

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
UNIDAD ACADÉMICA PROFESIONAL TIANGUISTENCO**

**UNIDAD 4. SISTEMAS DE MANUFACTURA  
CONTEMPORÁNEA**



**UNIDAD DE APRENDIZAJE:  
“DISEÑO DE SISTEMAS DE MANUFACTURA”**

**Elaboró: *Dra. ADRIANA FONSECA MUNGUÍA***

# CONTENIDO

- Mapa curricular
- Programa de estudios por competencias
- Estructura de la unidad de aprendizaje
- Guión explicativo
- Contenido de la unidad de aprendizaje
  1. Tps (Sistema de producción Toyota).
  2. Fps (Sistema de producción Ford).
  3. Dft (Demand flow technology).
  4. Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta).
  5. Indicadores de Manufactura esbelta.
  6. Sistemas de manufactura de clase mundial.



# MAPA CURRICULAR

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10	
O B L I G A T O R I A S	Álgebra 2 2 4 6	Álgebra lineal 2 2 4 6	Probabilidad y estadística 4 0 4 8	Investigación de operaciones I 2 2 4 6	Investigación de operaciones II 2 2 4 6	<b>Diseño de sistemas de manufactura</b> 2 2 4 8	Procesos de manufactura de transformación 2 2 4 6	Procesos de manufactura de mecanizado 2 2 4 6	Proyecto de ingeniería 1 2 3 4	P r á c t i c a  P r o f e s i o n a l *  30	
	Geometría analítica 4 0 4 8	Cálculo diferencial e integral 4 0 4 8	Cálculo multivariable 4 0 4 8	Ecuaciones diferenciales 4 0 4 8	Análisis numérico 4 0 4 8	Administración industrial 3 1 4 7	Administración de la producción 2 2 4 6	Administración de proyectos 2 2 4 6	Ingeniería ambiental y seguridad industrial 2 2 4 6		
	Física 3 1 4 7	Estática 2 2 4 6	Dinámica 4 0 4 8	Mecánica de fluidos 4 0 4 8	Balaceo de líneas de producción 2 2 4 6	Ingeniería económica 2 2 4 6	Diseño de herramental 2 2 4 6	Análisis de mecanismos 4 0 4 8	Síntesis de mecanismos 2 2 4 6		
	Química 2 2 4 6	Comunicación y relaciones humanas 2 2 4 6	Liderazgo 3 1 4 7	Dibujo de detalle 2 2 4 6	Modelado paramétrico 3D 2 2 4 6	Ética profesional 3 0 3 6	Electrónica 2 2 4 6	Producción automatizada 2 2 4 6	Control de calidad 2 2 4 6		
	Programación I 2 2 4 6	Programación II 2 2 4 6	Termodinámica 2 2 4 6	Metrología 2 2 4 6	Electricidad industrial 2 2 4 6	Circuitos eléctricos industriales 2 2 4 6	Dinámica de sistemas 4 0 4 8	Control de procesos industriales 2 2 4 6			
	Sociedad e ingeniería 3 0 3 6			Estudio del trabajo 2 2 4 6	Mecánica de materiales 2 2 4 6	Ciencias de materiales 4 0 4 8	Integrativa profesional* — — — 8				
	Inglés 5 2 2 4 6	Inglés 6 2 2 4 6	Inglés 7 2 2 4 6	Inglés 8 2 2 4 6	Diseño de elementos de máquinas 2 2 4 6						
O P T A T I V A S								Optativa 1 2 2 4 6	Optativa 3 2 2 4 6		
								Optativa 2 2 2 4 6	Optativa 4 2 2 4 6		
	HT 16 HP 7 TH 23 CR 39	HT 14 HP 10 TH 24 CR 38	HT 19 HP 5 TH 24 CR 43	HT 18 HP 10 TH 28 CR 46	HT 16 HP 12 TH 28 CR 44	HT 19 HP 9 TH 28 CR 47	HT 12 HP 8*** TH 20*** CR 40	HT 16 HP 12 TH 28 CR 44	HT 11 HP 12 TH 23 CR 34		HT -- HP -- TH -- CR 30

# CONTINUACIÓN...

## DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10
OPTATIVA B								Análisis de mercado 2 2 4 6	Aborro de energía en Producción Industrial 2 4 6	
								Control estadístico del proceso 2 2 4 6	Diseño del producto 2 2 4 6	
								Planeación de recursos para manufactura 2 2 4 6	Manufactura asistida por computadora 2 2 4 6	
								Psicología industrial 2 2 4 6	Robótica 2 2 4 6	
								Tópicos de calidad 2 2 4 6	Sistemas de manufactura flexible 2 2 4 6	

### SIMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje	HT: Horas Teóricas
	HP: Horas Prácticas
	TH: Total de Horas
	CR: Créditos

