producción; es el peor tipo de muda y ocurre cuando las operaciones no se detienen. Como consecuencia, los productos se amontonan en cantidades excesivas, requiriendo espacio adicional para almacenar el exceso de inventario, produciendo el consumo de materias primas antes de lo previsto, el consumo derrochador de mano de obra, los adicionales de maquinarias etc.

En definitiva: productos que se hacen antes que el cliente los necesite, pero que generan cierta sensación de seguridad y equivocada utilización eficiente de las maquinas o mayor productividad

- *Procesos adicionales:* se realizan cuando se presentan defectos, hay sobreproducción o faltante de inventario, incluyen reprocesos, retrabados, manejo y almacenamiento y utilizan operadores de línea y de mantenimiento para corregir los problemas generados por un error en los procesos anteriores o por el montaje de una pieza equivocada o defectuosa, entre otros. También se presentan cuando se corrigen errores administrativos.



Se refiere a las operaciones extra, como retrabajos, reparaciones, operaciones innecesarias, almacenamientos innecesarios, procesar trabajo que no es necesario porque no tiene conexión alguna con el avance de la línea ó el mejoramiento de la calidad del producto.

Este tipo de desperdicio por lo general puede ser eliminado con una técnica de sentido común y de bajo costo. Mediante la combinación de operaciones puede evitarse.

- *Inventarios excesivos:* no relacionados con el pedido del cliente. Incluye exceso de materias primas, WIP (Work in Process) y productos terminados. Para mantener los inventarios se requiere espacio en planta, transporte, montacargas, sistemas de transportadores, personal adicional, intereses devengados por inventarios de materiales, hasta encontrar un cliente que los compre. Son afectados por polvo, humedad y temperatura, deterioración y obsolescencia. También incluyen materiales de mercadotecnia o refacciones sin uso.



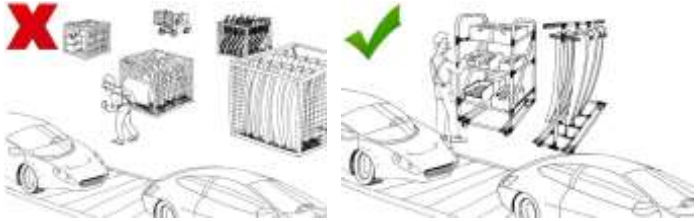
El exceso de inventario se refiere a cualquier exceso de stock o de productos terminados no requeridos en forma directa por ninguna orden de venta actual. El inventario es el resultado de la sobreproducción.

El inventario no tiene ningún valor agregado. Por el contrario, aumenta el costo de operaciones porque ocupa espacio, requieren elevadores de cargas, sistemas de transporte de bandas, y recursos humanos para administrarse.

Su calidad se deteriora con el tiempo, e inclusive podrían ser destruidos por incendios u otro desastre.

Bajar los niveles de inventarios nos ayudan a identificar áreas que necesiten atención y nos obliga a mantenernos flexibles a los requerimientos del cliente, y asegurarnos que se controla la variación en los productos.

- *Movimientos innecesarios:* se refiere a los pasos adicionales de los empleados para trabajar en layouts ineficientes, con defectos, reprocesos, sobreproducción, e inventarios excesivos o faltantes. Como en el transporte, los movimientos toman tiempo y no agregan valor al producto o servicio. Para la ergonomía, se sugiere analizar cada estación, el operador no debe caminar demasiado, cargar pesado, agacharse demasiado, tener materiales alejados, repetir movimientos, etc. El Layout de planta inadecuado genera distancias recorridas excesivas. Por ejemplo traer materiales de uso frecuente de un lugar lejano a la estación de trabajo.



- *Las esperas o colas:* se refieren a los periodos de inactividad en un proceso debido a que las operaciones anteriores a una estación de trabajo no se desarrollaron a tiempo, no agregando valor al producto. Se tienen esperas por operadores y máquinas ociosas causado por desbalances de línea, falta de partes o tiempos muertos de máquina

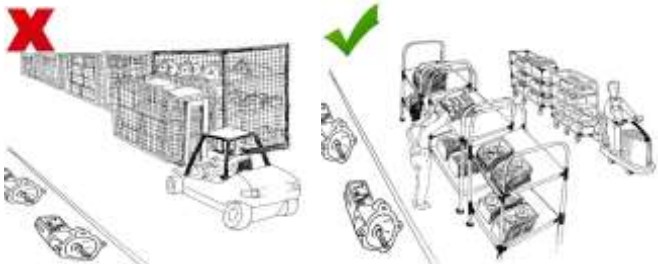


Los tiempos de espera se presentan cuando las manos del operador están inactivas, cuando un proceso se detiene porque una etapa anterior no entrega los productos a tiempo, o faltan partes de recambio o simplemente porque el operador supervisa una maquina mientras esta realiza el trabajo.

La falta de equilibrio y sincronización crea tiempo ocioso para productos, equipos y/o mano de obra.

Esto puede ser eliminado mediante el uso de takt time para balancear la línea

- *El transporte:* de materiales, tales como WIP, material que se transporta de una operación a otra. Se debe minimizar por dos razones: agrega tiempo muerto al proceso, ya que no agrega valor y puede inducir daño al producto o materiales durante el transporte.



Los transportes innecesarios de material, en especial de los productos en proceso. Se pueden observar muchas clases de transporte por medio de camiones, elevadores y bandas transportadoras. El transporte es parte esencial de las operaciones pero no contribuye con valor agregado al producto.

Es necesario evitar el movimiento a menos de que nos provea de elementos cuando y donde sea necesario.(I.e., Justo-A-Tiempo.)

Este tipo de desperdicio puede ser minimizado mediante una reorganización del lugar de trabajo

- *Defectos:* son productos o aspectos del servicio que no cumplen las especificaciones o expectativas del cliente. Los defectos tienen costos ocultos, por devoluciones, demandas y pérdida de ventas. También ocurren una diversidad de errores en las áreas administrativas.



  - Productos defectuosos son aquellos fuera de especificación respecto de los requisitos del cliente, causando quejas, reclamos y/o devoluciones
  - Scrap de producción: El rechazo de productos defectuosos interrumpe la producción y requiere una costosa repetición del trabajo, con frecuencia estos productos deben descartarse

Un ejemplo pueden ser los costos de mano de obra asociados con sobre tiempo para corregir los defectos, en un ambiente de producción masiva, de una máquina automatizada de alta velocidad con fallas de funcionamiento, que arroja una gran cantidad de productos defectuosos antes de que se pueda detener el problema. También puede ser el corregir un producto que fue lanzado al mercado sin tomar en cuenta los requerimientos del cliente, proveedor.

Los pasos para su reducción son:

**a)** Con un grupo de trabajo identificar un producto u operación ineficiente

**b)** Identificar los procesos asociados que tienen un bajo desempeño o requieren mejora. De ser posible seleccionar la operación cuello de botella en el proceso total.

**c)** Crear un mapa de la cadena de valor para la operación que se selecciona

**d)** Identificar en el mapa de la cadena de valor, la localización, magnitud, y frecuencia de los siete tipos de desperdicio asociados con esta operación

**e)** Establecer métricas e indicadores para identificar la magnitud y frecuencia de del muda asociado con esta operación.

**f)** Iniciar actividades de solución de problemas con métodos Lean para reducir o eliminar el Muda

**g)** Periódicamente continuar revisando los indicadores que se han identificado para continuar eliminando los desperdicios o muda relacionados con esta operación.

**h)** Repetir el proceso con otras operaciones ineficientes en la empresa.

## Diferencia entre "Lean" y "TPS"

Lean en inglés se refiere a algo delgado, sin grasas o elementos superfluos. Un entorno de producción lean significa un entorno sin cosas superfluas, y, por tanto, más eficiente donde considera superfluo todo aquello irrelevante para la producción. La idea de lean se corresponde, de alguna manera con el ascetismo del s. XVI. (la palabra asceta viene del griego: profesional, atleta). Los ascéticos: San Juan de la Cruz (1542-1591) y Santa Teresa de Jesús (1515-1582), por ejemplo, preconizaban el desapego del mundanal materialismo ya que creían que todo aquello superfluo e irrelevante constituía una distracción que obstaculizaba lo realmente importante: su fe religiosa. Otro influyente asceta fue San Ignacio de Loyola (1491-1556), gran emprendedor que funda lo que podríamos considerar la primera gran empresa lean made in Spain: La Compañía de Jesús.

Según una consultoría líder en temas de producción, el objetivo de *lean* es el mismo que el de TPS: la eficiencia. *Lean* se explica en términos antagónicos, es decir de sus *enemigos,* que son tres:

**1.** Derroche de los recursos.

**2.** Inflexibilidad de los procesos productivos que no se adaptan a las variaciones de la demanda (el mercado).

**3.** Variabilidad (poca estabilidad) de los procesos (defectos, nivel de servicio, etc.)

La diferencia fundamental entre *lean* y TSP, por tanto, es de forma y no de fondo y radica en la óptica que aplican: *lean* explica los conceptos desde una óptica racional-dualista, mientras que TPS explica las cosas desde una óptica confuciana más heurística.

Por tanto, *lean* se puede resumir en términos maniqueo–dualistas de lucha contra los malos (un concepto contrapuesto al *ying-yang*), donde

definimos a los malos como (i), (ii) y (iii). Por otro lado, TPS es un enfoque desarrollado en un ámbito más confuciano original de Asia.

Es fácil pasar por alto la importancia de estas diferencias culturales, pero existen diferencias culturales más profundas de lo que pensamos entre gente educada en occidente y gente educada en oriente, como los problemas socio-lingüísticos similares a la hora de explicarse en occidente.

## Los 14 principios gerenciales de TPS[5]

Veamos a continuación los **14 principios** gerenciales desagregados y aplicados:

### a) *Filosofía de largo plazo*

1. **Base sus decisiones gerenciales en una filosofía de largo plazo, incluso al costo de objetivos financieros de corto plazo. Esto significa en la práctica:** Mantener el foco en la misión organizacional, suplantando de esta manera todo tipo de decisión de corto plazo por otras orientadas al largo plazo y a la consecución de su propósito. Comprender el lugar que ocupa como gerente en la historia de la compañía trabajando para llevar a la misma a su siguiente nivel (su responsabilidad con la construcción del futuro de la empresa y de la transmisión de sus principios hacia los que vienen). Alinear a los empleados y a la organización entera con su misión. Generar valor para el cliente, la sociedad y la economía como punto de inicio. Ser responsable, y esforzarse por decidir su propio destino. Confiar en sus habilidades. Mantener y mejorar las habilidades que le permiten producir valor agregado.

### b) *Un proceso correcto producirá resultados correctos*

2. **Cree un flujo de procesos continuo a fin de traer los problemas a la superficie. Esto significa en la práctica:** Rediseñar el proceso de trabajo a fin de alcanzar un flujo continuo con un alto valor agregado. Esforzarse para llevar a cero el tiempo de parada de un proyecto de trabajo o la espera par que alguien pueda trabajar en él. Crear un flujo que permita mover materiales e información rápidamente así como establecer un link entre personas y procesos de manera tal que los problemas salgan a la superficie rápidamente. Hacer que el concepto de flujo sea central para la cultura organizacional. Esta es una de las claves del proceso de mejora continua y del desarrollo de las personas.

[5] Libro "El modelo Toyota" por Jeffrey K. Liker

3. **Utilice sistemas «pull» (del cliente a las líneas de producción) para evitar la sobreproducción. Esto significa en la práctica:** Proveer a sus clientes con lo que quieren, cuando quieren y en la cantidad que quieren. Trabajar con pequeños stocks, y re abastecer frecuentemente en base a lo que el cliente se lleva (esto minimiza la tarea de almacenamiento e inventario). Ser sensible a los cambios diarios en la demanda del cliente sin confiar en demasía en los calendarios de trabajo pre-establecidos o en los sistemas diseñados para el seguimiento de inventarios poco económicos.

4. **Estabilice la carga de trabajo (Heijunka). Esto significa en la práctica:** Eliminar sobrecargas de los equipos y de las persona. Eliminar excepciones en el calendario de producción. Estabilizar la carga de trabajo, como alternativa al trabajo por tandas.

5. **Construya una cultura orientada a «dejar de arreglar problemas». Cree una cultura orientada a conseguir calidad desde el origen. Esto significa en la práctica:** Comprender que la calidad es para su cliente el eje central de su propuesta de valor. Utilizar todos los métodos de aseguramiento de la calidad disponibles. Desarrollar en su equipo la capacidad para detectar problemas y resolverlos. Desarrollar sistemas visuales que alerten al equipo si una máquina necesita «asistencia». Desarrollar sistemas de soporte para la resolución de problemas, e implementar medidas de contingencia. Sentar las bases para comprender que es preferible avanzar lentamente o incluso parar un proceso, a fin de conseguir un alto nivel de calidad a largo plazo.

6. **Las tareas estandarizadas constituyen la base de la mejora continua y el empowerment de los empleados. Esto significa en la práctica:** Utilizar metodología estable y replicable a fin de mantener la predictibilidad de los procesos. Consolidar lo aprendido hasta el presente respecto a un proceso y convertirlo en mejores prácticas. Encarar a partir de las mismas un proceso de mejora continua. Consolidar las nuevas prácticas en nuevos estándares que permitan su transmisión a otras personas (gestión del conocimiento).

7. **Utilice controles Visuales. De esta manera los problemas no son escondidos Esto significa en la práctica:** La utilización de indicadores visuales simples que permiten determinar si el proceso se encuentra en una situación estándar o de desvío respecto a la norma. Evitar usar una computadora si es que la misma distrae la mirada

del empleado de la línea de producción. Reducir los reportes a una sola hoja de papel (en la medida de lo posible).

8. **Sólo utilice tecnología probada y confiable útil para sus procesos y empleados. Esto significa en la práctica:** Utilizar la tecnología como soporte para el desempeño de las personas, no para reemplazarlas. Utilizar procesos ya probados que aseguran la estabilidad de sus procesos..Desarrollar chequeos anuales previo a la adopción de nuevas tecnologías. Rechazar tecnología que entra en conflicto con la cultura organizacional, o que puede significar una disrupción en la estabilidad, fiabilidad o predictibilidad de sus procesos. No obstante lo antedicho, alentar a sus colaboradores a utilizar nuevas tecnologías cuando se trata de desarrollar nuevos enfoques en la manera de trabajar. Incorporar rápidamente una nueva tecnología (que ya ha sido probada) en la medida que la misma puede mejorar el flujo del proceso.

**c)** ***Agregue valor a su organización desarrollando a sus empleados y a sus proveedores.***

9. **Desarrolle líderes que comprenden minuciosamente el trabajo, viven la filosofía de la compañía y la enseñan a otros. Esto significa en la práctica:** Desarrollar a aquellas personas con potencial en la empresa (más que contratar talentos fuera de la misma). Entender que la tarea del líder es constituirse en modelos para sus conducidos, transmitiendo la filosofía de la empresa a sus colaboradores. Un profundo conocimiento por parte del líder, de la tarea cotidiana, de manera de poder «enseñar» a sus colaboradores.

10. **Desarrolle personas y equipos excepcionales que sigan la filosofía de su compañía. Esto significa en la práctica:** Crear una cultura fuerte y estable en la cual sus valores y creencias son ampliamente compartidos por los colaboradores Entrenar equipos y «talentos» a trabajar acorde a la filosofía de la organización a fin de alcanzar resultados excepcionales. Reforzar la cultura organizacional permanentemente Utilizar equipos inter-funcionales a fin de mejorar la calidad y la productividad, mejorando de esta manera el flujo a partir de la resolución de dificultades técnicas. Cuando las personas utilizan las herramientas de la empresa para solucionar problemas, esto produce empowerment. Entrenar a las personas a trabajar en equipo (esto es algo que se debe aprender).

11. **Muestre el debido respeto a su red de «asociados» y proveedores desafiándolos permanentemente a**

**ser mejores y ayudándolos a lograrlo. Esto significa en la práctica:** Tratarlos como una extensión de su propio negocio Desafiarlos a que crezcan y se desarrollen

**d) *La resolución permanente del origen de los problemas impulsa el aprendizaje organizacional.***

12. **Vaya y compruébelo usted mismo para entender minuciosamente la situación (Gen-chi Genbutsu). Esto significa en la práctica:** Resolver y mejorar procesos yendo a la fuente, observando y verificando personalmente. Pensar con base en datos que han sido verificados personalmente. Estas recomendaciones se extienden a los niveles más altos de la compañía.

13. **Tome decisiones lentamente y por consenso, considerando minuciosamente todas las opciones. Implemente las mismas rápidamente. Esto significa en la práctica:** No seguir una dirección hasta haber considerado minuciosamente otras posibilidades. Practicar el Nemawashi. (es decir el proceso de discutir el problema y sus potenciales soluciones con todos aquellos afectados por el mismo, acordando un camino a seguir).

14. **Haga de su empresa una organización aprendiente a través de la crítica implacable (Hansei) y la mejora continua (Kaizen). Esto significa en la práctica:** La utilización de herramientas de mejora continua (una vez establecido un proceso) a fin de determinar el origen de los problemas que surgen. Aplicar las medidas necesarias para resolverlos. Proteger a la base de conocimiento organizacional, tratando de retener al personal, implementando procesos de promoción y de cuadros de reemplazo. Reflexionar sobre aquellos proyectos finalizados a fin de realizar los aprendizajes necesarios para no reiterar errores cometidos. Aprender a partir de la estandarización de las mejores prácticas.

# Capítulo 02

# Hoshin Kanri
# (Administración por Políticas)

**Management by Policy o Hoshin Kanri** es una metodología de dirección estratégica en la cual se identifican los objetivos del negocio y se definen los proyectos de mejoras requeridos para alcanzar las metas del negocio propuestas.[6]

Esta metodología también se le conoce con el nombre en Japón de Hoshin Kanri y su origen fue gracias a la visita de Dr peter F Drucker en 1950's e incorporándose en los años 60's en Industria de llantas Bridgestone Tire Corporation, más adelante se ven ejemplo como Hewlett Packard, Ford, Xerox y otros.

## Definición de los términos:

**Hoshin:** Estratégica a largo plazo

**Kanri:** Sistema de control

**Políticas:** es una regla general o los principios de operación. Esta se convierte en política cuando el proceso es aprobado por la gerencia. Las políticas consisten en objetivos y los respectivos medios para alcanzarlas.

[6] http://www.manufacturainteligente.com/

## Los pilares de esta metodología Hoshin Kanri

- Esta metodología tiene como base fundamental la premisa que en que toda la organización y en cualquier nivel se comprenda la estrategia a largo plazo y que todos sean partícipes en la definición de cómo alcanzarla.
- Policy Management inicia desde la alta gerencia donde se determina la visión del negocio, la dirección y cuáles son las oportunidades de mejora que tiene la organización.
- Esta metodología utiliza los esfuerzos de los equipo de trabajo Kaizen para lograr las metas

El ciclo de Hoshin Kanri – Management by Policy se puede determinar de esta manera:

- Crear política
- Identificar las mejoras
- Despliegue de la política en la organización
- Implementación de política
- Revisión de la política

## Crear política de la metodología de Hoshin Kanri

El responsable de la creación de la políticas es la gerencia y este las revisará con los empleados antes de hacerla oficial.

Entre los puntos destacar de esta metodología en diferencia con otras es que todos los empleados tienen mucha participación y se promueve la discusión entre la gerencia y los demás empleados.

Este paso de crear la política tiene mucho que ver con el proceso "Catch ball process" que hablaremos más adelante.

Al crear la política la gerencia debe tener en mente tres áreas importantes como es la estrategia Cooperativa, estrategia del negocio y estrategia de Funcional.

La **Estrategia Corporativa** la cual se refiere a la visión de la gerencia y es a largo plazo. Es importante tomar en cuenta análisis de mercado de producto, portafolio y recursos para determinar las oportunidades de la empresa y así colocar metas para mejorar el desempeño año con año.

La **Estrategia del negocio** son los objetivos que nos trazamos para llegar a la visión creada. En esta parte de la estrategia se determinan objetivos de mejora de market share, lealtad de clientes y capital de trabajo como ejemplos.

La **Estrategia operacional** la cual nos proporciona control en el nivel operacional con esta estabilidad nos ayuda a mejorar tiempo de respuesta como también la satisfacción al cliente.

Luego de la creación de las políticas gerenciales se realiza el despliegue de estas donde Hoshin kanri tiene como principio fundamental hacerlo de la mejor manera posible integrando toda la organización.

**Identificar las mejoras necesarias para lograr la visión**

Los esfuerzos en una organización con Hoshin kanri como metodología debe poner sus esfuerzos para alcanzar las metas en los equipos de trabajo de Kaizen y de los cuales se dividen en 2 tipos de equipos:

**Kaizen basados en estándar**, los cuales nos aseguran mejorar y tener el control de la organización estable. Estos se aseguran que si sigue un estándar y se mejora este con el tiempo.

**Kaizen basados en objetivos s**on creados para realizar los impactos que requiere lograr llegar a la necesidad de la organización con respecto a la política establecida en el plan estratégico.

## Despliegue de políticas en Hoshin Kanri

Las políticas creadas se despliegan mediante la metodología “Catch-Ball”. Esta se basa en tener negociaciones entre los niveles de la organización de arriba abajo y abajo hacia arriba. En este diálogo se revisan los objetivos y los medios requeridos. Se debe tener datos e información necesaria para que sea una negociación objetiva y sea más fácil para los dos partes.

Para un adecuado despliegue estructurado las políticas deben contener los siguientes puntos:

- Política. La cual es una regla general o los principios de operación.
- Los objetivos o resultados medibles en un determinado tiempo para alcanzar la política.
- Tener forma de medición del objetivo.
- Acciones requeridas de la organización para implementar la política (Plan de acción)
- Puntos de control donde la gerencia crea contramedidas para lograr resolver cualquier obstáculo.

## Implementación de políticas

La implementación de proyectos consiste en la creación de plan de implementación con actividades, responsables y tiempo para la ejecución por parte de los equipos de mejora continua y los equipos de cambio. Con este plan de implementación la gerencia logra realizar los puntos de control que hablamos anteriormente y crear contramedidas para lograr los objetivos.

Un punto a destacar es la participación de la gerencia y esta debe velar porque el equipo avance, tenga los recursos necesarios y la gente adecuada.

## Revisión semanal, mensual y anual de políticas

Es una meta de la organización lograr revisar a nivel semanal y mensual el avance y dirección de las políticas de cada departamento o área de organización. Debemos ser disciplinados ya que la gerencia se hace participe en este momento revisando y comunicando el seguimiento ya que este debe ser extendido a todas las personas así lograr alinearse si surge cambios grandes.

Luego de transcurrido el año se debe hacer un análisis de los resultados con el propósito de obtener retroalimentación de los clientes externos e internos, así como también determinar los obstáculos que nos atrasaron durante el año o que nos hicieron fracasar en algún objetivo. Si esto se hace dándole la importancia debida por toda la empresa estaremos eliminando muchas piedras del próximo año.

# Capítulo 03

# Las 3P
# Process – Preparation - Production
# (Proceso – Preparación – Producción)

Las 3P es una de las más poderosas y transformadoras herramientas avanzadas de fabricación. Una equivocación común para aquellos que no practican Lean es pensar sin retroalimentación alguna del cliente o de sus proveedores. Normalmente sólo se utilizan (las 3P) por organizaciones que tienen experiencia en la aplicación de otros métodos Lean. Mientras kaizen y otros métodos Lean **entienden** un proceso de producción como un hecho y tratan de mejorarlo, el **P**roceso de **P**reparación de la **P**roducción (**3P**) se centra en la eliminación de los residuos en la fase del diseño de productos y procesos.

Por lo tanto, 3P busca satisfacer las necesidades del cliente desde el inicio el desarrollo de los productos con el fin de diseñar productos y procesos **lean** que requieran menos recursos de tiempo, materiales, y de capital. Este método suele implicar un grupo diverso de individuos en un proceso creativo de varios días para identificar varias formas alternativas para satisfacer las necesidades del cliente utilizando diferentes diseños de productos o procesos. 3P es usado para producir más rápido y fácil o para que el producto sea más fácil de usar y mantener. 3P también sirve para diseñar procesos de producción que eliminan varios pasos del actual proceso por menos equipos o máquinas y del tamaño adecuado para cumplir las necesidades de producción.

3P ofrece potencial para hacer un salto cuántico y cualitativo en nuestras mejoras de diseño que pueden a su vez mejorar el rendimiento productivo y eliminar los residuos a un nivel más allá de lo que puede lograrse a través de la mejora continua de los procesos existentes.

## Los pasos típicos del equipo en un evento 3P

- **Definir Objetivos y Necesidades para el producto o el proceso de diseño:**
  El equipo de trabajo busca entender las necesidades que deben cumplirse del cliente principal. Evaluarán componentes y materias primas para evaluar la función que desempeña cada uno en el proceso o producto.
- **Diagrama:**
  Un diagrama de espina de pescado o de otro tipo es creado para demostrar el flujo de la materia prima para terminar producto. El equipo del proyecto analiza cada rama del diagrama (o cada ilustración) y una lluvia de ideas o palabras clave ayudan a describir el cambio (o "transformación").l.
- **Encontrar y analizar ejemplos en la naturaleza:**
  El equipo del proyecto intenta encontrar ejemplos de cada palabra clave en la naturaleza. Los ejemplos que mejor ejemplifiquen la palabra clave que nos ayude a comprender mejor cómo se produciría nuestro proceso en la naturaleza, serán los elegidos. Aquí, los miembros del equipo han hecho hincapié en cómo funciona la naturaleza en el ejemplo y por qué. Cada una de las cualidades únicas del proceso natural se diseccionan y a continuación, los miembros del equipo discuten cómo el proceso natural se puede aplicar a la etapa del proceso de fabricación.
- **Boceto y evaluar el proceso:**
  Se forman Sub-equipos y cada miembro de estos equipos dibujará diferentes formas de realizar el proceso en cuestión. Cada uno de los bocetos se evalúa y se elige el mejor o lo mejor de cada uno de los que no han sido elegidos para realizar el prototipo del proceso o del producto.
- **Construir, Probar y Seleccionar Prototipos:**
  Los prototipos del equipo se evalúan junto con el proceso elegido, si es necesario durante varios días trabajando con diferentes variaciones de los prototipos para asegurarse de que se cumplen los criterios.
- **Revisar el diseño o proceso:**
  Una vez que un concepto se ha seleccionado para el refinamiento adicional, se presenta a un grupo más grande (incluyendo los diseñadores originales de productos) para la retroalimentación.
- **Desarrollar un plan de ejecución del proyecto:**

Si el proyecto es seleccionado para proceder, el equipo selecciona un líder del proyecto que ayuda a determinar el calendario, el proceso, las necesidades de recursos y la distribución de responsabilidades para su conclusión.

## 3P y el Medioambiente

Los beneficios potenciales de aplicar las 3P son la **eliminación de los residuos** en la fase de diseño de producto y proceso. Estas técnicas pueden tener un profundo impacto de la calidad ambiental, evitando enfoques de diseño que producen impactos ambientales perjudiciales. 3P mira a la naturaleza de los modelos de diseño, donde los procesos son inherentemente libres de residuos. También **disminuye los requerimientos de materiales y energía** para la producción. La eliminación de stocks y almacenes consigue que se ocupe menos espacio, reduciendo los impactos ambientales asociados con ese espacio (materiales, por ejemplo, menor uso de calefacción, de refrigeración, de iluminación, más limpieza y mantenimiento, más espacio útil, etc).

3P Puede **eliminar pasos del proceso o sustituir una etapa de proceso por otra** que requiera menos tiempo ciclo, materiales, o coste. Fomenta el diseño de productos que son menos complejos. Esto a menudo se traduce un menor uso de piezas y menos materiales o tipos de materiales. Estos diseños mejoran la facilidad de desmontaje y reciclado de productos, exigencias de las agencias públicas ambientales.

El potencial defecto de las 3 es no considerar o evaluar los riesgos y la contaminación asociada a los procesos o que el diseño del producto de lugar a opciones que puedan dar como resultado impactos ambientales mayores de los que realmente podría haberse logrado.

No incorporar consideraciones y objetivos ambientales en un proceso 3P potencialmente puede dar lugar a la indiferencia de valiosas opciones de prevención y de sostenibilidad de la contaminación.

En resumen, el objetivo de las tres P (3P) es desarrollar un proceso o diseño de un nuevo producto que cumpla con los requisitos del cliente de la manera más esbelta, con el menor número de residuos, el máximo valor agregado y generar el menor impacto medioambiental.[7]

[7] http://www.leanproduction.co/

# Capítulo 04

# Q.C.C.
# Quality Control Circle
# (Círculos de Control de Calidad)

Los círculos de control de calidad son equipos integrados por un pequeño número de personas que desarrollan su actividad en una misma área, junto a su supervisor, y que se reúnen voluntariamente para analizar problemas propios de su actividad y elaborar soluciones.[8]

El origen de los círculos de calidad se encuentra en Japón y en el movimiento de la Calidad Total que se desarrolló en ese país. Esta perspectiva pone el énfasis en la participación total; en la cooperación de todos los departamentos y empleados. El control de calidad no ha de limitarse a la inspección, para evitar que los procesos generen productos defectuosos, y a los departamento de producción, sino que ha de extenderse a todas las actividades de la organización: desde el diseño de productos, hasta la fabricación, la garantía posventa, los subcontratistas y el resto de actividades auxiliares o de soporte, como la contabilidad o la administración del personal. Un planteamiento en el que puede reconocerse lo que más tarde se denominará Gestión de la Calidad Total.

La gestión de la calidad total tiene como principios:

[8] *Círculos de Calidad. Cómo hacer que funcionen. Philip C. Thomson. Editorial Norma. Impreso en Colombia, 1984*

- Centrarse en el cliente y en los grupos de interés.
- Participación y trabajo en equipo en todos los niveles de la organización.
- La mejora continua.

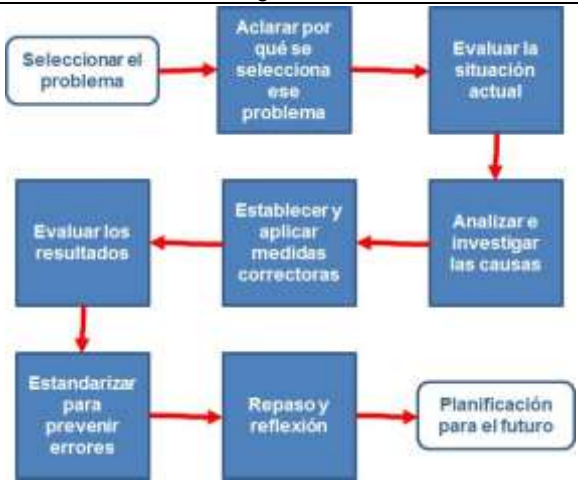
Para canalizar la participación se impulsó la creación de círculos de calidad. En este sentido el hito inicial fue la publicación del primer número, en abril de 1962, de la revista *Gemba-To-QC* (control de calidad para supervisores), cuyo consejo editorial estaba presidio por Kaoru Ishikawa, cuyo fin era instruir a los supervisores en el control de calidad.

Ya que los trabajadores no estaban acostumbrados a leer, se tomó la alternativa de que los trabajadores leyeran la revista en grupo en reuniones donde se discutían y analizaban los problemas que surgían en el trabajo a fin de no volverlos a cometer y se analizaban los métodos estadísticos susceptibles de ser aplicados en los análisis. Este fue el inicio de los círculos de calidad.

Un círculo de calidad es: "Un grupo pequeño que desarrolla actividades de control de calidad dentro de un mismo taller. Este pequeño grupo lleva a cabo continuamente, como parte de las actividades de control en toda la empresa, autodesarrollo y desarrollo mutuo, control y mejora dentro del taller utilizando técnicas de control de calidad con participación de todos los miembros" (Ishikawa, 1980).

## Procedimiento de Círculos de Control de Calidad

Los círculos de control de calidad se reúnen periódicamente, durante una hora a la semana y dentro del horario laboral, aunque si es necesario el número de horas y reuniones puede ser ampliado. Son los propios componentes del círculo quienes seleccionan el problema a tratar, siendo esta la primera decisión que habrá de tomar el equipo.




Obtienen la información oportuna y, si es necesario, pueden contar con técnicos y asesoramiento externo en general, ya que la gerencia les apoya completamente y les brinda toda la ayuda que precisen.

La dirección del círculo no tiene que ser siempre ejercida por el mando directo del grupo. Es posible que otro miembro distinto del círculo coordine y dirija las reuniones.

- Antes de iniciar las reuniones, los componentes reciben capacitación sobre diversos temas:
- Participación en círculos de calidad.
- Cómo dirigir reuniones.
- Técnicas para analizar problemas y tomar decisiones.
- Presentación de resultados a la dirección.

Habitualmente los círculos de calidad cuentan, al menos en los primeros momentos, con el apoyo de un *facilitador*, que no pertenece al grupo y cuyo cometido es múltiple:

- Promover dinámicas de grupo efectivas.
- Sugerir herramientas y técnicas de análisis y solución de problemas, así como proporcionar asesoramiento sobre ellas.
- Asegurar la participación equilibrada de todos los miembros del grupo.
- Regular el proceso de equipo en general, es decir el *cómo* trabaja el grupo para alcanzar el objetivo.

Una vez decidido el problema sobre el que se va a trabajar, y analizado éste, el círculo presenta la propuesta de solución a la gerencia. La

conclusión debe estar fundamentada en un completo estudio sobre su impacto, mejoras, costes asociados, beneficios a obtener y otras consecuencias derivadas de su adopción.

Presentada la propuesta, reciben reconocimiento por su labor. El mismo hecho de realizar la exposición ante la dirección, ya es una oportunidad para ello. Asimismo, los trabajos son difundidos y, en su caso, publicados en el boletín o revista de la organización. También se conceden premios, diplomas, menciones,… En algunas organizaciones se recibe alguna compensación económica.

Los círculos de calidad son grupos relativamente estables. Evidentemente dependen de la voluntariedad de los empleados para formarlos, pero una vez resuelto un problema, el círculo se mantiene reiniciando el proceso de elección de otra dificultad, su análisis, solución y correspondiente propuesta. Y así sucesivamente.

Estos grupos se estructuran paralelamente a la organización formal, hasta abarcarla completamente. De este modo, los trabajadores de línea se organizan en círculos y, en un nivel superior, sus supervisores lo hacen a su vez en otro círculo. Así hasta los niveles superiores. Puede existir una *oficina de círculos de calidad* que organiza y sirve de apoyo a todo el proceso. Esto da una idea de la complejidad que significa implementar esta modalidad de trabajo, que exige un grado muy desarrollado de madurez en cuanto al trabajo en equipo

# Capítulo 05

# Kaizen
# (Mejoramiento Continuo)

## Historia



**Kai** – Cambio



**Zen** – Bueno (Para mejorar)



**Kaizen** – Mejoramiento continuo

Filosofía utilizada para lograr el crecimiento sostenido de la organización, institución o persona, mediante la mejora permanente y sistemática de los resultados de un proceso. La **mejora continua** es el "motor" del T.Q.M.

- **Creador:** Masaaki Imai (1986)
- **Pilares:**
  - Trabajo en equipo.
  - Herramientas de solución de problemas, entre otros

Kaizen es lo opuesto a la complacencia. Kaizen es un sistema enfocado en la mejora continua de toda la empresa y sus componentes, de manera armónica y proactiva.

El Kaizen surgió en Japón como resultado de sus imperiosas necesidades de superarse a sí misma de forma tal de poder alcanzar a las potencias industriales de Occidente y así ganar el sustento para una gran población que vive en un país de escaso tamaño y recursos. Hoy el mundo en su

conjunto tiene la necesidad imperiosa de mejorar día a día. La polución ambiental, el continuo incremento de la población a nivel mundial y el agotamiento de los recursos tradicionales más fácilmente explotables, hacen necesaria la búsqueda de soluciones, las cuales sólo podrán ser alcanzadas mediante la mejora continua en el uso de los recursos en un mundo acostumbrado al derroche y el despilfarro.

La pobreza y las hambrunas no tienen su razón de ser más que por la falta de ética de los gobernantes y líderes mundiales, pues no es necesario utilizar costosas tecnologías ni sistemas complejos de administración para implementar métodos que permitan mejorar de forma continua los niveles de eficiencia y efectividad en el uso de los recursos.

Si a lo expresado anteriormente se le agregan los profundos cambios que están aconteciendo a nivel mundial con las caídas de todas las barreras comerciales, tanto legales y políticas, como físicas, producto de las modificaciones políticas, culturales y tecnológicas, nos encontramos actualmente con economías totalmente globalizadas. El entorno tanto para las grandes empresas, como para las medianas y pequeñas, y sea cual sea su tipo de actividad, está cambiando a un ritmo muy veloz. Dentro de este marco, empresas e individuos deben adaptarse a los nuevos retos, capacitándose y poniéndose al día con los cambios tecnológicos y adoptando una nueva visión del comercio y del mundo.

Dentro de esa nueva visión, la necesidad de satisfacer plenamente a los consumidores y usuarios de productos y servicios, la creatividad puesta al servicio de la innovación, y el producir bienes de óptima calidad y al coste que fija el mercado, son los objetivos a lograr.

Estos objetivos no son algo que pueda lograrse de una vez. Por un lado, requiere concientización y esfuerzo constante para lograrlos; pero por otro lado, necesita de una disciplina y ética de trabajo que lleven a empresas, líderes y trabajadores, a superarse día a día en la búsqueda de nuevos y mejores niveles de performance que los mantengan en capacidad de competir.

No tomar conciencia de estos cambios y necesidades, llegará a ser letal para todos aquellos que no lo comprendan y entiendan debidamente. Enormes masas de individuos luchan todos los días para subsistir en el mundo, y para ello tratan de vender productos y servicios mejores y más económicos. Para ello utilizan todos los medios a su alcance: si un guerrero para sobrevivir se entrena diariamente, tratando de mejorar porque en ello está depositada su supervivencia, de igual forma empresas e individuos deben entrenarse y mejorar día tras días, pues en ello también está depositada su supervivencia. Lograr alimentarse, vestirse, curarse y tener un techo es algo que nadie regala. Los que ya lo han

entendido así están plenamente en carrera, muchos aún no lo han comprendido.

El Kaizen no sólo debe ser comprendido por los empresarios y trabajadores, sino también por los gobernantes, educadores, estudiantes y formadores de opinión. El Estado no sólo debe mejorarse a sí mismo, sino que además debe fomentar y capacitar a sus ciudadanos para lograr la mejora continua como única alternativa posible en un mundo en el cual no hay alternativas.

En un mundo de rápidos cambios y transformaciones tecnológicas, culturales, políticas y sociales, no poner el máximo esfuerzo en adaptarse rápidamente a ellos constituye una actitud que podría catalogarse o bien de soberbia o lisa y llanamente de estúpida.

La primera gran conmoción económica tuvo lugar en 1973 cuando luego de un período muy extenso el precio del petróleo sufrió una estrepitosa suba que hizo poner en jaque a las economías occidentales, basadas en una amplia utilización del petróleo como insumo para la producción de energía. Dentro de ese marco salieron triunfantes las empresas más flexibles al cambio y con mayor capacidad y velocidad de adaptación. Las grandes fábricas norteamericanas, tanto de autos como de electrodomésticos, sujetas a los anteriores paradigmas, sufrieron el fuerte embate de las empresas japonesas, capacitadas para asombrar a los consumidores americanos y europeos con artículos sofisticados y de precios mucho más accesibles.

Esa gran capacidad de las empresas japonesas se debió a la utilización del sistema Kaizen, el cual, basado en una filosofía y haciendo uso de innumerables herramientas, métodos e instrumentos administrativos, tomaron por asalto no sólo a las corporaciones americanas, sino también a sus concepciones de management.

Así, una a una las industrias occidentales en materia automotriz, motos, relojería, cámaras fotográficas y de video, fotocopiadoras, entre muchas otras, fueron cayendo bajo las competidoras japonesas. Empresas como Toyota, Honda, Mazda, Isuzu, Suzuki, Yamaha, Kawasaki, Mitsubishi, Olimpia, Minolta, Bridgestone , Subaru, Canon, Matsushita, Konica, Sharp, Sanyo, Casio, Seiko, Orient, NEC, JVC, National, Hitachi, Daihatsu, Fuji Electric, Fujitsu, Ricoh, Nissan, Nipón Steel, Pentel, Komatsu, entre otras muchas, invadieron y desplazaron a las marcas occidentales en las vidrieras y gustos del público. Productos que eran considerados baratos y de baja calidad, pasaron a ser demostrativos de nivel, poseyendo un alto valor de mercado, debido a la alta relación calidad-precio.

El país que hasta hace poco tiempo recibía a los grandes gurúes de Occidente en materia de calidad, tales como Deming y Juran, ahora exportaban sus asesores y conocimientos a las naciones occidentales. Entonces cobraron renombre figuras tales como Ohno, Imai, Ishikawa, Shingo, Mizuno, Taguchi, Otha y Karatsu.

Igual ejemplo y disciplina por la mejora en la calidad y productividad siguieron países como Corea del Sur, Singapur y Hong Kong.

## Cinco elementos base del Kaizen

1. Trabajo en equipo.
2. Disciplina personal.
3. Moral mejorada.
4. Círculos de calidad.
5. Sugerencias para mejora.

## Factor clave para el desarrollo del Kaizen

*Un factor clave del desarrollo del Kaizen es la eliminación del desperdicio (Muda).*

La palabra "Muda" en Japonés significa despilfarro y cualquier actividad que no agregue valor, se considera "Muda".

La eliminación del "Muda" es la forma más eficaz en cuanto a costos, para mejorar la productividad y reducir los costos operacionales.

Para que las personas adopten el Kaizen, es preciso crear las condiciones que eviten la desmotivación y faciliten la realización del trabajo; por lo tanto, es necesario por un lado mejorar físicamente el ambiente de trabajo, aplicando técnicas como por ejemplo las 5's y por otro lado eliminar todos los demás factores que causan desmotivación.

## Ventajas y beneficios del Kaizen[9]

El Kaizen es un sistema de mejora continua e integral que comprende todos los elementos, componentes, procesos, actividades, productos e individuos de una organización. No importa a que actividad se dedique la organización, si es privada o pública, y si persigue o no beneficios económicos, siempre debe mejorar su performance a los efectos de hacer

[9] http://www.tuobra.unam.mx/publicadas/040816180352.html

un mejor y más eficiente uso de los escasos recursos, logrando de tal forma satisfacer la mayor cantidad de objetivos posibles. Mucho más es necesario la mejora continua cuando se trata de actividades plenamente competitivas, se trate de lo económico, en lo deportivo, o en cualquier otro orden.

La mejora continua es no sólo necesario, sino además una obligación permanente del ser humano para consigo mismo y la sociedad. La mejora continua hace a la cultura, ética y disciplina de toda sociedad que piense avanzar y participar en los avances y adelantos de la humanidad.

El kaizen ideado por consultores y empresas japonesas se ha diseminado en empresas de otras naciones vía círculos de calidad, sistemas de producción just-in-time, mantenimiento productivo total, tablas de costes, sistema de sugerencias, y métodos rápidos de preparación de máquinas-herramientas; logrando sorprendentes e importantes resultados.

De lo que se trata es de adecuar las diferentes herramientas, instrumentos y métodos que hacen al kaizen, a las características de cada empresa y cultura. Es en éste particular aspecto donde el Desarrollo Organización cobra como técnica y disciplina un incuestionable y gran valor, permitiendo evaluar las características socio-culturales propias de cada empresa, ajustando los diversos sistemas productivos a las características de las mismas, como así también facilitando el reacomodamiento y cambio psico-social por parte de los integrantes de la organización.

A la hora de inventariar las ventajas y beneficios en la implementación y puesta en práctica del sistema kaizen cabe apuntar las siguientes:

- Reducción de inventarios, productos en proceso y terminados.
- Disminución en la cantidad de accidentes.
- Reducción en fallas de los equipos y herramientas.
- Reducción en los tiempos de preparación de maquinarias.
- Aumento en los niveles de satisfacción de los clientes y consumidores.
- Incremento en los niveles de rotación de inventarios.
- Importante caída en los niveles de fallas y errores.
- Mejoramiento en la autoestima y motivación del personal.
- Altos incrementos en materia de productividad.
- Importante reducción en los costes.
- Mejoramiento en los diseños y funcionamiento de los productos y servicios.
- Aumento en los beneficios y rentabilidad.
- Menores niveles de desperdicios y despilfarros. Con su efecto tanto en los costes, como así también en los niveles de polución ambiental, entre otros.

- Notables reducciones en los ciclos de diseño y operativos.
- Importantes caídas en los tiempos de respuestas.
- Mejoramiento en los flujos de efectivo.
- Menor rotación de clientes y empleados.
- Mayor y mejor equilibrio económico-financiero. Lo cual trae como consecuencia una mayor solidez económica.
- Ventaja estratégica en relación a los competidores, al sumar de forma continua mejoras en los procesos, productos y servicios. Mediante la mejora de costos, calidad, diseño, tiempos de respuesta y servicios a los consumidores.
- Mejora en la actitud y aptitud de directivos y personal para la implementación continua de cambios.
- Acumulación de conocimientos y experiencias aplicables a los procesos organizacionales.
- Capacidad para competir en los mercados globalizados.
- Derribar las barreras o muros interiores, permitiendo con ello un potente y auténtico trabajo en equipo.
- Capacidad para acomodarse de manera continua a los bruscos cambios en el mercado (generadas por razones sociales, culturales, económicas y políticas, entre otras).

Estas son razones suficientes para pensar seriamente en aplicar el kaizen en las organizaciones. No hacerlo privará a sus propietarios, directivos, personal, clientes y a la sociedad en su conjunto, de las ventajas de generar auténticos y sólidos puestos de trabajo que permitan generar productos con valor agregado, calidad de vida laboral, altos rendimientos sobre la inversión, más y mejores productos y servicios, y menores niveles de desperdicios.