\*Actividad académica

\*\* Horas de las actividades académicas

9 Líneas de seriación →

Créditos a cursar por periodo escolar: mínimo 20 y máximo 51

	Obligatorio Núcleo Básico
	Obligatorio Núcleo Sustantivo
	Obligatorio Núcleo Integral
	Optativo Núcleo Integral

### PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo Básico	55
Obligatorio:	24
cursar y acreditar	79
20 UA	134

Total del Núcleo Básico: acreditar	20 UA para cubrir 134 créditos
------------------------------------	--------------------------------

Núcleo Sustantivo	57
Obligatorio:	35
cursar y acreditar 23 UA	92
	149

Total del Núcleo Sustantivo: acreditar	23 UA para cubrir 149 créditos
--	--------------------------------

Núcleo Integral	21
Obligatorio:	18+**
cursar y acreditar 10 UA+2 *	39+**
	98

Núcleo Integral Optativo: cursar y acreditar 4 UA	8 8 16 24
---	--------------------

Total del Núcleo Integral: acreditar 14 UA + 2* para cubrir 122 créditos
--

### TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS

UA Obligatorias	53 + 2 Actividades académicas
UA Optativas	4
UA a acreditar	57 + 2 Actividades académicas
Créditos	405

# PROGRAMA

Universidad Autónoma del Estado de México  
 Unidad Académica Profesional Tianguistenco  
 Licenciatura de Ingeniería en Producción Industrial



Programa de Estudios:

Diseño de Sistemas de Manufactura

Elaboró: Dra. Adriana Fonseca Munguía  
 Dr. Rodrigo Mendoza Frías  
 M. en I. Fernando Cirilo de la O

Fecha de aprobación: H. Consejo Asesor de la Administración Central



Unidad Académica Profesional Tianguistenco  
 Licenciatura de Ingeniería en Producción Industrial  
 Reestructuración, 2016

## I. Datos de identificación

Espacio educativo donde se imparte **Unidad Académica Profesional Tianguistenco**

Licenciatura **Ingeniería en Producción Industrial**

Unidad de aprendizaje **Diseño de Sistemas de Manufactura** Clave

Carga académica **3** **2** **5** **8**  
 Horas teóricas Horas prácticas Total de horas Créditos

Período escolar en que se ubica **1** **2** **3** **4** **5** **6** **7** **8** **9**

Seriación **Ninguna** **Ninguna**  
 UA Antecedente UA Consecuente

## Tipo de Unidad de Aprendizaje

Curso  Seminario  Laboratorio  Curso taller  Taller  Práctica profesional

Otro tipo (especificar)

## Modalidad educativa

Escolarizada, Sistema rígido  No escolarizada, Sistema virtual

Escolarizada, Sistema flexible  No escolarizada, Sistema a distancia

No escolarizada, Sistema abierto  Mixta (especificar)

## Formación común

## Formación equivalente

Unidad de Aprendizaje



# ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE AREDIZAJE

I. ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

II. TECNOLOGÍAS BLANDAS

III. TECNOLOGÍAS DURAS

IV. SISTEMAS DE MANUFACTURA CONTEMPORÁNEA

V. AUTOMATIZACIÓN EN LA MANUFACTURA

VI. MANUFACTURA EN UN AMBIENTE COMPETITIVO

# GUIÓN EXPLICATIVO

Este material es un apoyo en la exposición del tema a desarrollar, contiene información relevante, con la finalidad de ofrecer una visión más completa tomando como referencia a distintos autores, con el fin de lograr el objetivo de la unidad de aprendizaje, así como, para concluir y reafirmar los conocimientos expuestos, con el fin de tener un enfoque práctico sobre los conceptos expuestos, a través de las herramientas necesarias para la manufactura.

- **Habilidad:** Desarrollar la capacidad de los elementos que intervienen en la automatización de la manufactura.
- **Cognitivo:** Reconocer las características potenciales de la automatización de un Sistema de Manufactura.
- **Metodológico:** Desarrollar e identificar las características y factores de la automatización en la manufactura aplicada al sector productivo.
- **Actitudinal:** Formará su propio criterio sobre los beneficio de la automatización dentro del sector productivo.

# INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos más importantes en la actualidad son los sistemas de manufactura contemporánea donde las diferentes metodologías permiten conocer todas aquellas técnicas para mejorar los procesos de manufactura en las organizaciones, logrando un impacto en el proceso productivo y los mercados, capaz de brindar los recursos necesarios para una mejora continua, las compañías deben lograr relaciones más productivas con sus proveedores, compradores, productores y clientes, mediante la adopción de nuevos procedimientos y conceptos. Mejorar no sólo supone una modernización de los equipos, sino aprovechar al máximo los recursos humanos.