La mejora continua es lo que permite al mundo gozar cada día de mejores productos, mejores comunicaciones, mejores medicamentos, entre muchísimas otras cosas. Hay empresas, sociedades, gobiernos y países que aceptan el reto, y otras que sólo se limitan a ver como otros mejoran. La mejora continua es compromiso con el conocimiento, la calidad y la productividad. Requiere de ética y disciplina, como de planes estratégicos que permitan lograr mejoras graduales, continuas e integrales. *En una era del conocimiento como lo es ésta Tercer Ola pasarán a ocupar los primeros lugares aquellos individuos, organizaciones, y sociedades que hagan del conocimiento y perfeccionamiento sistemático su objetivo prioritario.*

## Conclusiones …

- La utilización de Kaizen conduce a la calidad mejorada y a la mayor productividad

- Ayuda además, a bajar el punto de equilibrio, auxiliando a la administración a poner más atención a las necesidades del cliente, construyendo un sistema que tome en cuenta los requisitos de éste
- Tiene un enfoque humanista, porque espera que todos participen en él. Está basado en la creencia de que todo ser humano puede mejorar su lugar de trabajo, en donde pasa la tercera parte de su vida
- Su estrategia se esfuerza por dar atención íntegra tanto al proceso como al resultado. Es el esfuerzo lo que cuenta cuando se habla del mejoramiento del proceso y en consecuencia, la administración debe desarrollar un sistema que recompense los esfuerzos, tanto de los trabajadores como de la administración misma. No se debe, sin embargo, confundir el reconocimiento de los esfuerzos con el reconocimiento por los resultados
- La introducción de una estrategia Kaizen, requiere de enfoques "bi-direccionales" (tanto de arriba hacia abajo como de abajo hacia arriba): en los niveles inferiores con entrenamiento continuo en el uso de herramientas analíticas; en los niveles superiores el enfoque de diseño establecerá las metas y los medios para realizar su despliegue.
- El enfoque "analítico" trata de aprender de las experiencias pasadas, mientras que el enfoque de "diseño" intenta construir un futuro mejor con metas predeterminadas
- Cuando ambos enfoques son combinados con las funciones de resolución de problemas y la toma de decisiones de los gerentes de cada nivel, se convierten en herramientas para la implementación del Kaizen
- Algunos de los conceptos o herramientas desarrollados y utilizados para Kaizen, son: la filosofía orientada al cliente, el ciclo PHVA, la administración funcional transversal, el despliegue de la política y las así llamadas "siete herramientas para el control de la calidad", así como "las nuevas siete"
- La estrategia de Kaizen y la administración del Control Total de la Calidad, producen los siguientes efectos:
  - **a)** la gente entiende los asuntos críticos reales con mayor rapidez;
  - **b)** se pone más énfasis en la planeación;
  - **c)** se fomenta una forma de pensamiento orientada al proceso;
  - **d)** la gente se concentra en los asuntos de más importancia, y
  - **e)** todos participan en la construcción de un nuevo sistema[10]
- Si cierto que los factores culturales afectan el comportamiento individual, también es cierto que el comportamiento individual puede medirse y afectarse mediante una serie de factores o procesos… por

[10] Profesor Yoshinobu Nayatani, Osaka Electronics Communication University

lo tanto, siempre es posible subdividir el comportamiento individual en procesos y establecer puntos de control y de revisión

- Kaizen no reemplaza ni excluye la innovación: más bien, los dos son complementarios. Idealmente la innovación debe principiar después que el Kaizen (mejoramiento) haya sido agotado; sin embargo, Kaizen deberá iniciar nuevamente de la mano con la innovación: ambos son ingredientes indispensables para el progreso.
- "Kaizen mejora el status-quo aportándole mayor valor agregado. Está destinado a rendir resultados positivos si los esfuerzos son continuos hacia una meta bien definida… sin embargo, Kaizen está limitado porque no reemplaza o cambia de manera fundamental el status quo. Tan pronto como el valor marginal de Kaizen comienza a declinar, debe uno cambiar el reto de la innovación. El trabajo de la alta administración es mantener el equilibrio entre el Kaizen y la innovación, y nunca olvidar la búsqueda de oportunidades innovadoras.[11]"
- Kaizen resulta aplicable no sólo en las comunidades comerciales, sino también en otros sectores, como el de servicios (privados y gubernamentales), docencia y otras instituciones.

[11] YotaroKobayashi, Fuji–Xerox.

# Capítulo 06

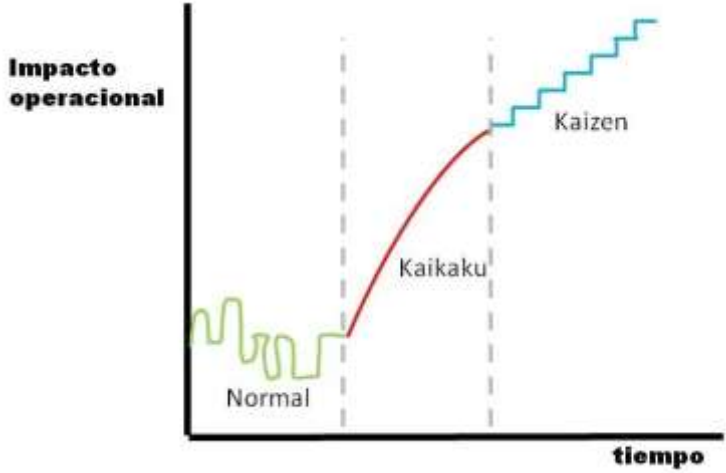
# Kaikaku (Kaizen Blitz)

El es una filosofía más enfocada a la mejora de la producción mediante cambios radicales en la manera de operar, es decir reducir tiempo de implantación para aumentar el impacto, esta metodología como **Kaizen** tiene su origen en Toyota. Analizaremos primero en que se sustenta esta metodología Lean para pasar a conocer las diferencias con **Kaizen**, y que aplicaciones prácticas tiene.[12]



El primer punto es conocer que significa **Kaikaku**, proviene del japonés cambio radical en un periodo de tiempo muy determinado y a poder ser corto. Se busca generar un cambio de gran impacto en toda la pirámide organizacional, dar un nuevo enfoque a la manera de trabajar, los objetivos, tecnología utilizada, esta metodología se utiliza cuando la empresa entra en un valle donde no se aprecia mejoría y se hace uso de otras metodologías que no dan el rendimiento esperado, en muchas ocasiones encontrareis esta filosofía como **Kaizen Blitz**.

[12] http://www.pdcahome.com/




Podemos encontrarnos con diferentes tipos de proyectos dentro del marco de esta filosofía Lean en función del grado de innovación o **Kakumei**:

– **Grado de innovación baja**: implantación de metodologías ya conocidas en el mercado pero que en la empresa no se conozca, implica costes bajos con alto impacto en beneficios, o desarrollo de nuevas tecnologías dentro de la empresa pero que al igual que antes ya son conocidas en el mundo empresarial.

– **Grado de innovación alta**: dentro de la empresa el desarrollo de una nueva tecnología desconocida en el mercado y que se implanta por primera vez en la empresa o la introducción de nuevas soluciones con metodologías innovadoras siendo también nuevas en la empresa.

Como decíamos a diferencia de Kaizen aquí podemos generar varios proyectos en paralelo, es decir la estrategia es diferente ya que con Kaizen el número de proyectos es inferior, el ámbito de aplicación de **Kaikaku** es en toda la organización, no existen límites, basándose en la ruptura del paradigma dentro de la empresa y conseguir un avance exponencial en los sistemas de producción, con la identificación de mudas o desperdicios va a definir la clase de proyecto que se va desarrollar, siendo conscientes que no solo se pueden realizar cambios en estados maduros de sistemas sino otros que habiéndose implantado recientemente no estén dando los resultados esperados. Al igual que en Kaizen el cambio de filosofía o de pensamiento del cambio debe ser de arriba abajo, es decir, que los altos cargos sean conscientes de la necesidad de cambio radical y que sean facilitadores de las herramientas necesarias para poder conseguir desarrollar los proyectos con **Kaikaku**.

Con la implantación de este tipo de metodologías se trabaja en la mejora de dos niveles productivo y económico, ya que los pilares de este pensamiento se basan en las mudas del **Lean**. Con la ayuda del

nombramiento de una persona encargada de detectar las mudas y puntos de mejora podemos desarrollar reuniones y crear una crítica constructiva donde se expongan ideas sobre cómo realizar esta mejora radical. Esta persona debe hacer la palanca e intermediar entre empleados y alta dirección comunicando de forma clara y especifica las necesidades de mejora y hacer creer que esta mejora va a suponer un cambio radical y conseguir un menor despilfarro.

En una gran cantidad de ocasiones se necesitan implantar pequeños proyectos, con un objetivo muy claro, con unos recursos concretos y en un tiempo determinado entra en juego la disciplina **Kaikaku**. El conocimiento de causa-raíz del problema, marca también la dirección del proyecto y la implicación del equipo de trabajo.

Una posibilidad que ayuda a conseguir una mejora sustancial en la empresa es alternar proyectos Kaizen con **Kaikaku**, una vez implantadas las mejoras con Kaizen, se observan los resultados obtenidos, en caso de ser negativos se opta por buscar la mejora radical, ver que posibles áreas pueden intervenir en la mejora y ponerse manos a la obra, con todas esos departamento implicados se pactan diferentes proyectos de mejora en un tiempo determinado que ayuden a la empresa a obtener resultados mayores en un tiempo más corto, es esta parte todos los departamentos deben estar coordinados y planificar reuniones periódicas o Kaizen events donde se expondrán como avanzan los proyectos y donde se debe hacer foco para alcanzar el objetivo marcador, el balancear o equilibrar recursos puede crear sinergias grupales vitales para el buen hacer de la empresa, favoreciendo el compañerismo interdepartamental. Una vez haya transcurrido el tiempo límite de proyecto y los resultados sean los deseados se puede volver a pasar al kaizen donde los cambios serán más distendidos en el tiempo.

En todo momento hay que tener una serie de indicadores previamente pactados que ayude a conocer el progreso del proyecto y a conocer las mejoras implantar en el proyecto, y por lo tanto conocer cuáles son las ***best practices*** para el devenir de nuevos proyectos, no todo es de color de rosas, por tanto conocer también que lo que se ha hecho mal ayudara a no volver a hacerlo en futuros proyectos. Por ello mantener actualizado un **storyboard** de los ***Kaizen events*** del proyecto ayudara a recordar cuales fueron los puntos fuertes y los débiles de los proyectos ya realizados.

# Capítulo 07
# Principio 3G

El principio de las 3G gemba gembutsu genjitsu[13] implica ir al lugar actual de trabajo, conocer el producto actual y entender los hechos, también es conocido por la práctica de Toyota de genchi gembutsu que es dirigirse a la fuente para encontrar los hechos, con la palabra genchi significando local o fuente. El genchi gembutsu (go see or ir a ver) está presente en los VSM (mapas de flujo de valor) por el símbolo de lentes que usamos entre las líneas de flujo de infomacion hacia los procesos.

Este concepto del gemba es fuertemente implicado en el libro de Taiichi Ohno titulado Workplace Mananagement. El titulo ingles da lugar a pensar que se trata de la Gestión de la planta operativa y que está orientado al nivel de gerencia y supervisión de los procesos operacionales. Sin embargo esto es una mala interpretación resultado de la limitación de la traducción en inglés. El titulo original del libro en japones es Gemba Keiei

[13] En muchos textos podrán ver la palabra genba y se preguntan si esta mal escrito o si el autor quiso decir gemba, la repuesta es que se trata de la misma palabra. La original es GENBA pero la lingüística usada en nuestros idiomas occidentales convierte la nb en mb por lo que escribimos GEMBA. En realidad pasa lo mismo con las palabras gembutsu o genbutsu
Dado que aclaramos que son las mismas palabras en reglas lingüísticas diferentes. Explicamos el concepto y la cultura detrás de ellas. En japonés GEN significa actual y BA significa lugar Por lo que debemos referirnos al lugar actual cuando se trata de gemba y no simplemente lugar como es nuestra tendencia muy a menudo. Si gen significa actual, y BUTSU significa objeto y/o cosas, genbutsu es el objeto actual, en este caso el producto que se fabrica en el momento.

donde Keiei se refiere al que dirige un negocio, muy diferente a kanri que sería el que dirige una producción o proceso. Gemba Keiei es más que claro que el más alta ejecutivo debe practicar el gemba walk, el genchi gembutsu. Tanto así que se dice que el edificio de la casa matriz de Toyota en la ciudad de Nagoya en Japón hasta los años 2006 era simple e insignificante de 3 pisos (fue construido al inicio de la década de los años 60) cuando se comparaba con las Torres de cristales de otras marcas, simplemente porque a los ejecutivos no les importaban puesto que pasan su tiempo en el gemba. Fue construido una nueva sede en el 2006 justo al lado únicamente por razones sísmicas y otras prevenciones contra desastre natural.[14]

[14] http://qtclean.forosactivos.net/

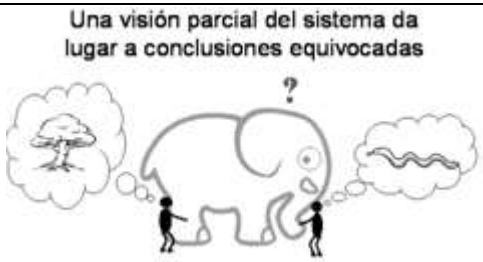
# Capítulo 08

# VSM
# Value Stream Mapping
# (Análisis de la cadena de valor)

El Análisis de la Cadena de Valor o Value Stream Mapping (Trazado de la Cadena de Valor) es una herramienta fundamental en el análisis de los procesos de cualquier organización, ya que es el proceso de identificar y dibujar el flujo de información, procesos, y bienes físicos a través de la cadena proveedora desde la materia prima del proveedor hasta la posesión del cliente del producto final.

El Value Stream Mapping es una herramienta básica de planeación para identificar desperdicios, diseñar soluciones y comunicar los conceptos de Lean; el Flujo del Valor y el Flujo de Información se despliegan visualmente en el análisis, haciendo evidente la correlación entre ambos.

Los símbolos utilizados son muy simples y constituyen un lenguaje común para interpretar con facilidad cuáles son las operaciones, sus características, los transportes y la transferencia de información; por tanto, provee visualizaciones simples de flujo de material e información que son invaluables para entender el proceso actual de ambos y sistemas propuestos. Es efectivo para identificar sistemas complejos y para diseñar reemplazos simples.



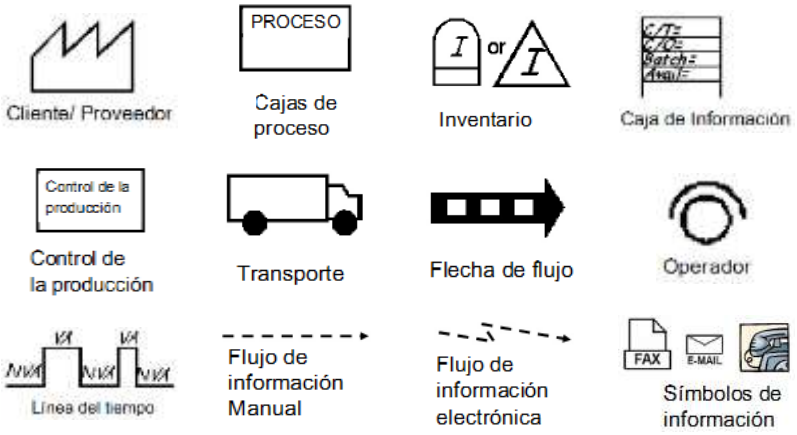

La ventaja principal de esta herramienta es que, de un modo simple, permite obtener una visión global de los procesos mediante la integración de diversas visiones sesgadas.

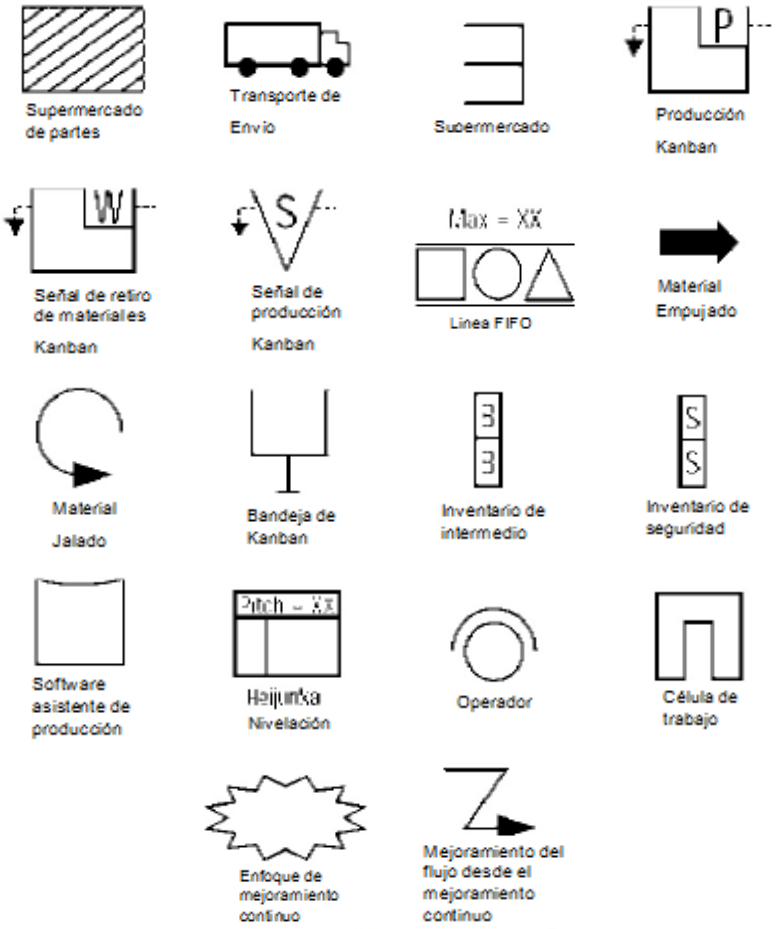
Esta visión global nos permite identificar oportunidades de mejora y priorizar acciones, ya que también es fácil ver cuál es el impacto que dichas acciones tienen sobre el proceso.

El ámbito de aplicación puede ser un proceso completo, incluyendo clientes y proveedores o un grupo de procesos.

Para aprovechar todo el potencial del análisis de la Cadena de Valor es importante el trazado del "Diseño de la Cadena de Valor", que es la representación del proceso según sus condiciones ideales de acuerdo con los principios del Lean Manufacturing. Confrontando la "situación actual" y la "situación ideal" podemos identificar cuáles son sus diferencias fundamentales y definir nuestra estrategia de transformación.

## Simbología






## Pasos para el Análisis de la Cadena de Valor[15]

Primero debemos **seleccionar el producto** (o familia de productos) sobre los que trabajar; por ejemplo, valiéndonos de un diagrama de Pareto.

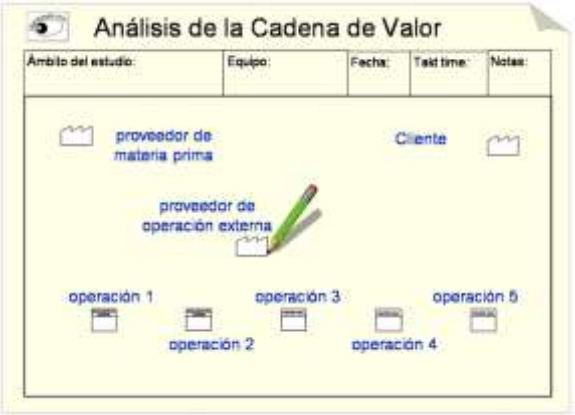
Seguidamente hay que **representar el estado actual** siguiendo los pasos:

### 1. Trazar entidades físicas

- Cliente.
- Proveedores (de materia prima y de operaciones exteriores)

[15] http://leanroots.com/ACV.html

- Operaciones.




Ubicación del material (en la cantidad que sea).

No representamos "lo que debería ser" sino lo que vemos que está ocurriendo. De este modo puede que tengamos que considerar almacenes intermedios con los que no contábamos. Si existen entonces pertenecen a la Cadena de Valor y deben quedar representados.

En general tenderemos:

- Almacenes (Aprovisionamientos, Expediciones, Stocks de seguridad…)
- Puntos de almancenamiento intermedio (WIP "Work in Process" o "Material en Proceso"; Material en espera…)



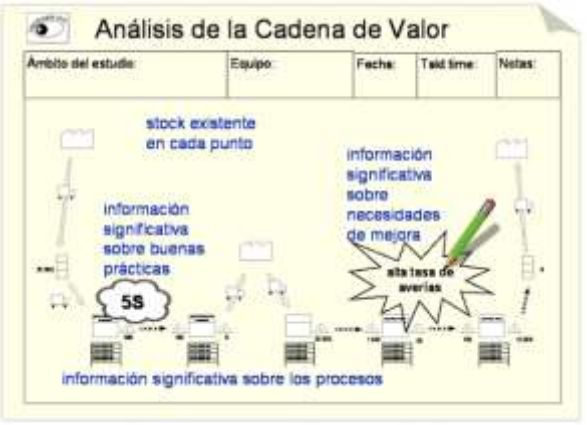
## 2. Trazar el flujo de material

Recoger información directamente de la planta. Comenzar por el final (expedición de producto terminado) y finalizar en el principio (recepción de materia prima).




Anotar detalles de buenas prácticas y necesidad de mejorar. Recopilar la información significativa de los procesos. Registrar existencias de material a la entrada y salida de las entidades físicas (material acumulado a la entrada y salida de máquinas, en almacenes intermedios, etc.).

Recoger datos por uno mismo, según lo que se ve y preguntar a las personas que operan los procesos. Evitar en lo posible recurrir a bases de datos, MRPs o ERPs.



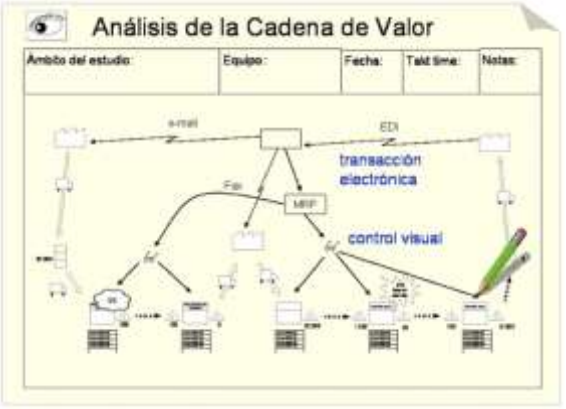

Como vemos, al final la representación gráfica será como una "foto" del proceso. Los datos pueden ser distintos si los recogemos en otro

momento, pero las conclusiones a las que llegaremos no variarán significativamente.

## 3. Trazar el flujo de información

Recoger información directamente de la planta Comenzar por el final (expedición de producto terminado) y finalizar en el principio (recepción de materia prima). Anotar detalles de buenas prácticas y necesidad de mejorar. Recopilar los detalles que consideremos más relevantes.

Recoger datos por uno mismo, según lo que se ve y preguntar a las personas que operan los procesos. Evitar en lo posible recurrir a bases de datos, MRPs o ERPs.



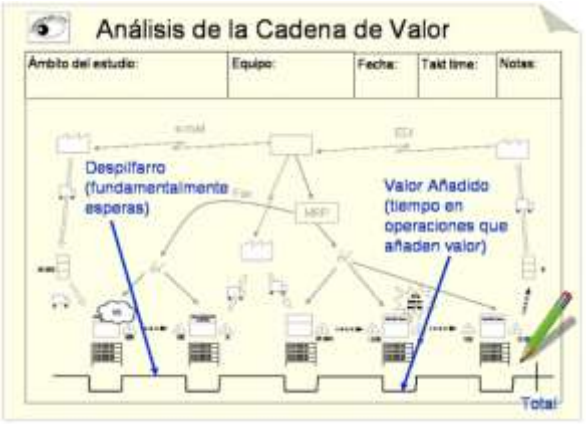

## 4. Dibujar la escala de tiempos

Calcular los plazos de entrega (throughput time).

Partimos del momento en el que la materia prima entra en el almacén.
Normalmente, el primer plazo de entrega a considerar es el correspondiente a la espera del material en el almacén (esto no añade valor).

El segundo plazo de entrega sería el correspondiente a la espera del material en su almacenamiento provisional junto a la primera operación (esto tampoco añade valor).

El tercer plazo de entrega podría ser el tiempo que tarda una pieza en ser procesada en esa primera operación (esto por lo general sí debería añadir valor).




En resumen, podemos decir que los pasos a seguir para mapear la cadena de valor, son:

1. Mapear todos los pasos que indican o dan el flujo al proceso (este debe ser mapeado horizontalmente)
2. Se colocan todos los inventarios dentro del proceso (WIP), identificando el material y la cantidad ya sea en cantidades según takt times o tiempo de inventario
3. Luego se mapea el flujo del material
4. Se llena el valor dentro de cada actividad del data box
5. Se colocan los tiempos de espera entre cada proceso
6. Se coloca el flujo de la información
7. Se obtiene el "time line"
8. Se cuantifican los datos totales de la cadena

## Factores que contribuyen para un exitoso proyecto de VSM

- El dueño del proceso, quien está abierto al cambio y comprometido al seguimiento de la implementación
- Proceso existente que:
  - Tenga un dueño de mente
  - Tener un "manejable" número de integrantes
  - Que pueda ser mapeado
  - Consumir demasiados recursos (tiempo, costo), contribuye para una menor calidad
  - Tener claro el comienzo y el final
  - Tener un indicador de rendimiento

- Considerar al "cliente" cómo podría percibir el valor creado (por ejemplo, esencial para diseñar / mecanizar, manufacturar o vender)
- El proyecto puede completarse en aproximadamente en un tiempo de 4 meses.

## Cálculo del VSM

### 1. ¿Cómo calcular los plazos de entrega asociados a las esperas del material?

El plazo de entrega de una pieza almacenada es el tiempo que debe permanecer almacenada hasta que sea requerida para avanzar en el flujo.

El ritmo del cliente (takt time) no sólo nos indica cuál es el ritmo que como mínimo deben respetar los procesos para garantizar el suministro al cliente; también nos dice cuál es el ritmo medio al que se va a sacar material de cualquiera de los puntos de almacenamiento.

Si por ejemplo el ritmo del cliente es de 25 segundos por pieza y queremos saber cuál es el plazo de entrega de una pieza que pertenece a un stock de 1.000 piezas almacenadas, debemos entender que el proceso se va a comportar como si cada 25 segundos:

- entra una nueva pieza y
- sale una pieza almacenada

Esto supone que cada pieza que se almacena debe esperar: 25 s/pieza x 1.000 piezas = 25.000 s = aprox.7 horas
El plazo de entrega correspondiente a ese almacenamiento es de 7 horas.

### 2. ¿Cómo calcular los plazos de entrega asociados a las operaciones?

El plazo de entrega asociado a una operación es el tiempo que transcurre desde que comienza la operación hasta que finaliza. En ocasiones este tiempo coincide con el tiempo de ciclo de la máquina, pero ojo, no siempre es así.

Si la operación añade valor debemos contabilizar su plazo de entrega en un nivel distinto al resto, para poder posteriormente evaluar en qué medida el tiempo disponible se invierte en Valor Añadido y en qué medida a Despilfarro.

### 3. Otros plazos de entrega.

Los plazos de entrega asociados a las esperas por almacenaje suelen ser relativamente largos, por lo que a menudo podemos despreciar otros despilfarros mucho más pequeños en comparación.

De no ser así, especialmente si vemos potencial de mejora en ellos, debemos calcular esos otros plazos de entrega e incluirlos en el análisis.

El plazo de entrega total es la suma de los sucesivos plazos de entrega.

Es útil conocerlo para obtener el indicador de rotaciones de inventario asociado al producto objeto del análisis, siendo su relación la siguiente:

Rotaciones de inventario = nº de días de trabajo por año / plazo de entrega

Recordando la célebre frase de Taiichi Ohno, (uno de los principales creadores del TPS):

"*Todo lo que estamos haciendo es observar qué ocurre desde el momento en el que el cliente nos hace un pedido hasta que cobramos por él. Y estamos reduciendo ese tiempo mediante la eliminación de actividades que no añaden valor*."

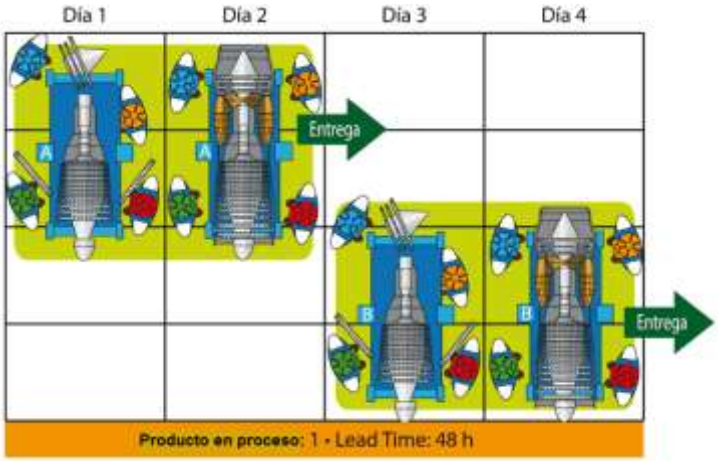
Toda acción que consiga reducir con seguridad el plazo de entrega será una acción de mejora.

# Capítulo 09

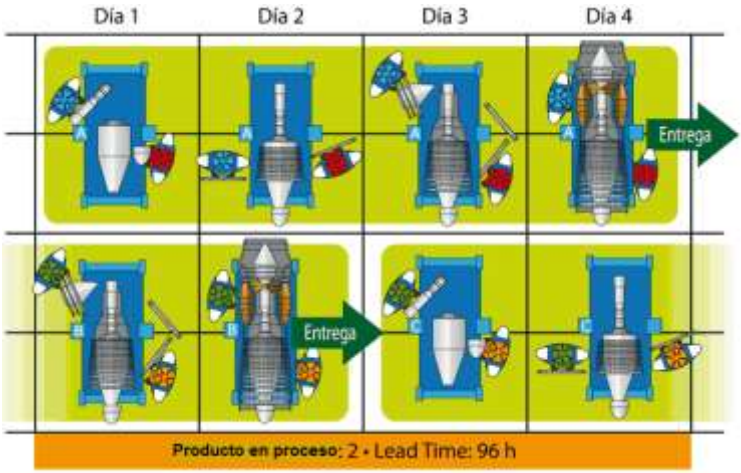
# Lead-Time

**Lead time es el tiempo que transcurre desde que se inicia un proceso de producción hasta que se completa, incluyendo normalmente el tiempo requerido para entregar ese producto al cliente.**

El **Lead Time** está íntimamente relacionado con la obra en curso y con otros indicadores como plazo de entrega, stocks… por lo que la reducción del **Lead Time** es objetivo importante en la reducción de costos o la aplicación del **lean manufacturing** o **lean production**. El camino para reducirlo consiste en la reducción de los lead time de los subprocesos de fabricación.



En este esquema, cada día se está procesando una pieza sola, con un tiempo de producción **Lead Time** desde pedido a entrega de 48 horas.




En este esquema, cada día se están procesando dos piezas simultáneamente, pero el tiempo de producción **Lead Time** de cada una de ellas se eleva a 96 horas por cada pieza desde el pedido hasta la entrega.

## Ejemplo de Lead Time en un cambio de aceite

### Cambio de aceite a la manera antigua (Lead Time 8 horas).

El cliente solicita un cambio de aceite.

Se le recibe el auto para cambio de aceite.

Se llena la orden de servicio para que el cliente la firme (Se informa que en la tarde estará listo) o (al día siguiente dependiendo la hora de entrada del auto) Se estaciona el carro mientras espera lugar para el cambio de aceite llevar el carro a el lugar donde se hará el cambio de aceite.

Se solicita el aceite que se requiere al almacén para que se lo entreguen

Cambiar el aceite.

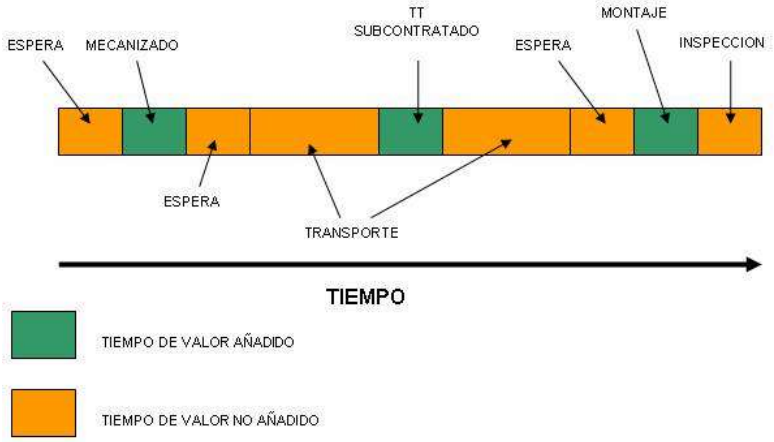
Se estaciona el carro en un lugar determinado para ordenes terminadas mientras el cliente viene por el.

Se procede a la facturación del servicio para que cuando el cliente venga ya esté facturado.

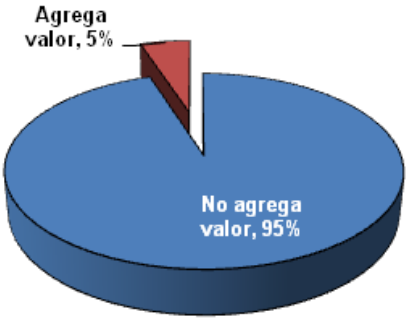
Una vez que el cliente llega se cobra y se entrega factura y recibo para que recoja su auto.

El cliente solicita su auto y verificar que el servicio se efectuó midiendo el aceite y entrega comprobante de pago.

El cliente se sube a su auto y termina el servicio.




95% valor no agregado 5% valor agregado




**Cambio de aceite con disminución del valor no agregado (Lead Time 29 minutos )**

El cliente solicita un cambio de aceite.

Se le recibe el auto para cambio de aceite.

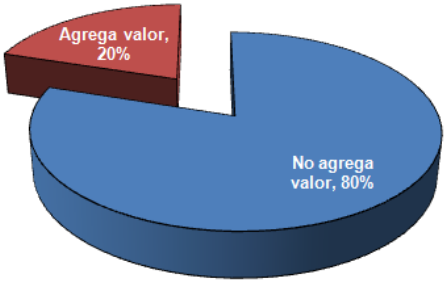
Llevar el carro al lugar donde se hará el cambio de aceite.

Se procede a la facturación del servicio para que cuando el cliente venga ya este facturado.

El cliente efectúa su pago y solicita su auto.

El cliente se sube a su auto y termina el servicio.

80% valor no agregado y 20%valor agregado.




**Valor no agregado=Valor agregado (lo optimo) (Lead Time ideal 12 minutos )**

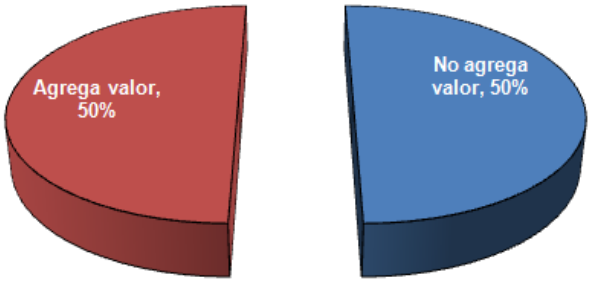
El Cliente estaciona el auto en la zona de cambio de aceite

El cliente va a la caja a pagar el servicio mientras le cambian el aceite al auto.

Espera un momento mientras su carro les es entregado ya con el cambio de aceite.

El cliente se sube a su auto y termina el servicio.

50 % valor no agregado y 50%valor agregado.




El valor agregado, que es el cambio de aceite, no se alteró en nada; sólo se disminuyeron las operaciones que no agregan valor.

# Capítulo 10

# Heijunka
# (Flexibilizar y secuenciar la producción)

Heijunka es un término japonés que significa "nivelación". En el contexto de la manufactura esbelta y TPS (Toyota Production System), Heijunka se refiere a una "nivelación de producción" y "Producción suavizado" técnica usada para la programación de actividades de producción para control de inventario, disminuir los tiempos de entrega y producir una mezcla de productos y en volúmenes apropiados según la demanda de los clientes.

Heijunka facilita la estabilidad en un proceso de producción con el objetivo particular de adoptar prácticas de manufactura esbelta para destruir mura (es decir la desigualdad en la calidad de producción), muri de control (que es la saturación o sobrecarga de los recursos productivos tales como los ejecutivos de producción y máquinas) y reducir la muda (es decir, residuos de los ingredientes de la producción).

La base de Heijunka es el uso de pequeñas cantidades en la línea de producción de montaje a fin de mantener la fluctuación de la línea de montaje final insignificante. En este modo de producción de nivelación y la programación, la eficiencia de la producción es inmensamente optimizada. Además, dado que la tasa de producción de productos intermedios se mantiene a velocidad constante, por lo tanto los procesos comunes empleados para la finalización del producto llevarán tiempo relativamente menor y previsible.

## Objetivos de Heijunka

- Reducir inventarios a través de un lote muy pequeño con producción mezclada.
- Adecuar cargas de trabajo en cada proceso de producción con cada uno y con la capacidad total de la planta.

El sistema Heijunka se basa en la demanda para ajustar los volúmenes y secuencia de los productos a fabricar para conseguir una producción que evite despilfarros (Mura, muri), sin embargo, no varía la producción según la demanda del cliente.

Lo ideal sería que la producción puede ser fácilmente nivelada donde la demanda es constante, pero en el mundo real, donde la demanda de los clientes reales parece fluctuar dos enfoques han sido adoptados: La demanda de nivelación y la producción de nivelación a través de la producción flexible.

## Ventajas de la producción nivelada:

1. Se manejan lotes reducidos (espacios reducidos, mejora de la calidad)
2. Uso de los recursos equilibrado
3. Alta capacidad de reacción (alta capacidad de adaptarse a variaciones repentinas de la demanda)

Heijunka es una herramienta enfocada a la producción teniendo en cuenta los cambios de demanda, lo que hace posible que los recursos se empleen adecuadamente en el desarrollo de la producción.

Consiste en conectar toda la cadena de valor desde los proveedores hasta los clientes, e intentar acercarse continuamente al ritmo del cliente.

El objetivo de HEIJUNKA es amortiguar las variaciones de la demanda comercial produciendo, por pequeños lotes, varios modelos diferentes en la misma línea. Además, la práctica de Heijunka también permite la eliminación de los mudas favoreciendo la normalización del trabajo. Una buena práctica del secuencia miento reduce la necesidad de mano de obra del **borde de línea.**

Esto se hace pasando de una línea dedicada a un solo producto -por tanto, sensible a las variaciones de ventas- hacia a una línea flexible, capaz de fabricar varios tipos de productos. Las variaciones de la demanda de cada producto se amortiguan con la flexibilidad de la herramienta de producción: hay menos variaciones y variabilidad.

En resumen, Heijunka permite «alisar» la carga de las **líneas** mezclando el orden de fabricación de los productos, lo cual facilita la estabilidad y la normalización del trabajo. El segundo objetivo de Heijunka es ensamblar modelos diferentes en la misma línea **eliminando al mismo tiempo los Mudas gracias a la normalización del trabajo**. La aplicación de

Heijunka permitirá producir **en el orden de la demanda del cliente**. La práctica de Heijunka reparte y equilibra la producción en los medios disponibles, en lugar de someter los medios dedicados a las variaciones de la demanda.

En contra de las ideas preconcebidas, es más fácil optimizar el equilibrado de los puestos cuando las líneas son multimodelo: ¿por qué? Un trabajo más importante en un producto se compensa con un trabajo más ligero en el siguiente: las tareas elementales se multiplican y fragmentan y, por tanto, son más fácilmente divisibles en unidades elementales. Multiplicando las tareas, repartiéndolas mejor y normalizándolas gracias a un alisamiento estudiado, se consigue utilizar mejor el tiempo de trabajo disponible para la creación de valor.

Otra técnica que se emplea es HEIJUNKA es una herramienta utilizada para nivelar el tipo y la cantidad de producción en un determinado periodo, lo que permite cumplir con las demandas del cliente, si se producen en lotes pequeños de muchos modelos en un periodo corto de tiempo esto nos facilita rapidez en los cambios y pequeños lotes de piezas buenas entregadas con mayor frecuencia.

Su funcionamiento es básicamente "en la caja Heijunka se programa, en los renglones, el tipo o número de parte a producir y en las columnas se coloca la hora a la cual se debe iniciar la producción"[16]; uno de los grandes beneficios fuera del anteriormente mencionado es nos permite observar en cualquier momento el logro de la producción diaria,.

Heijunka es un sofisticado método para planear y nivelar la demanda del cliente a través del volumen y variedad a lo largo del turno o día. La demanda del cliente debe cumplirse con la entrega requerida del cliente, pero la demanda del cliente es fluctuante, mientras las fábricas prefieren que ésta esté "nivelada" o estable. Un fabricante necesita nivelar estas demandas de la producción.

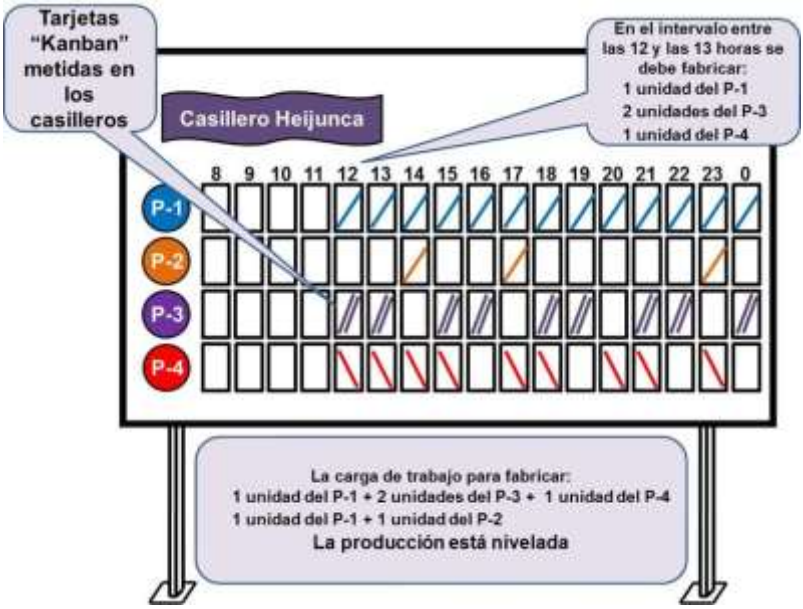
El Heijunka maneja una caja Heijunka, o caja de nivelación, la cual es un dispositivo físico usado para administrar la nivelación del volumen y la variedad de la producción sobre un período especifico de tiempo. La carga es nivelada considerando el uso más eficiente del equipo y de las personas.

El casillero Heijunka es una herramienta que ayuda a mantener la horizontalidad en la producción, absorbiendo las desviaciones por las variaciones de la demanda. Aunque puede adoptar distintas configuraciones al final debe ser sencillo identificar qué productos deben fabricarse en qué intervalo de tiempo.

Para tener conocimiento de cómo se elabora se trabajará con la imagen siguiente:

.

[16] **VILLA SEÑOR CONTRERAS**, Alberto. **GALINDO COTA**, Edber. Conceptos y reglas de lean manufacturing. México. Editorial Limusa.2007.Pag 50.




Normalmente habrá una línea de tiempo que se dividirá en intervalos de producción (por ejemplo, 15 minutos, 1 hora...).

En cada uno de esos intervalos cabrá la posibilidad de fabricar una determinada combinación de productos (por ejemplo, 4 del P1 y 2 del P4; o 5 del P3 y 0 del resto; o…) Lo importante es que la carga de trabajo que supone pueda ser absorbida en ese intervalo de tiempo.

En la medida de lo posible se debe tratar siempre de reducir al mínimo el tamaño de los lotes para ganar en flexibilidad y reducir stocks.

Considerando que las ranuras de representar el tiempo y la información del flujo de materiales, el Kanban en las ranuras de cada uno representa un paso de la producción de un tipo de producto.

Cuando todos los procesos se nivelan por el volumen y la mezcla, es un mundo diferente para los empleados que ya no están sobrecargados, los clientes obtienen mejores productos en la fecha prometida y la muda, mura y muri son reducidos.

## Ejemplo de Heijunka

Una **línea** monoproducto de tipo producción masiva cuya demanda disminuye un 30% experimenta una variación del 30%.

Con una variabilidad como ésta, es imposible normalizar y, después, mejorar un puesto de trabajo con **Kaizen**. En cambio, si una **línea** de tipo **Lean manufacturing**, que ensambla 4 modelos, experimenta una

disminución del 30% en uno de estos 4 modelos, la línea sólo estará afectada en un 0,25 (una cuarta parte) x 30% = 7,5%.

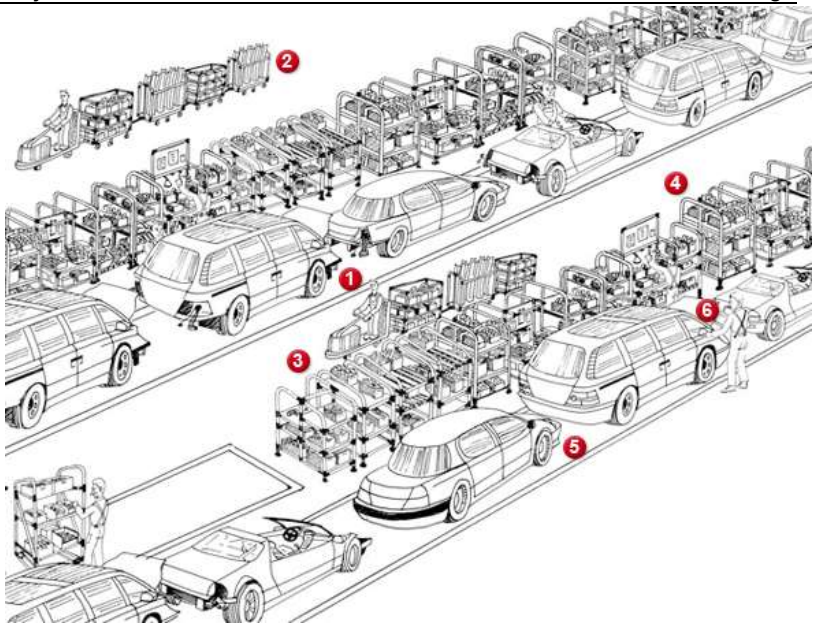
La perturbación es mucho menor, e incluso puede ser compensada por el alza eventual de la demanda en otro de los 3 modelos. En una **línea** de este tipo, la variabilidad es mucho menor, es posible la normalización del trabajo hacia el valor añadido y la **dinámica Kaizen** mejora el estándar constantemente.

En resumen, Heijunka permite «alisar» la carga de las **líneas** mezclando el orden de fabricación de los productos, lo cual facilita la estabilidad y la normalización del trabajo. El segundo objetivo de Heijunka es ensamblar modelos diferentes en la misma línea **eliminando al mismo tiempo los Mudas gracias a la normalización del trabajo**. La aplicación de Heijunka permitirá producir **en el orden de la demanda del cliente**. La práctica de Heijunka reparte y equilibra la producción en los medios disponibles, en lugar de someter los medios dedicados a las variaciones de la demanda.

En contra de las ideas preconcebidas, es más fácil optimizar el equilibrado de los puestos cuando las líneas son multimodelo: ¿por qué? Un trabajo más importante en un producto se compensa con un trabajo más ligero en el siguiente: las tareas elementales se multiplican y fragmentan y, por tanto, son más fácilmente divisibles en unidades elementales.

Multiplicando las tareas, repartiéndolas mejor y normalizándolas gracias a un alisamiento estudiado, se consigue utilizar mejor el tiempo de trabajo disponible para la creación de valor.

De este modo, Heijunka permite reducir los diferentes mudas asignando más valor a la línea de producción Lean.




1. Heijunka en línea: ej.: 2 monovolúmenes, 1 coupé, 1 berlina, etc., 2 monovolúmenes, 1 coupé, 1 berlina, etc
2. Logística aligerada, trenes pequeños, puesta en flujo
3. Embalajes pequeños, menos stock
4. Compresión del **borde de línea**, concentración en el valor añadido, reducción de los mudas
5. **Línea** flexible multiproducto, Heijunka, mejor utilización de los medios de - producción
6. Operarios en creación de valor añadido



# Capítulo 11
# Takt-Time

La industria manufacturera enfrenta la necesidad de armonizar la producción con la demanda de los clientes. Un desafío que a menudo implica cambiar la estrategia de gestión, lo que no es fácil de hacer en tiempos de incertidumbre. En este marco nos puede dar una mano el cálculo del Takt Time, de Toyota.

Definitivamente es momento de entender que producir más productos más rápido, no es siempre lo mejor.

Los "nuevos industriales" suelen poner más atención al uso de las materias primas, semielaborados y productos terminados, los recursos humanos, la capacidad de los equipos combinando estos factores con los pedidos del cliente.

Ya sabemos… es fácil decirlo pero difícil hacerlo…! Encima tenemos los problemas de las variaciones abruptas de demanda, dificultades en la cadena de abastecimiento, y clientes 'volátiles'… Para manejar estos procesos de sincronización entre la capacidad productiva y la demanda y establecer niveles seguros de existencias**,** suele contarse con fórmulas y tecnología informática para tomar las decisiones adecuadas **en** el tiempo adecuado.

Pero los expertos aseguran que en realidad la métrica de este proceso es muy simple. Identificar y comprender estos elementos básicos comunes de éxito es un paso crucial para optimizar la capacidad y la rentabilidad.

De allí que en Toyota se haya optado por definir la velocidad de producción calculando el Takt-Time, o sea "el tiempo de producción

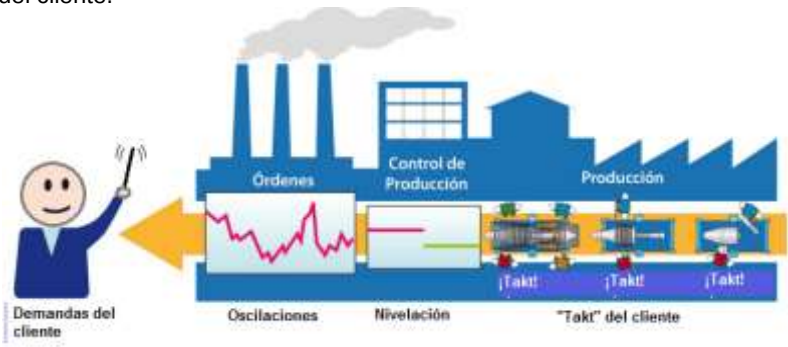
disponible dividido la proporción de la demanda del cliente". Se mide en "segundos por unidad".

$$Takt - Time = \frac{\text{Tiempo total disponible/día}}{\text{Pedidos del cliente/día}}$$

Los conceptos de **lead-time** y nivelación (Heijunka) son básicos para la aplicación del concepto de takt-time en la implantación del lean manufacturing. Takt, en alemán, significa entre otras cosas ritmo, compás. Se define como takt-time ***la cadencia a la cual un producto debe ser fabricado para satisfacer la demanda del cliente***.

Si los clientes exigen 200 productos al día y la fabrica trabaja durante 400 minutos por día, el tiempo takt es de dos minutos. Esta variable mide *el ritmo de la demanda* que debe ser ejecutado por las actividades operativas en la empresa. El tiempo takt es el *corazón* de cualquier sistema de lean Manufacturing.

En el dibujo inferior se representa como el departamento de planificación o control de producción realiza la nivelación de los pedidos de manera que en fábrica durante un periodo determinado (un turno, una semana, un trimestre…) se trabaja a un ritmo nivelado o promediado de las demandas del cliente.

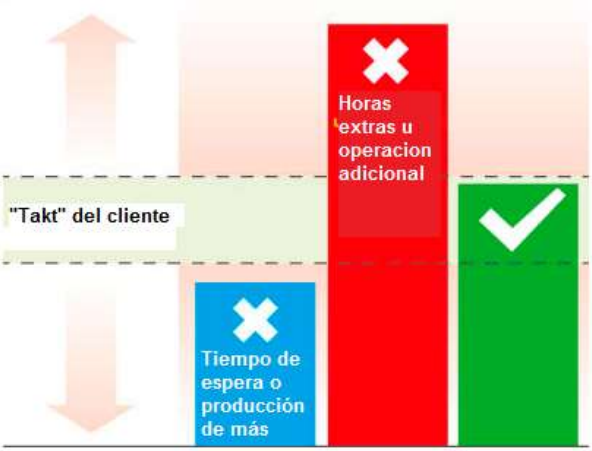



Si tenemos un puesto o una línea o un taller… que produce a un ritmo inferior al del cliente, es decir que el tiempo de ciclo es superior al *takt-time*, necesitaremos horas extras, turnos adicionales… para poder conseguir la producción que el cliente nos pide.

Si por el contrario producimos a un ritmo superior al del cliente, es decir que el tiempo ciclo es inferior al *takt-time* tendremos tiempos de espera, o tendremos que desplazar a los operarios a otros puestos y estaremos generando producción en más.

Por tanto nuestro objetivo al organizar la producción o diseñar un puesto de trabajo es hacer coincidir al máximo el tiempo de ciclo con el tiempo "tácto".

Dado que las demandas de producción son cambiantes a lo largo del tiempo debemos definir formas de trabajos flexibles que mantengan su eficacia al acoplarse a los cambios, permanentes o cíclicos, previsibles o imprevisibles del tiempo takt o demanda del cliente.




*Takt-Time, de una manera simple,* significa que *tan seguido* se debe producir un producto o parte, basado en las ventas para cumplir los requerimientos del cliente.

Sin embargo, no se debe confundir el *Takt-Time* con el Cycle Time (El Tiempo Ciclo Manual Total), que es el tiempo de trabajo manual necesario para completar el proceso analizado. Como consecuencia de ambos conceptos se llega a un importante parámetro de la Celda/proceso:

$$No\ de\ operadores\ = \frac{\text{Tiempo ciclo manual total}}{\text{Takt} - \text{Time}}$$

Pero no es tan sencillo, ya que si bien conocer el Takt-Time es necesario para programar una planta, la habilidad para producir exactamente a takt requiere una gran precisión y eficiencia en conocer la demanda del cliente. La incapacidad de producir hasta takt significará que no se puede satisfacer la demanda del cliente. Las causas de ello puede ser cuestión de instalaciones (equipamiento), velocidad de procesos, personal insuficiente.

Exceder el *Takt-Time* implica que la planta *produce más* de lo que se puede vender y eso significa *exceso* de stock de productos terminados.

## Cálculo

Para calcular el *Takt-Time* es necesario:

1. definir el horizonte temporal para la evaluación del *Takt-Time.*

2. determinar el volumen de ventas previsto para el período.
3. determinar el tiempo laboral disponible
4. calcular el *Takt-Time* como relación entre el valor determinado entre el punto 3) y aquel correspondiente al punto 2)

Los requisitos para calcular el tiempo Takt son:

- Tener respuestas rápidas a los *incidentes* para estar siempre dentro del tiempo takt.
- Disminuir -tendiendo a eliminar- los *tiempos de cambio de referencia* y de toda la cadena de valor.
- Eliminar las causas que producen *tiempos muertos* no planeados.

Se necesitan dos cantidades para el cálculo del Takt-Time:

- **D** = Demanda diaria promedio del cliente para un artículo.
- **W** = Tiempo de trabajo total disponible por día, en segundos.

**T** = **W** / **D** en segundos = Tiempo Takt.

Sin embargo, "el diablo está en los detalles". El 'día' debe estar definido en términos de producción, no consumo o demanda.

Tome el ejemplo de la comida envasada. Digamos que la demanda diaria está basada en una semana de 7 días, pero la planta procesadora solo trabaja 5 días por semana. En este caso, para el tiempo Takt, la demanda diaria debería ser la quinta parte de la demanda semanal (no la séptima parte, como los clientes la indicarían).

Por otra parte: Supongamos que usted produce una especialidad de tazas de papel para café para una cafetería que solo atiende trabajadores de oficina de lunes a viernes. La cafetería indica su demanda diaria basándose en una semana de 5 días. Si su fábrica trabaja con un esquema 24/7, entonces su cálculo indica que la demanda diaria para la fábrica es solo 5/7 comparada con lo que la cafetería describe.

Otro ejemplo: Si el proceso de producción trabaja, por ejemplo, 2 turnos diarios de Lunes a Viernes y un turno el Sábado, entonces el promedio diario de turnos es (2 X 5 plus 1)/5 = 2.2 turnos/día en una semana de "5 días".

El tiempo de trabajo disponible se calcula como:

- el número de turnos por día,
- multiplicado por el número de segundos por turno;
- luego reste:
  - recesos programados (recesos para descansar o comer, reuniones o sesiones)
  - Tiempo promedio diario para preparación y mantenimiento
  - Tiempo promedio diario de inactividad no programado

El cálculo anterior expresa los segundos necesarios en todas las areas de producción (tal como líneas de ensamblado).

Algunas fuentes dicen "**no** reste el tiempo de inactividad **no** programado". Nuestro enfoque es restar el tiempo de inactividad promedio no programado a medida que se conoce. Esto calcula un tiempo Takt un tanto más corto. Este es un mejor predictor de la programación de producción viable bajo las circunstancias actuales. Sin embargo, si no hay paros no programados en las labores, entonces se tendrá un poco de sobreproducción, la cual no es deseable.

Por otro lado, este enfoque evita la necesidad de acciones correctivas, tales como horas extra, a menos que el tiempo de inactividad sea aún mayor que el promedio.

Quizás el mejor argumento para excluir del cálculo el tiempo de inactividad no programado es:

- El mantenimiento periódico debe prevenir fallas no programadas del equipo
- El tiempo de inactividad no programado (ya sea falla del equipo o emergencias del personal) causará déficit en la producción o necesitará acciones correctivas, como tiempo extra.
- Estas consecuencias negativas deben dar lugar a medidas correctivas a largo plazo, tal como programar mantenimientos con regularidad
- Por lo tanto habrán menos interrupciones no programadas y el resultado original se volverá más preciso.

En cierto sentido, esta elección –de incluir u omitir el tiempo de inactividad no programado – depende de si la organización intentará y tendrá éxito corrigiendo todos los problemas que causan el tiempo de inactividad no programado.

Sin embargo, una organización que incluye el tiempo de inactividad no programado, pero que también corrige los problemas subyacentes, se dará cuenta que este tiempo de inactividad no programado se vuelve menor. Si es así y si el tiempo de inactividad reducido se incluye en el cálculo de Takt, el tiempo Takt aumentará.

Como se expuso anteriormente, nuestro enfoque es incluir el tiempo de inactividad promedio no programado a medida que se conoce. Esto lleva al cálculo más exacto dadas las circunstancias actuales. Esto ayuda a establecer el programa de producción más viable.

## Ventajas del tiempo Takt

La utilización del tiempo Takt permitirá la *sincronización* de la producción con los pedidos de los clientes permitiendo a la vez la planificación en flujos. En este caso la sobreproducción es limitada y las existencias

también. A través del uso de este concepto, se logra una producción estable, sin interrupciones, donde el ritmo de la fabricación es el tiempo Takt, además de la cadencia regular de trabajo para los operarios. Otra ventaja que se identifica es una *simplificación* de los procesos de los puestos de trabajo. Por último, hay una identificación rápida de los objetivos conseguidos y como consecuencia una lograda motivación de los empleados del equipo de trabajo involucrado.

## Pre-requisitos del tiempo Takt

Para aplicar los conceptos de tiempo Takt es importante revisar previamente los procesos, logrando un equipo de operarios flexibles y polivalentes; por otra parte, es imprescindible que tanto los procesos como la maquinaria y equipos sean flexibles, dado que ante una variación del tiempo Takt pueda regularse fácilmente.

## Conclusión

En conclusión, el tiempo Takt es una herramienta poderosa, pero no debería ser cambiado continuamente. Debe ser utilizado según las *previsiones de pedidos a largo plazo*, más que según las previsiones a corto plazo, diarias o semanales.

Podemos pensar que algunas de estas técnicas son de difícil aplicación cuando los contextos económicos varían durante el año o los períodos de crisis conllevan a variaciones de demanda difíciles de predecir. Además, si bien hay procesos, tiempos y recursos que pueden controlarse por estar dentro de las paredes de una planta, hay factores que *no dependen del fabricante* en relación a toda la cadena de valor interviniente en sus procesos productivos.

Lo que ocurre antes de que los productos ingresen a la planta, influirá en el cumplimiento de las entregas, la fiabilidad y la calidad de los productos. La cuestiones posteriores a la producción pueden monitorearse mediante métricas que perciban los cambios en los pedidos de los clientes sea en el volumen como en la canasta de productos vendidos.

Las campañas de promoción o el marketing sin alertar a producción, pueden crear una oleada de demanda, que haga *estragos* en las plantas mejor preparadas. Hay muchas más medidas a disposición de los fabricantes y muchos recursos para encontrar métricas específicas para cada tipo de ambiente de trabajo.

Un buen fabricante invertirá su tiempo y esfuerzo en adoptar las medidas justas para su empresa – aquellas que les ayuden a resolver los problemas de producción, optimizar la capacidad, fomentar los márgenes, incrementar la rentabilidad. Un buen fabricante lo mide, lo mejora y lo vuelve a medir. ¿Cómo medirá (y mejorará) usted su éxito este año? Y lo que es más importante, ¿cómo lo medirá el año que viene?

# Ejemplo

Suponiendo que un proceso de manufactura tenga 9.6 hrs. Disponibles en el día. De ese tiempo se tienen que eliminar el tiempo en que, normalmente, se detiene el proceso (desayunos, comidas, descansos, etc.); entonces, se tiene que el tiempo de producción disponible es:

Tiempo de producción disponible: 9.6 hrs. x 60 min. = 576 min.

Descanso 10 min. = -10 min.
2 comidas 15min. c/u = - 30 min.
Junta de 10 min. = -10 min.
Tiempo perdido = - 50min.
576 min. – 50 min. = 526 min.
526 min. x 60 segundos = **31, 560 seg**.

Para este proceso, el cliente esta demandando **2,000 unidades por día** (cantidad total requerida), por lo tanto el Takt Time se calcula:

$$Takt - Time = \frac{\text{Tiempo de prod. disponible}}{\text{Cantidad total requerida}}$$

$$Takt - Time = \frac{31,560 \text{ seg.}}{2,000 \text{ unidades}}$$

$$Takt - Time = \mathbf{15.78\ seg.por\ unidad}$$

Esto quiere decir que el cliente está comprando este producto a un ritmo de una unidad cada 15.78 seg. Este es el ritmo que se puede manejar para este producto y sus componentes para alcanzar la meta.

.

# Capítulo 12
# Las 5's

Este concepto se refiere a aplicar housekeeping, es decir, la creación y mantenimiento de áreas de trabajo limpias, organizadas y seguras. Se trata de mejorar la calidad de vida en el trabajo. Las 5S provienen de términos japoneses Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke.

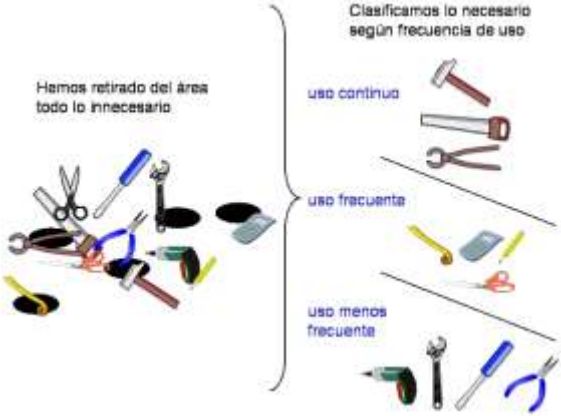
## 1. Seiri (Clasificar)

# 整理

El primer paso del housekeeping, incluye la clasificación de los ítems del lugar de trabajo en dos categorías lo necesario y lo innecesario. Debe establecerse un máximo sobre el número de ítems necesarios.




Una mirada inspectiva minuciosa puede revelar que en el puesto de trabajo diario sólo se necesita un número pequeño de elementos y herramientas; muchos objetos nunca se utilizaran o solo se necesitarán en pocas ocasiones, por ejemplo: herramientas sin uso, productos defectuosos, sobrantes, materias primas sin uso, contenedores, escritorios, bancos de trabajo, archivos de documentos, estantes, tarimas, cajas y otros ítems. Un método práctico y fácil consiste en retirar cualquier cosa que no se vaya a utilizar en los próximos 30 días.




## Aplicación del método Seiri

- Confeccione etiquetas circulares de color rojo de un tamaño que se pueda apreciar a simple vista.
- Seleccione un área de trabajo, y coloque etiquetas rojas sobre los elementos que considera innecesarios.
- Cuando no está claro si se necesita o no un determinado ítem, debe colocarse una etiqueta roja sobre este, para poder conservar estos ítems, debe demostrar su necesidad.

- Todo lo que tenga una etiqueta roja debe retirarse del lugar de trabajo.
- Las cosas que no tengan un uso futuro evidente y que no tengan valor intrínseco, se descartan.
- Las cosas que no se vayan a necesitar en los próximos 30 días pero que podrían utilizarse en algún momento en el futuro, se llevan a bodegas.
- El trabajo en proceso que exceda las necesidades del lugar deberá enviarse a bodega o devolverse al proceso responsable de producir el excedente.
- Al final de la campaña Seiri, todo el personal debe reunirse y mirar el montón de desperdicios.
- En esta etapa debe determinarse el número máximo de ítems que deben permanecer en el lugar de trabajo: partes y suministros, trabajo en proceso, etc.

## 2. Seiton (Ordenar)

# 整頓

Una vez que se han retirado del lugar de trabajo los ítems innecesarios, queda solamente el número mínimo de ítems necesarios para realizar los trabajos estos se deben clasificar y disponer en forma ordenada con el fin de disminuir los tiempos de búsqueda.

Para que exista un orden, cada ítem debe tener:

**a)** Una ubicación clara.

**b)** Una cantidad máxima permitida.

**c)** Un nombre.

**d)** Un volumen designado.

Cuando se ha alcanzado el nivel máximo permitido de inventario, debe detenerse la producción en el proceso anterior, no hay necesidad de producir más de lo que puede consumir el proceso siguiente. De esta forma, seiton garantiza el flujo de un número mínimo de ítems de estación a estación.

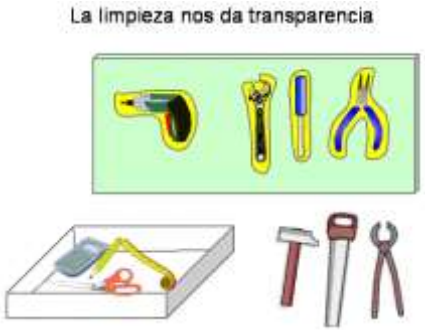



## 3. Seiso (Limpiar)

# 清掃

Es mantener limpio el entorno, máquinas, herramientas, pisos, paredes y otras áreas del lugar de trabajo.

Al mantener limpia una máquina se puede descubrir muchos defectos de funcionamiento. Cuando la máquina esta cubierta de aceite, hollín o polvo, es difícil identificar cualquier problema que se pueda estar formando. Sin embargo, mientras se limpia la máquina podemos detectar con facilidad una fuga de aceite, una grieta que se esté formando o bien tuercas y tornillos sueltos. Una vez detectados estos problemas se pueden solucionar con facilidad.




Seiso constituye una gran experiencia de aprendizaje para los operarios, ya que pueden hacer muchos descubrimientos útiles mientras limpian las máquinas.

## 4. Seiktsu (Estandarizar)

# 清潔

El estandarizar pretende mantener el estado de limpieza y organización alcanzado con la aplicación de las primeras 3S.




Para generar esta cultura se pueden utilizar diferentes herramientas, una de ellas es la ubicación de fotografías del sitio de trabajo en condiciones óptimas para que pueda ser visto por todos los empleados y así recordarles que ese es el estado en el que debería permanecer, otra es el desarrollo de unas normas en las cuales se especifique lo que debe hacer cada empleado con respecto a su área de trabajo.

## 5. Shitsuke (Disciplina)

# 躾

Solo la disciplina evitará el incumplimiento de las normas y procedimientos ya establecidos. La disciplina implica control periódico, autocontrol de los empleados, respeto por sí mismo y por los demás para tener una mejor calidad de vida laboral.



## Evaluación de las 5's

Con el fin de revisar el progreso alcanzado, se debe realizar una evaluación en forma regular. Solamente después de aprobado el trabajo en el primer paso, los trabajadores podrán seguir al paso siguiente.

- Autoevaluación.
- Evaluación por parte de un consultor experto.
- Evaluación por parte de un superior.
- Una combinación de los tres puntos anteriores.
- Competencia entre grupos.

## Beneficios de las 5's

Algunos de los beneficios que generan las estrategias de las 5S son:

- Mayores niveles de seguridad que redundan en una mayor motivación de los empleados
- Mayor calidad
- Tiempos de respuesta más cortos
- Aumenta la vida útil de los equipos
- Genera cultura organizacional
- Reducción en las pérdidas y mermas por producciones con defectos

# Capítulo 13

# Q.R.Q.C.
## Quick Response Quality Control (Control de Calidad de Respuesta Rápida)

QRQC (Quick Response to Quality Concerns) es una herramienta lean para la gestión de los problemas del día a día. Se originó en Toyota y los principios son perfectamente validos en cualquier sector como Servicios, Seguros, Hospitales o Bancos, etc... La cuestión es cómo responder con rapidez y eficacia a los problemas del día a día.[17]

Las personas, los materiales, las instalaciones, suministros (conocido como 4 M's) pueden cambiar cada día y con ello alteraran nuestros resultados, son la fuente principal de la variabilidad en los procesos. Si pueden cambiar cada día tenemos que establecer reuniones diarias de todos los departamentos, que intervienen directa o indirectamente en el proceso, para garantizar que en caso de producirse problemas de variabilidad en el proceso serán atajados inmediatamente y estos no se reproducirán.

En relación a la recepción o traspaso de errores, fallos o defectos hay que aplicar estrictamente los tres principios básicos:

[17] 2014. Ramón Martos (www.theflowfactory.es)

- No recibirlo
- No realizarlo
- No pasarlo

Por ejemplo, en un entorno de producción, estos tres principios se aplican en la línea y, en caso de producirse algún defecto, el paro de la línea por parte de los operarios, con aviso a su supervisor, ante cualquier anomalía debe ser la prioridad nº 1 (Jidoka). Deben existir las condiciones necesarias que permitan a los operarios cumplir sin dificultad esta actividad.

Cuando a pesar de todas las actividades preventivas realizadas, los problemas se fugan a los procesos posteriores, el mecanismo para responder de inmediato a esta problemática es el QRQC.

El QRQC, es una manera sistemática para el conocimiento y resolución de los problemas diarios de todo tipo, que surgen a lo largo del proceso debido a la variabilidad de las 4 M's. Se realizan reuniones diarias para contemplar toda la problemática surgida y tomar contramedidas para estabilizar el proceso en términos de Calidad, Coste, Entregas, Seguridad (QCDS – Quality, Cost, Delivery, Safety).

La metodología sistemática QRQC parte de reuniones diarias (a primera hora de la jornada) de los responsables o managers de cada departamento presididos por el Director del área funcional, a las que en ocasiones asiste el Director General para tomar el pulso a los problemas reales, dónde se siguen diariamente los problemas surgidos en el día anterior y que han afectado los objetivos correspondientes en QCDS y la problemática, si la hubiera, que puede surgir en el día corriente, distribuyendo las responsabilidades para solucionarlos y abriéndose puntos de seguimiento de los temas abiertos y su fecha de cierre.

Los asistentes, como referencia y siempre en función del tamaño de la empresa, son por ejemplo los Managers de Producción, Control de Producción, Mantenimiento, Diseño, Sistemas Informáticos, Relaciones Laborales, Suministro/Logística y Calidad.

Es una actividad, por tanto, inter-departamental que tiene un tiempo establecido entre 20-30´ y una estandarización de cómo se realiza la reunión, en la que cada Manager conoce los KPI's (Key Performance Indicators) a presentar y los problemas a cerrar que le hayan correspondido. La función principal de este tipo de reuniones es compartir y dar una visión global de la gestión del proceso dónde todos están interrelacionados, fomentando la superación de barreras entre departamentos o funciones e impulsando la mejora continua, así como la consecución de unos resultados estable en términos de Calidad, Coste, Entregas y Seguridad (QCDS).

La disposición y puesta en marcha de la metodología QRQC necesita de una fase previa de formación y homogeneización de la sistemática de resolución de problemas por parte de la organización.

Esta estandarización de la forma o método de abordar los problemas para su solución, permite una amplia formación para el conjunto de los empleados, así como una misma forma de presentar y analizar los mismos que permite a todos, focalizarse en lo que se está planteando.

Es esencial que para la resolución de problemas se aplique la metodología lean desarrollada inicialmente por Toyota y conocida como el reporte A3. Este método aporta lo que faltaba: la mentalidad Lean aplicada a la resolución de problemas y mejora continua. Su eficacia es tal que se ha convertido en un "estándar" para cualquier empresa o sector.

## ¿Cómo funciona QRQC?

QRQC se basa en un ciclo similar al Ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Controlar y Actuar), donde primeramente se detectan las incidencias, se comunican y estudian, posteriormente se implantan medidas correctoras y por último se verifica que no vuelven a suceder.[18]

### Paso 1: Detección de incidencias

En el momento que se detecta una incidencia (**fallos, problemas, no conformidades, desviaciones…**) se debe comunicar y decidir si es lo suficientemente grave como para tener que parar la actividad, o bien si se puede continuar con el proceso.

En el caso de incidencias que puedan ser relevantes o se repitan varias veces, se debe recoger toda la información posible de la incidencia para permitir posteriormente analizar los datos y obtener soluciones.

### Paso 2: Comunicar las incidencias

Se deben comunicar las incidencias a los responsables del proceso para que tomen la decisión adecuada. Esta comunicación debe ser de forma inmediata si la incidencia es grave, o puede ser apuntada y comunicada posteriormente si es leve pero no se desea que se vuelva a repetir.

Se recomienda realizar reuniones cada cierto tiempo (diariamente o semanalmente) con los implicados en los procesos clave. A estas reuniones deben acudir los responsables de las actividades y el personal implicado que tenga conocimientos de los posibles fallos e incidencias existentes, y propuestas de mejora. De estas reuniones deben salir soluciones y propuestas, que serán apuntadas en fichas para poder controlarlas posteriormente. Las fichas deben incluir una descripción del problema, su nivel de importancia, los usuarios afectados y las acciones propuestas.

[18] http://www.pdcahome.com/

### Paso 3: Analizar y decidir las acciones a tomar

Cada vez que se detecta una incidencia relevante que pone en peligro el buen funcionamiento del proceso, se deben tomar acciones.

Estas acciones pueden ser de 2 tipos:

1. Determinar qué hacer con los productos que han salido defectuosos (lo que habitualmente se llama "**corrección**").
2. Determinar acciones para que no vuelva a surgir el fallo (lo que se llama "**acción correctiva**").

Una vez determinada la "corrección" (y la acción correctiva si es preciso), se deberá implantar. Por lo general, en las incidencias puntuales poco relevantes no es precisa una acción correctiva, pero si la incidencia es grave o se repite varias veces es necesario proponer una acción correctiva que evite que vuelva a suceder.

Por ejemplo, si se da un fallo en el que en una línea de producción la máquina encargada de pintar una superficie metálica no ha funcionado bien un 5% de las veces durante la última semana, la "corrección" podría ser revisar todas las piezas producidas y volver a pintar las que estén defectuosas, y la acción correctiva sería hacerle un mantenimiento correctivo a la máquina de pintura para que no vuelva a darse el problema, o incluso sustituirla por otra o añadir un control de calidad después del pintado para comprobar que este ha sido correcto.

### Paso 4: Verificar la eficacia

Por último, hay que comprobar que la corrección ha cumplido su propósito. Del mismo modo, si se ha realizado una acción correctiva es recomendable esperar un tiempo prudencial y luego verificar su eficacia, comprobando que el problema no vuelve a suceder

## Puntos clave para la reunión QRQC

1. Se celebra la QRQC una vez al día.
2. Contar con las personas capacitadas para tomar la decisión de introducir las contramedidas.
3. Se informa de las contramedidas de los problemas del día anterior.
4. Los informes de las contramedidas serán presentado por el supervisor / manager responsable.
5. Tratar de solucionar los problemas con la colaboración inter-departamental.

## Puntos clave a la hora de emprender las acciones para solucionar los problemas.

1. Acciones rápidas para los problemas.
2. Ve al lugar donde se ha originado el problema, observa y escucha. Conocido en la terminología Lean como “Gemba”.
3. Considerar la prevención de la fuga de los problemas como la primera prioridad.
4. Introducir la contramedida provisional inmediatamente.
5. Introducir la contramedida definitiva con el fin de eliminar la causa raíz.

## El Decálogo del QRQC

1. No dejes de asistir porque estés muy ocupado en otras cosas. Considera que la calidad es lo primero. Envía a alguien en quien puedas delegar.
2. No hagas el análisis para librarte de tu responsabilidad. Piensa primero que los temas tratados son de tu responsabilidad.
3. No dictamines la información recibida solo a tu juicio. Confirma primero físicamente el defecto con la filosofía de los 3GEN (3 realidades).
4. No abandones creyendo que es un defecto que no puedes solucionar. Preséntalo en el QRQC para lograr la colaboración de todos.
5. No te limites a dar instrucciones a tus subordinados. Debes realizar un seguimiento conjunto de los resultados.
6. No pienses que se puede solucionar solamente pidiendo algo a otras personas. Los demás también están ocupados, debes hacer un seguimiento detallado.
7. No te quedes tranquilo creyendo que es una buena contramedida. Confirma siempre físicamente el resultado con el producto real.
8. No opines solo basándote en las experiencias anteriores. Opina con los datos estudiados.
9. No delegues siempre la responsabilidad de las causas de los problemas a los operarios. Piensa que todo es responsabilidad de los mandos.
10. Los Managers no deben dejar la introducción de las contramedidas en manos solo de los Supervisores. Deben aprender junto con ellos a través de los casos reales.

# Capítulo 14

# JIT
# Just in Time
# (Justo a Tiempo)

## Historia

El "*Just In Time (JIT)*" es un método de dirección industrial japonés desarrollado en los años 1970's. Fue adoptado primeramente por Toyota en las plantas industriales por Taiichi Ohno, (Febrero 29, 1912 - Mayo 28, 1990) que trabajó en dicha empresa entre 1932 y 1975, año este último en que llegó a ser vicepresidente de Toyota Motor Corporation. La preocupación principal en ese momento era encontrarse demandas del consumidor. Debido al éxito de dirección de JIT, Taiichi Ohno se nombró el Padre del JIT.

Escribe Ohno en uno de sus principales libros[19]: *"Hacer grandes lotes de una pieza individual [...] Es una regla de producción de sentido común incluso hoy. Esta es la clave del sistema de producción en masa de Ford. La industria automotriz norteamericana ha mostrado continuamente que la producción masiva planeada tiene el mayor efecto en la reducción de costos."*

*"El sistema Toyota toma el curso contrario. Nuestro lema de producción es 'pequeños lotes y rápidos tiempos de preparación (setup)'."*

19 Taiichi Ohno, *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*, Cambrige: Productivity Press, 1988, Cap. 5, p. 95.

Uno de los sucesos que más influyeron en Ohno para la creación del JIT fue su visita a los EE.UU. en el año 1956, donde tomó contacto con el sector supermercadista. Comparando las operaciones de una fábrica con un supermercado, Ohno explicó cuál era la forma de trabajar del JIT. Concretamente podríamos decir que cada línea de producción pone a disposición su output para que la línea siguiente elija lo que necesita, como la mercadería en los estantes de un supermercado. El proceso siguiente está autorizado para abastecerse solamente de aquellos ítems que necesita para continuar trabajando. Este sería el momento en que el proceso precedente estaría autorizado a producir (o reponer, tal cual lo hacen los repositores de un supermercado) los ítems usados por el proceso posterior.

Esta forma de trabajar se conoce como sistema de arrastre (pull system), conducido por la demanda del cliente, que contrasta con la idea tradicional de un sistema de empuje (push system), conducido por el output de las líneas precedentes.

Después de la primera introducción del JIT por Toyota, muchas compañías siguieron y a mediados de los años setenta, ganó más fuerza y se extendió alrededor del mundo, siendo utilizado por varias compañías.

Algo que motivó a que el *Just In Time* se desarrollara junto con otras técnicas de producción mejores, era que después de la Segunda Guerra Mundial, como todos sabemos, Japón quedó totalmente destruido y lo único que les quedaba era aprovechar al máximo los pocos recursos con los que contaban; por tal motivo, se empezaron a preocupar por diseñar prácticas industriales que les ayudara a desarrollar sus empresas, trabajando de la manera más eficiente posible, y con ello reconstruir su economía. Obviamente que la cultura Japonesa es muy distinta a la Americana; ellos tienen un funcionamiento étnico muy fuerte qué se concentra principalmente en trabajo en lugar del ocio, mejora continua, compromiso de vida para trabajar, trabajo en equipo en lugar de individualismo y logro de la meta común. Estos son algunos de los puntos claves que ayudaron a Japón a levantar su economía y a tener el éxito que se tiene actualmente.

Debido a que Japón es un pedazo de tierra muy pequeño, los Japoneses después de la Segunda Guerra Mundial, buscaban la manera de hacer un uso eficiente de sus recursos limitados. La pregunta es ¿Cómo lograr esto si Japón no puede sembrar, si Japón no tenia capital con que empezar a fabricar? La respuesta es hacer un uso eficiente de sus recursos limitados. Ellos trabajaron en la relación "Costo/Calidad optimo".

Antes de la introducción del JIT, había muchos defectos industriales para el sistema que existía en ese momento. Los problemas que se tenían eran: Problemas de Inventario, altos costos, producción en masa y retrasos de la entrega. Los problemas del inventario incluyeron el inventario acumulado, lo cual no sólo era improductivo, sino que también requirió mucho esfuerzo al tener que guardarlo y manejarlo. Otros problemas implícitos como almacenamiento de las partes, averías de equipo, etc.

Para los defectos del producto, los fabricantes supieron que un solo defecto del producto puede destruir la credibilidad del productor. Ellos deben crear un proceso libre de defecto.

Por último, el sistema que existía no se manejaba bien para la demanda (entrega rápida), había una necesidad de tener un sistema de entrega más rápido y fiable para manejar las necesidades de clientes.

De tal manera que Just In Time se desarrolló basado en estos problemas.

## Conceptos preliminares

Es verdad que hay una gran cantidad de material escrito sobre JIT[20] y que ya está probado mundialmente que, bien implementado, produce beneficios importantísimos para los diferentes actores de la cadena de suministros[21]. **Sin embargo, no son pocos, en nuestro medio, los que aseveran que las compras JIT son una táctica para que los vendedores asuman la carga del stock.**

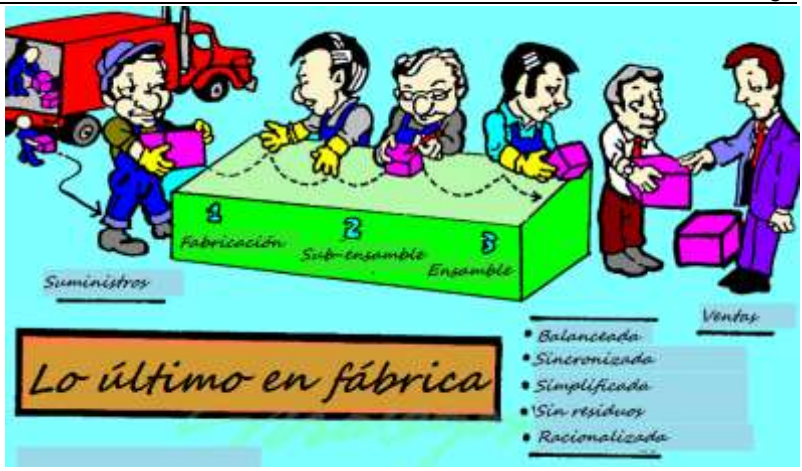
Su concepto principal es que define el despilfarro como cualquier actividad que no aporta valor para el cliente. Toyota adoptó la estrategia de eliminar todo uso de recursos por encima del mínimo teórico necesario (mano de obra, equipos, tiempo, espacio, energía), además, de comprar los productos en 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 Just in Time es una filosofía empresarial que se concentra en eliminar el despilfarro en todas las actividades internas de la organización y en todas las actividades de intercambio externas. Esta definición establece la idea clave del just in time –eliminación del despilfarro-, lo cual exige eliminar todos los insumos de recursos que no añaden valor al producto o servicio.

20 Las siglas JIT se corresponden a la expresión anglosajona “Just In Time”.
[21] Prácticamente la mayoría de los libros que tratan el JIT incluyen un ejemplo de alguna empresa que implantó el sistema de forma exitosa.




El objetivo es proporcionar satisfacción al cliente al tiempo que se minimiza el coste total. Ésta es la esencia del proceso just in time, que integra el compromiso total de calidad.

La filosofía just in time se ha de filtrar desde la cúspide hacia abajo porque suele exigir un cambio completo en la cultura de la empresa. Para poner en práctica con éxito un sistema just in time, la compañía necesita un medio en que los empleados estén íntima y continuamente comprometidos a poner en ejecución la estrategia del juego y los detalles del plan de juego. Para señalar el camino, la alta administración debe comprender los fundamentos del proceso just in time, del control total de calidad y del involucramiento total de las personas.

El aspecto más decisivo del involucramiento total de las personas es permitir que todos los empleados trabajen a su pleno potencial. Dando incentivos para soluciones innovadoras, la administración puede ayudarles a los empleados a encontrar maneras creativas de hacer su trabajo. Las personas realmente importantes en este proceso son los empleados de primera línea.

La educación JIT / CTC (just in time / control total de calidad) desarrolla las habilidades de estas personas y fomenta su creatividad. Además de capacitar y educar a los empleados, la alta gerencia debe reformar la cultura de la empresa. La meta es derribar los obstáculos que estorban la comunicación y les impiden a los trabajadores cooperar y confiar entre sí y confiar en sus clientes y proveedores.




## Objetivos esenciales del Just in Time

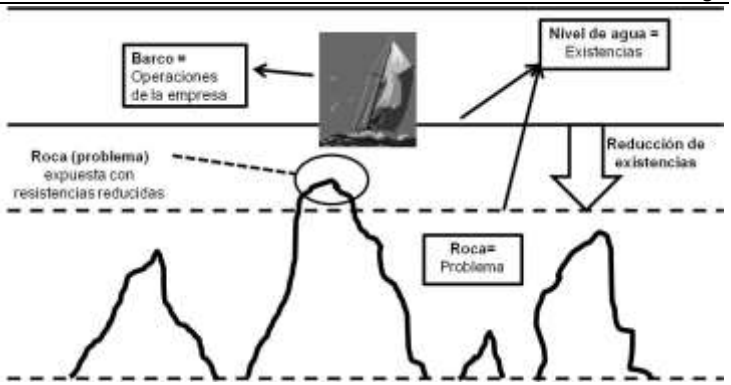
El sistema Just-in-Time tiene cuatro objetivos esenciales que son:

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

1. **Atacar los problemas fundamentales**.

   Una manera de ver ello es a través de la analogía del río de las existencias (ver la figura). 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.




El río de las existencias

2. **Eliminar despilfarros**.

En este contexto significa eliminar todo aquello que no añada 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:

**a)** Hacer bien las cosas a la primera.

**b)** 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 formulen planes y se

hagan funcionar las instalaciones. Sólo de esta forma podremos utilizar plenamente las experiencias y pericias de los trabajadores.

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.

### a) 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.

### b) 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, está 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:

**a)** Reducción de la cantidad de productos en curso.

**b)** Reducción de los niveles de existencias.

**c)** Reducción de los plazos de fabricación.

**d)** Reducción gradual de la cantidad de productos en curso.

**e)** Identificación de las zonas que crean cuellos de botella.

**f)** Identificación de los problemas de calidad.

**g)** Gestión más simple.

**4. 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:

**a)** Establecer mecanismos para identificar los problemas.

**b)** Estar dispuesto a aceptar una reducción de la eficiencia a corto plazo con el fin de obtener una ventaja a largo plazo.

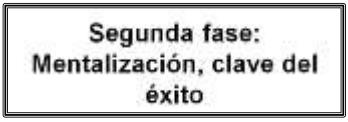
Los objetivos del Just-in-Time suelen resumirse en la denominada "Teoría de los Cinco Ceros", siendo estos:

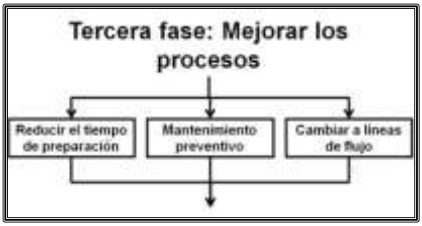
- Cero Defectos.
- Cero Averías.
- Cero Stock.
- Cero Plazos.
- Cero papeles.

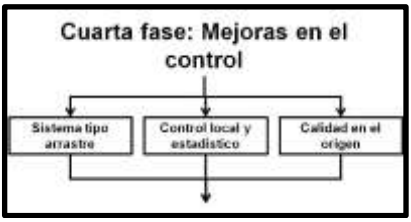
## Realización

Según se indica en el diagrama de flujo, la implantación del JIT se puede dividir en cinco fases.






Quinta fase: Relación Cliente/Proveedor

**Primera fase: Cómo poner el sistema en marcha.** Esta primera fase establece la base sobre la cual se construirá la aplicación. La aplicación JIT exige un cambio en la actitud de la empresa, y esta primera fase será determinante para conseguirlo. Para ello será necesario dar los siguientes pasos:

- Comprensión básica.
- Análisis de coste/beneficio.
- Compromiso.
- Decisión si/no para poner en práctica el JIT.
- Selección del equipo de proyecto para el JIT.
- Identificación de la planta piloto.

**Segunda fase: Mentalización, clave del éxito.** Esta fase implica la educación de *todo* el personal. Se le ha llamado clave del éxito porque si la empresa escatima recursos en esta fase, la aplicación resultante podría tener muchas dificultades.

Un programa de educación debe conseguir dos objetivos:

- Debe proporcionar una comprensión de la filosofía del JIT y su aplicación en la industria.
- El programa debe estructurarse de tal forma que los empleados empiecen a aplicar la filosofía JIT en su propio trabajo.

No debemos confundir esta etapa de la educación con la formación. Educación significa ofrecer una visión más amplia, describir cómo encajan los elementos entre sí. La formación, en cambio, consiste en proporcionar un conocimiento detallado de un aspecto determinado.

**Tercera fase: mejorar los procesos.** El objetivo de las dos primeras fases es ofrecer el entorno adecuado para una puesta en práctica satisfactoria del JIT. La tercera fase se refiere a cambios físicos del proceso de fabricación que mejorarán el flujo de trabajo.

Los cambios de proceso tienen tres formas principales:

- Reducir el tiempo de preparación de las máquinas.
- Mantenimiento preventivo.
- Cambiar a líneas de flujo.

El tiempo de preparación es el tiempo que se tarda en cambiar una máquina para que pueda procesar otro tipo de producto. Para mejorar estos tiempos se utilizan herramientas como el SMED (cambio rápido de producción). Un tiempo de preparación excesivo es perjudicial por dos razones principales.

En primer lugar, es un tiempo durante el cual la máquina no produce nada, de modo que los tiempos de preparación largos disminuyen el rendimiento de la máquina. En segundo lugar, cuanto más largo es, más grande tendería a ser el tamaño de lote, ya que, con un tiempo de preparación largo, no resulta económico producir lotes pequeños. Con los lotes grandes llegan los inconvenientes del alargamiento de los plazos de fabricación y aumento de los niveles de existencias.

A medida que disminuyen los niveles de existencias en una aplicación JIT, las máquinas poco fiables son cada vez más problemáticas. La reducción de los stocks de seguridad significa que si una máquina sufre una avería, les faltará material a las máquinas siguientes. Para evitar que esto suceda, la aplicación

JIT deberá incluir un programa de mantenimiento preventivo para ayudar a garantizar una gran fiabilidad del proceso. Esto se puede conseguir delegando a los operarios la responsabilidad del mantenimiento rutinario.

El flujo de trabajo a través del sistema de fabricación puede mejorar sustituyendo la disposición más tradicional por líneas de flujo (normalmente en forma de U). De esta forma el trabajo puede fluir rápidamente de un proceso a otro, ya que son adyacentes, reduciéndose así considerablemente los plazos de fabricación.

**Cuarta fase: mejoras en el control.** La forma en que se controle el sistema de fabricación determinará los resultados globales de la aplicación del JIT. El principio de la búsqueda de la simplicidad proporciona la base del esfuerzo por mejorar el mecanismo de control de fabricación:

- Sistema tipo arrastre.
- Control local en vez de centralizado.
- Control estadístico del proceso.
- Calidad en el origen (autocontrol, programas de sugerencias, etc.).

**Quinta fase: relación cliente-proveedor.** Constituye la fase final de la aplicación del JIT. Hasta ahora se han descrito los cambios internos cuya finalidad es mejorar el proceso de fabricación. Para poder continuar el proceso de mejora se debe integrar a los proveedores externos y a los clientes externos.

Esta quinta fase se debe empezar en paralelo con parte de la fase 2 y con las fases 3 y 4, ya que se necesita tiempo para discutir los requisitos del JIT con los proveedores y los clientes, y los cambios que hay que realizar requieren tiempo.

Es importante la selección de proveedores en base a criterios logísticos (entre otros).

Con el JIT, el resultado neto es un aumento de la calidad, un suministro a más bajo coste, entrega a tiempo, con una mayor seguridad tanto para el proveedor como para el cliente.

## Limitación del Just in time

Sin tener en cuenta los grandes beneficios de JIT, éste tiene sus limitaciones que son:

- **Diferencia de culturas:** Las culturas orgánicas varían de empresa a empresa. Es difícil para una organización cambiar sus culturas dentro de un tiempo corto. La mayor parte de los cambios se empiezan a ver a largo plazo.
- **Acercamiento Tradicional:** El acercamiento tradicional al fabricar es almacenar una cantidad grande de inventario en los medios de apoyo durante un tiempo malo. Esas compañías que confían en acciones de seguridad, puede tener un problema con el uso de JIT.
- **Diferencia en aplicación del JIT:** Porque el JIT se estableció originalmente en japonés, es de algún modo diferente para llevar a cabo en países occidentales. Los beneficios pueden variar.
- **Pérdida de autonomía individual:** Esto es principalmente debido al ciclo más corto, que agrega presiones y enfatiza en los obreros.
- **La Pérdida de autonomía de equipo.**
- **La Pérdida de autonomía:** El método que significa que los obreros deben actuar de alguna manera cuando los problemas ocurren, esto no les permite tener su propio método para resolver un problema.
- **El éxito del JIT es variado de industria a industria:** Pocas industrias obtienen beneficios del JIT, mientras otros no.
- **Resistencia al cambio:** JIT involucra un cambio a lo largo de la organización entera, pero la naturaleza humana se resiste a cambiar. La resistencia más común es resistencia emocional y la resistencia racional. La resistencia emocional son esos sentimientos psicológicos que la actuación posterior como ansiedad. La resistencia racional es el deficiente de la información necesitada para los obreros para realizar bien el trabajo.