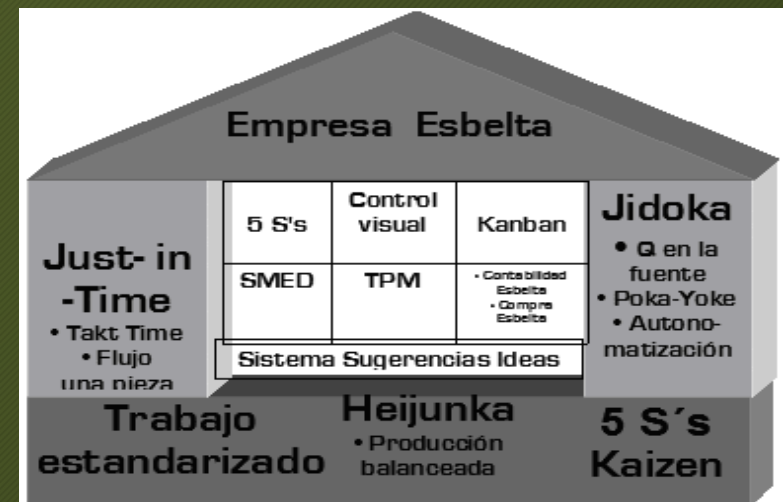
# 4.1 TPS (Sistema de Producción Toyota) (Orígenes)

- Tres personas fueron los principales creadores del sistema de producción de Toyota o por sus siglas en inglés TPS (Toyota Production System), Sakichi Toyoda, su hijo Kiichiro Toyoda, y el ingeniero Taiichi Ohno.
- En 1902, Sakichi Toyoda inventó un telar que podía detectar un hilo roto y detener el proceso, allí surgió la filosofía del sistema de “la eliminación completa de todos los residuos” buscando métodos más eficientes en la producción basados en el telar automático. Esta idea más tarde se convertiría en uno de los dos pilares del TPS.
- En 1937 Sakichi Kiichiro hijo de Sakichi Toyoda fundó la Toyota Motor Corporation, y desarrolló su propia filosofía complementaria basada en el concepto del “justo a tiempo” la cual se convertiría en el segundo pilar del sistema TPS. Kiichiro visitó plantas de producción en serie de Ford para saber más sobre el uso de líneas de montaje.
- Taiichi Ohno se adaptó al principio del “justo a tiempo”. En 1953 también estuvo en Estados Unidos para estudiar los métodos de producción de Ford, equipando con la filosofía de “justo a tiempo” y el principio de Kaizen. Ohno es considerado el verdadero artífice del TPS (Liker, J., 2010)

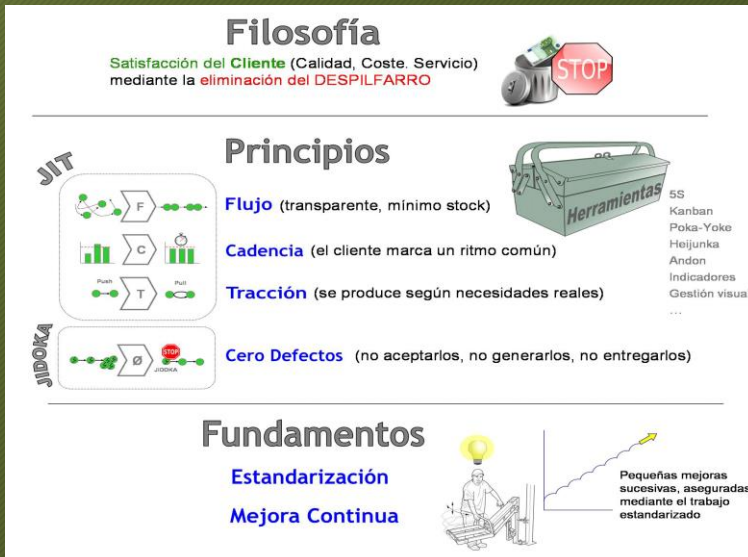


# (SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA) CONTINUACIÓN...

- El sistema de producción de Toyota (TPS) permite a los equipos de trabajo optimizar la calidad por medio de un constante mejoramiento y eliminación de desperdicio innecesario en términos de recursos naturales, humanos y corporativos. TPS influencia cada aspecto de la organización Toyota e incluye variedad de valores, conocimiento y procedimientos, lo cual motiva los empleados con responsabilidades bien definidas en cada paso de la producción y estimula el mejoramiento continuo. (Liker, J., 2010)



# PROPÓSITOS DEL TPS



La meta del sistema de producción de Toyota es proveer de productos de la mas alta calidad mundial, cubriendo las expectativas de los consumidores, siendo un modelo de responsabilidad corporativa dentro de la industria y la comunidad. Toyota así por medio del TPS tiene 4 objetivos consistentes con sus valores, los cuales son