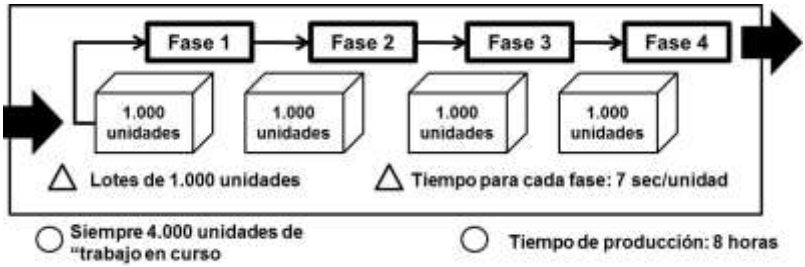
# Ejemplo de aplicación - Just in time

Desde el momento que entra un material o componente al proceso de fabricación, hasta que sale el producto final, se están incluyendo una serie de fases como el transporte, los controles y la espera entre fases de fabricación sucesivas. De todas estas fases mencionadas, la fabricación es la única que añade valor al producto.

La reducción del tiempo de producción trae consigo numerosas ventajas. La figura muestra un ciclo de fabricación clásico (sistema push), donde se ejecutan cuatro fases de fabricación consecutivas, con lotes de 1.000 unidades cada uno.

Si cada unidad requiere una media de 7 segundos de tiempo de proceso en cada fase, se completará un lote de 1.000 piezas en dos horas aproximadamente. Por lo tanto, el tiempo de producción requiere alrededor de 8 horas.

Supongamos que reducimos el tiempo de producción al mínimo posible. Esto se puede lograr trabajando con lotes de una sola unidad (figura), y limitando el número de unidades a una por cada fase. No se debe permitir que se acumule el material semielaborado, ya que las diversas fases no pueden realizar su tarea hasta que la fase siguiente esté lista para recibir las unidades semielaboradas. Es decir, sistema “pull”.




En este ejemplo, el tiempo de producción total es de alrededor de 30 segundos. Las ventajas obtenidas a causa de esta reducción de tiempo son las siguientes:

- En cada momento, debemos contar como “trabajo en curso” solamente 4 unidades.
- Supongamos que se descubre en la fase 4 que el producto tiene un defecto causado en la fase 1, o bien que ya era defectuoso el material al comienzo del ciclo de fabricación.
- Si tenemos que reparar el material o, lo que es peor todavía, rechazarlo, el número de piezas afectadas será de 4 en vez de 4.000.
- El coste de mantener el material en stock es mil veces menor de lo que sería para lotes de 1.000 unidades.

- Si el cliente encarga un tipo de producto distinto, y lo desea recibir con urgencia, en el caso de lotes de una unidad podemos completar la fabricación antes de comenzar con el nuevo producto. En el caso de 4.000 unidades, habrá que retirarlas del ciclo de fabricación y almacenarlas o aumentar nuestro tiempo de respuesta.
- Cuando se mantienen en inventario grandes cantidades de componentes, ya sea dentro del ciclo de fabricación o bien en almacén, existe siempre la posibilidad de que se vuelvan obsoletas. Este riesgo no existe con los lotes de una unidad.
- Si el cliente desea modificar el componente que se está fabricando, y estamos utilizando lotes de una unidad, podemos dar respuesta a su petición treinta segundos después de recibirla. Si los lotes fueran de 1.000 unidades, habría que completar el procesamiento de 4.000 unidades (una jornada de trabajo).
- Cuando se almacenan componentes, especialmente en una línea de fabricación, existe el riesgo de que se mezclen con otros componentes en apariencia del mismo tipo, pero diferentes. Si la línea de fabricación no contiene ningún stock, es físicamente imposible, que se produzca este problema.

## Ejemplo de aplicación - Just in time (Toyota)

Toyota, el ejemplo clásico del cual todo Ingeniero Industrial a escuchado hablar. A Toyota se le conoce normalmente como el fundador del sistema JIT Industrial y este concepto ha sido impartido en la actualidad en las clases de Manufactura, sin temor a equivocarme en todas las universidades del mundo.

Pero aun después de tantos años de aplicar esta filosofía en su compañía, TOYOTA admite que todavía no domina bien este arte. Uno se pregunta porque pasa eso, la respuesta es simple, TOYOTA y en general Japón, ven a esta filosofía como un proceso de mejora continua. "Nosotros en TOYOTA pensamos que nunca estamos en JIT perfecto, siempre estamos buscando algo mejorar", dice *Lewis gerente de asistencia técnica de TOYOTA* en su planta de Freemont, California, Estados Unidos, "Nosotros siempre estamos trabajando para lograr la verdadera meta del JIT, Mejorar, Mejorar, Mejorar.....

Pero siempre que nosotros logramos un nivel tangible de JIT, nosotros cambiamos la meta a otro, el nivel más alto. Toyota convirtió tales conceptos en la práctica en EE.UU. en 1984, con Motores Generales S.A. en la planta de Freemont, California. Dos años después, Toyota empezó a fabricar automóviles en su propia planta en Georgetown, Ky. Estos medios, junto con otra planta en Cambridge, Ontario, está siendo utilizado el JIT que se desarrollo primeramente en Japón aunque cada fabrica emplea los principios en una moda ligeramente diferente. La razón es que cada planta tiene atributos diferentes, necesidades y, a menudo, una base del suministro diferente.

Fuente donde usted construye.- Lewis dice que algo importante en el sistema JIT de Toyota es que los proveedores de materiales, partes, y subensambles se encuentran cerca de sus plantas de ensamblado. Este es el caso de Georgetown Toyota que fabrica Camry, Corola, Tacoma, y modelos de Avalon. Los proveedores norteamericanos proporcionan 80% de los materiales, las partes, y ensambles que se usan en esta planta. Esta localización es la base del suministro, y esto le permite a TOYOTA desarrollar una red de distribución de cerrado-vuelta, conocido como un "leche corrida," esto hace que los proveedores puedan entregar sus productos en una base de JIT. La mayoría de los proveedores de la planta TOYOTA en Georgetown se localizan dentro de 200 millas de la planta. Las partes de estos proveedores se entregan tan a menudo como 16 veces por día. Las partes adicionales y ensambles de los proveedores de Costa Oeste llegan vía trailer o ferrocarril.

Aproximadamente 250 camiones llegan a Georgetown cada día, descargando a tres puntos diferentes en la planta y recogiendo recipientes rehusadles para el retorno a los proveedores. Aproximadamente 70% de estas partes se pone directamente en un tren de dollies que se transporta a la línea de ensamble por un tugger cada media hora. En cualquier momento , Toyota tendrá el valor de tener solo 2.8 horas de inventario de las partes en la planta. Sin embargo, Toyota no puede realizar esto para todas sus partes, debido a que existen partes que provienen directamente de Japón. Para estas partes, particularmente el transaxels que viene de Japón, Toyota guarda cinco días de inventario en automotores localizados fuera de la planta. Esto tiene una buena razón, Glenn Uminger, gerente de mando de producción y logística, dice que el tiempo de entrega que da Japón es muy preciso "Nosotros planeamos conseguir niveles bajos de inventario, pero también nos hemos enfocado en JIT para las partes extranjeras," dice Uminger.

Maravilla bajo-tecnología.- El corazón del JIT de Toyota está en la tarjeta kanban. Las tarjetas que se atan a muchas partes, es un signo a los proveedores enviar la próxima porción de partes. La planta Georgetown usa nueve tarjetas kanban de diferentes colores-codificados, cada color corresponde a un segmento diferente a lo largo de la línea de ensamble. Como la mayoría de los funcionamientos de JIT, Toyota tiene partes que se tienen que entregar en porciones bastante pequeñas para completar la tarea a mano.

"Nosotros estamos haciendo pedidos para las nuevas partes, como la primera parte se usa fuera de una caja," dice Uminger. Calidad de Precalificación.- Toyota no inspecciona la calidad de las partes que le son surtidas, cuando estos llegan al andén. TOYOTA no puede permitirse el lujo de Inspeccionar los productos de los proveedores.

"Nosotros negociamos con el proveedor para cerrar con llave el sistema de calidad y la calidad de la parte antes de que un producto se lance," dice Lewis.

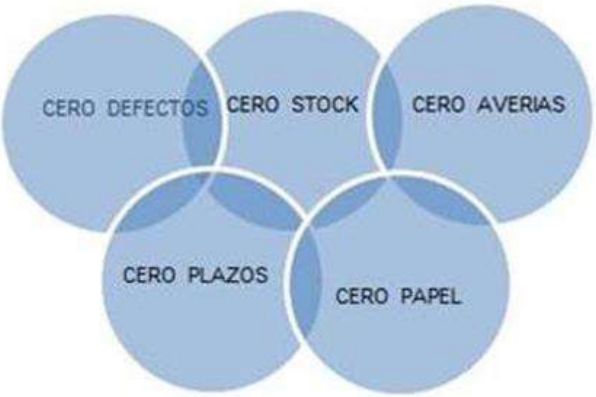
"Nosotros establecemos como ellos deben producir, empaquetar, y enviar el producto a nuestras plantas."

"Durante la fase de preparación de la producción, nosotros trabajamos realmente con nuestros proveedores, en preparar las herramientas y medios necesarios para fabricar el producto," dice Lewis. Después de eso, se inspeccionara solo la calidad en una base de excepción. Por ejemplo, si hay un problema con una parte en particular o si una nueva parte está viniendo en línea.

# Capítulo 15

# 5 Zeros Theory
# (Teoría de los "5 Ceros")

Cuando hablamos de **la teoría de los 5 ceros** nos referimos, precisamente, a esos cinco **ceros** perseguidos por el Just in time. Si conseguimos mantener el casillero de estos conceptos a cero habremos conseguido aplicar correctamente el **JIT**.



## Cero Defectos

Cuando hablamos de cero errores, nos referimos a hacer las cosas bien a la primera. Cometer errores causa mermas, y, estas, causan retrasos, averías, stocks y burocracia.

## Cero Averías

Una avería, igual que un error, comporta retrasos, stocks, burocracia y errores. Para evitar averías es necesario un mantenimiento de las herramientas de trabajo correcto y programado. También pueden servir otras herramientas como el método de las 5 eses

## Cero Stocks

Los stocks generan **costes de almacén** y de oportunidad, tiempo, espacio y tener inmovilizados recursos pecuniarios; con lo que obligan a una infraestructura y una **logística** mayor, cuanto mayor sea la producción. Además obligan a tener una vigilancia y pueden conllevar algunos vicios ocultos, que pueden provocar mermas y/o retornos, con todo lo que ello conlleva.

## Cero Retrasos

Los retrasos hacen acumularse los **stocks**, con ellos puede verse afectada la calidad del producto, pero lo que, seguro, se verá afectado es la calidad del servicio y la imagen de la empresa, lo que nos puede conllevar pérdida de clientes. Por ello, todo el proceso productivo, de compras, de ventas y de logística debe ser una rueda perfecta y debe estar, por tanto, perfectamente planificado.

## Cero Burocracias

Hasta ahora, este paso era el más complicado de llevar a cabo. Eliminar/reducir los archivos era una ardua tarea. Pero ello es necesario para implementar con éxito la **técnica de los 5 ceros**. La simplicidad es una máxima en el Just in time. Afortunadamente hoy hay aplicaciones y programas que nos ayudan a conseguir esta finalidad.

# Capítulo 16

# Kanban

## Definición

Para la implementación de un sistema de arrastre/pull que cumpla con los objetivos del JIT Taiichi Ohno ideó el sistema Kanban. Kanban significa, en japonés, registro visual o tarjeta. El Sistema Kanban es un subsistema de información del JIT que permite controlar, de modo armónico, las cantidades producidas en cada proceso, apoyándose en los siguientes elementos:

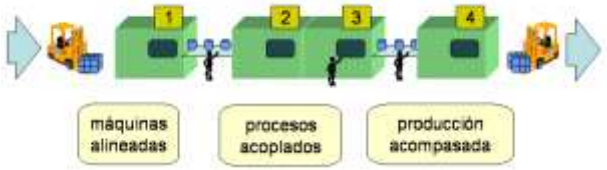
- Nivelado de la producción.
- Reducción del tiempo de preparación.
- Distribución en planta de la maquinaria.
- Estandarización de tareas.
- Mejora de métodos.
- Autocontrol.

Una tarjeta kanban es una autorización para producir y/o mover existencias. Concretamente es un método para controlar las existencias y poner al descubierto problemas u oportunidades de cambio. Para explicar el mecanismo por el cual el Kanban pone al descubierto los problemas, por lo general, se hace referencia a la analogía del río de las existencias.




**Producción tradicional por lotes**

"Kanban se basa en una idea muy simple: el trabajo en curso (Work In Progress, WIP) debería limitarse, y sólo deberíamos empezar con algo nuevo cuando un bloque de trabajo anterior haya sido entregado o ha pasado a otra función posterior de la cadena. El Kanban (o tarjeta señalizadora) implica que se genera una señal visual para indicar que hay nuevos bloques de trabajo que pueden ser comenzados porque el trabajo en curso actual no alcanza el máximo acordado. Kanban parece un cambio muy pequeño pero aun así cambia todos los aspectos de una empresa".




**Producción en flujo continuo**

En su libro "Gemba Kaizen: Como actuar en solo una semana", el Dr. Imai, la define como "una herramienta de comunicación para la producción por lotes en el sistema de justo a tiempo. Se agrega un kanban, que significa cartón de señales en japonés, a un determinado número de partes o productos en la línea de producción, dando instrucciones de la entrega de una determinada cantidad. Cuando todas las partes han sido utilizadas el kanban se devuelve a su origen, en donde se convierte en una orden para producir más".

## Historia

Hasta inicios de la década de los 50, muchas empresas japonesas, para producir, realizaban pronósticos sobre la demanda y, según los resultados, colocaban los productos. En muchas ocasiones producían más de lo exigido por el público.

El mercado no era capaz de consumir tales cantidades, y la clientela no se sentía satisfecha, puesto que sus gustos y preferencias no eran tenidos en cuenta. Se producía el denominado "efecto látigo": mayor producción, más stock y menor servicio.

Para hacer frente a este problema, ingenieros japoneses hicieron un viaje de estudio en los Estados Unidos, ahí observaron la forma de funcionar de los supermercados y descubrieron dos sucesos que les parecieron importantes:

- Las secciones del supermercado presentan una capacidad limitada de productos, puesta a disposición de los clientes.
- Cuando estos productos alcanzan un nivel mínimo, el responsable de la sección saca los productos del almacén y repone la cantidad que ha sido consumida.

Los japoneses interpretaron el hecho de que una sección de productos (o un contenedor) esté vacía, como una orden (orden de reposición de productos). Esto despertó en ellos la idea de una tarjeta o etiqueta de instrucción (en japonés: KANBAN) en la cual se muestre la tarea a efectuar; y posteriormente, la idea de una nueva técnica de producción, una producción a flujo tenso, en la cual un producto es enviado hacia un puesto de trabajo sólo cuando la orden ha sido emitida por este puesto de trabajo.

Ampliando esta idea; satisfacer la demanda real del público consumidor sería el objetivo principal, al mismo tiempo que minimizar los tiempos de entrega, la cantidad de mercancías almacenadas y los costos. Permitir que sea el mercado quien "jale" las ventas: Que sea el pedido el que ponga en marcha la producción, y no la producción la que se ponga a buscar un comprador. El fin es poder abastecer al cliente de su pedido previsto, el día previsto, y a un costo mínimo.

Desde entonces esta técnica se desarrolló muy rápidamente en Japón, específicamente en la empresa TOYOTA y comenzó a funcionar bien desde 1958. La generalización de esta idea al sistema de producción devendría en el sistema Kanban.

Se define como: "Un sistema de producción altamente efectivo y eficiente".

Kanban significa en japonés: ‘etiqueta de instrucción’.

Su principal función es ser una orden de trabajo, es decir, un dispositivo de dirección automático que nos da información acerca de que se va a producir, en qué cantidad, mediante qué medios y como transportarlo.

## Tarjetas Kanban

Las señales Kanban tienen diferentes tamaños y formas, la señal tradicional es una tarjeta que tendría la siguiente información: número de la pieza, tipo o tamaño del recipiente o unidad, número de piezas que

deben haber en el piso, localización en el almacén, cantidad de tarjetas que hay en el sistema. Las tarjetas Kanban pueden ser tarjetas comunes, canastas plásticas, recipientes, placas metálicas, tarimas o bien señales de computo. En algunas empresas utilizan bolas plásticas, señales luminosas etc. Las tarjetas Kanban definen el tamaño del lote y de cuando se debe producir de acuerdo a la demanda real y no al estimado de ventas.




Una tarjeta Kanban debe contener la siguiente información

- 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 reordeno
- Secuencia de ensamble / producción del producto



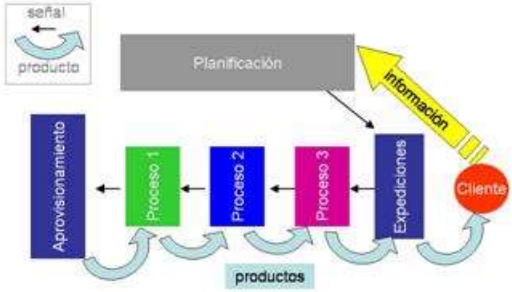
# Objetivos del Kanban

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

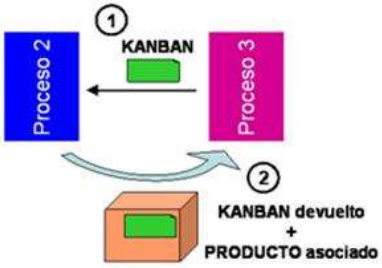
   Sirven como una indicación clara de los contenidos. Sobre los Kanban está escrito el nombre, código y cantidad de materiales, y además se hace constar de donde a donde van a transportarse.

   Es aconsejable que no se escriban detalles demás para poder servir a este objetivo eficientemente.

Según el Principio de Tracción (PULL) del Lean Manufacturing, toda fabricación o entrega de productos debe ajustarse a la demanda del proceso siguiente (demanda del cliente, ya sea interno o externo).



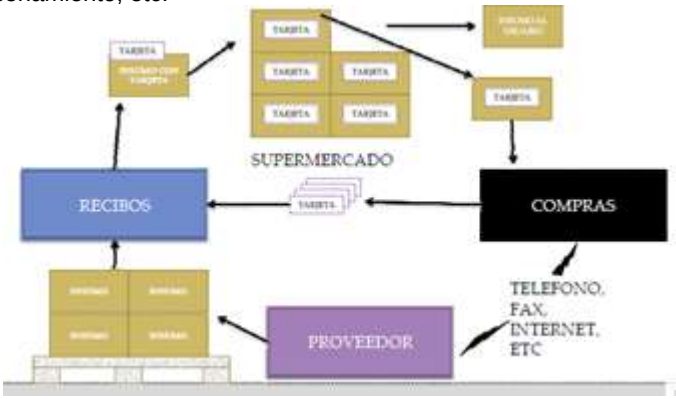

Una manera sencilla y eficaz de transmitir las necesidades del "proceso siguiente" es mediante Kanban.



## Características del Kanban

Un Kanban tiene asociado un lote de un tipo concreto de productos, es decir: Se le asocia un producto concreto (mediante texto, imagen, código de barras…), con el fin de que se pueda ver fácilmente y llame la atención del personal, así como en las LUP´S la manera de dar a conocer un mensaje es a través de imágenes.

Los Kanban pueden añadir otra información de utilidad, como puede ser la identificación de los procesos que relaciona (origen-final), el tipo de embalaje del producto, la ubicación del material en el área de almacenamiento, etc.




El Kanban es una herramienta que lo que busca es servir como etiqueta de instrucción para indicar al operario actividades, inconvenientes, órdenes, ya que estos se pueden utilizar en producción, transporte, proveedor y también se pueden clasificar en urgente y de emergencia.

En la actualidad, si una empresa no es lo suficientemente flexible para adaptarse a los cambios del mercado se podría decir que esa empresa estará fuera de competencia en muy poco tiempo. ¿Qué es ser flexible?, de acuerdo a su definición literal es "Que se puede doblar fácilmente, que se acomoda a la dirección de otro", esto aplicado a manufactura se traduciría, "que se acomoda a las necesidades y demanda del cliente", tanto de diseño, calidad y entrega.

Uno de las problemáticas más comunes en lo que respecta a la planeación de la producción es producir lo necesario en el tiempo necesario, sin sobrantes ni faltantes, para lograr esto se necesita un plan, un plan flexible, un plan hecho para ser modificado, un plan que se pueda modificar rápidamente.

Un plan de producción es influenciado tanto externamente como internamente. Las condiciones del mercado cambian constantemente. Para responder a estos cambios, se deben dar instrucciones constantemente al área de trabajo. Ya que queremos producir en un sistema Justo a Tiempo, las instrucciones de trabajo deben ser dadas de manera constante en intervalos de Tiempo variados. La información más

importante en el área de trabajo cuanto debemos producir de cual producto en ese momento, las instrucciones pueden ser dadas como se van necesitando.

Ya que no es conveniente hacer órdenes de producción muy grandes tratando de prevenir la demanda del mercado ya que nos podemos quedar cortos o largos de producto, así como no es conveniente hacer órdenes unitarias, lo más conveniente es hacer órdenes de lotes pequeños, este es el concepto fundamental.

Es muy importante que los trabajadores sepan qué están produciendo, qué características lleva, así como qué van a producir después y que características tendrá.

Muchas compañías manufactureras japonesas visualizaron el ensamble de un producto como continua desde el Diseño-Manufactura-Distribución de Ventas-Servicio al Cliente. Para muchas compañías del Japón el corazón de este proceso antes mencionado es el Kanban, quien directa o indirectamente maneja mucho de la organización manufacturera. Fue originalmente desarrollado por Toyota en la década de los 50´s como una manera de manejo del flujo de materiales en una línea de ensamble. Sobre las pasadas tres décadas el proceso KANBAN que se define como "Un sistema de producción altamente efectivo y eficiente" ha desarrollado un ambiente de óptimo manufacturero envuelto en competitividad global.

Es muy común la asociación de *KANBAN = JIT o KANBAN = CONTROL DE INVENTARIOS*, esto no es cierto, pero si está relacionado con estos términos, KANBAN funcionara efectivamente en combinación con otros elementos de JIT, tales como calendarización de producción mediante etiquetas, buena organización del área de trabajo y flujo de la producción KANBAN es una herramienta basada en la manera de funcionar de los supermercados.

## Funciones de K*anban*

Son dos las funciones principales de Kanban:

1. **Control de la producción:** Se entiende como la integración de los diferentes procesos y el desarrollo de un sistema JIT en la cual los materiales llegaran en el tiempo y cantidad requerida en las diferentes etapas de la fábrica y si es posible incluyendo a los proveedores.
2. **Mejora de los procesos:** se entiende como la facilitación de mejora en las diferentes actividades de la empresa mediante el uso de Kanban, esto se hace mediante técnicas ingenieriles (eliminación de desperdicio, organización del área de trabajo, reducción de set-up, utilización de maquinaria vs. utilización en base a demanda, manejo de multiprocesos, Poka-Yoke, mecanismos a prueba de error, mantenimiento preventivo, mantenimiento productivo total, etc.), reducción de los niveles de inventario.

Básicamente Kanban nos servirá para lo siguiente:

- Poder empezar cualquier operación estándar en cualquier momento.
- Dar instrucciones basados en las condiciones actuales del área de trabajo.
- Prevenir que se agregue trabajo innecesario a aquellas órdenes ya empezadas y prevenir el exceso de papeleo innecesario.

Otra función de KANBAN es la de movimiento de material, la etiqueta KANBAN se debe mover junto con el material, si esto se lleva a cabo correctamente se lograrán los siguientes puntos:

- Eliminación de la sobreproducción.
- Prioridad en la producción, el Kanban con más importancia se pone primero que los demás.
- Se facilita el control del material.

Cuando estamos implementando Kanban, es importante que el personal encargado de producción, control de producción y compras comprenda como un sistema Kanban (JIT), va a facilitar su trabajo y mejorar su eficiencia mediante la reducción de la supervisión directa. Básicamente los sistemas Kanban pueden aplicarse solamente en fábricas que impliquen producción repetitiva.

## Consideraciones para implementar Kanban

Se deberán tomar en cuenta las siguientes consideraciones antes de implementar Kanban:

- Determinar un sistema de calendarización de producción para ensambles finales para desarrollar un sistema de producción mixto y etiquetado.
- Se debe establecer una ruta de Kanban que refleje el flujo de materiales, esto implica designar lugares para que no haya confusión en el manejo de materiales, se debe hacer obvio cuando el material esta fuera de su lugar.
- El uso de Kanban está ligado a sistemas de producción de lotes pequeños.
- Se debe tomar en cuenta que aquellos artículos de valor especial deberán ser tratados diferentes.
- Se debe tener buena comunicación desde el departamento de ventas a producción para aquellos artículos cíclicos a temporada que requieren mucha producción, de manera que se avise con bastante anticipo.
- El sistema Kanban deberá ser actualizado constantemente y mejorado continuamente.

## Implementación de kanban en cuatro fases

**Fase 1.** Entrenar a todo el personal en los principios de Kanban, y los beneficios de usar Kanban

**Fase 2.** Implementar Kanban en aquellos componentes con más problemas para facilitar su manufactura y para resaltar los problemas escondidos. El entrenamiento con el personal continúa en la línea de producción.

**Fase 3.** Implementar Kanban en el resto de los componentes, esto no debe ser problema ya que para esto los operadores ya han visto las ventajas de Kanban, se deben tomar en cuenta todas las opiniones de los operadores ya que ellos son los que mejor conocen el sistema. Es importante informarles cuando se va estar trabajando en su área.

**Fase 4.** Esta fase consiste de la revisión del sistema Kanban, los puntos de reorden y los niveles de re-orden, es importante tomar en cuenta las siguientes recomendaciones para el funcionamiento correcto de Kanban:

- Ningún trabajo debe ser hecho fuera de secuencia
- Si se encuentra algún problema notificar al supervisor inmediatamente

El kanban es otro dispositivo que da autorización e instrucciones ya sea para producir algo o para retirarlo en un sistema tipo pull.

El kanban tiene dos funciones en el proceso de producción, uno de producción y otro de retiro, el primero autoriza al proceso producir artículos (cantidad y tipo) y el segundo autoriza el movimiento de partes al proceso siguiente.

## Reglas de Kanban

***Regla 1. No se debe mandar producto defectuoso a los procesos subsecuentes:*** La producción de productos defectuosos implica costos tales como la inversión en materiales, equipo y mano de obra que no va a poder ser vendida. Este es el mayor desperdicio de todos. Si se encuentra un defecto, se deben tomar medidas antes que todo, par prevenir que este no vuelva a ocurrir**.**

***Regla 2. Los procesos subsecuentes requerirán solo lo que es necesario:*** Esto significa que el proceso subsiguiente pedirá el material que necesita al proceso anterior, en la cantidad necesaria y en el momento adecuado. Se crea una perdida si el proceso anterior suple de partes y materiales al proceso subsiguiente en el momento que este no los necesita o en una cantidad mayor a la que este necesita.

***Regla 3. Producir solamente la cantidad exacta requerida por el proceso subsiguiente:*** Esta regla fue hecha con la condición de

que el mismo proceso debe restringir su inventario al mínimo, para esto se deben tomar en cuenta las siguientes observaciones:

- No producir más que el número de kanban.
- Producir en la secuencia en la que el kanban es recibido.

***Regla 4. Balancear la producción:*** De manera en que podamos producir solamente la cantidad necesaria requerida por los procesos subsecuentes, se hace necesario para todos los procesos mantener al equipo y a los trabajadores de tal manera que puedan producir materiales en el momento necesario y en la cantidad necesaria.

***Regla 5. Kanban es un medio para evitar especulaciones:*** De manera que para los trabajadores, KANBAN, se convierte en su fuente de información para producción y transportación y ya que los trabajadores dependerán de KANBAN para llevar a cabo su trabajo, el balance del sistema de producción se convierte en gran importancia.

***Regla 6. Estabilizar y racionalizar el proceso:*** El trabajo defectuoso existe si el trabajo no esta estandarizado y racionalizado, si esto no es tomado en cuenta seguirán existiendo partes defectuosas.

## Tipos de Kanban

**a) Kanban de Producción:** Este tipo de Kanban es utilizado en líneas de ensamble y otras áreas donde el tiempo de set-up es cercano a cero. Cuando las etiquetas no pueden ser pegadas al material por ejemplo, si el material está siendo tratado bajo calores éstas deberán ser colgadas cerca del lugar de tratamiento de acuerdo a la secuencia dentro del proceso.

**b) Kanban Señalador/Kanban de Material:** Este tipo de etiquetas es utilizado en áreas tales como prensas, moldeo por infección y estampado (die casting). Se coloca la etiqueta Kanban señalador en ciertas posiciones en las áreas de almacenaje, y especificando la producción del lote, la etiqueta señalador Kanban funcionará de la misma manera que un KANBAN de producción.

**c) K**anban de Transporte:** Utilizado cuando se traslada un producto.

**d) Kanban Urgente:** Emitido en caso de escasez de un componente.

**e) Kanban Proveedor:** Se utiliza cuando la distancia de la planta al proveedor es considerable, por lo que el plazo de transporte es un término importante a tener en cuenta.

**f) Kanban de Emergencia:** Cuando a causa de componentes defectuosos, averías en las máquinas, trabajos especiales o trabajo extraordinario en fin de semana se producen circunstancias insólitas.

## Beneficios

Con la implementación de Kanban traerá beneficios como:

- Reducir los niveles de inventarios.
- Prevenir que se agregue trabajo innecesario a aquellas ordenes ya empezadas y que se genere exceso de papeleo innecesario.
- Proveer información rápida y precisa.

Siempre apuntando a la reducción de los desperdicios, tiempos muertos, defectos en el proceso de producción.




## Desventajas de Kanban

- Un plazo de abastecimiento demasiado grande excluye la elección del método Kanban. Pues tendría muy desocupados a los trabajadores.
- El sistema no tiene ninguna anticipación en caso de fluctuaciones muy grandes e imprevisibles en la demanda. Puede anticiparse a ellas pero no solucionarlas.
- Es difícil de imponerles este método a los proveedores.
- Las aplicaciones son limitadas (solamente para una producción continua o repetitiva). El método Kanban es aplicable a producciones de tipo "masa" para las cuales el número de referencias no es muy elevado, y la petición es regular o a reducidas variaciones.
- Reducir el número de Kanban sin aportar de mejoramientos radicales al sistema de producción, arrastrará retrasos de entrega y de espera entre operaciones y en consecuencia, pérdidas importantes.
- No ha tenido el éxito ni ha llegado al óptimo funcionamiento cuando ha sido implementado en organizaciones occidentales. Uno de las principales causas de ello, las enormes diferencias culturales.

# Capítulo 17

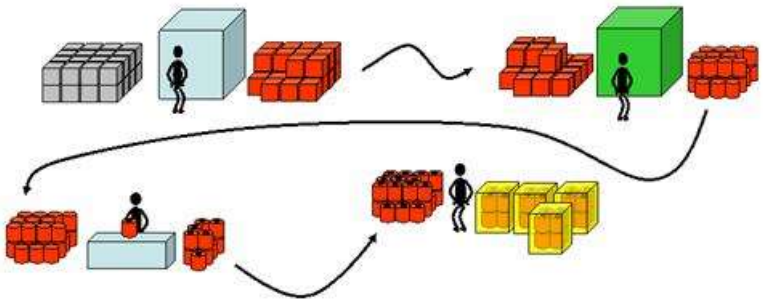
# One Piece Flow
# (Flujo de una pieza)

One-piece-flow es “flujo de una pieza”.

El concepto de “flujo de una pieza” implica que una única pieza pasa de operación en operación en lugar de ser el lote de piezas el que se desplace.

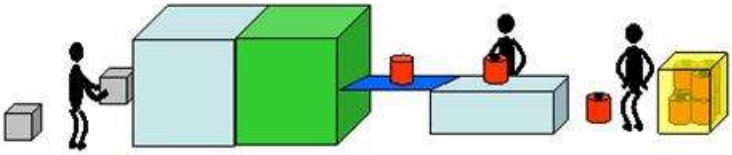
En la práctica puede ser inviable reducir el tamaño de los lotes a una pieza (por ejemplo, en tortillería), pero habrá que determinar cuál es el mínimo que hace factible su implantación.

Fabricación por lotes (producción desacoplada):



- falta de transparencia
- problemas ocultos por el stock
- defectos descubiertos tarde (afectando a grandes volúmenes)
- esperas
- falta de comunicación entre puestos
- falta de enfoque al cliente interno
- plazos de entrega largos

Fabricación en flujo de una pieza (producción acoplada):

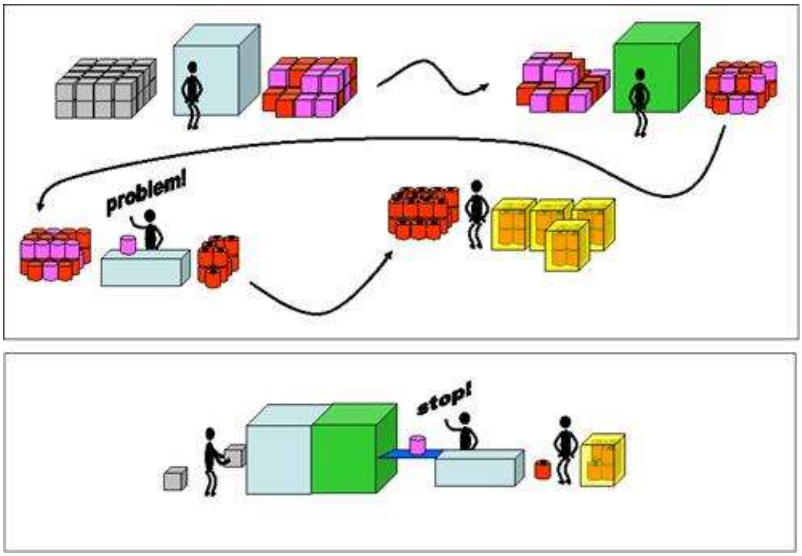


- el proceso se vuelve transparente
- operaciones y procesos acoplados (incremento de productividad)
- gran reducción del stock
- mayor dependencia de la eficiencia de los equipos
- mayor flexibilidad requerida
- cadencia equilibrada
- plazos de entrega cortos
- lo defectos se detectan de inmediato

Para poder trabajar eficientemente en flujo de una pieza es necesario realizar antes una serie de acciones:

- Minimizar los tiempos de cambio (SMED) (la teoría del lote económico deja de tener valor)
- Maximizar la eficiencia de los equipos (OEE) (ya no habrá stock que esconda los problemas)
- Equilibrar la cadencia de los medios de producción (todos trabajan al mismo ritmo)
- Minimizar los transportes y desplazamientos (mediante el acoplamiento de los medios de producción)

El efecto del flujo de una pieza sobre la prevención de defectos se muestra en la imagen adjunta.




Como vemos, la fabricación por lotes puede provocar haber fabricado muchas piezas defectuosas antes de darnos cuenta del error. Por otra parte, en el flujo de una pieza no sólo se detecta inmediatamente el error, sino que al haberse acoplado y mejorado la comunicación entre puestos, la solución se aplica de manera más rápida y eficiente.[22]

[22] http://www.leanroots.com/

# Capítulo 18

# Andon
# (Sistema de control)

Andon es uno de los elementos que componen el JIDOKA, es una herramienta de información que provee en forma instantánea, visible y/o audible señales de que existe una situación de anormalidad en el proceso.

Éste término japonés utilizado para alarmar, indicar de forma visual o con señales, también es utilizado para mostrar el estado de producción, utiliza señales de audio y visuales. Es un despliegue de luces o señales luminosas en un tablero que indican las condiciones de trabajo en el piso de producción dentro del área de trabajo, el color indica el tipo de problema o condiciones de trabajo. Andon significa ¡AYUDA!




Los sistemas Andon se han extendido enormemente y tienen una gran variedad de aplicaciones, formas y posiciones, haciendo visibles los problemas y motivando a la gente a resolverlos o a evitarlos sobre la marcha.

El Andon es un sistema utilizado para alertar de problemas en un proceso de producción. Da al operario o a la máquina automatizada la capacidad de detener la producción al encontrarse un defecto y de continuarla cuando se soluciona. Básicamente un sistema Andon puede ser la aplicación práctica de un PokaYoke en un proceso productivo, máquina o área en especial. Motivos comunes para el uso de la señal Andon pueden ser la falta de material, defecto creado o encontrado, mal funcionamiento del utillaje o la aparición de un problema de seguridad.

La complejidad de un sistema Andon puede ser variable. La forma más simplificada es la de una columna de luces de varios colores. Una de ellas representa el estado OK en el que la producción transcurre de forma normal, respetando la cadencia de producción estándar y sin problemas de calidad, seguridad u otros. Las otras luces representan cada una de las categorías de fallo que se quiera identificar y se encienden cuando se produzca un fallo de la categoría correspondiente.

Un ejemplo de distribución de luces puede ser como sigue:

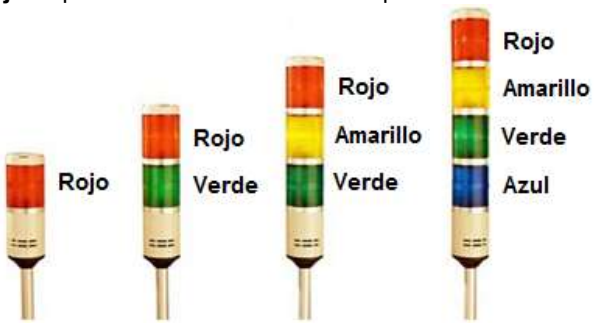
- **Rojo**: Máquina descompuesta
- **Azul**: Pieza defectuosa
- **Blanco**: Fin de lote de producción
- **Amarillo**: Esperando por cambio de modelo
- **Verde**: Falta de Material
- **No luz**: Sistema operando normalmente

Otro ejemplo:

- **Verde:** Producción normal
- **Rojo:** Problema de Calidad
- **Amarillo:** Falta de material
- **Azul:** Problema con el utillaje o la máquina

También podría ser un ejemplo:

- **Verde:** Operación normal
- **Amarillo:** Atención. Retraso en un rango considerado como admitido
- **Rojo:** Operación detenida. Retraso superior al admitido.



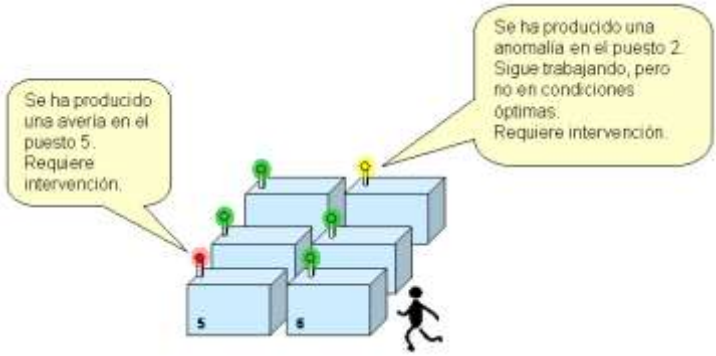
Los sistemas más evolucionados pueden detallar aún más los tipos de error, comunicar los fallos a una red informática y registrar datos sobre el funcionamiento del puesto o de la línea de producción.

Un sistema Andon:

- Facilita la toma de medidas correctivas oportunas alertando al personal ante condiciones anormales del proceso.
- Permite a los supervisores ahorrar tiempo y esfuerzo para el monitoreo del proceso a su cargo, y le da más tiempo para resolver las anomalías.
- Permite monitorear la operación de equipos y personal de manera más eficaz. - Puede actuar como un dispositivo de comunicación de 2 vías. Por ejemplo, cuando el indicador vuelve a verde, lo que les dice a todos es "volvió la normalidad".




Si un problema ocurre, la tabla de Andon se iluminará para señalar al supervisor que la estación de trabajo está en problema. Una melodía se usa junto con la tabla de Andon para proporcionar un signo audible para ayudar al supervisor a comprender hay un problema en su área. Una vez el supervisor evalúa la situación, él o ella puede tomar pasos apropiados para corregir el problema. Se puede concluir que un Andon puede ser un conjunto de Poka-Yokes que son aplicados para lograr mayor eficiencia en un área o proceso determinados.



Andon es una de las herramientas de control más populares visualmente, normalmente situada en el area de fabricación compuesta por un tablero eléctronico a base de luces, que informa la situación de las operaciones de producción y alerta a los miembros del equipo de los problemas que surgen. Andon también se puede utilizar para detectar la escasez de material.

## Uso del sistema Andon

Una aplicación diferente, pero muy efectiva de un sistema Andon, se da en un Departamento de Oftalmología de un Hospital. La luz Andon es un sistema de tres colores: verde, amarillo y rojo.




El color verde está encendido cuando todos los pacientes tienen un turno registrado y el tiempo de espera del último paciente en la "cola" no excede los 59 minutos 59 segundos.

El cálculo del tiempo de espera por persona es diferenciado y está basado en el tipo de consulta o chequeo que fue a hacer y el número de personal técnico disponible para ese servicio en particular.

Al momento en que la cola excede el tiempo límite máximo se prende la luz amarilla y el tiempo excedente corresponde a los dólares de descuento que harán a esta persona. Por ejemplo, si con la llegada suya el tiempo de espera para usted es de 70 minutos, pues a usted le harán en su factura antes de salir un descuento equivalente a 10 dólares 1 centavo. Muy interesante el concepto de servicio al cliente.

Pero aún más interesante es la luz roja. Se enciende la roja cuando el total de descuento a realizar alcanza los 60 dólares independientemente si es una persona o 60 personas que hacen duplicar la espera máxima permitida por la administración.

En otras palabras la cola nunca debe llegar a dos horas de espera.

Cuando se enciende la luz roja, personal técnico adicional llega (probablemente de estar haciendo algún tipo de tarea que pueda dejar de hacer inmediatamente) y trabajan en el área hasta llevar la cola nuevamente a una espera por debajo de 60, es decir a 59 min 59 seg.

En otras palabras, me parece que el servicio está definido como un sistema de trabajo estandarizado (Standard Work) y los límites de la espera responden al principio de Takt time que hace entrar o salir personal de la línea de trabajo.

La luz andon es simplemente la Gestión visual de su sistema de takt y trabajo estándar. Los descuentos hasta 60 dólares constituyen el nivel de riesgo que la empresa está dispuesta a asumir mediante una indemnización a su cliente por haber esperado la entrega de su producto.

Creo que esto es un buen ejemplo para algunas entidades de servicios, para reducir sus tiempos de espera en periodos específicos del mes.

# Capítulo 19

# Poka-Yoke
# (A prueba de errores)

Poka-Yoke se traduce en inglés por proofing que significa 'a prueba de error' (fail safe). De hecho, la palabra original japonesa se podría traducir como "seguro a prueba de bombas". A pesar de que Poka-Yoke es, hoy en día, uno de los preceptos menos conocidos de TPS, fue uno de los primeros en emerger.

Poka-Yoke conecta directamente con el momento estelar en que Sakichi Toyoda crea un telar automático para liberar a su madre del tedio del telar manual. Cuando el telar automático (propulsado normalmente por fuerza hidráulica) se popularizó en Japón le siguió un pequeño pero molesto inconveniente: si durante el tejido de una tela un solo hilo se rompía pero la máquina seguía tejiendo, el resultado era una tela con un defecto. Nadie quiere comprar telas con defectos.

Por otro lado, reparar el defecto de una tela a medio tejer era y es complicado y costoso.

(Además, por lo visto, los hilos de aquella época se rompían bastante a menudo). Así pues, era preciso un operario delante de cada telar para monitorizar constantemente si algún hilo se rompía. Cuando tal cosa sucedía, el operario paraba el telar y, tras una pequeña operación, el telar se ponía de nuevo en marcha como si nada hubiese pasado. Sakichi (o algún otro en la Compañía de Telares Automáticos, no está claro) inventó un simple mecanismo por el que cada hilo sostenía un pequeño peso ligado a una palanca que paraba el telar en caso de que el hilo se rompiera. Es decir, un mecanismo de parada automática (o *fail safe*). Gracias a este mecanismo ahora era posible que un solo operario

controlase veinte telares simultáneamente, en vez de los uno o dos que, hasta el momento, como máximo había sido rendible supervisar. Esto suponía un aumento por 10 de la productividad. (Como hecho anecdótico, aplicando la teoría de colas, el factor 10 nos indica que el tiempo medio entre dos roturas de un hilo dividido por 10 era aproximadamente igual al tiempo requerido para reiniciar un telar en aquella época).

Lo importante de Poka-Yoke no es que el patrón pudiera ahora despedir a 9 operarios, sino que 9 operarios quedaban efectivamente liberados para tareas más productivas y humanas (de mayor valor añadido), por ejemplo, pensar cómo mejorar otro aspecto del telar.

Es así como el término " Poka-Yoke " viene de las palabras japonesas "Poka" (error inadvertido) y "Yoke" (prevenir) al igual que todas las teorías Japonesas que conforman la gran familia de Lean Manufacturing. Por tanto, un dispositivo Poka-Yoke es cualquier mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador se dé cuenta y lo corrija a tiempo.

ポカヨケ

La finalidad del Poka-Yoke es eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible.

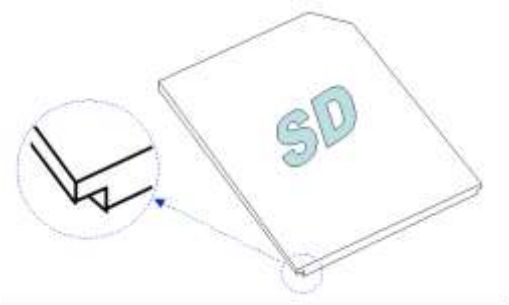
Un ejemplo cotidiano de poka-yoke es el de las tarjetas de memoria: tarjetas telefónicas, SD, etc.

En este tipo de tarjetas se ha estandarizado una geometría concreta que es aprovechada por los espacios donde debe ser insertada, de modo que no sea posible colocarla incorrectamente.




En el caso de las tarjetas telefónicas hay un chaflán que permite vincular la tarjeta con su posición correcta en el teléfono.

En el caso de las tarjetas de memoria (por ejemplo, las SD), con su perfil se da un paso más para un mayor aseguramiento de un uso correcto:




Los Poka-Yokes no son indispensables para evitar los errores, pero sí reducen (o eliminan) el riesgo de que éstos ocurran.

Dicho de otro modo, la ausencia de poka-yokes en estos simples dispositivos inundaría de llamadas los servicios de atención al cliente de telefonía móvil o fabricantes de tarjetas de memoria.

Los sistemas Poka-Yoke implican el llevar a cabo el 100% de inspección, así como, retroalimentación y acción inmediata cuando los defectos o errores ocurren. Este enfoque resuelve los problemas de la vieja creencia que el 100% de la inspección toma mucho tiempo y trabajo, por lo que tiene un costo muy alto.

Un sistema Poka-Yoke posee dos funciones: una es la de hacer la inspección del 100% de las partes producidas, y la segunda es si ocurren anormalidades puede dar retroalimentación y acción correctiva. Los efectos del método Poka-Yoke en reducir defectos va a depender en el tipo de inspección que se esté llevando a cabo, ya sea: en el inicio de la línea, auto-chequeo, o chequeo continuo.

## Métodos de Control

Existen métodos que cuando ocurren anormalidades apagan las máquinas o bloquean los sistemas de operación previniendo que siga ocurriendo el mismo defecto. Estos tipos de métodos tienen una función reguladora mucho más fuerte, que los de tipo preventivo, y por lo tanto este tipo de sistemas de control ayudan a maximizar la eficiencia para alcanzar cero defectos.

No en todos los casos que se utilizan métodos de control es necesario apagar la máquina completamente, por ejemplo cuando son defectos aislados (no en serie) que se pueden corregir después, no es necesario apagar la maquinaria completamente, se puede diseñar un mecanismo que permita "marcar" la pieza defectuosa, para su fácil localización; y después corregirla, evitando así tener que detener por completo la

máquina y continuar con el proceso. Lo que hace más fluida la producción, evitando los paros y colaborando a la eficiencia buscada.

## Métodos de Advertencia

Este tipo de método advierte al trabajador de las anormalidades ocurridas, llamando su atención, mediante la activación de una luz o sonido. Si el trabajador no se da cuenta de la señal de advertencia, los defectos seguirán ocurriendo, por lo que este tipo de método tiene una función reguladora menos poderosa que la de métodos de control.

En cualquier situación los métodos de control son por mucho más efectivos que los métodos de advertencia, por lo que los de tipo control deben usarse tanto como sean posibles. El uso de métodos de advertencia se debe considerar cuando el impacto de las anormalidades sea mínimo, o cuando factores técnicos y/o económicos hagan la implantación de un método de control una tarea extremadamente difícil.

## Clasificación de los métodos Poka-Yoke

1. **Métodos de contacto.** Son métodos donde un dispositivo sensitivo detecta las anormalidades 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 anormalidades 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 anormalidades son detectadas inspeccionando los errores en movimientos estándares donde las operaciones son realizadas con movimientos predeterminados. Este extremadamente efectivo método tiene un amplio rango de aplicación, y la posibilidad de su uso debe de considerarse siempre que se esté planeando la implantación de un dispositivo Poka-Yoke.

## Medidores utilizados en sistemas Poka-Yoke

Los tipos de medidores pueden dividirse en tres grupos, los cuales pueden ser utilizados en muchos lugares de la planta para evitar paros innecesarios:

**a) Medidores de contacto**

- **Interruptor en límites, micro-interruptores.** Estos verifican la presencia y posición de objetos y detectan

herramientas rotas, etc. Algunos de los interruptores de límites están equipados con luces para su fácil uso.

- **Interruptores de tacto.** Se activan al detectar una luz en su antena receptora, este tipo de interruptores pueden detectar la presencia de objetos, posición, dimensiones, etc., con una alta sensibilidad.
- **Transformador diferencial.** Cuando se pone en contacto con un objeto, un transformador diferencial capta los cambios en los ángulos de contacto, así como las diferentes líneas en fuerzas magnéticas, esto es de gran ayuda para objetos con un alto grado de precisión.
- **Trimetron.** Un calibrador digital es lo que forma el cuerpo de un "trimetron", los valores de los límites de una pieza pueden ser fácilmente detectados, así como su posición real. Este es un dispositivo muy conveniente ya que los límites son seleccionados electrónicamente, permitiendo al dispositivo detectar las medidas que son aceptadas, y las piezas que no cumplen, son rechazadas.
- **Relevador de niveles líquidos.** Este dispositivo puede detectar niveles de líquidos usando flotadores

### b) Medidores sin-contacto

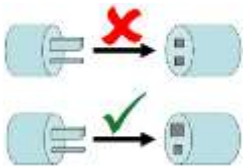
- **Sensores de proximidad.** Estos sistemas responden al cambio en distancias desde objetos y los cambios en las líneas de fuerza magnética. Por esta razón deben de usarse en objetos que sean susceptibles al magnetismo.
- **Interruptores fotoeléctricos (transmisores y reflectores).** Interruptores fotoeléctricos incluyen el tipo transmisor, en el que un rayo transmitido entre dos interruptores fotoeléctricos es interrumpido, y el tipo reflector, que usa el reflejo de las luces de los rayos. Los interruptores fotoeléctricos son comúnmente usados para piezas no ferrosas, y los de tipo reflector son muy convenientes para distinguir diferencias entre colores. Pueden también detectar algunas áreas por la diferencia entre su color.
- **Sensores de luces (transmisores y reflectores).** Este tipo de sistemas detectores hacen uso de un rayo de electrones. Los sensores de luces pueden ser reflectores o de tipo transmisor.
- **Sensores de fibras.** Estos son sensores que utilizan fibras ópticas.
- **Sensores de áreas.** La mayoría de los sensores detectan solo interrupciones en líneas, pero los sensores de áreas pueden detectar aleatoriamente interrupciones en alguna área.

- **Sensores de posición.** Son un tipo de sensores que detectan la posición de la pieza.
- **Sensores de dimensión.** Son sensores que detectan si las dimensiones de la pieza o producto son las correctas.
- **Sensores de desplazamiento.** Estos son sensores que detectan deformaciones, grosor y niveles de altura.
- **Sensores de metales.** Estos sensores pueden detectar cuando los productos pasan o no pasan por un lugar, también pueden detectar la presencia de metal mezclado con material sobrante.
- **Sensor de colores.** Estos sensores pueden detectar marcas de colores, o diferencias entre colores. A diferencia de los interruptores fotoeléctricos estos no necesariamente tienen que ser utilizados en piezas no ferrosas.
- **Sensores de vibración.** Pueden detectar cuando un artículo está pasando, la posición de áreas y cables dañados.
- **Sensor de piezas dobles.** Estos son sensores que pueden detectar dos productos que son pasados al mismo tiempo.
- **Sensores de roscas.** Son sensores que pueden detectar maquinados de roscas incompletas.
- **Fluido de elementos.** Estos dispositivos detectan cambios en corrientes de aire ocasionados por la colocación o desplazamiento de objetos, también pueden detectar brocas rotas o dañadas.
- **Medidores de:** presión, temperatura, corriente eléctrica, vibración, número de ciclos, conteo, y transmisión de información
- **Detector de cambios de presión.** El uso de calibradores de presión o interruptores sensitivos de presión, permite detectar la fuga de aceite de alguna manguera.
- **Detector de cambios de temperatura.** Los cambios de temperatura pueden ser detectados por medio de termómetros, termostatos, coples térmicos, etc. Estos sistemas pueden ser utilizados para detectar la temperatura de una superficie, partes electrónicas y motores, para lograr un mantenimiento adecuado de la maquinaria, y para todo tipo de medición y control de temperatura en el ambiente industrial.
- **Detectores de fluctuaciones en la corriente eléctrica.** Relevadores métricos son muy convenientes por ser capaces de controlar las causas de los defectos por medio de la detección de corrientes eléctricas.

- **Detectores de vibraciones anormales.** Miden las vibraciones anormales de una maquinaria que pueden ocasionar defectos, es muy conveniente el uso de este tipo de detectores de vibración.
- **Detectores de conteos anormal.** Para este propósito se deben de usar contadores, ya sean con relevadores o con fibras como sensores.
- **Detectores de tiempo y cronometrajes.** Cronómetros, relevadores de tiempo, unidades cronometradas, e interruptores de tiempo pueden usarse para este propósito.
- **Medidores de anormalidades en la transmisión de información.** Puede usarse luz o sonido, en algunas áreas es mejor un sonido ya que capta más rápidamente la atención del trabajador ya que si este no ve la luz de advertencia, los errores van a seguir ocurriendo. El uso de colores mejora de alguna manera la capacidad de llamar la atención que la luz simple, pero una luz parpadeante es mucho mejor.

## Características principales de un buen sistema Poka-Yoke

- *Son simples y baratos*. Si son demasiado complicados o caros, su uso no será rentable



- *Son parte del proceso*. Son parte del proceso, llevan a cabo “100%” de la inspección. El "Pick to light": sobre una línea de montaje, por encima de los casilleros de las piezas aparecen luces verdes = se debe escoger la pieza. Por encima de los casilleros de otras piezas, aparecen luces rojas = no se debe escoger la pieza.



## Tipos de inspección

Para tener éxito en la reducción de defectos dentro de las actividades de producción, debemos entender que los defectos son generados por el trabajo, y que toda inspección puede descubrir los defectos.

Los tipos de inspección son:

a) **Inspección de criterio**: Es usada principalmente para descubrir defectos. Para separar lo bueno de lo malo y Comparado con el estándar ó Muestreo, cualquiera de los dos productos son comparados normalmente contra un estándar y los artículos defectuosos son descartados.

   La principal suposición acerca de la inspección de criterio es que los defectos son inevitables y que inspecciones rigurosas son requeridas para reducir los defectos.

   Este enfoque, sin embargo, no elimina la causa o defecto.

b) **Inspección Informativa:** Inspección para obtener datos y tomar acciones correctivas Usado típicamente como: Auto inspección, Inspección subsecuente Auto−Inspección. La persona que realiza el trabajo verifica la salida y toma una acción correctiva inmediata. Algunas ventajas son:

   - Rápida retroalimentación
   - Usualmente inspección al 100%
   - Más aceptable que critica exterior

   La desventaja es más subjetiva que la inspección del operador subsecuente.

c) **Inspección subsecuente:** Inspección de arriba hacia abajo y resultados de retroalimentación. Algunas ventajas son:

   - Mejor que la auto inspección para encontrar defectos a simple vista.
   - Promueve el trabajo en equipo

   Algunas de las desventajas son:

   - Mayor demora antes de descubrir el defecto.
   - El descubrimiento es removido de la causa raíz.

d) **Inspección en la fuente (Source Inspection):** Utilizada en la etapa del error. Se enfoca en prevenir que el error se convierta en defecto, La inspección en la fuente es utilizada para prevenir defectos, para su posterior eliminación. Este tipo de inspección está basada en el descubrimiento de errores y condiciones que aumentan los defectos. Se toma acción en la etapa de error para prevenir que los errores se conviertan en defectos, no como

resultado de la retroalimentación en la etapa de defecto. Si no es posible prevenir el error, entonces al menos se debe querer detéctalo.

## Defectos vs. errores Poka-Yoke

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

- Defectos y errores no son la misma cosa.
- Defectos son resultados.
- Errores son las causas de los resultados.

Los tipos de errores causados por el factor humano en las operaciones, serían:

- *Olvidar*. El olvido del individuo.
- *Mal entendimiento*. Un entendimiento incorrecto / inadecuado.
- *Identificación*. Falta identificación o es inadecuada la que existe.
- *Principiante/Novatez*. Por falta de experiencia del individuo.
- *Errores voluntarios***:** Ocurren errores cuando creemos que podemos ignorar las reglas
- *Errores inadvertidos***:** Nos equivocamos sin darnos cuenta.
- *Errores por lentitud***:** Acciones lentas por retrasos en juzgar algo
- Errores a propósito por ignorar reglas ó políticas.
- *Desapercibido*. Por descuido pasa por desapercibida alguna situación.
- Lentitud del individuo o algo relacionado con la operación o sistema.
- *Falta de estándares*. Falta de documentación en procedimientos o estándar operación(es) o sistema.
- *Sorpresas*. Por falta de análisis de todas las posibles situaciones que pueden suceder y se dé la sorpresa.
- *Intencionales*. Por falta de conocimiento, capacitación y/o integración del individuo con la operación o sistema se dan causas intencionales.[23]

*Las equivocaciones humanas pueden evitarse si nos tomamos el tiempo de analizar cuándo y porqué pasan y se usan métodos Poka-Yoke para prevenirlos.*

[23] **MANDUJANO PINEDA**, Karla. Manufactura Esbelta. Junio 2004. http://www.monografias.com/trabajos14/manufact-esbelta/manufact-esbelta2.shtml#disposit. Fecha de consulta 22 de mayo de 2011.

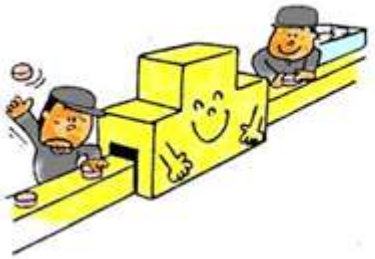
## Metodología de desarrollo de Poka-Yokes

1. *Describir el defecto*: Mostrar la tasa de defectos; Formar un equipo de trabajo.
2. *Identificar el lugar donde*: Se descubren los defectos; Se producen los defectos.
3. Detalle de los procedimientos y estándares de la operación donde se producen los defectos
4. Identificar los errores o desviaciones de los estándares en la operación donde se producen los defectos.
5. Identificar las condiciones donde se ocurren los defectos (investigar).
6. Identificar el tipo de dispositivo Poka-Yoke requerido para prevenir el error o defecto.
7. Desarrollar un dispositivo Poka-Yoke

# Capítulo 20

# Jidoka
# (Automatización con un toque humano)

Para llegar a un sistema productivo de cero errores con una calidad al 100%, es necesario evitar que cualquier pieza o producto defectuoso avance en un proceso productivo. Este es el concepto de Jidoka.

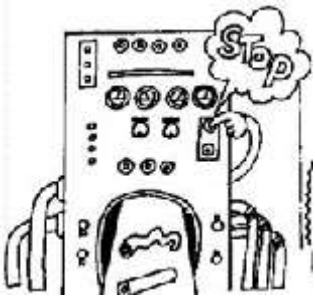




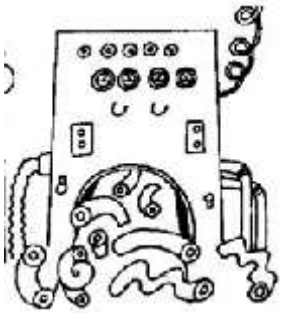

Jidoka es una palabra japonesa que en el entorno del TPS (Toyota Production System) y el mundo Lean manufacturing se traduce como ***Autonomatización***: "automatización con un toque humano". Jidoka permite que el proceso tenga su propio autocontrol de calidad. Así, por ejemplo, si existe una anormalidad 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.

Es un sistema automático de detección de defectos que detiene la operación al aparecer una anomalía ó un producto defectuoso. Por extensión, el operador puede también detener la producción si ocurre una situación de falla. Esto es conocido como auto-activación ó autonomatización. La siguiente imagen ilustra la diferencia entre automatización y autonomatización (auto-activación):




**Autonomatización**



**Automatización**

## Historia

Este concepto fue ideado por Sakichi Toyoda a mediados del siglo veinte cuando inventó el telar automático que se detenía instantáneamente y de forma automática cuando detectaba un problema, como cuando el hilo se rompía. De esta manera, el operador no tenía que estar controlando constantemente a la máquina, y podía intervenir rápidamente cuando alguno de los telares detectaba y señalizaba un problema; por tanto, un sólo operario podía supervisar muchas máquinas sin riesgo de producir grandes cantidades de tejido defectuoso.

Dentro de los elementos del Jidoka encontramos herramientas tales como el Sistema Andon y Sistema a Prueba de Error (Poka Yoke ó Error Proofing).

Posteriormente poka-yoke evoluciona a lo que hoy es *jidōka (Jiduoka)*: *jidōka* es una palabra compuesta de tres *kanjis* que en japonés significa 'automatizacion'.

Sinembargo, Kiichiro escribió el *kanji* de movimiento añadiendo el radical de "hombre". Al hacer esto, el *kanji* de movimiento se transforma en un *kanji* distinto que en Japón significa trabajo: un hombre en movimiento. Es decir automatizar el *trabajo humano* o automatización con un *toque humano*. Todo esto con el objetivo de mejorar la vida de los operarios. Algunos expertos traducen este concepto como 'autonomización': Autonomizar (liberar) al hombre de un trabajo automatizable. La palabra que se invento Sakichi Toyoda:

自 働 化

Ji (auto) Duo (Movimiento) Ka (Transformación

**Jidoka (Autonomización)**

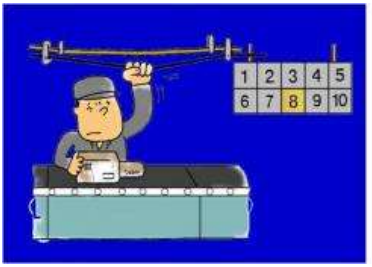
## Los cuatro pasos

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

1. Detectar la anormalidad**.**
2. Parar**.**
3. Fijar o corregir la condición anormal**.**
4. Investigar la causa raíz e instalar las contramedidas**.**

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

El primer paso es **detectar la anormalidad**. Las anormalidades se pueden detectar tanto en los procesos en los que intervienen máquinas como en los procesos que intervienen personas. En el primer caso, se construyen mecanismos dentro de las máquinas, los cuales detectan anomalías y automáticamente paran la máquina durante el tiempo de ocurrencia. En el caso de personas, se les da la autoridad para que opriman botones o tiren de cuerdas llamadas “cuerdas andon” que como consecuencia podrían llegar a parar una línea entera de producción.







El segundo paso es **parar**. Lo que para muchas personas resulta difícil de entender es el hecho de parar la línea de producción, ya que se puede caer en el gran error de pensar que cada vez que se tira de una “cuerda andon” en una estación de trabajo toda la producción entra en una gran parada hasta que el problema sea resuelto. En realidad, las líneas de producción se pueden dividir en secciones y estas a su vez en estaciones

de trabajo, de forma que cuando una estación de trabajo avisa de su problema tirando de una "cuerda andon", la línea sigue produciendo, teniendo un tiempo de ciclo para resolver el problema hasta que la sección de la línea entra en parada.

Si se llega a la situación en la que el problema no se puede resolver dentro del tiempo de ciclo, la sección cuenta con un buffer controlado a su entrada que funciona como si fuera un pulmón, de manera que la sección que esté aguas arriba o sección anterior, puede seguir produciendo y así evitar que se pare toda la fábrica. En el peor de los casos, si no se puede encontrar solución será inevitable parar la línea de producción.

El tercer paso es **fijar o corregir la condición anormal** para volver al ritmo de producción. Para volver a este ritmo, usaremos distintas opciones como pueden ser:

- Poner a funcionar un proceso excepcional como implementar un Kanban (sistema de señal por tarjetas).
- Poner una unidad en estación de re–trabajo.
- Parar la producción hasta que una herramienta rota sea arreglada.

El último de los cuatro pasos es **investigar la causa raíz del problema e instalar una contramedida permanente**. Para investigar la causa tenemos que bajar al nivel del usuario del proceso para, por ejemplo, a través del método de "los cinco por qué" encontrar la raíz del problema. Una vez investigado podemos instalar una solución permanente que haga que este problema no vuelva a suceder.

Jidoka ayuda a expandir el conocimiento sobre el proceso y sistema de producción.

Tanto en el sector industrial como en el de servicios, esta técnica se puede aplicar de diferentes maneras, en casi todos los casos depende de la creatividad de las personas involucradas en evitar que una pieza defectuosa siga avanzando en su proceso. Por ejemplo, en el sector de la automoción, los trabajadores caminan junto a la línea de montaje, esta línea de montaje es móvil teniendo un tiempo limitado para que el operario acabe de realizar su trabajo. Ahora bien, si el operario camina más allá de la distancia establecida, pisará una alfombrilla la cual activa un mecanismo que parará la línea de montaje.

Que el trabajador pise la alfombrilla significa que ha encontrado un problema durante el montaje, lo que hizo que tardara un poco más en realizar sus tareas. Su tiempo de ciclo ha superado el takt-time de la fábrica. Cuando el mecanismo se activa y la línea se detiene, el jefe de sección junto con el trabajador tendrán un tiempo de buffer para solucionar este problema y poner nuevamente la línea en funcionamiento.

En este ejemplo se ve como el Jidoka está ligado al takt-time de la fábrica, ayudando a mantener los índices de calidad altos y conectar el ritmo del mercado con la producción de la empresa. Lo cual es vital para una empresa Lean.






## Filosofía

Los procesos Jidoka son sistemas comparativos de lo "ideal" o "estándar" contra los resultados actuales en producción, éste establece parámetros óptimos de calidad y si en el proceso productivo algún producto no se comporta bajo los estándares preestablecidos, el proceso debe detenerse hasta que la falla sea corregida. Lo que pretende Jidoka es evitar producir una mayor cantidad de productos defectuosos.

Jidoka tiene en cuenta todos aquellos aspectos que pueden afectar el proceso, desde una máquina que se detiene automáticamente bajo las condiciones normales, hasta un problema que se presente en una estación de trabajo detectado por un miembro del equipo. Una “anomalía” puede ser tanto un problema de calidad, una avería inminente o un riesgo de sobreproducción.

Jidoka se fundamenta en la capacidad de las máquinas de reaccionar en lugar del operario, de este modo el operario puede atender varias máquinas al mismo tiempo y se evita que durante el proceso se obtengan productos defectuosos.

Por esta razón significa automatización con un toque humano, a pesar de que la máquina tenga la capacidad de tomar una decisión la actuación de las personas es indispensable.

Ante la aparición de un defecto se debe reaccionar de inmediato. Por una parte habrá que subsanarlo de inmediato. Por otra parte habrá que tomar medidas para que no pueda volver a ocurrir. Pero lo que de ningún modo puede hacerse es dejarlo pasar para resolverlo posteriormente.

En la herramienta “Jidoka” la automatización no resuelve el problema, pero obliga al personal a concentrar sus esfuerzos en un problema concreto.

El principio de Cero-Defectos dice que:

- No debemos aceptar un defecto.
- No debemos entregar un defecto.
- No debemos producir un defecto.
- Todo defecto detectado debe resolverse de inmediato.

En el caso de producirse un defecto, ante todo reaccionar evitando su propagación. Atacar a las causas: resolverlo directamente o en su caso informar al proceso que lo produjo. Esto es imprescindible en un flujo continuo, y en ocasiones da al operario la potestad para parar una línea completa de producción para evitar la propagación del defecto.

Adicionalmente, se debe tener en cuenta que para prevenir los defectos producidos por el hombre:

- Debe estar formado (conocer los estándares)
- Debe ser disciplinado (cumplir los estándares)
- Debe ser polivalente

Para prevenir los defectos que puedan ser ocasionados por la máquina se requiere

- Que funcione correctamente. En este aspecto interviene el TPM con sus pilares enfocados en el mantenimiento y seguridad en la máquina.
- Debe tener un toque humano para detectar por sí misma un defecto.
- Debe facilitar al hombre la prevención de defectos. En este aspecto interviene el Poka Yoke.

Para prevenir los defectos en los materiales:

- Implicar a los proveedores. Aspecto que se tiene en cuenta en el pilar “Mantenimiento de la calidad”, que nos habla de seleccionar proveedores adecuados, evaluarlos y aprobarlos.

## Pasos para la autonomatización (Jidoka)

Los pasos que se deben dar para el Jidoka y su implicación para el operador durante el ciclo, son:

1. **Autonomatización del proceso:** Esto implica convertir el esfuerzo humano en realizar una tarea en un esfuerzo mecánico. Por ejemplo: taladro de atornillado mecánico. Acá el operario y la máquina realizan tareas juntos.

2. **Autonomatización de sujetar:** Eliminación del apriete manual de abrazaderas de piezas y reemplazarlo por abrazaderas accionadas mecánicamente. El operario únicamente carga el útil. Acá también el operario y la máquina realizan tareas juntos.

3. **Autonomatización de alimentación:** La tarea de alimentar la herramienta o útil no es realizada por el operario. La alimentación es automática, pero el operario debe parar la alimentación si hay problemas o errores. Acá el operario y la máquina realizan tareas juntos.

4. **Autonomatización de paradas:** La alimentación de la herramienta o el útil debe parar apropiadamente al final del proceso. El operario puede abandonar la máquina o proceso.

5. **Autonomatización de retornos:** Una vez el proceso es finalizado y parado, la herramienta o útil debe retornar a la posición de inicio sin la ayuda del operario.

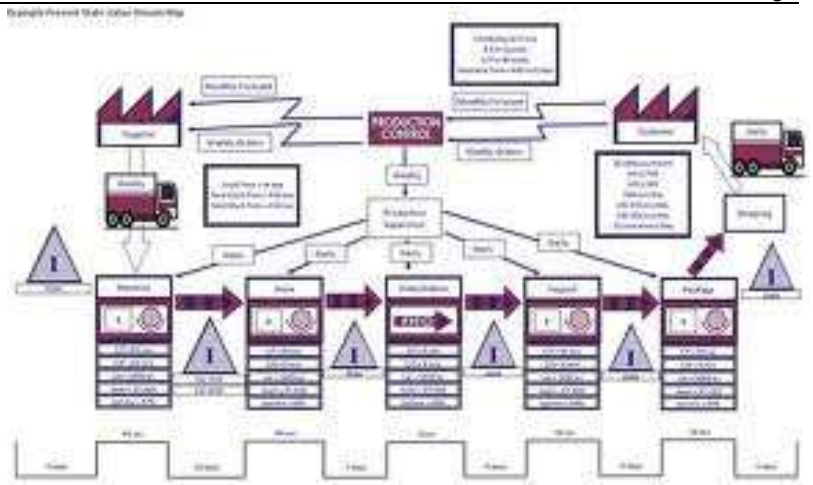
6. **Autonomatización de retiro de piezas (Hanedashi):** Una vez finalizado el proceso y el retorno, la pieza será expulsada de tal forma que la próxima pieza puede ser cargada sin necesidad de manipular la pieza anterior.

7. **Inspección de Calidad (Poke-Yoke):** Para prevenir que defectos sean pasados al próximo proceso, dispositivos son incorporados para capturarlos, parar la producción y alertar al operario.

8. **Autonomatización de carga:** La pieza es cargada en el proceso sin necesidad de la intervención del operario. El proceso debe detectar problemas que puedan ocurrir y parar la operación.

9. **Autonomatización de Inicio:** Una vez completados los 8 pasos anteriores, la máquina debe empezar a procesar piezas por su propia cuenta. Problemas de seguridad y calidad deben ser tratados.

10. **Autonomatización de transferencia:** Esto implica atar varios procesos sin la necesidad de la intervención del operario, mediante el uso de mecanismos de transferencia.



# Capítulo 21
# Células de manufactura

Una célula de manufactura es una unidad del trabajo más grande que una máquina o un sitio de trabajo individual pero más pequeña que el departamento generalmente. Típicamente, tiene 3-12 personas y 5-15 sitios de trabajo en un arreglo compacto. Una célula de manufactura son todas las operaciones necesarias para producir y mantener flujos de producción continuos o son todas las operaciones necesarias para producir un componente o el sub-ensamble de partes realizadas cerca para permitir la retroalimentación entre operadores ante problemas de calidad u otros.

Una célula de Manufactura es un esquema de distribución y acomodo de los equipos en función del proceso y/o producto, el cual permite disminuir el Tiempo de Ciclo de fabricación, incrementando así la velocidad de respuesta al cliente. Lo que hace posible, la fluidez de los procesos en pro de un aumento sustancial de la eficiencia y de la producción.

Las Células combaten de manera frontal el alto costo de fabricación: disminuyendo el inventario en proceso, optimizando el transporte y evitando la necesidad de equipo altamente especializado, apoyado en la misma disminución de costos cuando ordena los procesos.

La Célula rompe con la forma tradicional de distribución de planta basada en agrupar por tipo de máquinas, y ofrece un acomodo en función de la secuencia del proceso y/o producto para dar fin a un paradigma productivo que ha gobernado por mucho tiempo, “la producción debe acomodarse al tipo de distribución de la planta”.

Logra capitalizar el potencial de los operarios al demandar de cada uno múltiples habilidades para el manejo de las máquinas que integran la

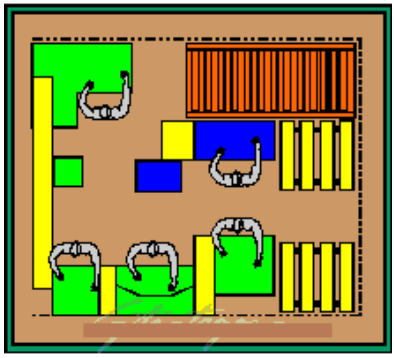
Célula (Multihabilidades), el operario, además de volverse un experto, se convierte en una persona polifacética en lo que a tareas y conocimiento respecta, debido a que será un experto en su área y conocerá a fondo las demás.

Para una aplicación óptima de las células de manufactura se necesitan tiempos de montaje muy bajos (SMED), es más dependiente de las personas que de las máquinas (el operador como foco principal), habilidad de solución rápida de problemas de líneas, máquinas flexibles en vez de supermáquinas, agrupación por familias de producto y entrenamiento multifuncional a operadores.

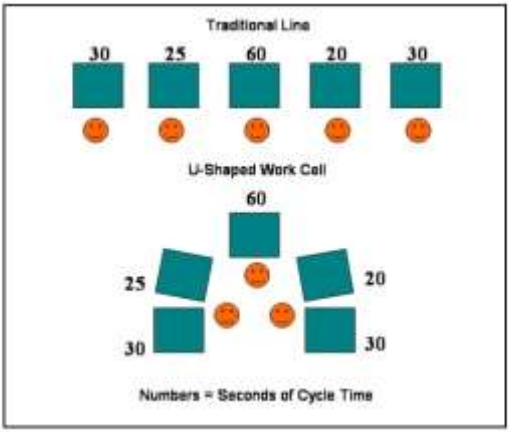
## Distribución de las células de manufactura




En las células con personal la integración física se logra mediante la distribución en forma de U, y la integración de información se logra con el trabajador multifuncional. El control de la producción no tiene necesariamente que ser computarizado.



En una célula sin personal la integración física de nuevo se logra a través de la distribución (ya sea en forma de U o circular). La integración de la información se logra mediante un controlador de la célula, por lo general una computadora que maneja los controladores de las máquinas y otros equipos. Se puede cargar un plan de producción al controlador de la célula y después monitorearlo.




Un conjunto de células independientes forma un sistema de manufactura celular (CIM). Sin embargo, esta integración es sólo parcial, es decir, integración dentro de las células. Si las células están ligadas por algún tipo de flujo de material, entonces se logra una integración completa. Esto se llama sistema de manufactura celular ligado.

Las células de manufactura lo que buscan es combinar de manera efectiva operaciones tanto manuales como mecánicas para aumentar el valor agregado **y reducir el desperdicio**.

Estos son algunos desperdicios que pueden atacar las células de manufactura:

| Desperdicio | Forma de eliminarlo |
|---|---|
| Sobreproducción | Reducir los tiempos de preparación, sincronizando cantidades y tiempos entre procesos, haciendo sólo lo necesario. |
| Espera | • Sincronizar flujos<br>• Balancear cargas de trabajo<br>• Trabajador flexible |
| Transporte | • Distribuir las localizaciones para hacer innecesario el manejo/transporte.<br>• Racionalizar aquellos que no se pueden eliminar. |
| Proceso | Analizar si todas las operaciones deben de realizarse o pueden eliminarse algunas sin afectar la calidad del producto/servicio. |

| Desperdicio | Forma de eliminarlo |
|---|---|
| Inventarios | Acortar los tiempos de preparación, de respuesta y sincronizarlos. |
| Movimientos | Estudiar los movimientos para buscar economía y conciencia. Primero mejorar y luego automatizar. |
| Productos defectuosos | • Desarrollar el proyecto para prevenir defectos en cada proceso y evitar reprocesos.<br>• Hacer los procesos a prueba de error humano |

La manufactura celular y las células de manufactura son el corazón de la Manufactura Esbelta. Sus ventajas son muchas y variadas. Aumentan productividad y calidad. Las células simplifican el flujo de material, la gerencia e incluso los planes contables; esta es una de las grandes similitudes que encontramos al comparar estas dos estrategias de mejoramiento, vemos como las células de manufactura presentan gran inclinación hacia el mejoramiento y simplificación del proceso y la gran sincronización que deben tener los operadores con las maquinas.

## Ventajas de las células de manufactura

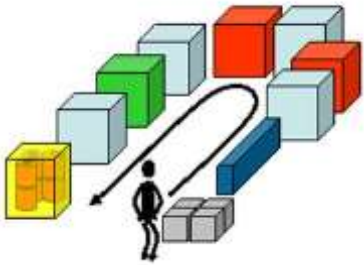
- Reduce el manejo de la pieza mayor.
- Permite operarios altamente capacitados.
- Permite cambios frecuentes en el producto.
- Se adapta a una gran variedad de productos
- Es más flexible
- Una de las ventajas más importantes de la célula en U es la flexibilidad para aumentar o disminuir el número necesario de trabajadores cuando hay que adaptarse a los cambios de la demanda
- eliminación de tiempos de preparación de máquinas, tiempos de espera, movimientos de piezas de un lado a otro del taller así como una mayor especialización de máquinas y operarios en la familia de piezas en una célula

# Capítulo 22

# Chaku-Chaku
# (Línea flexible en U)

"Chaku" es un término japonés que quiere decir "carga", por lo que chaku-chaku viene a significar carga-carga, en el sentido de cargar y descargar piezas en un proceso productivo.[24]

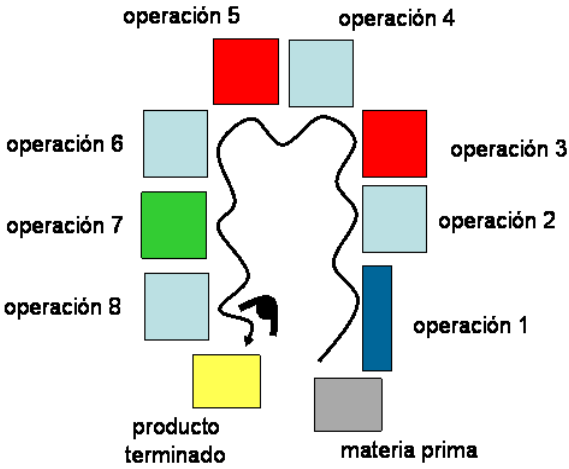
Chaku-chaku es un concepto de célula de fabricación en el que los equipos se disponen ordenadamente en forma de "U" y el operario va sucesivamente descargando y cargando cada uno de ellos moviendo las piezas a lo largo de toda la línea.



[24] http://leanroots.com/

Para hacer funcionar una línea chaku-chaku es preciso tener en cuenta que:

- El operario debe ser polivalente (capaz de hacer funcionar distintos tipos de máquinas)
- Al ser flujo continuo, cualquier paro en una máquina provoca un paro de toda la línea
- Las máquinas deben ser semiautomáticas (aunque es posible intercalar operaciones manuales)
- las operaciones deben tener una duración aproximada igual o menor al tiempo que el operario (u operarios) tarda en hacer un recorrido completo.




En una línea chaku-chaku no tiene sentido utilizar máquinas sofisticadas para fabricar a gran rapidez, ya que el tiempo de ciclo será relativamente largo, y las esperas por parte de las máquinas no aportan valor. Es por esto por lo que se considera que este tipo de líneas requieren inversiones relativamente bajas.

## Ventajas de la línea chaku-chaku:

- Se elimina el stock intermedio à plazos de entrega cortos
- Mejora la calidad (detección inmediata de defectos)
- Alta productividad (máximo aprovechamiento del personal)
- Mínima necesidad de espacio

- Mayor flexibilidad (se puede diseñar para aumentar o reducir la velocidad simplemente variando el número de operarios que la manejan)

## Inconvenientes:

- Requiere gran polivalencia por parte del operario
- Requiere alto OEE (eficiencia de los equipos de producción)
- Requiere tiempos de cambio cortos (el tamaño del lote es igual a 1).

# Capítulo 23

# SMED
# Single Minute Exchange of Die
# (Cambios Simples de un Dígito)

## Reseña histórica

1. ***Primer Paso:*** *Planta Mazda en Toyo Kogyo:* En la primavera del año 1950 Shingo llevó a cabo una investigación de mejora de eficiencia en la planta de Toyo Kogyo's Mazda (empresa de fabricación de triciclos). Shingo insistió en realizar una inspección directa para hacer una análisis de producción de una semana de duración, a pesar de la resistencia del administrador de la sección quien pensaba que era pérdida de tiempo. Al tercer día del análisis se tuvo que hacer un cambio de troquel de una prensa. El operador necesitaba un perno y tardó una hora en concluir que no lo iba a encontrar. Para resolver el problema de perno, se lo quitó a otro molde y lo cortó a la medida. ¡Por supuesto, este perno haría falta en el molde al que se lo había quitado!

   Mientras el operador buscaba el perno y resolvía su problema, Shingo concluyó que las operaciones de cambio están compuestas por dos tipos fundamentales: IEDs (Internal Exchange of Die = Cambios Internos). OEDs (External Exchange of Die = Cambios Externos). Anote: ¿En qué consiste el primer paso respecto a los tiempos externos y los tiempos internos?

2. ***Segundo Paso:*** *Astilleros de Hiroshima:* En verano de 1957 le propusieron a Shingo hacer un estudio en la industria pesada en Astilleros de Hiroshima. Después de hacer un análisis de producción, se dio cuenta que el proceso de marcar el centro y

dimensionar la cama de la máquina de un rectificador se hacía en la misma mesa del rectificador. Ahí le surgió la siguiente idea: "¿Por qué no instalar una segunda mesa para hacer el cambio por separado?". De esta manera se podrían cambiar las mesas al pasar de un lote al siguiente, reduciendo significativamente el tiempo de cambio. En su siguiente visita observó que se había incrementado la productividad en un 40%. Anote: ¿En qué consiste el segundo paso respecto a los tiempos externos y tiempos internos?

3. ***Tercer Paso:*** *Toyota Motor Co.*: En 1969 visitó la planta principal de Toyota Motor Co., donde observó que un cambio de una prensa de 1000 toneladas duraba 4 horas, mientras que Volkswagen en Alemania hacia estos cambios en dos horas. El primer problema a vencer fue lograr distinguir entre tiempos internos y tiempos externos. Después de 6 meses, mejorando los dos tipos de tiempos, lograron disminuir el tiempo de cambio a 90 minutos. En el siguiente mes el objetivo fue reducir los tiempos a tres minutos, lo que parecía imposible. Sin embargo a Shigeo le surgió la idea de convertir tiempos internos en tiempos externos. Listando 8 técnicas de disminución de tiempo de cambio en un pizarrón, lograron bajar el tiempo a tres minutos después de 3 meses de esfuerzos. Anote: ¿En qué consistió el tercer paso respecto a los tiempos externos y los tiempos internos?

Suponiendo que todos los cambios se pueden hacer en menos de 10 minutos, llamó a este concepto Single-Minute Exchange of Die (SMED). El desarrollo del concepto de SMED tomó 19 años en desarrollarse. Fue la culminación de su visita profunda en la práctica y los aspectos teóricos de mejora en los cambios. Los toques finales se dieron por el requerimiento de Toyota Motor Co., de reducir el tiempo de cambio en una prensa de 1000 toneladas de 4 horas a 90 minutos. El SMED me ayuda a eliminar ajustes complicados

## ¿Qué es el sistema SMED?[25]

Se ha definido el SMED como la teoría y técnicas diseñadas para realizar las operaciones de cambio en menos de 10 minutos.

El sistema SMED nació por la necesidad de lograr la producción JIT (just in time), uno de las piedras angulares del sistema Toyota de fabricación y fue desarrollado para acortar los tiempos de la preparación de máquinas, intentando hacer lotes de menor tamaño.

En contra de los pensamientos tradicionales el Ingeniero japonés Shigeo Shingo señaló que tradicional y erróneamente, las políticas de las empresas en cambios de utillaje, se han dirigido hacia la mejora de la habilidad de los operarios y pocos han llevado a cabo estrategias de mejora del propio método de cambio.

[25] http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/SMED/#pageTable

El éxito de este sistema comenzó en Toyota, consiguiendo una reducción del tiempo de cambios de matrices de un periodo de una hora y cuarenta minutos a tres minutos.

Su necesidad surge cuando el mercado demanda una mayor variedad de producto y los lotes de fabricación deben ser menores; en este caso para mantener un nivel adecuado de competitividad, o se disminuye el tiempo de cambio o se siguen haciendo lotes grandes y se aumenta el tamaño de los almacenes de producto terminado, con el consiguiente incremento de costes. Esta técnica está ampliamente validada y su implantación es rápida y altamente efectiva en la mayor parte de las máquinas e instalaciones industriales.

## Utilidad del SMED

Esta técnica permite disminuir el tiempo que se pierde en las máquinas e instalaciones debido al cambio de utillaje necesario para pasar de producir un tipo de producto a otro. Algunos de los beneficios que aporta esta herramienta son:

- reducir el tiempo de preparación y pasarlo a tiempo productivo
- reducir el tamaño del inventario
- reducir el tamaño de los lotes de producción
- producir en el mismo día varios modelos en la misma máquina o línea de producción.

Esta mejora en el acortamiento del tiempo aporta ventajas competitivas para la empresa ya que no tan sólo existe una reducción de costos, sino que aumenta la flexibilidad o capacidad de adaptarse a los cambios en la demanda. Al permitir la reducción en el tamaño de lote colabora en la calidad ya que al no existir stocks innecesarios no se pueden ocultar los problemas de fabricación.

Algunos de los tiempos que tenemos que eliminar aparecen como despilfarros habitualmente de la siguiente forma:

- Los productos terminados se trasladan al almacén con la máquina parada.
- El siguiente lote de materia prima se trae del almacén con la máquina parada.
- Las cuchillas, moldes, matrices,.. no están en condiciones de funcionamiento.
- Algunas partes que no se necesitan se llevan cuando la máquina todavía no está funcionando.
- Faltan tornillos y algunas herramientas no aparecen cuando se necesitan durante el cambio.
- El número de ajustes es muy elevado y no existe un criterio en su definición.

El SMED, asociado al proceso de mejora continua, va a tratar de eliminar todos estos desperdicios.

## Funcionamiento del SMED

Para entender la importancia de esta técnica con un ejemplo sencillo podemos plantearnos que, en nuestro caso y como conductores, cambiar una rueda de nuestro vehículo en 15 minutos es aceptable, sin embargo la elevada competencia y la continua pugna por el ahorro de tiempos ha llevado a los preparadores de Fórmula 1 a hacer ese cambio en 3,4 segundos.

Como caso genérico partiremos de la base de que con esta técnica puede reducirse el tiempo de cambio un 50% sin inversiones importantes.

Para ello Shigeo Shingo en 1950 descubrió que había dos tipos de operaciones al estudiar el tiempo de cambio en una prensa de 800 tns:

- Operaciones Internas: aquellas que deben realizarse con la máquina parada.
- Operaciones Externas: pueden realizarse con la máquina en marcha.

El objetivo es analizar todas estas operaciones, clasificarlas, y ver la forma de pasar operaciones internas a externas, estudiando también la forma de acortar las operaciones internas con la menor inversión posible.

Una vez parada la máquina, el operario no debe apartarse de ella para hacer operaciones externas. El objetivo es estandarizar las operaciones de modo que con la menor cantidad de movimientos se puedan hacer rápidamente los cambios, de tal forma que se vaya perfeccionando el método y forme parte del proceso de mejora continua de la empresa.

La aplicación de sistemas de cambio rápido de utillaje se convierte en una técnica de carácter obligado en aquellas empresas que fabriquen series cortas y con gran diversidad de referencias. Tradicionalmente el tamaño de los lotes ha sido el siguiente:

- Lote pequeño: 500 piezas o menos.
- Lote medio: 501-5000 piezas.
- Lote grande: Más de 5000 piezas.

Actualmente se exigen lotes pequeños y la frecuencia de entregas es menor. En ocasiones se produce en exceso para evitar defectuosos, aumentando los inventarios.

## Aplicación del SMED

La implantación del proyecto SMED consta de cuatro etapas:

## Etapa preliminar

Lo que no se conoce no se puede mejorar, por ello en esta etapa se realiza un análisis detallado del proceso inicial de cambio con las siguientes actividades:

- Registrar los tiempos de cambio:
  - Conocer la media y la variabilidad.
  - Escribir las causas de la variabilidad y estudiarlas.
- Estudiar las condiciones actuales del cambio:
  - Análisis con cronómetro.
  - Entrevistas con operarios (y con el preparador).
  - Grabar en vídeo.
  - Mostrarlo después a los trabajadores.
  - Sacar fotografías.

Esta etapa es más útil de lo que se cree, y el tiempo que invirtamos en su estudio puede evitar posteriores modificaciones del método al no haber descrito la dinámica de cambio inicial de forma correcta

## Primera etapa: Separar las tareas internas y externas

En esta fase se detectan problemas de carácter básico que forman parte de la rutina de trabajo:

- Se sabe que la preparación de las herramientas, piezas y útiles no debe hacerse con la máquina parada, pero se hace.
- Los movimientos alrededor de la máquina y los ensayos se consideran operaciones internas.

Es muy útil realizar una lista de comprobación con todas las partes y pasos necesarios para una operación, incluyendo nombres, especificaciones, herramientas, parámetros de la máquina, etc. A partir de esa lista realizaremos una comprobación para asegurarnos de que no hay errores en las condiciones de operación, evitando pruebas que hacen perder el tiempo

## Segunda etapa: Convertir tareas internas en externas

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

- Reevaluar para ver si alguno de los pasos está erróneamente considerado como interno
- Prerreglaje de herramientas. Eliminación de ajustes: las operaciones de ajuste suelen representar del 50 al 70% del tiempo de preparación interna. Es muy importante reducir este tiempo de ajuste para acortar el tiempo total de preparación. Esto significa que se

tarda un tiempo en poner a andar el proceso de acuerdo a la nueva especificación requerida.

Los ajustes normalmente se asocian con la posición relativa de piezas y troqueles, pero una vez hecho el cambio se demora un tiempo en lograr que el primer producto bueno salga bien. Se llama ajuste en realidad a las no conformidades que a base de prueba y error van llegando hasta hacer el producto de acuerdo a las especificaciones (además se emplea una cantidad extra de material). Partiremos de la base de que los mejores ajustes son los que no se necesitan, por eso se recurre a fijar las posiciones. Se busca recrear las mismas circunstancias que la de la última vez. Como muchos ajustes pueden ser hechos como trabajo externo se requiere fijar las herramientas. Los ajustes precisan espacio para acomodar los diferentes tipos de matrices, troqueles, punzones o utillajes por lo que requiere espacios estándar.