1. Proveer calidad mundial y servicio al consumidor.
2. Desarrollar el potencial de cada empleado, basado en respeto mutuo, confianza y cooperación.
3. Reducir costos a través de la eliminación de desperdicio y maximizar beneficios.
4. Desarrollar estándares flexibles de producción basándose en la demanda del mercado (Liker, J., 2010)

# PROPÓSITOS DEL TPS (Continuación)

- La filosofía del TPS impone una cultura de manufactura de continuo mejoramiento basado en estándares y eliminación de desperdicios por medio de la participación de los empleados. Reduciendo el tiempo entre que la orden es recibida y el tiempo en que la orden es entregada al cliente.
- El análisis de operación examina el trabajo realizado en productos por trabajador y máquina, así, para hacer cambios fundamentales en procesos se deben distinguir flujo de procesos de flujo de trabajo y analizarlos separadamente
- EL sistema tiene dos pilares fundamentales. El primero y más famoso es el **Justo a Tiempo (JIT)**, el cual busca producir y entregar las partes exactas, en la exacta cantidad, en el momento oportuno usando los recursos mínimos necesarios, reduciendo el inventario y previniendo temprana y sobre producción
- **Jidoka (Build in quality)** es el Segundo pilar del sistema. Esta es una palabra japonesa que significa automatización (Liker, J., 2010)

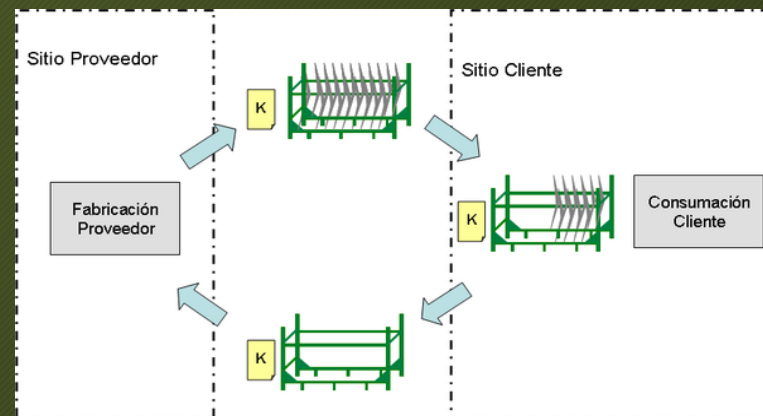


# MÉTODOS IMPLEMENTADOS

**Kaizen:** Es un sistema de mejoramiento continuo en el cual los desperdicios son eliminados al mínimo costo, el cual es realizado por todos los empleados en lugar de especialistas.



**Kanban:** Son tarjetas guías o controles visuales, y estas autorizan la producción o el movimiento de productos y es una herramienta del JIT. (Liker, J., 2010)



# MÉTODOS IMPLEMENTADOS

**5´S:** Es un mecanismo de 5 etapas iniciada en Toyota, separar lo innecesario, situar lo necesario, suprimir suciedad, señalar anomalías y seguir mejorando, con lo cual se busca lugares de trabajo mas ordenados y limpios.

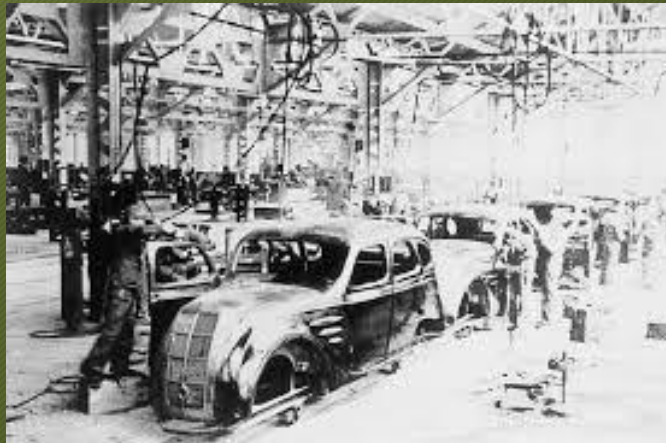
- **Seiri (Reorganizar el trabajo):** Consiste en distinguir estrictamente las cosas que ahora se necesitan de las que no. Ahora significa, el momento dado de una tarea, operación, proyecto.
- **Seiton (Tener todo ordenado):** Significa tener el entorno de trabajo ordenado, de modo que cualquiera que necesite de algo (por ejemplo, una herramienta) no derroche tiempo en buscarla.
- **Seiso (Limpio, como los chorros del oro):** Significa tener el entorno de trabajo lindo como los chorros de oro. Siempre.
- **Seiketsu (Mantener, hacer el cambio sostenible):** Hacer que las cambios 3S (anteriores) pasen de simple cambio a pegarse (kutsuku) en la mentalidad de los empleados.
- **Shitsuke (Disciplina, hacer hombres que sigan las reglas):** Significa crear una cultura dónde se respeten las propias reglas porque se entiende su importancia.