### Tercera etapa: perfeccionar las tareas internas y externas

El objetivo de esta etapa es perfeccionar los aspectos de la operación de preparación, incluyendo todas y cada una de las operaciones elementales (tareas externas e internas).

Algunas de las acciones encaminadas a la mejora de las operaciones internas más utilizadas por el sistema SMED son:

- *Implementación de operaciones en paralelo:* Estas operaciones que necesitan más de un operario ayudan mucho a acelerar algunos trabajos.

  Con dos personas una operación que llevaba 12 minutos no será completada en 6, sino quizás en 4, gracias a los ahorros de movimiento que se obtienen. El tema más importante al realizar operaciones en paralelo es la seguridad

- *Utilización de anclajes funcionales*: Son dispositivos de sujeción que sirven para mantener objetos fijos en un sitio con un esfuerzo mínimo.

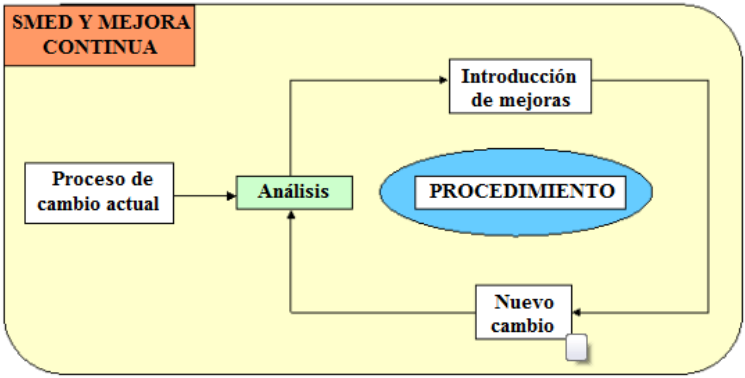
Todas estas etapas culminan en la elaboración de un procedimiento de cambio que pasa a formar parte de la dinámica de trabajo en mejora continua de la empresa y que opera de acuerdo al siguiente esquema iterativo de trabajo:

1. Elegir la instalación sobre la que actuar
2. Crear un equipo de trabajo (operarios, jefes de sección, otros)
3. Analizar el modo actual de cambio de utillaje. Filmar un cambio
4. Reunión del equipo de trabajo para analizar en detalle el cambio actual.
5. Reunión del equipo de trabajo para determinar mejoras en el cambio:

- Clasificar y transformar operaciones Internas en Externas.
- Evitar desplazamientos, esperas y búsquedas, situando todo lo necesario al lado de máquina.
- Secuenciar adecuadamente las operaciones de cambio.
- Facilitar útiles y herramientas que faciliten el cambio
- Secuenciar mejor las órdenes de producción.
- Definir operaciones en paralelo.
- Simplificar al máximo los ajustes

6. Definir un nuevo modo de cambio.
7. Probar y filmar el nuevo modo de cambio.
8. Afinar la definición del cambio rápido, convertir en procedimiento.
9. Extender al resto de máquinas del mismo tipo.

*(Los pasos 7 a 9 son recursivos. El tiempo de cambio se puede ir acortando por fases).*




## Ejemplo de aplicación en prensas

A modo de ejemplo, se desglosan a continuación un conjunto de reglas aplicables a prensas para lograr disminuir los tiempos de cambio, siendo extrapolables a otro tipo de máquinas con sus peculiaridades:

- Situar a pié de máquina el nuevo utillaje y sus herramientas mientras la prensa está todavía operando el lote anterior (pasar operaciones internas a externas).
- El operario deja el utillaje usado a pié de máquina cuando hace el cambio y comienza a trabajar con el nuevo lote; otra persona se encargará de evacuarlo a su almacén mientras la prensa está operando (pasar operaciones internas a externas).

- Dotar a las máquinas de bobina de doble alimentador, de tal manera que se pueda colocar una segunda bobina mientras la primera está en operación (es una inversión que permite flexibilizar el sistema productivo).
- En algún caso, dotar a las prensas de una mesa de rodillos para la entrada de molde y de otra para la salida. De esta forma, el molde entrante se sitúa en la mesa de entrada y cuando se hace el cambio, el molde saliente se empuja hasta la mesa de salida y el entrante se empuja hasta el interior de la máquina (es una inversión que permite flexibilizar el sistema productivo).
- Planificación de los cambios, de tal manera que al principio del turno, se sepa a qué hora será necesario realizar qué cambio en qué máquina. De esta forma se dispone de un margen amplio de tiempo para colocar antes del cambio el molde a pié de máquina. Si a las 6:00 se sabe que tal máquina requiere un cambio a tal molde a las 8:30, se dispone de dos horas y media para en cualquier momento dejar todo disponible (esta es una mejora en método).
- Entrenar a los operarios en una correcta ejecución del cambio y realizar un seguimiento exhaustivo del tiempo que se tarda en hacerlo, de tal forma que fijado un objetivo coherente, este se cumpla y mantenga a lo largo del tiempo (es una mejora de método).
- Modificar los moldes para conseguir eliminar operaciones de ajuste (esta es una inversión algo más cara, que antes de lanzar se debería evaluar).

## Resultados y objetivos

En la **metodología tradicional** de trabajo para la aplicación del SMED, se crean grupos de trabajo con el personal implicado en el manejo de las máquinas y en su cambio de utillaje y se les plantea unas reuniones de trabajo en las se van definiendo las mejoras a implantar en el modo de cambio. De esta forma, se plantea a los trabajadores el desafío de lograr una fuerte reducción del tiempo de cambio, y a medida que estos trabajadores van colaborando, hacen suyas las propuestas y los logros, por lo que en su momento son quienes mejor defienden el nuevo modo de trabajo. Esto implica la dedicación en horas de reuniones dedicadas al efecto y a la formación de los operarios.

Como se ha comentado, es importante orientar el proyecto SMED hacia la Mejora Continua. En ese sentido, hay que destacar que gran parte del potencial de mejora de esta técnica está asociado a la Planificación, puesto que gran parte del tiempo se pierde pensando en lo que hay que hacer después o esperando a que la máquina se detenga. Planificar las siguientes tareas reduce el tiempo de cambio y supone un punto de partida importante:

- El orden de las operaciones
- Cuándo tienen lugar los cambios

- Qué herramientas y equipamiento es necesario
- Qué personas intervendrán
- Los materiales de inspección necesarios

El objetivo es transformar en un evento sistemático el proceso, no dejando nada al azar, y facilitando que cualquier operario pueda realizar un cambio en ausencia del preparador especialista.

Una vez establecidas ciertas reglas de cambio rápido a aplicar, es cuando se debe formar un equipo piloto para trabajar en el desarrollo específico del nuevo modo de trabajo, determinando y concretando la forma en que la empresa deberá hacer el cambio rápido de utillaje. Una regla clara a aplicar es la de realizar análisis puntuales y luego extenderlo al resto de las máquinas

El resultado que tendremos será:

**a) Cambio más sencillo**

- Nueva operativa del cambio más sencilla.
- Necesidad de operarios menos cualificados.
- Se evitan situaciones de riesgo.
- Mejor seguridad.
- Se eliminan errores en el proceso.
- Mejor calidad.

**b) Producción con stock mínimo**

- Lotes más pequeños.
- Menor inventario en proceso.

**c) Simplificación del área de trabajo**

- Codificación de utillajes
- Limpieza

**d) Productividad y flexibilidad:** La productividad busca que de 8 horas de trabajo (6 de trabajo y 2 de cambio):

- Se pase a 7 horas de trabajo y 1 de cambio.
- Se pase a 7 y media de trabajo y media de cambio.

La flexibilidad busca que de 8 horas de trabajo (6 de trabajo y 2 de cambio):

- Se pase a 6 horas de trabajo y dos cambios de 1 hora.
- Se pase a 6 horas de trabajo y cuatro cambios de media hora.

**e) Motivación:**Todo el mundo se siente tremendamente motivado al compartir el sentimiento de logro y de éxito.

# Capítulo 24

# T.P.M.
# Total Productive Maintenance (Mantenimiento Productivo Total)

## Historia del Mantenimiento Productivo Total

El Mantenimiento productivo Total es un sistema japonés único, que fue creado en 1971, y que está basado en las técnicas Norteamericanas del mantenimiento Preventivo o Mantenimiento Productivo (de la década de los 50´s a los 60´s).

Inicialmente se enfocó al área de producción, obteniendo resultados impactantes. Con el paso de los años la técnica fue mejorando, y se extendió a las áreas administrativas y gerenciales.

En la actualidad, después de 27 años de su aparición, el mantenimiento Productivo Total es bien recibido por toda la estructura de varias empresas, así como por diferentes tipos de empresas industriales en todo el mundo.

La primera aplicación de este sistema se dio en la empresa Nippon Denso Co., Ltd., que es reconocida por la fabricación de partes automotrices y pertenece al grupo Toyota. Los esfuerzos de la empresa iniciaron en 1961, logrando obtener el premio al “Mantenimiento Productivo” en 1971. Después de dicho suceso, se decidió que sólo se premiará a las empresas que implanten programas de Mantenimiento Productivo Total, apoyados por el Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas.

## Diferencias entre Mantenimiento Productivo y mantenimiento Productivo Total[26]

El Mantenimiento Productivo Total está basado en las técnicas y tecnologías del Mantenimiento Productivo norteamericano; sin embargo, existen diferencias importantes que se analizan a continuación.

**La primera diferencia** es que el Mantenimiento Productivo Total está encaminado a la búsqueda completa del mejoramiento de la eficiencia de producción a su máximo grado. La mayoría de los sistemas de producción están basados en un contexto de hombres y máquinas. Aunque los sistemas automatizados son cada día más requeridos, también es cierto que se reportan más fallas graves que en los sistemas hombre-máquina.

Por otro, lado la eficiencia de producción está gobernada por los sistemas y métodos de Manufactura y por la utilización y el mantenimiento de los equipos. Es muy difícil lograr planes de producción cuando no se tiene la certeza de la capacidad disponible en la planta y, en muchas ocasiones, los responsables del análisis de la capacidad reportan hasta un 50% real de un 100% teórico. La disminución de la capacidad teórica es originada por paros en las líneas de producción debido a fallas y ajustes, pérdidas en velocidad provocadas por paros menores y defectos en los productos, debido a defectos en los procesos (como en el arranque de corridas y bajas en producción).

El Mantenimiento Productivo Total está diseñado para prevenir la ocurrencia de los efectos antes mencionados y su propósito es maximizar la eficiencia de los sistemas de producción de una forma total. El Sistema de Mantenimiento Productivo norteamericano se basa en especialistas de equipo que no se abocan a la eficiencia de producción total, sino a que los equipos sean utilizados.

**La segunda diferencia** es que los operadores deben conservar su propio equipo (Jishu – Hozen por los operadores). Este criterio consiste en una analogía con el ser humano, donde cada persona es responsable de su salud, Conociendo su estado actual, se realizan chequeos periódicamente con ayuda de profesionales, en este caso los médicos.

De forma similar, los operadores deben proteger sus equipos. A esto se le llama Jishu – Hozen, la forma de prevenir defectos y fallas, que provocan tiempos muertos en los equipos, es mediante rutinas sencillas de mantenimiento (limpiar, lubricar, ajustar e inspeccionar). Idealmente, las rutinas de mantenimiento deberán ser la norma y no la excepción. Lo anterior se complementa con las acciones de los miembros del equipo de mantenimiento de la planta, quienes funcionan como “los médicos especializados en los equipos” para verificar el funcionamiento y llevar a cabo reparaciones tempranas (tratamiento).

[26] ITESM, *Diplomado en Mantenimiento Productivo Total*., Junio 1998

Desde el punto de vista tradicional (el estilo norteamericano), las funciones de los operadores son estrictamente producción; y todas las rutinas de mantenimiento corresponden al departamento dedicado a esto.

El reto es mayor con el avance y progreso de las industrias, ya que la automatización de equipos, procesos y fabricas va en aumento. Es importante recordar que el cuidado de la salud de una planta depende del mantenimiento que se da a la misma.

**La tercera diferencia**[27] es que el Mantenimiento Productivo Total promueve actividades en grupos pequeños de trabajo, en los que todos los miembros participan. La idea de la operación de estos grupos de trabajo es muy similar a los círculos de calidad, aunque en estos últimos se promueve la participación voluntaria. En contraste, en Mantenimiento Productivo Total, se conduce a los empleados, quienes basados en la autodisciplina, trabajan en conjunto con la operación formal. De esta forma empatan las actividades individuales y de equipo con el criterio de Jishu–Hozen.

Una de las grandes ventajas de este tipo de forma de trabajo es que todos los integrantes son proactivos, sugiriendo mejoras en los procesos, además de que no se debe de invertir mucho tiempo cuidando el proceso una vez que ha sido formalizado. El trabajo de estos equipos deberá ser apoyado por toda la organización.

En el ambiente de trabajo tradicional, no se implanta esta forma de trabajo.

## Significado de Mantenimiento Productivo Total[28]

Como se mencionó anteriormente la base del sistema de mantenimiento está en el Mantenimiento productivo y la palabra Total tiene varias implicaciones. A continuación se describen los significados de esta palabra:

- Eficiencia Total
- Mantenimiento Total
- Participación Total

El primer aspecto de la palabra “total” de Mantenimiento Productivo Total, es “conseguir una magnifica eficiencia total del equipo”. El segundo es “ajustar un sistema de mantenimiento total para todo el tiempo de vida del equipo, involucrando prevención del mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y así sucesivamente”. Y el tercer aspecto de la palabra “total” es la participación total del personal, desde la gente que está en piso hasta los gerentes, e incluso la alta gerencia.

[27] Kunio Shirose*., TPM para Mandos Intermedios de Fabrica,* Productivity Press, 1994, pp. 14-16

[28] ITESM*, Diplomado en Mantenimiento Productivo Total*., Junio 1998

En resumen, el Mantenimiento Productivo Total es la "búsqueda de la eficiencia, mediante una operación total de la empresa, y del mantenimiento a los equipos de producción", entendiendo que no es restrictivo al departamento de producción.

La definición de Mantenimiento Productivo Total[29] fue determinada en 1971. En esa época se pensaba en la aplicación estricta para los departamentos de producción, pero con el paso del tiempo dicha aplicación se expandió a toda la empresa, lo que obligo a modificar la definición inicial. Para evitar confusiones, a la definición original se le denomina "La definición del Mantenimiento Productivo Total para el sector de producción".

Con el paso de los años se ha observado que el impacto de las mejoras en las empresas, es mucho mayor cuando toda la organización contribuye para apoyar el sistema de mantenimiento. La idea es aplicar los conceptos a todos los departamentos y niveles de la empresa; por ejemplo: Ventas, compras, desarrollo, investigación y todas las áreas administrativas. Es por lo anterior que una nueva definición se adopto en 1989, para reflejar ese esfuerzo en toda la empresa y se denomina "La definición del Mantenimiento Productivo Total para la empresa".

## Definición del Mantenimiento Productivo Total.

### 1. Para el sector producción o de proceso:

Tiene el enfoque de mejorar el tiempo efectivo y reducir el volumen de producto defectuoso, predecir y prevenir fallas así como maximizar los recursos humanos y una administración visual.

- El Mantenimiento Productivo Total busca maximizar la eficiencia de los equipos (mejora de toda la eficiencia).
- El Mantenimiento Productivo Total busca establecer un sistema total de Mantenimiento Productivo, diseñado para la vida completa del equipo.
- El Mantenimiento Productivo Total opera en todas las áreas involucradas con los equipos, incluyendo la planeación, utilización y el área de mantenimiento.
- El Mantenimiento Productivo Total está basado en la participación de todos los miembros, desde la alta gerencia hasta el personal en piso.
- El Mantenimiento Productivo Total lleva a cabo el Mantenimiento Productivo mediante la motivación gerencial, como son las actividades de pequeños grupos de trabajo.

[29] Tokutaro Susuki., *TPM en Industrias de Procesos, Productivity Pres*sl, 1995, pp. 6-7

2. **La empresa e industrias de alta tecnología y alta precisión).**

   Tiene el enfoque de mejorar y mantener una alta confiabilidad, minimizar curvas de arranque de nuevos equipos y sistemas, alcanzar y continuamente mejorar, altos niveles de habilidad en operaciones mantenimiento e ingeniería, flexibilidad y simulación.

   - El Mantenimiento Productivo Total busca crear un sistema corporativo que máximize la eficiencia del sistema de producción (mejora de toda la eficiencia).
   - El Mantenimiento Productivo Total está basado en la participación de toda la gente, tomando desde la alta gerencia hasta los empleados en piso de los departamentos de producción, desarrollo y administrativos.
   - El Mantenimiento Productivo Total crea sistemas para prevenir la ocurrencia de todas las pérdidas de piso y se enfoca al producto final. Esto incluye sistemas para lograr "cero accidentes, cero defectos y cero fallas" para todo el ciclo de vida del sistema de producción.
   - El Mantenimiento Productivo Total logra cero pérdidas mediante las actividades de grupos pequeños.

3. **TPM en la Industria Automotriz y de Transporte**

   Con el enfoque de tener más bajos costos de manufactura, drásticamente reducir tiempo de respuesta e incrementar la variedad y calidad de productos.

4. **Otras definiciones del TPM**

   - Mantenimiento productivo llevado a cabo por pequeños grupos. (Seiichi Nakajima, JIPM)
   - Una estrategia de administración proactiva del equipo a todo lo ancho de la compañía. (C. Dyer, Productivity, Inc.)
   - Una estrategia de TQM enfocada al equipo.
   - Una forma de administración de los equipos basada en la Involucración Total de los Empleados. (John Monaco, Productivity, Inc.)

## Los efectos del Mantenimiento Productivo Total[30].

Establecer Mantenimiento Productivo Total, significa perseguir la máxima eficacia del sistema de producción y conseguir el estado de cero perdidas. Con el fin de evaluar con precisión un sistema de producción en su

[30]ITESM*, Diplomado en Mantenimiento Productivo Total*., Junio 1998

totalidad, el Mantenimiento Productivo Total se enfoca y analiza seis elementos: Productividad, calidad, costos, entregas, éstos son elementos esenciales que van de la mano con la producción, pero una característica importante del Mantenimiento Productivo Total es que también se enfoca en mejorar la dimensión humana, seguridad y moral.

En resumen, estos seis elementos son:

- Productividad
- Calidad
- Costo
- Entrega
- Seguridad
- Moral

Algunos efectos reales obtenidos por una compañía que se hizo acreedora al Premio a la Excelencia en Mantenimiento Productivo Total son los siguientes:

- Desde el punto de vista de la producción, la relación del valor agregado se ha duplicado.
- El número de fallos ocurrido ha descendido a una cincuentava parte.
- La eficiencia total del equipo ha alcanzado el 90%.
- En términos de calidad, la tasa de defectos del proceso ha bajado a un décimo y las reclamaciones de los clientes se han reducido a un cuarto.
- Los costos de manufactura se han reducido en un 30%.
- Los retrasos en entrega han bajado a cero.
- Los inventarios se han reducido a la mitad.
- El impacto en la seguridad se ha traducido en que, tanto los accidentes que provocan paros de producción, como los que producen contaminación se han eliminado.
- Las sugerencias para introducir mejoras se han multiplicado por diez, y la motivación ha mejorado en forma evidente.

Tales resultados parecen increíbles, pero son la norma en todos aquellos centros de trabajo que ganan el Premio a la Excelencia en Mantenimiento Productivo Total. En muchos casos, el Mantenimiento Productivo Total sólo puede obtener tales resultados después de 3 años o más de actividad continua. Además, el enfoque abarca a toda la compañía, desde los altos directivos hasta ,los operadores de piso; como resultado, el proceso resulta definitivamente costoso. Pero, si el resultado es de seis a diez veces lo invertido, esto se traduce en beneficio.

# Efectos Intangibles del Mantenimiento Productivo Total[31].

Antes de la introducción del Mantenimiento Productivo Total, el panorama tradicional dentro de una planta, es de virutas y aceite por todas partes sobre el equipo y en el piso. Es típico ver botes debajo de la maquinaria, debido a las continuas fugas de aceite. Con la introducción del Mantenimiento Productivo Total, las fugas de aceites desaparecen completamente y con ello miles de esos clásicos botes.

El mantenimiento casual no puede conseguir lo anterior, así que se vuelve un deber el mantenimiento profundo en forma diaria. Como esto resultaría prácticamente imposible para el personal de mantenimiento, se hace necesario el mantenimiento autónomo del operador.

En el Mantenimiento Productivo Total, la mayor parte de la inspección y mantenimiento del equipo (limpieza, lubricación, reajustes, etc.), es llevado a cabo personalmente por el mismo operador. Siempre existe una resistencia a esto, pero si el paso es dado, los resultados se vuelven evidentes y la tarea llega a convertirse en una rutina literalmente autónoma. Y no tienen por qué ser una actividad complicada, puede ponerse en práctica de manera simple: Si el equipo es tratado con cuidado, entonces las fallas y defectos decrecerán gradualmente.

Las plantas que antes se encontraban sucias, con virutas y aceite, llegan a estar irreconociblemente limpias y esto conduce a una mejor actitud hacia el trabajo. Asimismo, la integración del equipo de mantenimiento y la reducción en los inventarios crean un espacio extra, disponible para ser usado en instalaciones de bienestar tales como salas recreativas.

Esta es una de las principales características del Mantenimiento Productivo Total. Conforme el equipo cambia, la gente también crece y cambia. No es una exageración decir que la ventaja más grande del Mantenimiento Productivo Total es este efecto intangible.

El concepto de Mantenimiento Productivo Total[32] incluye eliminar las pérdidas y elevar el equipo a su máxima eficiencia. Siempre existen las pérdidas, desde las debidas a descomposturas, cambios y preparaciones, hasta pérdidas por defectos, administración y ajustes. Hay siempre variación dependiendo de la naturaleza y tipo de industria, pero el Mantenimiento Productivo Total generaliza estas pérdidas y se refiere a ellas como “Las 16 Grandes Perdidas”.

1. Averías de equipo (paros principales).
2. Preparativos (configuración y ajustes) Tiempos
3. Herramientas de corte y cambios de guías*.
4. Paradas menores.

[31] ITESM, *Diplomado en Mantenimiento Productivo Total*.
[32] ITESM, *Diplomado en Mantenimiento Productivo Total*.

5. Velocidad reducida.
6. Defectos y retrabajo.
7. Arranque (producto no conforme).
8. Mantenimiento programado.
9. Administración.
10. Movimiento.
11. Organización de línea.
12. Logística.
13. Inspección y ajuste.
14. Rendimiento de material.
15. Herramientas y moldes.
16. Energía.

La actividad de producción, vista en forma macroscópica, está formada por elementos tales como: Equipo de producción, la gente que lo opera, energía, materiales, etc., y para cada uno de estos sectores hay pérdidas características.

En el caso del proceso o trabajo de ensamble, existen pérdidas mayores en el equipo, que son cruciales. (Por ejemplo: Perdidas por descomposturas). Los eventos repentinos son fáciles de detectar y relativamente fáciles de enfrentar. El problema está en las fallas crónicas que ocurren con frecuencia. Algunas cosas siempre son hechas a un lado debido a que no son fácilmente reparables cuando es requerido. Las perdidas por descomposturas constituyen la mayor proporción del total por pérdidas.

La primera tarea, por lo tanto, es:

1. Mejorar la confiabilidad del equipo
2. Reducir el tiempo del proceso.

   También se debe buscar la forma de reducir al mínimo el tiempo de recuperación después de que ocurre un fallo.

3. Asegurar que las descomposturas no ocurrirán.

   Este enfoque preventivo es la esencia del mantenimiento productivo total.

En el Mantenimiento Productivo Total, el tiempo de preparación y ajuste son contabilizados también como pérdidas. Hay pérdidas asociadas con los cambios. Lo más efectivo para hacer frente a tales pérdidas, es incorporar un sistema en el cual los productos terminados son producidos al primer intento; esto es llamado establecimiento de “preparaciones para productos de calidad a un solo arranque”.

La reducción de la velocidad de una maquina es también una gran pérdida. Esto llega a ser un problema cuando la velocidad de operación de un equipo, se encuentra por debajo de la velocidad para la que fue

diseñado o debajo de la velocidad máxima histórica. Esto es, cuando el equipo no opera a la velocidad que originalmente se esperaba. Las pérdidas crónicas tienen un impacto masivo en la eficiencia, pero casi nunca son tomadas en consideración.

Hay otras pérdidas, tales como pérdidas de arranque, paros menores, y pérdidas por defectos y retrabajos, que en el Mantenimiento Productivo Total son vistas como causas del deterioro de la eficiencia total del equipo.

Hasta este momento, se han mencionado únicamente operaciones de procesamiento y ensamble. Pero en las industrias de proceso, las pérdidas se definen de una forma diferente. Estas industrias se caracterizan por tener una operación continua, como la industria química o la cementera.

En este caso, se tienen pérdidas por paradas que resultan del propio trabajo o de los ajustes regulares presupuestados en el plan anual de mantenimiento por las cuales el equipo debe ser detenido.

Existen también pérdidas por fallas del proceso. Estas resultan del manejo de soluciones sin diluir y otras materias primas, desde goteos o atascos hasta errores operativos. Existen luego las pérdidas normales relativas a la producción, derivadas del arranque y paro de las plantas. Estas son las ocho mayores pérdidas del diseño de plantas.

Lo que es vital para introducir el Mantenimiento Productivo Total es definir las pérdidas claramente y tener un apropiado entendimiento individual de cuántas de ellas hay. La gente a menudo presume que las tasas de eficiencia en su compañía son del 90% o más, pero no hay duda de que lo afirman debido a cierto orgullo local.

El Mantenimiento Productivo Total presenta una aproximación de lo que puede ser la eficiencia total real del equipo:

Primeramente, el tiempo que se supone que el equipo estará operando es tratado como horas de carga. Las pérdidas, por ejemplo, de descomposturas, cambios, preparaciones, desgaste de herramental y cambio y arranques, son totalizadas y clasificadas como pérdidas por paro y por tanto, deducidas.

Lo que queda son las horas operativas del equipo, pero las pérdidas debidas, por ejemplo, a paros menores, baja velocidad de operación y pérdidas de desempeño, aún tienen que ser deducidas antes de que las horas de producción verdaderas salgan a relucir. Solamente después de deducir las pérdidas por defecto y retrabajo, obtenemos las horas fundamentales de operación; esto es, las horas reales de generación de valor. La tasa de operación, calculada de esta forma, es la eficiencia total del equipo y nos indica si el Mantenimiento Productivo Total está trabajando.

Generalmente las tasas de operación del equipo son tan altas como estas pérdidas lo permiten. Así que ese supuesto 90% o mejor, difícilmente es realista. En casi todos los lugares de trabajo, la eficiencia total del equipo

previa a la introducción del Mantenimiento Productivo Total, va de un 40 a un 60% (en el mejor de los casos). Esto significa que el equipo está siendo utilizado efectivamente solo la mitad del tiempo.

Esta es la realidad. El Mantenimiento Productivo Total puede mejorar esta eficiencia total del equipo a un 85% o mejor, esto es, que la productividad del equipo existente puede ser simplemente doblada.

## Razones para implantar el TPM[33], filosofía y resultados

a) **Factores críticos en la industria de hoy:** Una de las razones importantes para implantar el TPM, es lograr niveles de desempeño de Clase Mundial, esto implica 100% de disponibilidad del equipo, calidad perfecta y más bajos costos de operación. Además de que las mejoras en Calidad, Costos y Entregas, dependen de las condiciones de los equipos.

b) **El Entorno Cambiante**: El Incremento de automatizaciones, la mayor complejidad en equipos, mecanismos y controles, problemas de calidad/confiabilidad se originan en el equipo, de tal forma que estos aspectos se ven relacionados con un funcionamiento reducido.

c) **El costo de las perdidas en los equipos**: Los costos de mantenimiento representan entre el 15 y el 40 por ciento de los costos totales de manufactura. Las reparaciones por emergencia cuestan por lo menos tres veces más que si las reparaciones hubieran sido planeadas.

d) **Los nuevos requisitos:** La industria de hoy exige que el equipo este en optimas condiciones, la gente con mayor conocimiento del equipo, habilidades y capacidad para aprender continuamente y la estrategia con un enfoque hacia controlar los factores del equipo que impactan en la calidad, confiabilidad y costos en su fuente.

## Filosofía del TPM[34]

La filosofía del TPM nos pide Asegurar la calidad y tiempo efectivo en ambientes de manufactura esbelta y procesos continuos. Es impulsado por un enfoque hacia la maquinaria basado en trabajo en equipo a todo lo ancho de la compañía, emplea estrategias preventivas, predictivas y proactivas en las máquinas e incrementa el conocimiento y habilidades a todos, los niveles.

[33] Productivity*, Curso Planeando e Implementando el TPM, Productivity Inc*, 1997, Secc. 1 pp. 3-17
[34] Productivity*, Curso Planeando e Implementando el TPM, Productivity Inc*, 1997, Secc. 1 p. 7

De tal forma que se fundamenta principalmente en actividades de equipos de trabajo que elevan el desempeño del equipo y mantienen altos niveles, mediante optimizar las relaciones entre gente, equipos críticos y sistemas de información que los apoyan.

## Metas del TPM[35]

Las metas del TPM son: Cero tiempos muertos no planeados, cero defectos, cero pérdidas por baja velocidad, cero accidentes, mismo costo del ciclo de vida.

Por lo tanto los problemas que puede enfrentar una empresa que no ha implementado el TPM en su organización son:

- Falta de refacciones
- Programación del mantenimiento y falta de disponibilidad de equipo
- Falta de planeación
- Largo Tiempo de respuesta
- Trabajadores y administradores sin el entrenamiento adecuado
- Sobre diseño en equipos nuevos
- Pobre orden y limpieza
- Limitaciones de autoridad
- Falta de información o mucha información
- Programa de MP no actualizado
- Sistema de recompensa conflictivo
- Asignación inconsistente de recursos

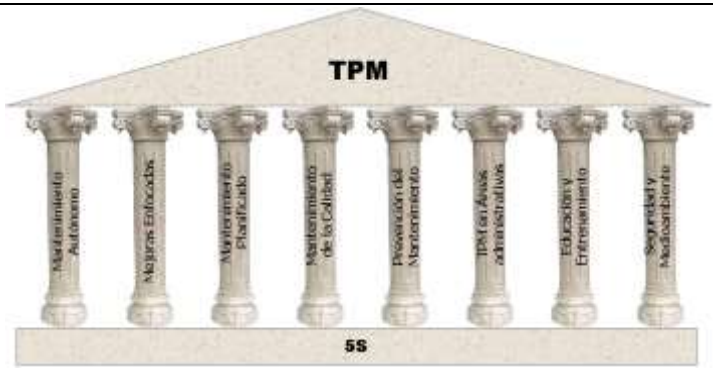
Por todo lo anterior concluimos que el "**TPM es un cambio de Paradigma" ,** en donde la Actitud anterior es : "Yo opero, tu arreglas", "Yo arreglo, tu diseñas", "Yo diseño, tu operas" Ahora la Actitud del TPM es: "Todos nosotros somos responsables de nuestro equipo"

## Los ocho Pilares del TPM[36]

Los pilares del TPM se enlistan a continuación:

[35] Kunio Shirose*., TPM para Mandos Intermedios de Fabrica,* Productivity Press, 1994, pp. 23-28

[36] Kunio Shirose*., TPM para Mandos Intermedios de Fabrica,* Productivity Press, 1994, pp. 17-18




1. **Mantenimiento autónomo:** En este punto se deben de tener Equipos de operación asociados con mantenimiento, ingeniería y administración que mantienen las condiciones básicas con los equipos, esto incluye la limpieza diaria, inspección, lubricación, ajustes menores, etc. Con un enfoque de mejorar el equipo, con mantenibilidad y métodos.
2. **Mantenimiento planeado:** Se refiere a las Actividades basadas en el trabajo en equipo dirigidas a reducir costos e incrementar eficiencia, con un enfoque en la mejora de todas la operaciones de mantenimiento y los sistemas administrativos de apoyo
3. **Seguridad y ambiente:** Su objetivo es cero accidentes. Lograr la meta cero accidentes y mantenerla. Crear un sitio de trabajo seguro y saludable.
    - Implanta metodología de prevención para eliminar accidentes, exposición y contaminación
4. **Educación y entrenamiento:** Se refiere a establecer un ambiente de trabajo enfocado al aprendizaje, mejorar las habilidades de operación y mantenimiento, elevar el nivel interno de producción de tecnología y mejorar las habilidades de diagnóstico y solución de problemas
5. **Mejoras enfocadas:** Su objetivo es eliminar pérdidas y optimizar el uso de activos. Es el sistema para eliminar las pérdidas en el sistema de producción. Se utiliza el ciclo CAP-Do (Chequear – Analizar – Planear - Hacer)
    - Investiga todas las pérdidas financieras a través del árbol de pérdidas
    - Ofrece metodología para la eliminación de las grandes pérdidas
    - Contabiliza las mejoras implantadas en los 8 pilares
    - Da visibilidad a la implantación y define prioridades

6. **Gestión temprana:** Con equipos inter-funcionales y administración temprana de equipos/ procesos y estrategias que reducen los ciclos de diseño y las curvas de arranque, diseños para prevenir el mantenimiento (PM) con sistemas de información para apoyar diseños que reducen el costo en la vida total

7. **Mantenimiento de la calidad:** Su objetivo es cero defectos. Es la actividad diseñada para identificar y prevenir defectos de calidad en el producto; es un programa avanzado en TPM.

   - Trabaja la eliminación de los defectos de calidad.
   - Trabaja en las 4 M's – Desvía el control del producto para las entradas de la producción.
   - Establece "puntos Q" que el operador pasa a controlar durante su rutina.

8. **TPM en las oficinas y áreas administrativas:** Su objetivo es eliminar pérdidas en procesos administrativos y logística. Eliminación de pérdidas de información entre los departamentos de manufactura y administrativos, extendiéndose a los proveedores y clientes

   - Promueve las 5's – Parte física
   - Reestructura los procesos de trabajo – Concepto de fábrica de información para soportar la producción

## Fases del TPM

La implantación del TPM se realiza en las siguientes fases:

### FASE 1: Planeación y Preparación[37].

En esta fase se debe de tomar el tiempo necesario para entender las condiciones actuales, recursos y necesidades, y ver cuáles serán los resultados deseados, así como los pasos detallados y recursos requeridos para lograr las metas eficientemente. Cree la estructura organizacional para crear su plan.

#### Actividades a realizar en esta fase

**a)** Realizar una evaluación de TPM
**b)** Definir la política de TPM
**c)** Crear una organización de TPM
**d)** Evaluar inicialmente los resultados
**e)** Desarrollar un plan maestro preliminar

[37] Productivity*, Curso Planeando e Implementando el TPM, Productivity Inc*, 1997, Secc. 2 pp. 11-12

**f)** Desplegar masivamente información de TPM

### FASE II: Inicio del Sistema[38]

En esta fase se empieza construyendo mediante la implantación de proyectos "modelo" el personal clave y equipos selectos enfocados a probar y depurar métodos, acostúmbrese a trabajar en equipo y con grupos inter-funcionales y adquiera la disciplina de medir, monitorear y planear.

#### Actividades

**a)** Entrenar para desarrollar habilidades en áreas piloto "modelo"

**b)** Modelar mejoras a equipos/procesos

**c)** Pasos iniciales de mantenimiento Autónomo

**d)** Implementar mediciones visuales y administración visual para TPM

**e)** Mejorar el Mantenimiento Preventivo, la planeación y soporte de mantenimiento en actividades de MA

**f)** Cimentar el Diseño para Prevenir el Mantenimiento

### FASE III: Desarrollo del sistema[39]

Se debe de dar un enfoque en un despliegue lateral efectivo, esto prueba la capacidad de la organización para aprender de los modelos piloto y transferir lo que ha aprendido. Se deben de impulsar y administrar nuevas actividades: mejoras al mantenimiento planeado (MP) y diseño PM

#### Actividades

**a)** Mantenimiento Autónomo (MA) en toda la planta y actividades ME/P

**b)** Mejorar la administración de información de los equipos

**c)** Mejorar los sistemas de Mantenimiento Planeado

**d)** Análisis inicial de información de diseños para Prevenir el Mantenimiento (PM)

### FASE IV: Maduración del Sistema[40]

Se enfoca a estabilizar resultados, mejorar estandarización en toda la planta, acostumbrarse a trabajar con los nuevos sistemas y perseverar con actividades avanzadas de mejora.

#### Actividades

[38] Ibidem, pp. 13-14
[39] Ibidem pp. 15-16
[40] Ibidem, pp. 17-18

**a)** Actividades avanzadas de Mejora de Equipos y Procesos

- Corregir debilidades de los diseños
- Mejorar la confiabilidad y mantenibilidad operativa y los costos del ciclo de vida
- Actividades de mantenimiento de calidad

**b)** Actividades piloto de mantenimiento predictivo

**c)** Nuevos procesos desde el diseño hasta la instalación de equipos (ATE)

### FASE V: Excelencia en el Sistema[41]

En esta fase se llega a la Implantación total de todos los sistemas planeados para TPM, prácticas estandarizadas, resultados predicibles, innovación, todo a tiempo, la gente y los sistemas han cambiado y los resultados son los mejores en su clase o de clase mundial en muchas áreas.

[41] Productivity*, Curso Planeando e Implementando el TPM, Productivity Inc*, 1997, Secc. 2 p. 19

# Capítulo 25

# Q.F.D.
# Quality Function Deployment
## (Despliegue de la función de Calidad)

El **QFD (Quality Function Deployment),** también llamado La Casa de la Calidad, es un método de gestión de la calidad basado en la transformación de necesidades del usuario/cliente en la calidad del diseño, implementando las acciones que den más calidad y desarrollando métodos para lograr calidad en características y en elementos específicos del proceso de fabricación. Se necesitan de otras herramientas para poder realizar un buen ejercicio para conseguir los fines deseados.

Este tipo de herramientas se puede utilizar tanto al comienzo del lanzamiento de un nuevo producto/servicio o para mejorar uno ya existente, busca relacionar las necesidades (Que`s) de los clientes con los requerimientos (Como´s) que se relaciona con las cualidades del producto/servicio.

Para llevar a cabo la búsqueda de las necesidades de los clientes se puede optar por distintas herramientas, como los focus groups, entrevistas individuales, encuestas, para hallar la respuesta hay que saber preguntar, por ello este tipo de cuestionarios deben ser detallados para poder focalizar el objetivo deseado. Una vez que tenemos las necesidades de los clientes tenemos que hacerlas tangibles, para ello se transforman estas especificaciones del cliente en características de producto/ servicio.



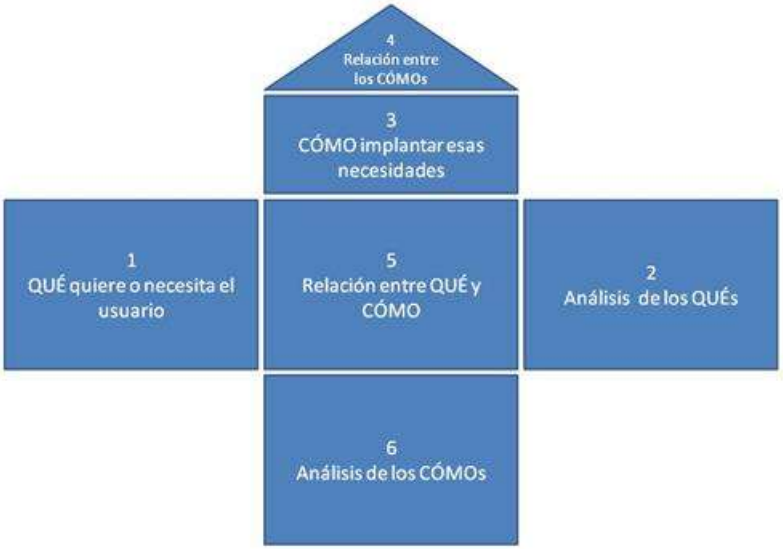

Cuando tenemos ambos campos, establecemos una relación con cada uno de ellos mediante una matriz total, dándole un valor a cada interacción, dependiendo de la relación fuerte (9 puntos), media (3 puntos) o débil (1 punto) podremos obtener una priorización de necesidades y de características de producto/ servicio a realizar.

Una buena manera de establecer una priorización es realizar porcentajes, cada característica tendrá un peso dentro del total, entonces mediante un diagrama de Pareto podremos obtener una gráfica donde vemos fácilmente cuál es la característica que más peso tiene. A partir de este punto podremos aplicar otro tipo de herramientas para asegurar que el proceso sigue el ritmo deseado, mediante metodologías como AMFE o estudios de riesgos.

En resumen, el Despliegue de la función calidad o QFD aporta lo siguiente a la hora de diseñar de un producto:

- Una visión objetiva de qué es lo que buscan los usuarios en un producto y de los requisitos que debe tener.
- Una priorización de qué características son las más prioritarias a añadir, y cuáles no son necesarias.
- Una situación de cómo está nuestro producto actual frente a la competencia, y cuáles son los aspectos a mejorar para ser más competitivos.

De forma general, el QFD tiene esta forma:




Para realizarlo, se debe seguir el orden indicado en el dibujo. Para explicar paso por paso cómo se realiza este análisis, vamos a poner el ejemplo de una compañía que quiere lanzar al mercado una nueva cámara de fotos digital:

## 1. Lista de los QUÉ

La lista de los QUÉ debe incluir los aspectos que los usuarios van a esperar del producto. En este punto hay que poner cuántas más cosas mejor sin olvidarse ni despreciar ningún aspecto, ya que posteriormente se irán descartando los QUÉ menos relevantes.

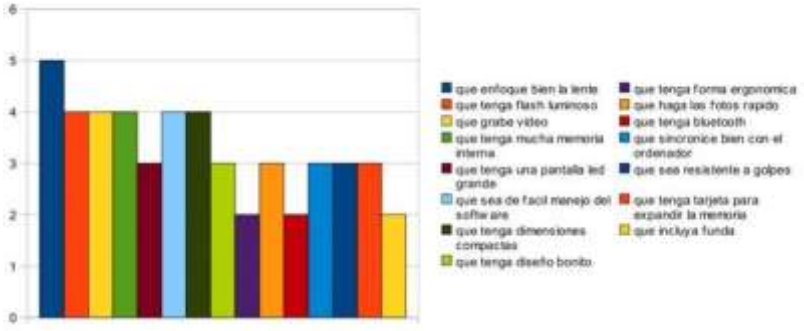
Por ejemplo, para una cámara de fotos digital podríamos encontrar lo siguiente:

- que tenga batería duradera
- que enfoque bien la lente
- que tenga flash luminoso
- que grabe vídeo
- que tenga mucha memoria interna
- que tenga una pantalla LED grande
- que sea de fácil manejo del software
- que tenga dimensiones compactas
- que tenga diseño bonito
- que tenga forma ergonómica
- que haga las fotos rápido
- que tenga bluetooth
- que sincronice bien con el ordenador

- que sea resistente a golpes
- que tenga tarjeta para expandir la memoria
- que incluya funda

## 2. Análisis de los QUÉ

Lo primero que hay que hacer es clasificar los QUÉ según su importancia, para ello podemos hacer una encuesta a los usuarios potenciales donde clasifiquen la importancia de cada aspecto entre 1 y 5 (1=no es importante, 5=muy importante)




Estas ponderaciones de importancia las pondremos en una columna del excel (columna 1) y serán usadas después.

La siguientes columnas a rellenar son las de cuál es la situación actual de nuestro producto respecto a cada QUÉ (columna 3) y de la competencia (columnas 4 y 5), rellenándolas con valores entre 1 y 5 para cada uno de los QUÉ, siendo 1=muy mala situación y 5=muy buena. Por ejemplo, si nuestro producto no tiene flash, recibirá un 1 en esa casilla, y si tiene muy buen flash recibirá un 5. (si tienes dudas mira el ejemplo abajo)

Una vez hecho esto y basándonos en la importancia de cada QUÉ, le fijamos un objetivo que a alcanzar entre 1 y 5, el cual colocamos en la siguiente columna (6).

Ahora toca calcular el ratio de mejora (columna 8) dividiendo la situación actual de cada QUÉ con su objetivo (columna 8 = columna 7 / columna 3).

Lo siguiente es la columna del “argumento de venta” (columna 9). Aquí, pondremos un valor entre 1 y 1,5 si el QUÉ mencionado no es buen argumento de venta, (1=mal argumento, 1,5=buen argumento). De esta forma podremos incluir en el diseño no solo las preferencias del cliente (que están en la columna 1) sino también la nuestra como compañía.

Muy bien, ahora calculamos la ponderación absoluta en la siguiente columna como la multiplicación entre la importancia (columna 1), el ratio de mejora (columna 8) y el argumento de venta (columna 9). También podemos sacar la ponderación relativa en porcentaje como la

ponderación absoluta de cada QUÉ dividido entre la suma de todas las ponderaciones absolutas.

Una vez hecho esto ya tenemos cuáles son los aspectos más importantes a mejorar. Mirando las ponderaciones podremos clasificar los QUÉ en función de su prioridad y implantar sólo los que más ponderación tengan, descartando los demás ya que no son influyentes.

## 3. Lista de los CÓMO

Una vez estudiado lo que debe tener nuestro producto, ahora hay que definir los requisitos técnicos necesarios para que se cumplan, para ellos en la lista de los CÓMO enumeramos qué características debe tener el producto.

Por ejemplo, para la cámara digital:

- capacidad batería (mAh)
- cantidad de fotos por carga (fotos/carga)
- nitidez (1…10)
- luz flash (luxes)
- tiene función vídeo (0=no,1=sí)
- capacidad memoria interna (MB)
- Tamaño pantalla (pulgadas)
- Resolución pantalla (ppp)
- volumen (cm^3)
- facilidad de manejo (1…10)
- estetica (1…10)
- ergonomia (1…10)
- rapidez en hacer fotos (fps)
- bluetooth (0-1)
- compatibilidad con ordenador (0…10)
- Tensión de rotura a tracción (Mpa)
- modulo resistente (Mpa)
- altura de caída sin romperse (m)
- tiene ranura expansión (0=no,1=sí)
- tiene funda (0=no,1=sí)

Obsérvese que al lado de cada característica se incluye su escala de medición.

## 4. Relación entre los CÓMO

Este es el famoso triangulo (o tejado) que hay encima del QFD, por el cual este método se llama también la Casa de la Calidad.

En esta matriz triangular se pone las posibles internaciones entre los CÓMO, si es que existen, ya sean estas positivas o negativas (por ejemplo, tener mucho flash repercute negativamente en la batería). Esta

parte del QFD es opcional y no se suele poner a no ser que las interacciones sean muy fuertes,

## 5. Relación entre QUÉ y CÓMO

Esta matriz está en el centro del QFD y sirve para relacionar los QUÉ demandados por el usuario con los CÓMO. De esta forma podemos traducir los aspectos abstractos de la lista de los QUÉ en características medibles de la lista de los CÓMO.

Para hacer esto clasificamos entre 1 y 9 la relación entre cada QUÉ y cada CÓMO. Por ejemplo, “que tenga batería duradera” y “capacidad batería (mAh)” tienen una relación de 9 porque están muy ligados, pero tiene una relación de 1 con “nitidez (1…10)” porque no tienen relación.

Nota: Es crucial verificar que todos los QUÉ más importantes están conectados con uno o varios CÓMO, ya que de otra forma habría aspectos que no estaríamos contemplando.

Una vez rellenado esto, el aspecto del Despliegue de la función calidad hasta el momento es el siguiente (pincha sobre la imagen para verla en grande):



## 6. Análisis de los CÓMO

Ya sólo queda rellenar la última parte del QFD, donde calcularemos los objetivos técnicos que tenemos que conseguir para cumplir finalmente con las especificaciones que requiere nuestro producto:



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Orientacion deseada | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| Pond abs | 116 | 107 | 96,9 | 94,1 | 102 | 113 | 47,9 | 50,3 | 122 | 75,3 | 110 | 75 | 79,9 | 22,4 | 41,3 | 40,6 | 40,8 | 40,8 | 34,8 | 56,4 | | |
| Pond rel | 7,46 | 6,84 | 6,21 | 6,03 | 12,3 | 7,23 | 4,36 | 3,23 | 7,88 | 4,83 | 7,03 | 4,81 | 5,12 | 1,44 | 2,65 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,22 | 3,74 | | |
| Orden de importancia | 1 | 2 | 9 | 5 | 3 | 7 | 19 | 13 | 4 | 11 | 6 | 12 | 9 | 16 | 14 | 17 | 10 | 10 | 15 | 20 | | |
| Valoracion tecnica | mAh | Nitidez | 1 a 10 | Usves | sonio | Mpxle | Pulga | ppp | purga | 1 a 10 | 1 a 10 | 1 a 10 | fps | sonio | 1 a 10 | Mpa | Mpa | m | sonio | sonio | | |
| Maestro producto | 1100 | 650 | 7 | 900 | 8 | 200 | 2,7 | 200 | 39,3 | 4 | 8 | 8 | 6 | 3,5 | 8 | 8 | 69 | 2700 | 2 | 1 | 8 | |
| Competencia Nikon | 1000 | 450 | 10 | 1100 | 8 | 450 | 3,5 | 220 | 46,3 | 4 | 8 | 8 | 8 | 3,9 | 8 | 8 | 48 | 2600 | 1 | 1 | 8 | |
| Competencia Canon | 1050 | 480 | 9 | 1050 | 1 | 500 | 3 | 200 | 23,9 | 9 | 9 | 7 | 4,1 | 8 | 8 | 45 | 2200 | 1 | 1 | 1 | | |
| Objetivo tecnico | 1150 | 850 | 8 | 1050 | 1 | 450 | 2,7 | 200 | 45 | 6 | 6 | 7 | 4 | 8 | 8 | 50 | 2600 | 1 | 1 | 8 | | |

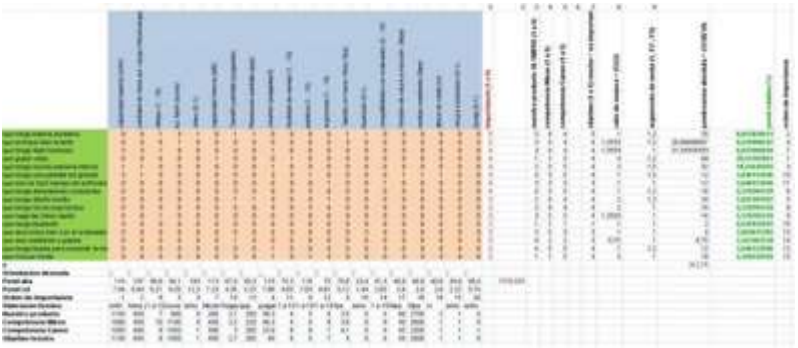
Aquí primeramente tenemos que fijar la orientación deseada de cada CÓMO (más=mejor o más=peor). Por ejemplo, en una cámara de fotos digital, más memoria interna es mejor, pero más peso es peor.

Lo siguiente es la ponderación absoluta y relativa de cada CÓMO. Para cada CÓMO se calcula: Ponderación absoluta = Sumatorio (Valor de cada

la casilla de relación entre QUÉ y CÓMO * Ponderación relativa del QUÉ asociado). A partir de aquí sacamos el orden de importancia de cada uno de los aspectos técnicos.

Por último, rellenamos cuáles son los aspectos técnicos de nuestro producto y los de la competencia y nos marcamos cuáles serán las características que implementaremos a nuestro producto teniendo en cuenta la relevancia de esa característica en la ponderación y teniendo en cuenta también la situación de la competencia en cada una de las características.

El resultado final es el siguiente:



## Conclusión

Con el análisis QFD hemos conseguido lo siguiente:

- Priorizar qué es lo que quieren nuestros clientes.
- Conocer cuáles son los aspectos esenciales que necesita nuestro producto y cuáles son los aspectos superfluos donde no vale la pena invertir tiempo y dinero.
- Compararnos con la competencia y tener una situación de cómo estamos en el mercado.
- Conocer qué características técnicas con las más relevantes en nuestro producto, y cuáles son superfluas y podemos eliminar.
- Fijar unos objetivos de las características técnicas que debe tener nuestro futuro producto para satisfacer al cliente y superar a los competidores al mínimo coste.

# Capítulo 26

# S.W.I.
# Standard Work Instructions (Instrucciones de Trabajo estandarizado)

En la empresa Lean, una combinación de trabajo es una mezcla de gente, procesos, materiales, y tecnología que se reúnen para realizar un proceso. Es la forma más eficiente de fabricar productos sin desperdicio por medio de la mejor combinación de métodos de trabajo. Los estándares de trabajo pueden servir para la capacitación, monitoreo del desempeño y actividades de mejora continua.

Al dividir las tareas, es fácil identificar donde se tienen mudas, para que los empleados tomen acciones y encuentren la mejor forma de hacer las cosas. Los estándares tienen una alto impacto en la calidad de los productos y servicios.

Los objetivos y resultados reales de la utilización de las instrucciones de trabajo estandarizadas, son mejoras en:

- Calidad del producto terminado
- Consistencia del producto terminado
- Rendimiento del proceso
- Seguridad del operario

Producir las instrucciones de trabajo estandarizadas toma tiempo y esfuerzo, así como un pequeño costo por la impresión. Por lo tanto, se deben plantear los pasos **óptimos** para realizar un proceso.

Las instrucciones de trabajo estandarizadas son el resultado lógico de otras iniciativas de mejora de proceso. También son útiles en proyectos posteriores de mejora de proceso – pueden ahorrar tiempo al entrevistar operarios en un proyecto Proveedores-Entradas-Procesos-Productos-Clientes (SIPOC), por ejemplo.

Sin las instrucciones de trabajo estandarizadas, los operarios y sus supervisores deben confiar en la memoria colectiva para continuar realizando un proceso de manera óptima. Las instrucciones de trabajo estandarizadas no sustituyen la capacitación inicial, pero si refuerzan lo que se ha aprendido.

## Métodos

Las siguientes características ilustran métodos comunes actualmente en uso:

**a)** Instrucciones de Trabajo Visuales:

- Un afiche con ilustraciones o fotografías para mostrar la máquina, el operario, el camino para mover el material, etc.
- Es más fácil para un operario revisar una ayuda visual que leer instrucciones detalladas

**b)** Haga referencia a las 4 M's (por su traducción al inglés)**:**

- Recursos humanos (Manpower)
- Material (Material)
- Maquinaria (Machinery)
- Métodos (Methods)

**c)** Haga una lista o ilustre las acciones del operario

**d)** Haga una lista de los tiempos de espera requeridos por el proceso

**e)** Incluya un registro de actividades que pueda ser auditado:

- Autor
- Fecha
- Número de Revisión

Existe un poco de discusión sobre si las Instrucciones de Trabajo Visuales deberían estar "en la cara" del operario o simplemente lo suficientemente cerca para servir de referencia:

- El operario se puede sentir insultado al ver las instrucciones todos los días de su vida de trabajo

- Estas instrucciones verdaderamente benefician al supervisor, quien rápidamente puede ver la discrepancias entre las acciones del operario y las instrucciones
- Sin embargo, los pilotos comerciales revisan una lista en lugar de confiar en la memoria

Es importante revisar y actualizar periódicamente las SWI para cada tarea. Una organización que utiliza el enfoque kaizen de mejora continua creará mejores formas de hacer las tareas. Uno de los aspectos de la implementación de estas mejoras es mediante la actualización de las SWI.

## Requisitos para el trabajo estandarizado

No podremos implementar estándares, cuando tengamos paros continuos de línea y bajas o fluctuaciones de producción (inestabilidad). Algunas de las causas de inestabilidad podrían ser:

- Problemas de calidad provenientes de diferentes partes.
- Problemas con maquinaria, patrones o herramientas.
- Faltantes de material o partes (escasez).
- Una condición de espera (que significa que el miembro del equipo pueda tener que esperar algún elemento para trabajar).
- Problemas de seguridad, así como una mala ergonomía en el Lay-out.

Los requisitos básicos para realizar un trabajo estandarizado, son:

1. Todo trabajo repetitivo debe ser documentado y estandarizado.
2. Las funciones deben ser acordadas entre los diferentes turnos.
3. Los siguientes criterios deben estar definidos:
    - Tiempo ideal de operación (Takt-Time).
    - Tiempo real de operación (Takt-Time actual) para mediciones. Balanceo eficaz de las cargas de trabajo.
    - Mostrar el tiempo de desplazamiento, tiempos muertos, etc.
    - Funciones de trabajo organizadas de manera segura.
    - Chequeos de calidad.
    - Puntos de seguridad.
    - Materiales y herramientas.
4. Hojas de trabajo dispuestas en los puestos de trabajo.
5. Seguimiento del cumplimiento del trabajo estándar, por medio de auditorías.
6. Debe ser usado como base para la mejora continua.

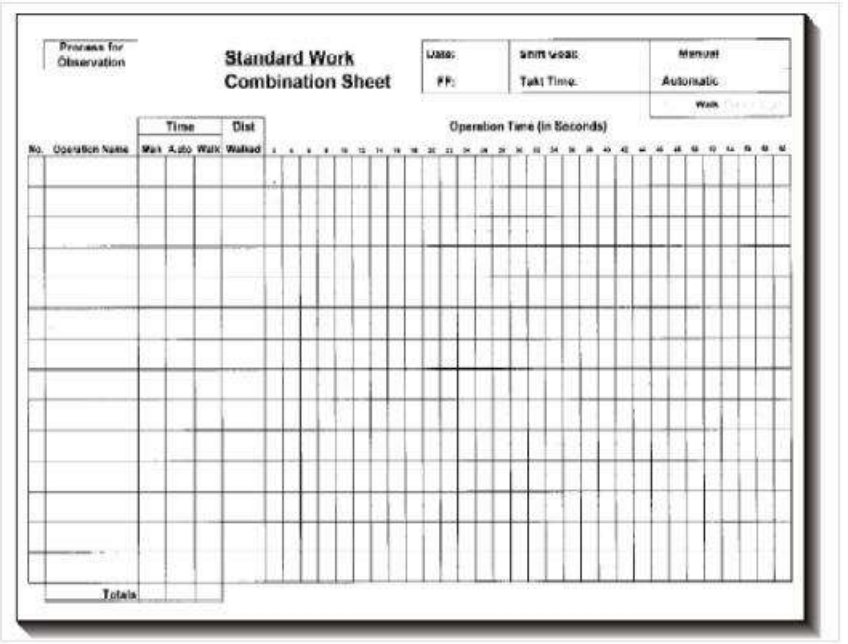
# Desarrollo de los estándares

Su propósito es lograr un flujo perfecto de proceso y están determinados por:

- Takt time
- Ergonomía
- Flujo de partes
- Procedimientos de mantenimiento
- Rutinas

El estándar de trabajo es la documentación de cada acción requerida para completar una tarea específica y sus elementos son:

- **Tiempos de ciclo:** requerido para hacer una parte, comparado con el Takt-Time
- **Secuencia de trabajo:** para producir una parte. Tomar, mover, sostener, etc. incluyen tiempos, lay-out y tabla de capacidades de máquina.
- **Estándar de inventarios:** inventario mínimo en cada estación para mantener un flujo continuo.
- **Estándar de trabajo y Meta.**




Se siguen ocho pasos para desarrollar los estándares de operaciones:

- Establecer equipos de mejora

- Determinar el takt-time

  Tiempo takt = Tiempo disponible de producción por día /

- Determinar el tiempo de ciclo

  Tiempo que toman las tareas requeridas para un proceso o parte de él.

- Determinar la secuencia de trabajo
- Determinar el estándar de producción de l a estación
- Preparar un diagrama de flujo de las actividades estándar
- Preparar una hoja de estándares
- Mejora continuamente la hoja de operaciones estandarizadas

Por estandarización se entiende:

- Siempre seguir la misma secuencia de trabajo
- Los métodos totalmente estandarizados, documentados y visibles.
- El material está colocado siempre en el mismo lugar.



## Beneficios

El trabajo estandarizado provee grandes beneficios:

- *Estabilidad del proceso*. Estabilidad significa repetitibilidad.
- *Puntos de paro y comienzo para cada proceso* (Takt-Time).
- *Aprendizaje organizacional*. Trabajo estandarizado preserva el Know-How y habilidad.
- *Auditoría y solución de problemas*. El trabajo estandarizado nos permite evaluar la condición actual e identificar problemas.
- *Involucramiento del empleado y Poka-Yoke*.
- *Kaizen*. El trabajo estandarizado provee la línea base en la cual nosotros mediremos la mejora, una vez alcanzada la estabilidad.
- *Entrenamiento*. El trabajo estandarizado provee una base para el entrenamiento del personal nuevo y el actual.

# Resumen

Las Instrucciones de Trabajo Estandarizadas apoyan el procesamiento óptimo consistente mediante todos los operarios.

Las instrucciones de trabajo estandarizadas, especialmente las Instrucciones de Trabajo Visuales, proporcionan una forma conveniente para que los supervisores revisen las acciones de los operarios.

Las instrucciones de trabajo estandarizadas proporcionan memoria corporativa de las mejores prácticas.

Las instrucciones de trabajo estandarizadas proporcionan información actualizada, complementando cualquier programa de capacitación constante.

# Capítulo 27
# Soifuku

Su significado es "el fomento de las ideas innovadoras", y tras ella se encuentra otro de los pilares filosóficos en la eliminación de desperdicios y mejora de la productividad. Se trata en definitiva de la involucración de la totalidad del personal de la empresa en la toma de decisiones, sobretodos operativos.

La productividad se define como la relación entre la cantidad real de bienes y servicios obtenidos, y la cantidad real de trabajo y capital empleados en el proceso productivo. La importancia del concepto de productividad reside en que incrementos de ésta comportan beneficios tan importantes a nivel de la propia empresa como son los incrementos de su rentabilidad y de su competitividad, y a nivel social de la elevación del nivel de vida y la estabilización de los precios. En suma los incrementos de productividad se traducen en aumentos de las probabilidades de supervivencia de una empresa, lo cual implica producir lo mismo, pero más barato.

Según la definición de productividad se puede actuar en dos frentes para incrementarla. En primer lugar se puede aprovechar mejor el capital en el sentido de la inversión en maquinaria más adecuada, esto es, incrementando la tecnología; y en segundo lugar utilizar menor número de trabajadores para producir lo mismo o bien producir más con los mismos trabajadores. Existe, además, una tercera vía de actuación consecuencia de la interactividad de las dos anteriores que pasa por la mejora de los procesos productivos, es decir, adecuando y mejorando la forma de utilización del capital por parte de la fuerza de trabajo.

Las mejoras en la calidad pueden venir por dos vertientes:

- En primer lugar mediante un absoluto control de calidad efectuado fundamentalmente por la maquinaria utilizada (Jidoka) y por los propios trabajadores de tal forma que garantice que ninguna pieza defectuosa vaya al proceso siguiente.
- La segunda vertiente para actuar es en la mejora intrínseca de los procesos productivos incorporando o modificando tareas que permitan eliminar causas de defectos en la producción.

# Capítulo 28

# ILUO

Para su línea de ensamble de autos, Toyota emplea un sistema de formación muy particular, conocido como el sistema ILUO. Las siglas ILUO tienen un significado gráfico y representan el avance que se va teniendo en el desarrollo de los empleados de la organización, donde la cantidad de líneas que forman cada letra indica el nivel de madurez de cada empleado.




A través del "ILUO", podemos identificar cuatro niveles en la curva de aprendizaje de las personas, que si los graficamos como se muestra en el diagrama anterior, donde podemos identificar la oportunidad de mejorar el entrenamiento y el programa de educación. Los cuatro niveles de habilidad ILUO indican:

**Nive l:** El trabajador es completamente dependiente y requiere que le digan que hacer, como hacerlo y que lo supervisen mientras lo hace.

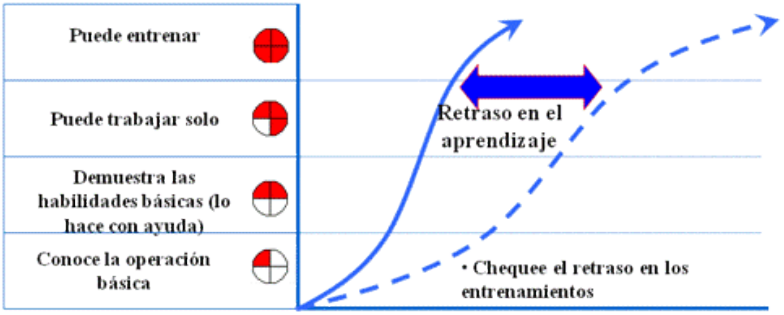
**Nivel 2:** El trabajador ya sabe cómo hacer las tareas pero aún necesita que le digan que hacer y aún requiere un poco de supervisión.

**Nivel 3:** El trabajador ya es capaz de hacer las cosas por sí mismo y sin supervisión pero aún no es totalmente independiente para decidir lo que se debe hacer.

**Nivel 4:** El trabajador es totalmente independiente.

Este último nivel que implica la independencia absoluta del trabajador es el ideal que persigue el sistema de producción-gestión de la calidad de Toyota TQM. Según él, la máxima productividad viene cuando el trabajador siente y actúa como el dueño/presidente de la empresa y toma las decisiones que el tomaría.

La cantidad de trazos define el nivel.




La ejecución de la matriz de conocimientos y habilidades puede ser planeada, desarrollada y ejecutada, utilizando la metodología del "ILUO".

## Ventajas de implementar el Sistema ILUO

Son múltiples las empresas en el mundo que han optado por implementar este modelo de adquisición y medición del nivel de habilidad, esto como una estrategia fundamental para asegurar múltiples puntos, tales como:

- La calidad de sus productos y/o servicios
- Reducción de desperdicios
- Mejorar la satisfacción de sus clientes
- Lograr la continuidad operativa
- Polivalencia en sus operaciones
- Se elimina o reducen los paros por ausentismo, rotación, incapacidades e impuntualidad
- El riesgo de accidentes es menor
- El supervisor tiene múltiples opciones para configurar la operación
- Aumenta la motivación de los empleados
- Desarrolla el sentido de pertenencia hacia la organización

## Pasos generales para la implementación

1. Análisis de criticidad
2. Elaboración de la matriz de puestos
3. Definición del nivel ILUO requerido
4. Establecimiento de los criterios y métodos de evaluación
5. Documentación del programa de desarrollo de multihabilidades

# Capítulo 29
# Shojinka

Tratamiento que se aplica cuando se detectan síntomas de **necesidad de flexibilizar la producción(servicio) en extremo**, de forma que los trabajadores siguen el proceso, para lo que se debe haber administrado previamente un tratamiento de polivalencia en las actividades de los trabajadores que van a realizar esas tareas.[42]

Con ello **se evita el muda (desperdicio) de tiempos muertos y se maximiza la saturación del trabajador**, acercándose al coste de mano de obra mínimo, pues no hay ningún recurso fijo asignado. Además, paralelamente se administran tratamientos de optimización de la ruta secuencial de las estancias de trabajo.

**Efectos secundarios:**

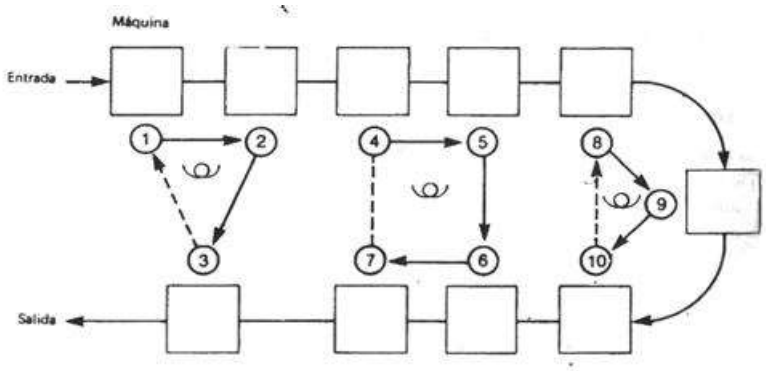
1. Se produce un ***mayor entendimiento*** por parte del trabajador del proceso completo.
2. En el caso de incremento de capacidad de carga, se podrán ir incrementando recursos, de forma que se satura cada uno de ellos en el proceso, por lo que se consigue nuevamente continuar a la caza del muda, lo que repercute en un ***incremento de beneficio.***

[42] http://www.caire.es

3. Se consigue que el trabajador se sienta, por lo general, más empresa, con lo que se ***disminuye la cantidad de conflictos.***

4. Potenciación de ***la concienciación de trabajo en grupo***.

En el caso de una empresa de producción, se sincroniza la entrada de una unidad de producto con una de salida. También se aplica en empresas de servicios. En muchas ocasiones y de acuerdo con la distribución física de los recursos, se tiende a una organización en forma de "U", con lo que se caza el muda (desperdicio) del desplazamiento y transporte, incrementado la rentabilidad del proceso en cuestión. Shojinka significa la alteración (disminución o aumento) del número de trabajadores en una sección cuando cambia a su vez la demanda de producción (por disminución o por incremento).Tiene un sentido especial, cuando el número de trabajadores debe reducirse por una disminución de la demanda.




Shojinka equivale a incrementar la productividad mediante ajuste y reprogramación de los recursos humanos.

Para facilitar Shojinka aparecen como requisitos previos los tres factores siguientes:

1. Diseño apropiado de la distribución en planta (lay-out)
2. Personal versátil y bien entrenado, es decir, trabajadores polivalentes
3. Evaluación continua y revisión periódica de la ruta estándar de operaciones.

La distribución en planta propia del Shojinka es la combinación de célula/líneas en forma de U, ya que de esta forma el tipo de tareas a realizar por cada trabajador puede aumentarse o reducirse muy fácilmente. Sin embargo supone la existencia de personal polivalente.

La polivalencia de los operarios se fomenta mediante el sistema de rotación de tareas.

Contemplado desde el punto de vista de un trabajador individual, Shojinka requiere que dicho trabajador sea capaz de responder a las variaciones del ciclo de fabricación, de las rutas de operaciones y, en muchos casos de los contenidos de las tareas individuales.

Y finalmente, la revisión de la ruta estándar de operaciones se realiza mediante continuas mejoras aportadas por los propios trabajadores.

El propósito de estas mejoras es la reducción del número de trabajadores necesario incluso en un periodo de incremento de demanda

# Capítulo 30

# Gestión visual

La Gestión Visual ("Visual Management" en inglés) es una herramienta del Lean Manufacturing que hace evidente las desviaciones del estándar.

La **Gestión Visual** proporciona información para **orientar las acciones de todos los días.** Las señales de tráfico y las señales son los ejemplos más comunes. Es una poderosa herramienta para permitir una buena **toma de decisiones a nivel micro**. La siguiente tabla resume los diferentes tipos de control visual y da ejemplos.

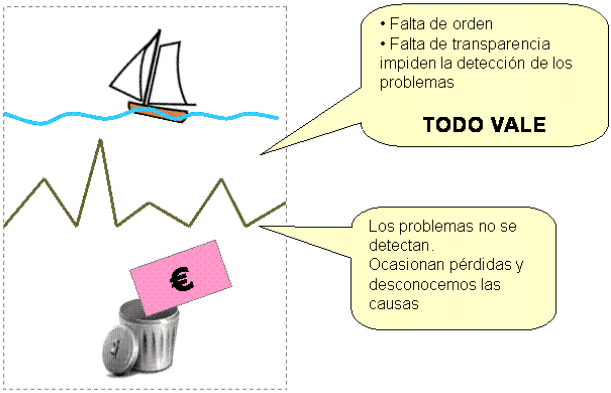
| Dispositivo | Poder Nivel | Descripción | Ejemplos |
|---|---|---|---|
| **Indicador**   | **Bajo** | Un único indicador proporciona información sobre el entorno inmediato o de la situación. Los indicadores son pasivos y la gente no los note o responder a ellas. | -Señales de tráfico<br>Los indicadores a nivel<br>Auto-Indicador de combustible<br>Las marcas de pasillo |
| | | | |

| Dispositivo | Poder Nivel | Descripción | Ejemplos |
|---|---|---|---|
| **Señal**  | **Medio** | Las señales de captar nuestra atención con la visual (o audible) las alarmas. La gente todavía puede optar por hacer caso omiso de las señales, pero por lo general los percibe. | -Semáforos<br>-Auto de advertencia de combustible de luz<br>-bloqueo de aeronaves de alerta |
| **Control**  | **Alto** | Controles limitan el comportamiento a través de mensajes visuales fuertes o restricciones físicas como una acción se lleva a cabo. | -Tráfico Gates |

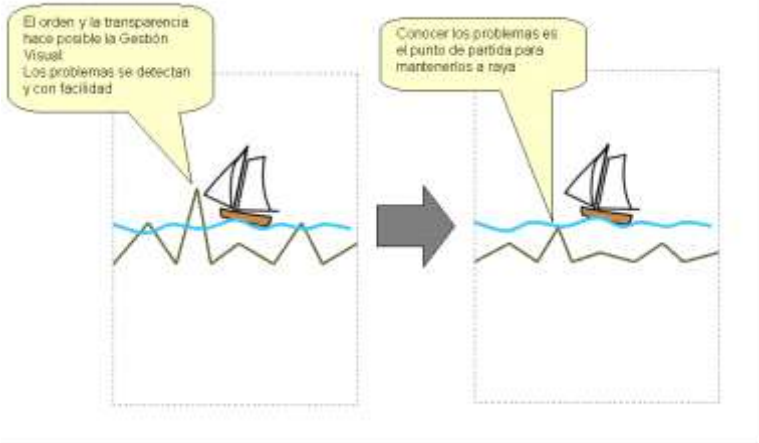
La Gestión Visual tiene dos objetivos fundamentales:

1. Dar a conocer el estándar vigente en cada momento.
2. Facilitar la supervisión del cumplimiento del estándar.

Si tenemos una desviación del estándar, tenemos un problema.




Para detectar los problemas debemos hacer que las desviaciones del estándar se hagan evidentes, de forma que podamos reaccionar directamente en el lugar en el que se producen.




## ¿Gestión Visual quiere decir tomar decisiones sobre lo que vemos?

Sí. Pero implica también crear las condiciones para que lo que vemos nos dé información clara y suficiente.

Al fin y al cabo, es en general a través de la **vista** como recibimos la mayor parte de la información que condiciona nuestras acciones.

Es obvio que si debemos actuar para corregir desviaciones sobre un estándar, lo ideal sería saberlo justo en el lugar donde se produce el problema, de modo que podamos reaccionar con rapidez. Esto en la práctica no siempre es posible, y necesitamos recurrir a bases de datos, históricos, comparativas o llegamos a ver las consecuencias del problema pero no el problema en sí.



## Condiciones de partida

Tradicionalmente nos encontramos que:

1. no vemos claramente cuál es el estándar que debemos seguir
2. los problemas se detectan por sus consecuencias (cuando ya es demasiado tarde)
3. disponemos de toneladas de información (gran parte inútil)
4. ante la aparición de un problema no está claro cómo corregirlo
5. ante la aparición de varios problemas no está claro cuál es la prioridad

## Condiciones objetivo

Con la Gestión visual se pretende que:

1. el estándar sea claro y esté a la vista
2. las desviaciones del estándar (= problema) sean evidentes
3. podamos reaccionar con rapidez ante los problemas
4. sepamos qué medidas correctivas llevar a cabo para resolver los problemas
5. conozcamos de antemano las prioridades
6. la información disponible es la necesaria, no más; es la misma para todos y está a la vista en "el lugar donde ocurren las cosas" (en la terminología japonesa del TPS: "genba")
7. El trabajo se desarrolle con la máxima seguridad y eficiencia

## Información manejada en la gestión visual

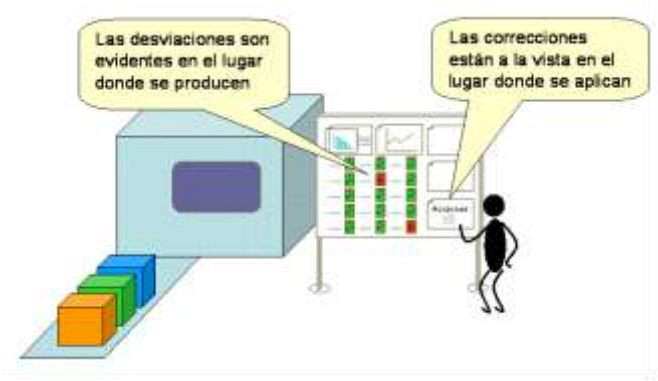
En primer lugar debemos preguntarnos qué necesitamos saber para asegurar que los procesos funcionan según lo establecido en los estándares. Sólo así evitaremos manejar información irrelevante.

Como ejemplo, la información puede ser:

1. Estándar (Instrucciones de trabajo visuales, OPL (one-point-lesson / Instrucciones básicas, Procedimientos…)
2. Indicadores de producción horaria (o bien diaria, semanal…) frente al objetivo.
3. Indicadores de nivel de inventarios (piezas, volumen…) frente a los límites mínimo/máximo establecidos
4. Andon
5. Observaciones a tener en cuenta en siguientes turnos de trabajo
6. Estado de acciones en curso (sobre problemas detectados con anterioridad)

7. Matriz de polivalencia (capacitación del personal para realizar los trabajos propios del puesto)
8. Indicadores de orden y limpieza
9. Indicadores de calidad (ppm -defectos por millón de piezas-, chatarras, reprocesos) frente a objetivos

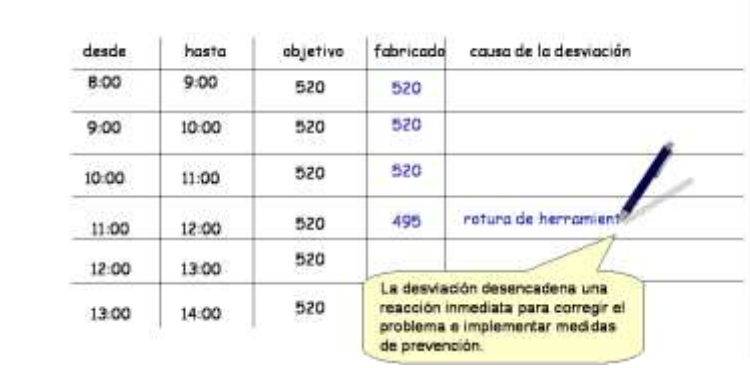
Medidas a tomar en el caso de desviaciones (personas de contacto, "cadena de ayuda", teléfonos de apoyo, etc.)




Una herramienta muy eficaz es el seguimiento periódico de la gestión. En él se van anotando el valor del indicador con una periodicidad determinada. Por ejemplo:

- Número de piezas fabricadas durante la última hora
- Número de piezas defectuosas durante la última media hora
- Número de órdenes procesadas durante las últimas dos horas






La Gestión Visual en definitiva pretende reducir el Despilfarro.

*La Sobreproducción:* Mediante un seguimiento visual de lo producido frente a lo planificado. Mediante Andon. Mediante una limitación visual del stock producido. Mediante una comunicación eficaz entre turnos de trabajo.

*Los Stocks:* Haciendo visible su estado frente al objetivo.

*Las Esperas:* Mediante una fabricación acorde con la demanda del cliente, controlada por Andon.

*Los Defectos:* Mediante un control transparente de lo que ocurre, por qué ocurre y qué se va a hacer al respecto.

## Factores clave para el éxito.

- Los objetivos de la organización deben ser concretos y comprensibles para todos.
- La información sobre los procesos debe estar al alcance de todos. Nada se esconde.
- 5S es un buen punto de partida. Es conveniente comenzar con una base sólida para la Gestión Visual. Esta base puede ser proporcionada por las 5S. El sostenimiento de las 5S por un lado conlleva una Gestión Visual del orden y la limpieza. Por otra parte, es un buen comienzo para ir asumiendo la disciplina del respeto al estándar.
- Uso de técnicas para la resolución de problemas. Hacer las desviaciones (problemas) visibles sólo es útil si desencadena la corrección. Para ello es conveniente contar con herramientas de análisis y solución de problemas; y un hábito en el personal para hacer de la resolución de problemas parte del día a día.

- El taller es nuestro puesto de trabajo. Allí donde están los procesos están los problemas y las oportunidades de mejora. Se debe seguir el principio "genchi genbutsu" (ve y observa por ti mismo). Con la Gestión Visual tendremos en el mismo sitio:

    1. el lugar donde ha ocurrido el problema
    2. el lugar donde se implantará la solución
    3. el estándar a la vista
    4. la desviación (el problema hecho evidente)
    5. posibles medidas correctoras
    6. estado de acciones similares
    7. las personas que mejor conocen el proceso (es posible trabajar directamente en equipo)
    8. información adicional asociada al proceso

- Está claro que en estas condiciones las oficinas y salas aisladas como lugar de reunión pierden protagonismo.

- La tecnología es un apoyo, no un fin.

No confiemos ciegamente en complejos sistemas de gestión. Creemos formas simples de gestionar y preguntémonos después como puede la tecnología simplificarlo reduciendo el despilfarro inherente en nuestro sistema de gestión.

# Capítulo 31
# Diagrama Yamazumi

Yamazumi es una palabra japonesa que significa “apilar”.

“Diagrama Yamazumi” en el Lean Manufacturing se refiere a un diagrama de columnas apiladas que representa las formas en que se reparte el tiempo o la capacidad de los medios productivos entre producción y problemas. Entendiendo como problema toda parada no planificada de los medios de producción.

Es muy útil para entender rápidamente en qué situación se encuentran los medios de producción y cuáles son sus problemas principales.

Estos son los pasos a seguir para crearlo:

## 1- Obtener Tiempo planificado de producción

Debemos partir del tiempo planificado para producción (el tiempo total disponible menos el tiempo de paradas planificadas). No podemos esperar que nuestros medios produzcan más de lo que corresponde al tiempo planificado de producción.

*Por ejemplo:*

*8 horas/día – 15 minutos de descanso – 15 minutos de orden y limpieza =*

*7,5 horas*

*Tiempo planificado de producción: 7,5 horas*

## 2- Obtener Tiempo de ciclo

Registramos cuál es el Tiempo de Ciclo al que debe funcionar la máquina.

Debemos distinguir entre:

**a)** *Tiempo planificado de producción*
**b)** *Tiempo teóricamente necesario para la producción*

*Supongamos que el Tiempo de Ciclo es de 10 segundos y que nuestro objetivo de producción es de 2.500 piezas. ¿Cuánto tiempo necesitamos teóricamente para hacer esas 2.500 piezas?*

*2.500 piezas x 10s = 25.000 s = 6,9 horas*

*Sin embargo el tiempo planificado para la producción es de 7,5 horas, luego en este caso tenemos un "colchón" de (7,5 – 6,9) 0,6 horas*

**a)** *Tiempo planificado de producción: 7,5 horas*
**b)** *Tiempo teóricamente necesario para la producción: 6,9 horas*

## 3- Obtener Tiempo de Pérdidas

Debemos ahora registrar las paradas no planificadas (pérdidas). Hay al menos 8 pérdidas a considerar:

**a)** **Averías** (largas y normalmente infrecuentes paradas no planificadas)

**b)** **Incidencias** ("microparadas", breves y frecuentes paradas no planificadas)

**c)** **Preparaciones**, cambios de herramienta y ajustes (frecuentemente se planifican, pero no añaden valor y debemos considerarlas como pérdidas)

**d)** **Tiempos de ciclo excesivos** ("lentitud" de los medios de producción)

**e)** **Defectos** (chatarras y reprocesos)

**f)** **Puesta en marcha** (bajos rendimientos asociados a la puesta en marcha)

**g)** **Falta de materia prima** (no está asociada directamente a la máquina, pero las paradas por esta causa, si no están planificadas, deben tenerse en cuenta)

**h)** **Falta de personal** (incluimos absentismo, formación, etc.)

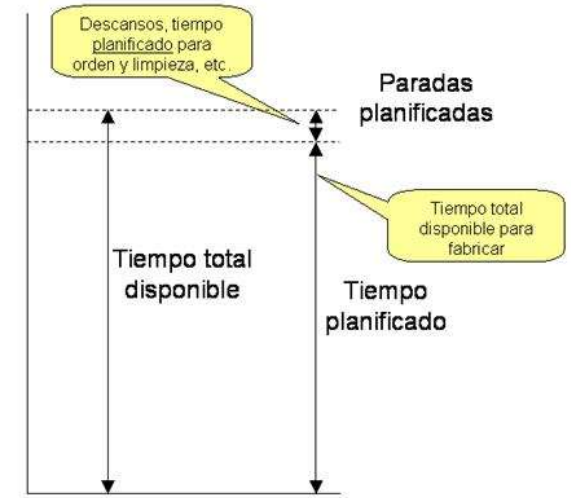
**i)** Otros…

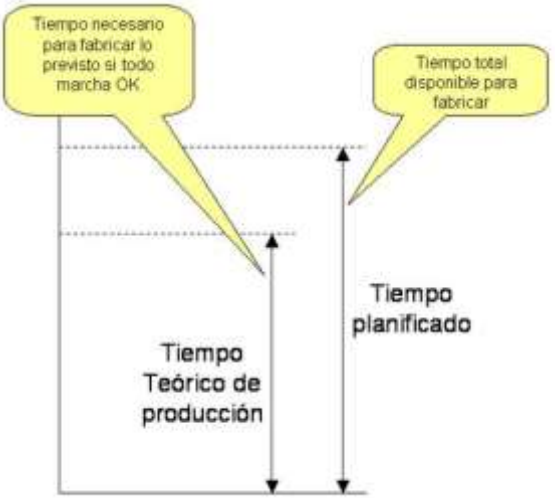
En nuestro ejemplo, como vemos contamos con un "colchón" de 7,5 – 6,9 = 0,6 horas

Podemos adelantar que si las pérdidas acumuladas superan esas 0,6 horas, no estaremos en condiciones de fabricar lo esperado.

## 4- Trazar el diagrama

En primer lugar, dado el tiempo total disponible, deducimos el tiempo planificado para producción.

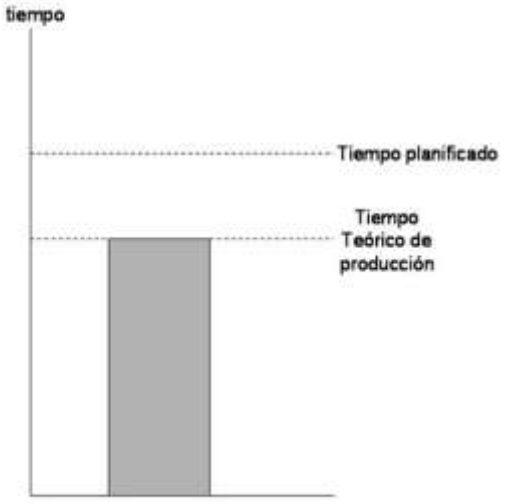



*En nuestro ejemplo:*

*Tiempo total disponible: 8 h*
*Tiempo planificado: 7,5 h*

La primera columna del gráfico corresponderá al tiempo teóricamente necesario para fabricar lo planificado (por ejemplo, 2.500 piezas) con un TC determinado (por ejemplo, 10 s/pieza).




Seguidamente vamos apilando las sucesivas pérdidas según sus valores promedios por turno. Es decir, puede que vengamos teniendo unas 2 averías por semana de una duración de 2 horas cada una, esto en nuestro estudio supone:

Tiempo planificado por semana: 7,5 horas/día x 5 días/semana = 37,5 horas/semana

Tiempo de avería por semana: 4 horas/semana

Tiempo de avería por hora: 4 / 37,5 = 0,11 h

Tiempo de avería por turno: 0,11 x 7,5 = 0,8 horas

Es decir, tener 2 averías por semana de 2 horas cada una es equivalente a tener 0,8 horas de avería cada día. Este es el valor que va al diagrama.

Procediendo de igual forma con el resto obtenemos:



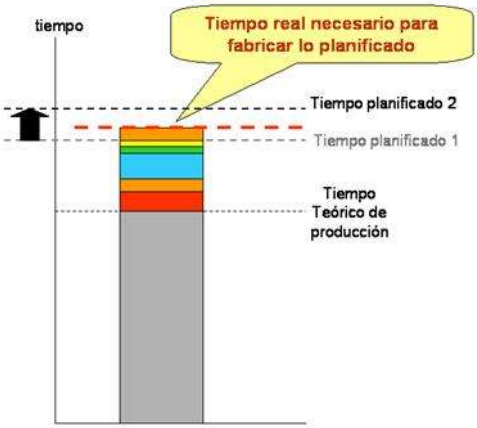

## CONCLUSIONES

En este ejemplo vemos que el tiempo real necesario para fabricar lo planificado excede el tiempo con el que contamos. Esto significa que tenemos un problema para cubrir la demanda.

Este problema se puede abordar de 3 formas diferentes:

**1- Añadiendo recursos**

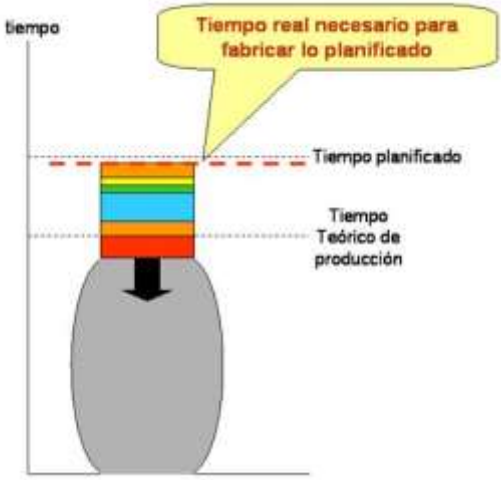
Añadiendo turnos, haciendo horas extras, trabajando en fin de semana, utilizando medios adicionales, subcontratando…



**2- Aumentando la velocidad**

"Fabricando más deprisa", es decir, reduciendo el tiempo de ciclo, de modo que el tiempo teórico de fabricación se reduce.

Es evidente que de esa forma no estamos actuando sobre la causa raíz del problema, de hecho corremos el riesgo de sobrecargar los recursos, que es una forma de despilfarro (MURI), y que a la larga se traduciría en más pérdidas (más averías, más incidencias…)




**3- Reduciendo las pérdidas**

Aquí es donde el diagrama Yamazumi es verdaderamente útil. Se actúa sobre las pérdidas en función de su:

- **a)** Impacto sobre el objetivo
- **b)** Complejidad
- **c)** Coste

En nuestro ejemplo, a primera vista parece tener sentido tratar enfocar los esfuerzos a la reducción del tiempo de avería (TPM) y de preparaciones (SMED).

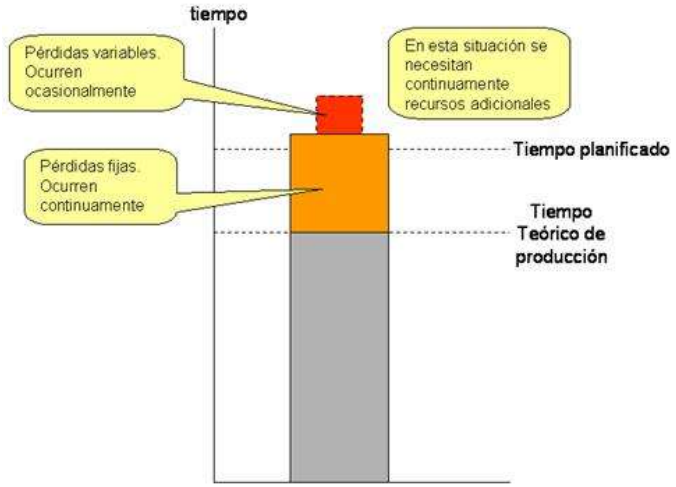
El Diagrama Yamazumi permite además ver cuál sería el objetivo de reducción que tendríamos que marcarnos para poder cubrir lo planificado.

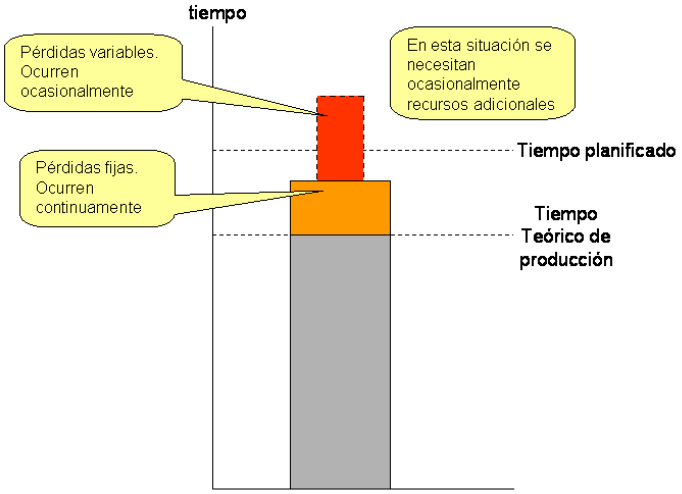
## Otras formas de representar el Diagrama Yamazumi.

**¿Cómo indicar que el tiempo de pérdidas es muy variable?**

Dividamos simplemente las pérdidas entre:

- continuas
- ocasionales



## ¿Cómo traducir el tiempo a piezas?

Es muy visual pasar el tiempo a piezas en el diagrama. Para ello tenemos simplemente que dividir cada tiempo por el Tiempo de Ciclo (segundos/pieza).

El Diagrama Yamazumi es también útil para identificar las pérdidas que nos alejan de los objetivos de eficiencia de los medios de producción (OEE).

# Capítulo 32

# Las 8D

Las **8D son las ocho disciplinas para la resolución de problemas.** Esta es una herramienta utilizada para hacer frente y resolver algunos de los problemas que se dan con más asiduidad en las empresas. Las 8D propone ocho pasos secuenciales que deberemos seguir para resolver con éxito cualquier tipo de problema.