# MÉTODOS IMPLEMENTADOS

- **Andon:** Es un control en forma de tabla que muestra el actual estado del trabajo, por ejemplo condiciones anormales, instrucciones de trabajo, falta de material y el flujo de información de la labor.
- **Genchi Genbutsu:** Ir a ver el problema, oponiéndose a la creencia de que la experiencia es valorada más que el conocimiento teórico, ya que debes ver el problema para saber de él.
- **Heijunka:** Designa la nivelación de la producción a través de un cronograma, en el que se busca producir cada día la misma cantidad y los mismos tipos de productos, normalizando el trabajo y pudiendo amortiguar las variaciones en la demanda.
- **Hoshin:** Es una metodología estratégica para establecer y controlar los objetivos de la organización desde la alta gerencia, garantizando los medios y recursos que aseguren el alcance de estos objetivos en toda la organización. (Liker, J., 2010)



# MÉTODOS IMPLEMENTADOS



- **Muda:** Su traducción es desperdicio y es algo que no agrega valor. Hay 7 tipos de muda, sobreproducción, esperas, transporte, procesamientos, inventarios, movimientos y rectificaciones.
- **Poka-yoke:** Es una técnica de calidad que a partir de dispositivos permite evitar errores, por medio de sistemas de detección y alarma avisa al trabajador de que algo no está bien, un ejemplo es el conector USB que no permite conectarse al revés.
- **Yokoten:** Hace parte de la implementación del Kaizen y significa aprender de sus éxitos, por medio de la retroalimentación (Toyota Motor Manufacturing Kentucky, 2006).
- **Autonomatización:** Es automatización con un toque humano, y consiste de máquinas capaces de inspeccionar partes después de producirlas y así notificar si un defecto es detectado, y es la traducción americana de Jidoka. (Liker, J., 2010)



# MÉTODOS IMPLEMENTADOS

Las siglas J.I.T. se corresponden a la expresión anglosajona “Just In Time”, cuya traducción podemos denotar como “Justo A Tiempo”. Y precisamente la denominación de este novedoso método productivo nos indica su filosofía de trabajo: “las materias primas y los productos llegan justo a tiempo, bien para la fabricación o para el servicio al cliente”.

- La ventaja competitiva ganada deriva de la capacidad que adquiere la empresa para entregar al mercado el producto solicitado, en un tiempo breve, en la cantidad requerida. Evitando los costes que no producen valor añadido también se obtendrán precios competitivos.
- Con el concepto de empresa ajustada hay que aplicar unos cuantos principios directamente relacionados con la Calidad Total. El concepto parece sencillo. Sin embargo, su aplicación es compleja, y sus implicaciones son muchas y de gran alcance. (Liker, J., 2010)



# MÉTODOS IMPLEMENTADOS

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

- Cero tiempos al mercado.
- Cero defectos en los productos.
- Cero pérdidas de tiempo.
- Cero papeles de trabajo.
- Cero stocks.

***El JIT tiene 4 objetivos esenciales:***

- Poner en evidencia los problemas fundamentales.
- Eliminar despilfarros.
- Buscar la simplicidad.
- Diseñar sistemas para identificar problemas. (Liker, J., 2010)



# MÉTODOS IMPLEMENTADOS

## Beneficios del Justo a Tiempo:

- Reduce el tiempo de producción.
- Aumenta la productividad.
- Reduce el costo de calidad.
- Reduce los precios de material comprado.
- Reduce inventarios (materiales comprados, obra en proceso, productos terminados).
- Reduce tiempo de alistamiento.
- Reducción de espacios.
- Reduce la trayectoria del producto entre el fabricante, el almacén y el cliente.
- Se puede aplicar a cualquier tipo de empresa que reciba o despache mercancías.
- Se basa en el principio de que el nivel idóneo de inventario es el mínimo que sea viable.
- Es una metodología más que una tecnología que ha ganado muchas aceptaciones, sin embargo pocas empresas han creado la disciplina y los sistemas necesarios para aplicarlo efectivamente (Liker, J., 2010)

## REGLAS DE IMPLEMENTACIÓN DEL TPS

- **Regla 1, Como las personas trabajan:** Todo el trabajo deberá ser altamente especificado en contenido, secuencia, tiempo y resultado.
- **Regla 2, Como se conecta la gente:** Cada conexión consumidor-proveedor debe ser directa y debe haber un camino no ambiguo para enviar requerimientos y recibir respuestas.
- **Regla 3, Como la línea de producción es construida:** El camino de cada producto debe ser simple y directo.
- **Regla 4, Como mejorar:** Cada mejora debe ser hecha siguiendo un método científico, bajo la guía de un maestro, en el nivel más bajo posible de la organización.

Todas las reglas requieren que las actividades, conexiones y flujos sean contruidos para examinar las señales de problemas automáticamente. Esta es la continua respuesta a problemas que hacen de un parecido sistema rígido, un sistema flexible y adaptable a las circunstancias. (Liker, J., 2010)

# PASO A PASO DE LA IMPLEMENTACION (TPS)

Pasos necesarios para la implementación del Sistema de producción Toyota

1. **Tener una estrategia de largo plazo:** La planeación a largo plazo logra aclarar ideas, dándolas a conocer a los involucrados, tratando de pensar en el futuro y no solo sobrevivir en el presente, tratando de generar valor para los clientes, empleados, proveedores y la sociedad en general.
2. **Crear un proceso de flujo continuo:** Permitiendo traer los problemas a la vista, diseñando el proceso de forma que si algo funciona mal, el flujo sea parado, comprometiendo a todos a arreglar el problema, sin comprometer la calidad.
3. **Usar sistemas “pull”:** Pull habla de proveer los productos solo cuando se necesitan y no llenarse de inventario, muy común en supermercados cuando un cliente se lleva un producto, este se repone, asegurando los productos más viejos adelante y sin faltantes de inventario.
4. **Nivelar la carga de trabajo:** La producción diaria no debería cambiar de un día a otro, tratando de que cuando se necesite poca se aproveche el tiempo para hacer otras tareas, y cuando se necesita mucha, disminuir esas tareas y emplear estas personas en la producción.
5. **Generar la cultura de hacer las cosas bien desde el principio:** Tratando de parar los problemas cuando estos se presenten, y teniendo repuestos de maquinaria para no parar la producción y así transmitir la cultura a todos los empleados.

## PASO A PASO DE LA IMPLEMENTACION (TPS) (continuación)

- 6. Estandarizar tareas y procesos:** Tratando de que sean lo más similares posibles a través del tiempo y con diversas personas, facilitando el monitoreo.
- 7. Usar controles visuales:** Para hacer notar los errores, muy comúnmente utilizadas las tablas Andon, o con figuras dibujadas en la pared o en el piso.
- 8. Usar sólo tecnología confiable y examinada:** Implica examinar las nuevas tecnologías (máquinas, procesadores de datos, computadores, etc.), eligiendo las que mejor satisfagan las necesidades de los procesos.
- 9. Desarrollar líderes que respiren la cultura de la empresa:** Los líderes o directivos deben enseñar con el ejemplo a sus empleados, y hacerlos crecer desde abajo para que tengan tiempo de involucrarse con la cultura y seguir transmitiéndola al momento de conducir gente.
- 10. Desarrollar gente y equipos excepcionales:** Buscando gente excepcional individualmente, haciendo de la contratación y capacitación algo fundamental, buscando sinergias en los equipos.

## PASO A PASO DE LA IMPLEMENTACION (TPS) (continuación)

11. **Respetar a la red de proveedores y asociados:** Debemos conocer que los procesos se ven afectados por acciones de agentes externos, ya que son insumos o productos en proceso de otras empresas, buscando mejorar los procesos de los proveedores.
12. **Ir y ver con nuestros propios ojos:** Buscando el entendimiento total de la situación, no confiando ciegamente en los datos de reportes y yendo a conocer a fondo el proceso.
13. **Tomar decisiones lentamente e implementarlas rápidamente:** Considerando todos los escenarios, impactos y tomando la decisión final, e implementarlo cuanto antes.
14. **Reflexionar y mejorar continuamente:** Mirar atrás de lo que se ha hecho, logrado y compararlo con lo esperado, modificando lo necesario y continuar mejorando. (Liker, J., 2010)

## ***(CONTINUACIÓN)...***

Para llegar a conseguir un adecuado TPS, las organizaciones deben seguir el siguiente camino:

- Respetar las personas.
- Ser humilde.
- Tratar proveedores y socios como amigos y escuchar ellos que dicen.
- Nunca estar satisfecho con las cosas como están, porque siempre hay una mejora esperando a pasar.
- Ir y ver, no leer acerca de esto. Se fundamenta en el hecho de que para saber de un problema hay que verlo y no leerlo.
- Mantener reuniones para explorar fallas y encontrar mejoras, no celebrando el éxito.
- Ser conservativo y consistente.
- Ser un buen ciudadano de la corporación.
- Enfocarse totalmente en el cliente, ya que tu puedes hacer dinero al ganarse su respeto.
- Ser fuertemente competitivo, porque esto es el mejor camino para servir al cliente.
- Reinvertir el dinero donde lo conseguiste. (Liker, J., 2010)