A este método también se le denomina Resolución de problemas 8-D, G8D o Global 8D.[43]

## ¿Cuáles son los 8 pasos?

Los pasos a seguir ante la aparición de un problema relevante son los siguientes:

**D1**: **Formar un equipo de expertos que cubra todas las funciones.** Hay que ser consciente de que un problema debe ser solucionado por gente que sepa del tema, por ello primeramente se debe crear un grupo con las personas que tengan experiencia en la actividad en cuestión, que puedan hacerse cargo de esta responsabilidad y que sean capaces de dar la solución correcta.

**D2**: **Definir el problema.** Posteriormente se debe realizar una descripción detallada del problema. Se pueden hacer uso de otras

[43] http://www.pdcahome.com/

herramientas como los 5 por qué's o 4W + 1H (qué, cuándo, quién, dónde y cómo).

**D3**: **Implementar una acción provisional de contención.** Si el problema es realmente serio, antes de implantar la solución definitiva (que podría tardar varios días), se propone poner una solución rápida provisional que evite que el problema empeore hasta que esté lista la solución definitiva.

**D4**: **Identificar la causa raíz**. Se deben buscar las causas raíz que generaron la incidencia. Para llegar a la causa real se puede hacer uso de varias herramientas específicas de calidad que puedes encontrar en esta página.

**D5**: **Determinar acciones correctivas.** Así como anteriormente se implantaron acciones provisionales para evitar que un problema similar surja de nuevo mientras buscábamos la causa raíz, ahora deberemos determinar cuál va a ser la acción correctiva (AC) definitiva que elimine la causa raíz del problema. Esta etapa puede ser larga, y también influyen los recursos de los que disponga la empresa, en ambos casos no hay que desistir.

**D6**: **Implementar las acciones correctivas permanentes.** Una vez definidas las acciones correctivas, habrá que implementarlas y tener un control para verificar han sido eficaces y que no que surge de nuevo el fallo.

**D7**: **Prevenir que vuelva a aparecer un problema similar.** Ahora que ya sabemos cómo y dónde se producen el tipo de problemas estudiados, podemos extrapolar este tipo de mecanismos a otros procesos similares, evitando la nueva aparición de fallos similares.

**D8**: **Reconocer los esfuerzos del equipo.** Para acabar, se recomienda felicitar o recompensar de alguna forma al equipo de trabajo. Si se manejan bien estos procesos, aplicar esta metodología servirá para aumentar la eficiencia de la empresa y para tener al personal más implicado y contento con su trabajo.

## Resultado: Menos incidencias y mayor eficiencia en las actividades

El uso de las 8D permite la mejora de productos, servicios y procesos, y establece una práctica estandarizada a seguir. Básicamente, lo que se busca es centrarse en el origen de cada problema mediante determinación de la causa raíz para así implantar soluciones eficaces.

Esta herramienta es de gran utilidad, pues se crea una estructura de trabajo sistematizada, se trabaja en equipo y se consigue un enfoque común. Como consecuencia se mejoran los sistemas de la organización, se optimiza el rendimiento y se previenen no conformidades y fallos futuros.

# Capítulo 33
# Análisis 5W-1H

## Significado de 5W – 1H

Las 5W-1H es una técnica desarrollada en USA pero aplicada principalmente en Japón.

Su nombre proviene de varias preguntas que se hacen con las palabras en inglés que comienzan por dichas letras; son las preguntas lógicas que debe contener todo procedimiento e instructivo de trabajo para desempeñar correctamente cierta actividad.

- **¿What?:……** ¿Qué?
- **¿When?:…..** ¿Cuándo?
- **¿Where?:…** ¿Dónde?
- **¿Who?:……** ¿Quién?
- **¿Which?:….** ¿Cuál?
- **¿How?:……** ¿Cómo?

La información de cada respuesta debe estar respaldada con datos.




## El fenómeno

El fenómeno es la combinación de hechos que llevan a la ocurrencia del problema y se logra definir el fenómeno integrando las seis respuestas de las 5W-1H en un texto concreto, coherente, cierto, claro y fluido.

Una forma de redactar fácilmente el texto y que ayuda a la redacción, sería ordenar las respuestas de la siguiente manera:

**"Qué + Cómo + Cuándo + Dónde + Cuál + Quién"**

## ¿What?: ¿Qué?

La respuesta que debemos buscar acá es ¿en *qué* cosa (o producto) observó el problema?**;** se escribeuna breve descripción del problema.

## ¿When?: ¿Cuándo?

La respuesta que debemos buscar acá es ¿*cuándo* está Ud. viendo o sucedió el problema?; ¿En qué momento o etapa del ciclo productivo o de funcionamiento del proceso?

.

## ¿Where?: ¿Dónde?

La respuesta que debemos buscar acá es *¿dónde observó el problema? (Línea / Máquina / Ubicación); ¿en dónde (qué parte) del trabajo, proceso o material lo observó?*

## ¿Who?: ¿Quién?

La respuesta que debemos buscar acá es si el problema tiene que ver con *la habilidad de la persona* que llevó a cabo la operación (¿depende o es independiente de la habilidad?).

## ¿Which?: ¿Cuál?

La respuesta que debemos buscar acá es ¿Existe una tendencia o patrón?, ¿Cuál es la tendencia o patrón de recurrencia del problema? o ¿es al azar?

## ¿How?: ¿Cómo?

La respuesta que debemos buscar acá es ¿cómo difiere al estado normal (óptimo)?

# Capítulo 34

# 5 Why
# Análisis Por qué – Por qué

## Qué es el "*análisis Por qué – Por qué*"

La técnica del "análisis Por qué-Por qué" es un método basado en realizar preguntas para explorar las relaciones de causa-efecto que generan un problema en particular. El objetivo final de los 5 Porqué es determinar la causa raíz de un defecto o problema.

Esta técnica se utilizó por primera vez en Toyota durante la evolución de sus metodologías de fabricación, que luego culminarían en el Toyota ProductionSystem (TPS). Esta técnica se usa actualmente en muchos ámbitos, y también se utiliza dentro de Six Sigma

El "*análisis Por qué–Por qué*" consiste en una observación detallada para identificar las causas de raíz de los problemas, así como para considerar las acciones necesarias para prevenir la recurrencia del mismo. También se le conoce como **"***los 5 Por qués***"**. Este es el mismo método utilizado por los niños, ya que¿cómo aprenden los niños y cómo buscan la información que necesitan?:

- ¿Por qué?
- ¿Por qué?
- ¿Por qué?
- ¿Por qué?
- ¿Por qué?



Una causa raíz es la causa inicial de una cadena de causas que llevan a un efecto de interés. Generalmente, la causa raíz se usa para describir el lugar en la cadena de causas en donde se podría implementar una intervención para prevenir resultados no deseados.

El "*análisis Por qué–Por qué*" es efectivo, ya que:

- Nos hace lidiar con los hechos!
- Ataca las causas de raíz
- Se basa en la observación
- No está basado en opiniones

## Reglas a seguir

Antes de preguntarse "Por qué?....., vaya a la línea y observe el problema actual; observe las condiciones actuales e identifique el fenómeno. Luego, ...tome una acción realista: ***¡No brinque a las conclusiones!***

En los "análisis Por qué–Por qué" debo realizar verificaciones, para validar si lo que digo si tiene que ver con el problema.

Si tengo más de 5 "Por qué", necesariamente fue que los 5W-1H (el fenómeno) ha quedado mal planteado

## ¿Cómo utilizar el "análisis Por qué–Por qué"?

Para utilizar el "análisis Por qué–Por qué", debemos seguir la siguiente secuencia de actividades:

- Declarar y comprender el problema al que nos estamos enfrentando, determinar la desviación entre nuestras expectativas y lo que en realidad está sucediendo.
- Identificar el fenómeno a través de la metodología de los 5W-1H.

- Analizar el fenómeno para encontrar la causa raíz, a través del "análisis Por qué–Por qué".

A través del "análisis Por qué–Por qué" encontramos la causa raíz basados en la observación; por tanto, debemos VER lo que está sucediendo, ya que la causa raíz es la causa de fondo de lo que está sucediendo, así que al actuar contra la causa raíz, no debe volver a repetirse más el problema tratado.

En el "análisis Por qué–Por qué" no debemos trabajar la tormenta de ideas, ni hablar por intuición, sentimiento o bajo supuestos sin ver los hechos reales.

## Ejemplo

El siguiente ejemplo sencillo nos muestra el uso de este método. Partimos de un postulado, que es el fenómeno encontrado a través del análisis 5W-1H:

*"La bicicleta disminuye muy lentamente la velocidad cuando se accionan el mecanismo de la rueda delantera especialmente en pendientes y a alta velocidad y depende de la habilidad de la persona"*

1) **¿Por qué** *la bicicleta disminuye muy lentamente la velocidad cuando se accionan el mecanismo de la rueda delantera especialmente en pendientes y a alta velocidad y depende de la habilidad de la persona***?**
    - Porque la palanca no da para accionar más fuerza
2) **¿Por qué** la palanca no da para accionar más fuerza**?**
    - Porque ya la tensión del cable está en su límite
3) **¿Por qué** la tensión del cable está en su límite**?**
    - Porque los cauchos están desgastados
4) **¿Por qué** los cauchos están desgastados**?**
    - Porque no fueron reemplazados
5) **¿Por qué** no fueron reemplazados**?**
    - Porque no estoy manteniendo la bicicleta de acuerdo a las recomendaciones del fabricante no fueron reemplazados

Evidentemente, este ejemplo podría seguirse más aún, con más preguntas. Esto podría ser, pero no sería correcto, ya que el "cinco" en la técnica de los "Cinco Por qué" debería, encontrar la causa raíz en máximo cinco preguntas, pues de lo contrario podría decirse que el fenómeno está mal analizado.

# Capítulo 35

# Análisis P.M.
# (Análisis del Fenómeno Físico)

Los expertos del TPM, Kunio Shirose, Yoshifumi Kimura y Mitsugu Kaneda proponen metodologías de amplio alcance que han eliminado los problemas crónicos relacionados con maquinaria en muchas empresas que están dentro de ambientes de manufactura esbelta.

Las pérdidas crónicas incluyen del 1 al 5% de problemas que deben resolverse para lograr un entorno de 0 defectos, 0 fallas o lo más cercano a esto. Los defectos crónicos son de erradicación difícil y las estrategias comunes de mejora como el análisis causa efecto y pareto son típicamente ineficaces para tratar con tales problemas complejos.

Las fallas y defectos en las máquinas aparecen de dos modos, las Perdidas Esporádicas son las que indican perdidas súbitas, dichas pérdidas ocurren con poca frecuencia y típicamente son el resultado de una sola causa que es relativamente fácil de identificar así mismo las relaciones causa efecto de las pérdidas esporádicas son claras y las medidas correctoras son usualmente fáciles de formular, mientras que las perdidas crónicas resisten a una amplia variedad de medidas correctivas y requieren medidas innovadoras que restauren el mecanismo o componente a su estado original, libre de defectos, éstas pérdidas son el resultado de relaciones causa efecto complejas, enredadas y puede ser arduo rastrear sus causas, de modo que es difícil identificar las causas y clarificar sus efectos. Esto hace igualmente difícil diseñar medidas efectivas correctoras; en muchos casos las medidas correctoras pueden aportar una mejora temporal, pero la

situación empeora con el tiempo, la eliminación o la deducción de estas pérdidas con los enfoques convencionales no se pueden superar.

Se sugiere un método sistemático de 8 pasos para reducir problemas crónicos relacionados con la máquina que vaya más allá de la reparación y restauración del mismo; esta metodología ya es usada ampliamente por compañías que han adoptado TPM.

Dentro de la implementación de esta metodología, se pudo ver cómo la máquina de mejora continua adquiere un profundo conocimiento (a detalle) de los diferentes mecanismos de estas máquinas y cómo interactúan entre sí, conociendo las causas y efectos en los productos, resultando un aumento de la eficiencia global de la máquina (OEE).

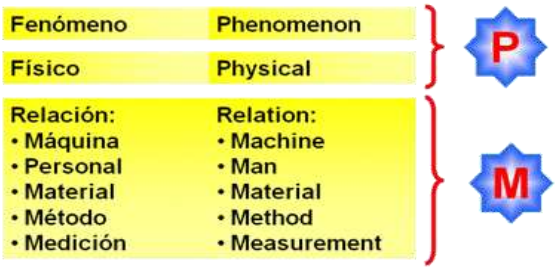
En sí, la metodología de análisis P-M, que son 8 pasos que se muestran a continuación:

1. Clarificar el fenómeno
2. Realizar un análisis físico
3. Definir las condiciones constitutivas del fenómeno
4. Estudiar las correlaciones entre entradas de producción (4M)
5. Establecer condiciones óptimas
6. Investigar los factores causales de anormalidades
7. Determinar las anormalidades a tratar
8. Proponer y hacer mejoras.

## Definición del análisis P.M.

El análisis P-M es más que una metodología de mejora, es un modo de penar diferente sobre problemas y el contexto en que ocurren.

La letra P del análisis P-M se refiere a fenómeno (phenomenon) y la M se refiere a mecanismo (mechanism) y a las 4Ms de manufactura (mano de obra, maquinas, materiales y método.



El análisis P-M analiza físicamente las perdidas crónicas de acuerdo a los principios inherentes y leyes naturales que les gobiernan. Este análisis clarifica la mecánica de su ocurrencia y las condiciones que deben controlarse para evitarlas.

El principio básico del análisis P-M es comprender en primer lugar en términos físicos precisos lo que sucede cuando una maquina se avería o produce piezas a materiales malos y como ocurre esto, solo entonces podemos identificar y tratar todos los factores causales y eliminar las perdidas crónicas.

Considerándolo de otro modo, el análisis P-M es una variante refinada del análisis causa efecto que considera todos los factores causales en vez intentar decidir cuáles son los más influyentes.

Para las mejora de máquinas se usa el análisis P-M como se muestra en esta secuencia

## Cómo trabaja el análisis P.M. para eliminar pérdidas crónicas

El análisis P-M para tratar las pérdidas crónicas no intenta aislar los factores más influyentes, porque es muy raro que un defecto o disminución recurrente sean claramente atribuible a una, dos causas distintas; normalmente encontramos una red enmarañada de factores que pueden contribuir o no.

Para lograr una reducción de defectos, son esenciales los siguientes cinco conceptos.

- Considerar todos los defectos causales.
- Investigar profundamente todos los defectos causales y la existencia de anormalidades.
- Corregir todas las anormalidades.
- Corregir las anormalidades simultáneamente.
- Repetir el proceso si los resultados son insatisfactorios

## Claves para realizar el análisis P-M

Para conseguir los mejores resultados, el análisis P-M considera las siguientes directrices y sugerencias:

1. La máquina de análisis P-M debe de incluir por lo menos cuatro miembros: preferentemente un operario, un supervisor, un técnico de mantenimiento y un ingeniero de fabricación.
2. Dar realce a los gráficos de análisis P-M con dibujos simples o croquis.

3. Listar todos los factores causales, sin tener en cuenta la magnitud o impacto aparente.
4. Después de completar un análisis P-M, asegurarse de revisarlo para clarificar y completar. Primero buscar vínculos en la cadena causa efecto (desde correlaciones 4 M secundarias a correlacione primarias y a condiciones constituyentes).
5. Si los valores estándares para un factor causal no están claros, usar valores provisionales y establecer los estándares definitivos después de revisar los resultados.
6. Para una mayor eficiencia realizar investigaciones de análisis P-M con la siguiente secuencia.
    - Investigar las condiciones constituyentes y determinar cuáles son anormales.
    - Inspeccionar solo aquellas correlaciones 4M primarias que corresponden a condiciones anormales.
    - Inspeccionar solo aquellas correlaciones 4M secundarias que corresponden a condiciones anormales.
7. Agrupar las anormalidades que se hayan identificado y corregirlas en conjunto.
8. Restauran a fondo las condiciones originales, libres de defectos; tienen prioridad sobre la realización de mejoras.
9. Preguntándose continuamente ¿Por qué? Sobre cada anomalía y perseguir causas potenciales entre todas las 4M, incluyendo la conducta humana.
10. Cuando los resultados de un análisis P-M sean decepcionantes, o bien se han omitido algunos factores, o los valores estándar son demasiado benignos. En cualquier caso, se debe de aplicar el análisis P-M nuevamente.
11. Añadir factores variables o semi-variables en la lista de chequeo de mantenimiento preventivo para asegurar una correcta gestión de las condiciones.
12. Comprobar el proceso para asegurar que las decisiones se han llevado a cabo como estaba previsto.

El análisis P-M no es tanto un método, es una manera de pensar sobre las cosas. Todo el mundo, desde el taller hasta los directivos deberán conocerla más a fondo. Solo son necesarias dos o tres experiencias aplicando análisis P-M para ver que realmente hace la diferencia.

# Metodología P.M. paso a paso

La metodología se basa fundamentalmente en 8 pasos que a continuación se describen:

1. *Clarificar el fenómeno*: El cual define y categoriza cuidadosamente el problema a estudiar.
2. *Realizar un análisis físico*: Describe el fenómeno en términos físicos, y como cambian las partes y condiciones de proceso en relación unas con otras para producir un defecto o fallo.
3. *Definir las condiciones constitutivas del fenómeno*: Identifica todas las condiciones que consistentemente producen el fenómeno.
4. *Estudiar las correlaciones entre entradas de producción (4M)*: Escudriñar las relaciones causa efecto potencial entre las condiciones constitutivas y de la máquina, material, método de trabajo y factores humanos.
5. *Establecer condiciones óptimas*: Revisar los niveles de precisión corrientes de máquina para determinar donde los estándares nuevos o revisados son deficientes.
6. *Investigar los factores causales de anormalidades*: Usar métodos de medición apropiados, confirmar qué factores identificados en los pasos 3 y 4 muestran condiciones que se desvían.
7. *Determinar las anormalidades a tratar*: Revisar los resultados de la investigación y listar todas las anormalidades.
8. *Proponer y hacer mejoras*: Implantar una medida correctora o mejora para cada anormalidad, entonces establecer estándares operacionales y procedimientos de mantenimiento preventivo para mantener las condiciones optimas

# Capítulo 36

# A.M.E.F.
# Análisis de Modo y Efecto de Falla

## Qué es un "*A.M.E.F.*"?[44]

Tomado de las sectores que apuestan alto como la industria aeroespacial y defensa, el Análisis de Modo y Efecto de Fallos (A.M.E.F.) es un conjunto de directrices, un método y una forma de identificar problemas potenciales (errores) y sus posibles efectos en un SISTEMA para priorizarlos y poder concentrar los recursos en planes de prevención, supervisión y respuesta.

Los AMEF's fueron formalmente introducidos a finales de los 40's mediante el estándar militar 1629. Utilizados por la industria aeroespacial en el desarrollo de cohetes, los AMEF's y el todavía más detallado Análisis Crítico del Modo y Efecto de Falla (ACMEF) fueron de mucha ayuda en evitar errores sobre tamaños de muestra pequeños en la costosa tecnología de cohetes.

El principal empuje para la prevención de fallas vino durante los 60's mientras se desarrollaba la tecnología para enviar un hombre a la luna en la misión Apolo. Ford Motor Company motivados por los altos costos de demandas de responsabilidad civil introdujo los AMEFs en la industria automotriz a finales de los 70's para consideraciones de seguridad y requisitos regulatorios

[44] http://www.leansolutions.co

En 1993 Chrysler, Ford y GM crearon el documento «Potencial Failure Mode and Effects Analysis» que cubría los tipos vigentes de AMEF. El documento formo parte de la norma QS 9000 (Hoy conocida como ISO 16949).

## Beneficios de implantación de A.M.E.F en un sistema:

- Identifica fallas o defectos antes de que estos ocurran
- Reducir los costos de garantías
- Incrementar la confiabilidad de los productos/servicios (reduce los tiempos de desperdicios y re-trabajos)
- Procesos de desarrollo más cortos
- Documenta los conocimientos sobre los procesos
- Incrementa la satisfacción del cliente
- Mantiene el Know-How en la compañía

## Tipos de A.M.E.F.

### 1. A.M.E.F. de diseño (D-AMEF)

Se usa para analizar componentes de diseños. Se enfoca hacia los Modos de Falla asociados con la funcionalidad de un componente, causados por el diseño

Evalúa subsistemas del producto o servicio.

### 2. AMEF de sistema (S-AMEF)

No debe utilizar controles en el proceso para superar debilidades del diseño.

Asegura la compatibilidad de los componentes del sistema.

### 3. A.M.E.F. de proceso (P-AMEF)

Se usa para analizar los procesos de manufactura, ensamble o instalación. Se enfoca en la incapacidad para producir el requerimiento que se pretende,

Los Modos de Falla pueden derivar de causas identificadas en el AMEF de Diseño.

Asume que el producto según el diseño cumplirá su intención final

Evalúa cada proceso y sus respectivos elementos

Usado en el análisis de proceso y transiciones

## ¿Cuándo iniciar un A.M.E.F.?

- Cuando el proceso es muy complejo.
- Cuando un producto o servicio nuevo está siendo diseñado.
- Cuando un proceso es creado, mejorado o re diseñado.
- Cuando productos existentes, servicios, o procesos son usados en formas nuevas o nuevos ambientes.
- En el paso de Mejorar del DMAIC.

## Pasos para hacer un A.M.E.F.

**1)** Determine el producto o proceso a analizar

**2)** Determinar los posibles modos de falla

**3)** Listar los efectos de cada potencial modo de falla

**4)** Asignar el grado de severidad de cada efecto Severidad à La consecuencia de que la falla ocurra

**5)** Asignar el grado de ocurrencia de cada modo de falla Ocurrencia à la probabilidad de que la falla ocurra

**6)** Asignar el grado de detección de cada modo de falla Detección à la probabilidad de que la falla se detectada antes de que llegue al cliente

**7)** Calcular el NPR (Numero Prioritario de Riesgo) de cada efecto NPR =Severidad*Ocurrencia*detección

**8)** Priorizar los modos de falla

**9)** Tomar acciones para eliminar o reducir el riesgo del modo de falla

**10)** Calcular el nuevo resultado del NPR para revisar si el riesgo ha sido eliminado o reducido

# Capítulo 37
# Reporte A3

Los reportes A3 son una metodología ideada por Toyota para documentar la solución a un problema o una oportunidad de mejoramiento. El nombre de A3 se deriva por el tamaño del papel (11x17in ≈ 28x43cm); es un espacio manejable pero limitado para expresarse. y su principal objetivo es que en una cara de papel se pueda desarrollar el proceso PDCA (Plan Do Check Act) ó PHVA (Planear Hacer Verificar Actuar). De esta forma la comunicación es efectiva, clara y concisa.

Normalmente habrá que tener las cosas muy claras para poder ser tan preciso como para contarlo todo en un formato A3. Es así como previene ambigüedades y reduce el esfuerzo de los demás para entenderlo.

El Informe A3 es sin embargo mucho más que un informe, ya que obliga a seguir una disciplina concreta que lleva a abordar los problemas de una forma muy ordenada y eficaz.

El formato se divide en varios cuadros que deben rellenarse en un orden concreto trabajando sobre cada uno de ellos.

Podemos encontrar diferente número de cuadros pero se deben recoger los siguientes puntos esenciales[45]:

## 1. Definición del problema

- Definición clara y concisa del problema.
- Utilizar en la medida de lo posible datos cuantitativos.

[45] http://leanroots.com/

- Detallar lo que sea necesario para hacer el problema comprensible.




## 2. Situación actual

El problema se produce en el ámbito de un proceso. En este punto se debe describir ese proceso tomando datos reales.

- Utilizar esquemas y diagramas (pareto, flujogramas…)
- Utilizar en la medida de lo posible datos cuantitativos.
- Resaltar el problema dentro del proceso.

## 3. Análisis de las causas

Mostrar gráficamente análisis y conclusiones: 5-porqués, Ishikawa…

## 4. Situación objetivo

Representar gráficamente cuál sería la situación ideal, incluyendo los mismos indicadores que en la "situación actual".

## 5. Plan de Acción

Tenemos una descripción esencial del problema, tenemos identificadas las causas y tenemos los objetivos; ahora definimos las acciones indicando quién hace qué, cómo, cuándo…

## 6. Seguimiento

El Informe A3 también ha de servir para poder ver en todo momento en qué situación están las acciones definidas. Pero además muestra de forma clara qué se pretende conseguir con esas acciones.

### 7. Resultados

El cierre del informe nos debe mostrar qué se consiguió, de modo que podamos:

- Tener un registro sencillo pero fiable de toda la resolución del problema.
- Podamos extender las conclusiones a otros problemas.

## Algunas advertencias para realizarlo eficazmente:

El Informe A3 debe empezar a aprovecharse desde su inicio, ya que cada apartado es la base de los siguientes.

No caer en la tentación de reducir el tamaño de letra o gráficos para encajar más información.

Si no hay espacio suficiente, analizar qué es verdaderamente importante y dejar sólo lo imprescindible.

Los primeros pasos son fundamentales. Es vital tener claro cuál es el problema. El proceso debe observarse personalmente y contar con la colaboración de todos los implicados en él. El análisis por su parte puede llevar tiempo y esfuerzo a realizar en equipo.

No se debe definir la situación objetivo sin contar con el análisis de las causas, como tampoco se deben definir acciones sin contar con la situación objetivo. Cada paso se basa en los anteriores y debe ser completado de forma ordenada.

.

# Capítulo 38
# Scrum

Scrum es un modelo que explica cómo se deben hacer las reuniones y cómo coordinar personas para aprovechar al máximo el tiempo. Esta metodología marca una serie de reglas que bien usadas pueden conseguir un aumento en la eficiencia de los equipos de trabajo. Aplicando Scrum a un equipo, se puede conseguir mejorar los plazos de entrega, aumentar la versatilidad y la capacidad de adaptación del equipo. Esto se consigue mediante la eliminación de tiempos muertos, mejora en la comunicación y dando importancia preferente a las cuestiones relevantes.[46]

Scrum puede ser aplicado a las siguientes actividades:

- Realización de proyectos.
- Diseño y desarrollo de productos y servicios.
- Desarrollo de software.
- Coordinación de departamentos y equipos de trabajo.

[46] http://www.pdcahome.com/

## Metodología

Scrum presenta unas pautas muy fáciles de aplicar. Básicamente define una serie de roles a asignar a las personas implicadas y una serie de actividades a realizar.

La forma de realizar el trabajo es primeramente definir qué tareas hay que llevar a cabo para conseguir el objetivo propuesto (por ejemplo, qué tareas se necesitan para lanzar un producto al mercado, o para realizar un proyecto). Estas tareas, ordenadas cronológicamente, se planifican y agrupan en ciclos de entre 10 y 30 días, de forma que completando todos los ciclos, se cumplirá el objetivo.

## Roles del equipo

Los roles asignados son los siguientes:

- **El director o líder del equipo (Scrum Master):** Es la persona que se encargará de coordinar el equipo y asignar las tareas a realizar.
- **Los clientes (Product Owner):** Son los grupos de interés a los que va dedicado el proyecto/producto/servicio que se está desarrollando. Son los que dicen qué es lo que se quiere hacer y cuáles son los objetivos. En el caso de no estar presentes, se debe nombrar un representante de fuera del equipo que se encargue de defender sus intereses y su punto de vista.
- **Los desarrolladores / equipo de trabajo (Team):** Son los responsables de desarrollar las tareas. Se recomienda crear equipos no muy grandes (menos de 10 personas) donde las personas se complementen, de forma que cada uno tenga unos conocimientos específicos y unas actividades preasignadas acordes con estos.
- **Los consumidores o usuarios (Customers):** Son los que usarán el producto final. Muchas veces se confunden con los clientes, pero no son los mismos. Hablando claro: “cliente es el que paga (y por lo tanto decide) y consumidor el que usa el producto”. A veces cliente y consumidor son la misma persona, pero otras veces no.

## Actividades a realizar

De forma simplificada, las actividades marcadas son las siguientes:

1. **Reunión inicial (Product Background):** A la reunión inicial asiste todo el equipo y el Product Owner. En ella se debe planificar cuáles

son las tareas que se van a llevar a cabo para la consecución del objetivo. Como ya se ha explicado antes, estas tareas posteriormente se dividirán en ciclos de entre 10 y 30 días laborables que se tratarán por separado. Además se deben definir los roles, los recursos necesarios, etc. (para esto se puede usar un diagrama de Gantt).

Es muy importante en esta primera fase de planificación calcular bien los tiempos y contemplar la posibilidad de que el cliente cambie sus ideas acerca de lo que quiere a durante el desarrollo del trabajo. En el caso de que esto pase, se deberán recalcular las tareas y adaptar los ciclos y actividades a los nuevos objetivos.

2. **Reunión de planificación de ciclo (Sprint Background):** A principio de cada ciclo el equipo debe realizar una reunión donde definir qué tareas se van a realizar en las próximas semanas, quién las va a realizar y qué es lo que debe estar terminado al finalizar el ciclo.

3. **Reunión diaria (Daily Scrum):** Todos los miembros del equipo realizarán una reunión diaria de corta duración para tratar los avances en las tareas. Concretamente, cada miembro del equipo hablará de lo que ha hecho el día anterior, qué va a hacer hoy y qué problemas han surgido.

   Existen una serie de reglas a seguir en este tipo de reuniones: En la reunión estarán presentes todos los miembros del equipo, deberá durar entre 15 y 20 minutos (nunca más de 20minutos), se exigirá puntualidad y sólo hablará quien tenga el turno de palabra. El encuentro se realizará en el mismo lugar y a la misma hora todos los días. El objetivo de estas reglas es mantener al equipo informado sin perder tiempo, agilizando la reunión. Si las reglas no se cumplen se pueden tomar medidas como imponer castigos a quien llegue tarde, programar un cronómetro que suene a los 15 minutos, etc.

4. **Reunión de fin de ciclo (Sprint Review):** Se realiza al final del ciclo y en ella se debe hablar de qué es lo que se ha hecho durante el ciclo y qué ha quedado por hacer. A ella asiste todo el equipo y también el Product Owner para comprobar cuáles son los avances hasta el momento. Se recomienda que esta reunión no dure más de dos horas. Posteriormente, se recomienda hacer otra reunión (**Sprint Retrospective**) con el Product Owner para comentar qué se hará en los próximos ciclos y si hay que hacer algún cambio.

## Finalización del proyecto

Los ciclos, se repetirán de forma continuada, realizando las modificaciones pertinentes entre ciclo y ciclo a medida que cambian los requisitos, surjan dificultades y las tareas se vayan materializando hasta que se termine el proyecto y se alcance el objetivo.

Finalmente, como consideración personal, y conociendo a gente que trabaja en empresas donde está implantado este sistema de trabajo, sólo

me queda decir que Scrum es una buena metodología en la medida de que los miembros del equipo y los líderes se la tomen en serio. Una buena implantación de este tipo se sistemáticas de trabajo puede hacer mejorar mucho la eficacia de los equipos y departamentos, no obstante para ello es necesario que la gente esté concienciada y comprenda cuáles son las ventajas de su uso, por lo que es muy recomendable formar al personal sobre Scrum antes de su implantación.

## Las 10 reglas de oro

1. **Los problemas se resuelven en equipo.**
   ¿Además de un responsable, se identifica un equipo de trabajo para llevar a cabo cada una de las etapas de proceso de la resolución del problema, de principio a fin?

2. **No saltar directamente a la solución.**
   A pesar de la presión por resolver con rapidez el problema, ¿se define con claridad el problema y se analizan las causas antes de pasar a la generación de soluciones?

3. **Escuchar con interés y curiosidad.**
   Cuando se tiene que hablar con otras personas para buscar datos, ¿se evita la tentación de no caer en ideas preconcebidas que puedan interferir en la investigación del problema?

4. **Ir y ver ("gemba").**
   ¿Se va al lugar donde ocurrió el problema para ver de primera mano la situación y escuchar a las personas que trabajan ahí?

5. **El resultado que se persigue es concreto y medible.**
   ¿Se especifica el resultado a obtener de un modo concreto y medible, de forma que se podrá saber con claridad si la resolución del problema ha sido eficaz?

6. **Explorar y profundizar.**
   En la búsqueda de las causas raíz, ¿se exploran las causas posibles en equipo para evitar quedarse únicamente con las más aparentes? ¿se profundiza hasta llegar a las causas de fondo?

7. **Validar las hipótesis.**
   En la búsqueda de las causas raíz, ¿se demuestra que efectivamente hay una relación causa - efecto antes de implantar las soluciones correspondientes?

8. **Los debates son productivos.**
   ¿Los debates en el equipo de trabajo conducen a las mejores soluciones, a la vez que se genera un clima de cooperación?

**9. Estandarizar las soluciones.**

Una vez implantadas las soluciones, ¿se constata la eficacia de los resultados obtenidos al compararlo con los valores definidos como objetivo? ¿Se estandarizan, entonces, las soluciones?

**10. Compartir las lecciones aprendidas.**

¿Se documenta lo esencial de las lecciones aprendidas y se comparten para que otros equipos de la organización no cometan errores similares? A

# Capítulo 39
# Terminología Lean

## A

**Actividad que no agrega valor** — Cualquier actividad que suma costo sin sumar valor al producto o al proceso.

**Agente de cambio** — Una persona cuya misión es causar el cambio del estado actual, o sea, de lote y fila, para el estado futuro ideal: la manufactura *lean*. Alguien que lidera el cambio cultural en una organización.

**Análisis de valor** — Evaluación del plazo de entrega total y del tiempo que agrega valor para identificar el porcentaje de actividades que agregan valor.

**Andon** — Una señal visual. En general se trata de una luz ensamblada sobre una máquina o en la línea para alertar de un problema potencial o de la interrupción del trabajo.

**Autonomación** — Traducción de la palabra "Jidoka". Significa conceder inteligencia humana a una máquina para que pueda automáticamente parar frente a un problema.

**Autoridad para parar la línea** — Cuando ocurren anomalías, los operadores tienen el poder de interrumpir el proceso e impedir que el defecto o la variación sean pasados adelante.

## C

**Cambio de referencia con un toque** — Reducción de las actividades de preparación de la referencia a un sólo paso.

**Cambio de referencia en un minuto (SMED)** — Plazo entre la última pieza buena y la primera pieza buena siguiente en la nueva preparación obtenida en un tiempo abajo de 10 minutos. AKA "Preparación en un sólo dígito."

**Cinco S (5's)** — Disciplina primaria y condicionante para el Kaizen; los cinco S's son definidos como siendo: *Seiri*, segregar y desechar; *Seiton*, ordenar e identificar; *Seiso*, limpieza e inspección diaria; *Seiketsu*, revisar siempre, y *Shitsuke*, motivar para sostener.

**Controles visuales** — Creación de estándares en el local de trabajo que dejen obvio si algo se encuentra desarreglado.

**Cuello de botella** — Un área o estación de trabajo en un ambiente de manufactura que limita la capacidad de todo el proceso.

## D

**Desdoblamiento de la función de calidad** — Metodología en la que un equipo multifuncional llega a un consenso a respecto de las especificaciones finales del producto, según los deseos del cliente.

**Desdoblamiento de políticas** — Casar los objetivos estratégicos del negocio de una organización a sus recursos estratégicos. Comunicar esos objetivos a toda la organización, y conectarlos todos a los mismos objetivos.

**3 D's** — (*Dirty, Dangerous, Difficult* - sucio, peligroso y difícil)

## E

**Estrategia basada en tiempo** — Organización de los objetivos del negocio en relación a los principios de economía de tiempo.

## F

**Fabrica balanceada** — Una fábrica donde toda la capacidad disponible está balanceada exactamente con la demanda de mercado.

**Flujo de una pieza** — Una filosofía de manufactura que soporta el movimiento del producto de una estación de trabajo a la siguiente - una pieza por vez - sin permitir que aumente el stock entre las estaciones.

## G

**Gerenciamento visual** — Sistema que habilita a cualquier persona a rápidamente notar anormalidades en el local de trabajo, independiente de su conocimiento del proceso.

**Gerenciamiento de anomalías** — La habilidad de percibir y reaccionar a una anomalía (cualquier violación de las operaciones estándar) de modo oportuno.

## H

**Hanedashi** — Dispositivo que permite que una máquina automáticamente descargue una pieza sin esperar por el operador.

**Heinjunka** — Nivelación de la producción; creando y contruyendo una secuencia determinada por un planeamiento por el promedio de la demanda del cliente.

**Hoja de combinación de trabajo estándar** — Documento que muestra la secuencia de pasos de la producción designados a un único operador. Utilizado para ilustrar la mejor combinación de operador y máquina.

## J

**Jidoka** — Consulte "autonomación". Es el término japonés que indica trasferencia de inteligencia humana a la máquina.

**Justo a tiempo (JIT)** — Fabricar lo que se necesita, cuando se necesita en la cantidad que se necesita.

## K

**Kaikaku** — Mejora radical; generalmente un proceso del negocio que afecta a la futura cadena de valor.

**Kaizen** — Una combinación de dos palabras japonesas: "Kai" (cambiar) y "Zen" (bien). Generalmente definida significando "mejora continua".

**Kaizen direccionado** — Actividad de mejora intensamente direccionada a una sola estación de trabajo, hecha rápidamente por dos o tres especialistas. Sigue siempre a un evento Kaizen plenamente desarrollado.

**Kaizen piso de fábrica** — Una metodología sensible al tiempo y de desarrollo rápido que emplea un abordaje centrado basado en el trabajo de equipo. Mejora continua.

**Kanban** — Señalización visual. En general, consiste de una tarjeta de petición de pedido u otro método de disparar el sistema de jalar la producción, basado en la utilización actual de materiales. Debiendo estar disponible para su uso en el punto de fabricación.

## L

**Layout de trabajo estandar** — Diagrama de una estación de trabajo o celda mostrando como se ejecuta un trabajo estándar.

**Lead time (plazo de entrega)** — El tiempo necesario para producir un sólo producto, desde el momento en que el cliente hace su pedido hasta el despacho.

**Lean manufacturing (manufactura lean)** — Utilización de una cantidad mínima de recursos totales, personal, materiales, dinero, máquinas etc., para producir un producto y entregarlo puntualmente.

**Línea chaku-chaku** — Significa "cargar-cargar" en japonés, y describe una celda de trabajo en la que las máquinas descargan automáticamente las piezas para que los operadores puedan tomar una pieza directamente de una máquina para la siguiente sin que tengan que esperar.

## M

**Manufactura celular** — Un alineamiento de máquinas en la secuencia correcta de proceso, donde los operadores permanecen dentro de las celdas y los materiales les son presentados desde afuera.

**Mapa de la cadena de valor** — Un cuadro que permite visualizar como material e información fluyen de los suministradores a través de la manufactura y hasta el cliente. Incluye los cálculos del tiempo de ciclo total y del total de valor agregado. Es llenado para el estado actual y futuro de la cadena de valor, para indicar en que dirección el negocio está yendo.

**Mejora continua** — El compromiso de diariamente mejorar los productos, el ambiente de trabajo y los negocios.

**Muda** — Cualquier actividad que suma costo sin sumar valor al producto.

**Mura** — Variaciones de calidad, costo y entrega de un proceso.

**Muri** — Irracionalidad; la demanda excede la capacidad.

## N

**Nivelación de la producción** — Método para programar la producción para que, por un cierto tiempo, se quite de la manufactura la flotación en la demanda del cliente, produciendo cada pieza en cada día.

## O

**Operaciones estandar** — La mejor combinación del operador y de la máquina, utilizando la menor cantidad de mano de obra, espacio, stock y equipo.

## P

**Pacemaker (marcador de ritmo)** — Técnica usada para dejar un proceso en ritmo de tiempo takt.

**Poka Yoke** — Palabra japonesa que significa, "a prueba de errores"; un dispositivo poka yoke impide que errores humanos afecten una máquina o un proceso; impide que los errores de un operador se conviertan en defectos.

**Preparación externa** — Elementos de preparación de herramientas que pueden ser ejecutados con seguridad mientras la máquina esté funcionando.

**Preparación interna** — Elementos de preparación de herramientas que deben ocurrir mientras la máquina está parada.

**Producción** — Cantidad producida por la que el sistema genera dinero.

## R

**Reducción de la preparación** — Reducción del tiempo ocioso que va desde el cambio de la última pieza hasta la primera pieza buena de la siguiente operación.

**Restricción** — Una estación de trabajo o un proceso que limita la capacidad de todo el sistema.

## S

**Secuencia de trabajo** — Los pasos correctos que el operador adopta, en el orden en que debieran ser adoptados.

**Sensei** — Maestro o profesor respetable.

**Sistema global de producción** — Expansión del Sistema de Producción Toyota; se trata de la estrategia que habilita una manufactura *lean*, utilizando la metodología Kaizen.

**Sistema nagara** — Ejecutar dos o más actividades con un sólo movimiento.

**Sistema toyota de producción** — Basado en algunos de los principios de Henry Ford, el sistema describe la filosofía de una de las más exitosas empresas del mundo. Las bases del STP son: la nivelación de la producción y los soportes de Justo a Tiempo y de Jidoka.

**Stock** — En general, se trata de la categoría de más alto costo; el stock consiste de todas las materias primas, piezas compradas, stock de proceso y productos terminados que aún no han sido vendidos a un cliente.

**Stock de proceso (WIP)** — Stock que espera entre los pasos de la operación.

**Stock estandar de proceso** — Necesidad mínima de material para que el operador complete un ciclo de trabajo sin retrasos.

**Suboptimización** — Optimización de cada pieza del equipo; mantener todas las máquinas funcionando sin importar el costo o la consecuencia. Es normal que eso infle el costo principal de producción: materiales.

**Supermercado** — Local en el piso de fábrica junto a la línea de producción donde las piezas son clasificadas y quedan a disposición de los operadores.

## T

**Tabla de capacidad de proceso** — Tabla usada principalmente en el ambiente de procesamiento de las máquinas que compara la carga de la máquina a la capacidad disponible.

**Tiempo automático de la máquina** — El tiempo que una máquina necesita para producir una unidad, excluyendo los tiempos de carga y descarga.

**Tiempo de ciclo** — El tiempo que un operador lleva para completar un ciclo de trabajo. En general, es el tiempo que tarda antes que el ciclo se repita. Consulte, Tiempo de Ciclo del Operador y Tiempo de Ciclo de la Máquina.

**Tiempo de ciclo de la máquina** — El tiempo que una máquina necesita para producir una unidad, incluyendo el tiempo de carga y descarga.

**Tiempo de ciclo del operador** — El tiempo que un operador gasta para completar una secuencia de operaciones predeterminada, incluyendo la carga y descarga, y excluyendo el tiempo de espera.

**Tiempo elemental** — Tiempo establecido para una etapa operacional específica en el trabajo estándar.

**Tiempo Takt** — El tiempo neto total y diario de operación dividido por la demanda total diaria de los clientes.

**Trabajo estándar** — Secuencia predeterminada de tareas que deben ser completadas por el operador en el tiempo takt.

## V

**Valor agregado** — Cualquier actividad que transforme un producto o servicio para satisfacer la necesidad del cliente.

# BIBLIOGRAFIA

## LIBROS:

MANTENIMIENTO TOTAL DE LA PRODUCCION (TPM), Proceso de implementación y desarrollo. FRANCISCO REY SACRISTRÁN.

EL AUTOMANTENIMIENTO EN LA EMPRESA. FRANCISCO REY SACRISTRÁN.

MANUAL DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL. Mc GRAW HILL.

CONTRERAS Villaseñor Alberto. Manual de Lean Manufacturing Guía Básica. Limusa Noriega Editores Mexico 2007. 410 pag.

SHINGO Shigeo. Tecnologias para el cero defectos: inspecciones en la fuente y el sistema poka yoke.299 pag.

MIRANDA Francisco, LACOBA Sergio, MERA Antonio, PALACIOS Tomas. Manual de dirección de operaciones. Editorial Thomson. Madrid, España 2005. 648 pág.

## INTERNET:

Lean Manufacturing [Página web]. En: http://www.grupokaizen.com/mck/Que_es_el_Lean_Manufacturing.pdf [Consulta: 2011-05-20].

Mantenimiento productivo total. [Página web]. En: http://www.ceroaverias.com. [Consulta: 2011-05-20].

Lean Manufacturing [Página web]. En: http://www.monografias.com/trabajos14/manufact-esbelta/manufact-esbelta2.shtml [Consulta: 2011-05-22].

Jidoka [pagina web]. http://www.gerenciaindustrial.com/ampliarNota.php?id=133[Consulta: 2011-05-20].

Mantenimiento productivo total [pagina web]. http://www.sepi.upiicsa.ipn.mx/tesis/347.pdf[Consulta: 2011-05-20].

*Si no conoces nada de Lean Manufacturing, en este libro te doy algunos consejos que creo muy útiles para empezar a conocer este revolucionario sistema de producción que ha desbancado por completo a la producción en masa y que avanza por el mundo ya a pasos agigantados.*

*Lean Manufacturing, también llamado "Sistema de Producción Toyota" o incluso "Producción Esbelta", permite producir cada vez más y más, con menos y menos. Más producción, más calidad, más satisfacción del cliente, más productividad, más flexibilidad, más adaptabilidad, más agilidad con menos costos, menos tiempo, menos espacio y menos recursos. ¿Cómo es esto posible? Pues esto ya pertenece a la parte más técnica, que aunque es preciosa, da para varios libros y para ello te recomiendo algunas lecturas que encontrarás en el libro "Total Productive Maintenance - Implementando el TPM"*

*Es un sistema probado, reprobado y requeteprobado y en este libro encontrarás numerosos ejemplos de ello. Su esencia es la eliminación implacable del desperdicio y el respeto a las personas. Ha sido depurado desde los años 50's y fue Taiichi Ohono el ingeniero que lo desarrolló, con la ayuda de otro gran ingeniero llamado Shigeo Shingo. Ambos, con la ayuda de la dirección de Toyota (la familia Toyoda), desarrollaron el sistema de producción más eficiente de todos los tiempos.*

*Lean Manufacturing da respuesta a los problemas más acuciantes que tenemos. Sus principios se están aplica ndo con enorme éxito en: la industria automovilística, la industria aeronáutica, la industria textil, la industria alimentaria, la sanidad, los servicios, la industria de manufactura, etc. Abre tu mente, conócelo y te garantizo que ya nunca volverás a los principios de la producción en masa.*

# Herramientas de Lean Manufacturing

***Toyota Production System – T.P.S.***


Álvaro Palacio P.: Ingeniero Mecánico egresado de la Universidad Nacional de Colombia y especialista en Gerencia de la Calidad de la Universidad EAFIT; formado como facilitador TPM con el Japan Institute of Plant Maintenance (Shinichi Shinobuka) e International & Media Comunicationt de Brasil (Yassuo Ima), así como en los pilares de Mejoras Enfocadas, Mantenimiento de la Calidad, Mantenimiento Planeado y Gestión Temprana por parte de PM-System. Auditor de calidad ISO 9000 y con formación en el Sistema de Gestion BASC por parte de World BASC Organizaiton. Con más de 25 años de experiencia en la industria, trabajando en procesos de mantenimiento, ingeniería e implementación y coordinación de sistemas de gestión, procesos de calidad y mejora continua.