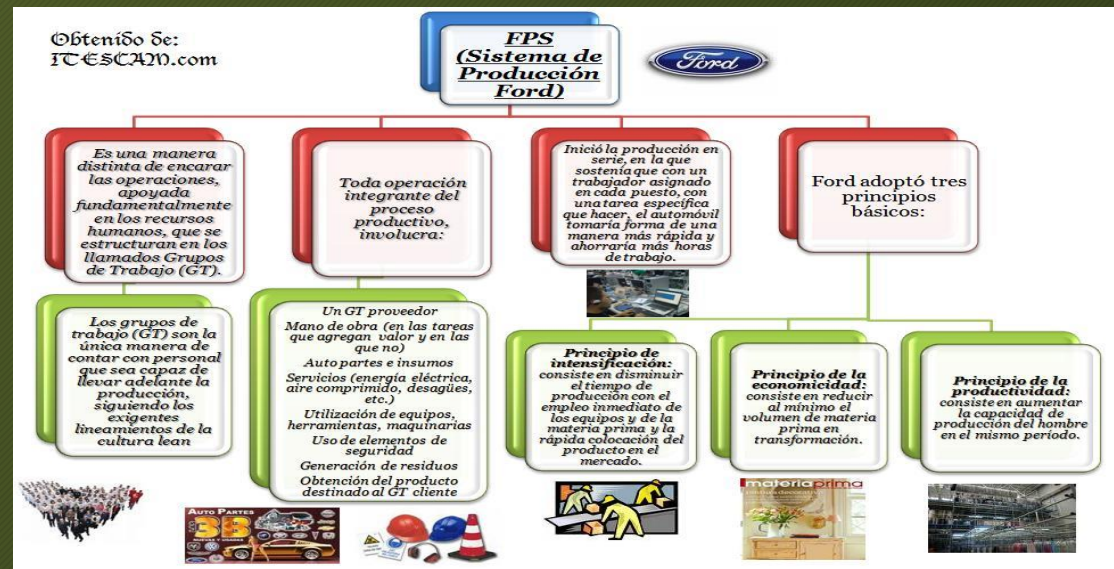
## ***(CONTINUACIÓN)...***

**Existen siete tipos de desperdicios que se buscan suprimir adoptando el TPS**

- 1. Desperdicio de sobreproducción:** Hacer cosas innecesarias, haciendo estas muy temprano y en gran cantidad.
- 2. Desperdicio de tiempo de espera:** Retrasos en colas provenientes de los procesos, las personas, información, materias primas, órdenes.
- 3. Desperdicio de transporte:** Movimientos innecesarios debido a lejanía entre operaciones.
- 4. Desperdicio en inventario:** Inventario que es almacenado y acumulado, provocando costos, sin proveer valor a este y ocasionando problemas en la calidad.
- 5. Desperdicio en procesamiento:** El diseño pobre de procesos puede llevar a productos que el cliente no está dispuesto a pagar por ellos.
- 6. Desperdicio de movimiento:** El innecesario movimiento de las personas entre procesos no le agregan valor al producto.
- 7. Desperdicio por productos defectuosos:** Es el resultado de no tener técnicas de sistemas preventivos en el proceso, así si el defecto pasa a la siguiente operación, la pérdida ocurre. (Liker, J., 2010)

## 4.2 FPS (SISTEMA DE PRODUCCIÓN FORD)

El sistema de Producción Ford (FPS) es un sistema que abarca e integra los procesos de manufactura y relaciona desarrollo del producto Ford, la orden de entrega, el suministro y la administración del proceso. Ford en sus comienzos utilizó un sistema de integración vertical y horizontal, produciendo desde la materia prima inicial hasta el producto final además de una cadena de distribución comercial a través de agencias propias. Hizo una de las mayores fortunas del mundo gracias al constante perfeccionamiento de sus métodos, procesos y productos. (Mallar, M.A. ,2004)



## ***(CONTINUACIÓN)...***

Flujo de materiales e información, interrumpidos ocasionalmente por acciones que agregan valor“.

- Si del tiempo total de fabricación en un sistema tradicional de manufactura "en masa", descontamos el tiempo que demandan las acciones que no agregan valor (desperdicio), llegaremos con suerte a un 5% del total.

¿Cómo revertir esto?. ¿Quién nos podrá asesorar?. La respuesta está en un nuevo tipo de liderazgo, que hace foco en el personal operativo de la Planta.

- Efectividad total de los equipos (Overall Equipment Effectiveness)
- Producción con calidad al primer intento (First Time True)
- Tiempo total de fabricación (Dock to Dock)
- Adecuar la capacidad a la demanda (Customer Demand Rate)
- Fabricar de acuerdo a la programación (Build to Schedule)
- Plazo de entrega (Order to Delivery)
- Satisfacción de los clientes (Things Gone Wrong) (Mallar, M.A. ,2004)

# (CONTINUACIÓN)...

## Producción Bajo Pedido

- Es la producción de componentes y/o productos bajo pedido y especificaciones del cliente.
- La compañía que produce bajo este sistema mercadea y vende su capacidad productiva y su habilidad para entregar a tiempo productos de calidad.
- Ingeniería y Producción Bajo Pedido
- Es el diseño y la producción de productos bajo pedido del cliente.
- La compañía que produce bajo este sistema vende su experiencia para diseñar así como su capacidad y habilidad para entregar a tiempo productos de calidad. (Mallar, M.A. ,2004)



# (CONTINUACIÓN)...

## Ford adoptó tres principios básicos

1. Principio de intensificación: consiste en disminuir el tiempo de producción con el empleo inmediato de los equipos y de la materia prima y la rápida colocación del producto en el mercado.
2. Principio de la economicidad: consiste en reducir al mínimo el volumen de materia prima en transformación.
3. Principio de la productividad: consiste en aumentar la capacidad de producción del hombre en el mismo período (productividad) mediante la especialización y la línea de montaje. (Mallar, M.A. ,2004)



# (CONTINUACIÓN)...

## El comienzo de la producción en serie:

- Para poder cumplir con la demanda, Ford inició la producción en serie en la fábrica.
- Ford sostenía que con un trabajador asignado en cada puesto, con una tarea específica que hacer, el automóvil tomaría forma de una manera más rápida y ahorraría más horas de trabajo.



## La fabricación en cadena



Método con la que Ford revolucionó la industria automovilística, era una apuesta arriesgada, pues sólo resultaría viable si hallaba una demanda capaz de absorber su masiva producción; las dimensiones del mercado norteamericano ofrecían un marco propicio, pero además Ford evaluó correctamente la capacidad adquisitiva del hombre medio americano a las puertas de la sociedad de consumo (Mallar, M.A. ,2004)

## **(CONTINUACIÓN)...**

Los principales problemas que resuelve el Fordismo son:

- a) **La falta de cualificación del personal:** Para llegar a elaborar su sistema, Ford no comenzó con reflexiones teóricas sobre la optimización del trabajo, sino tuvo que resolver el problema práctico de trabajar con personas de mínima formación (analfabetos funcionales), es decir, sin cualificación para un trabajo técnico.
- b) **Solución y simplificación de los problemas de la organización del trabajo:** Al mismo tiempo experimentó con la ordenación de las tareas a lo largo de un flujo de trabajos, algo revolucionario frente a los métodos usuales de fabricación en aquella época, aunque la idea le viniera de la ordenación de tareas en los mataderos. La introducción del trabajo en cadena resolvía varios problemas.
- c) **Simplificación de los problemas de remuneración:** Los tiempos de las tareas se mantienen independientemente del contenido de dichas actividades. No se busca velocidad, sino "ritmo" continuado en el trabajo. Y el "ritmo" del trabajo era un elemento que ni estudió Taylor. El ritmo de la cadena dicta la cantidad de trabajo realizado, y no es necesario inventar ya un sistema de salarios que incentiven. Los salarios no son ya a destajo sino son salarios fijos. Se pagará por jornada, por horas y no por obra realizada.
- d) **Medio para la reducción de los tiempos de fabricación:** La organización óptima del trabajo, ordenando personas y máquinas en el montaje de productos uniformes, le permitió reducir los tiempos de fabricación. (Brave, R. 2001)

# (CONTINUACIÓN)...

## Los Grupos de Trabajo (GT)

- La única manera de contar con personal que sea capaz de llevar adelante la producción, siguiendo los exigentes lineamientos de la cultura lean, es contar con un sólido trabajo de capacitación.
- Se trata, no sólo de entrenar focalizando en las necesidades particulares de cada puesto, sino también evaluar cómo el entrenamiento es asimilado y aplicado al negocio.
- Siguiendo los lineamientos de la cultura lean, las tareas del "piso" están distribuidas entre los Grupos, acompañando la secuencia de las operaciones del proceso productivo. (Mallar, M.A. ,2004)





## ***(CONTINUACIÓN)...***

Cada GT tiene las funciones perfectamente descritas en sus hojas de proceso de calidad (QPS). Dichas QPS abarcan todo lo que la tarea necesita, para ser llevada a cabo bajo exigentes indicaciones de calidad, seguridad, requerimientos ambientales, logística de material directo e indirecto y conceptos de Costo Total. Toda operación integrante del proceso productivo, involucra en términos generales:

- Un GT proveedor
- Mano de obra (en las tareas que agregan valor y en las que no)
- Auto partes e insumos
- Servicios (energía eléctrica, aire comprimido, desagües, etc.)
- Utilización de equipos, herramientas, maquinarias
- Uso de elementos de seguridad
- Generación de residuos
- Obtención del producto destinado al GT cliente. (Mallar, M.A. ,2004)

## ***(CONTINUACIÓN)...***

La medición:

- No se puede mejorar aquello que no se puede medir. El FPS es la búsqueda permanente de indicadores de gestión que permitan saber qué es lo que está pasando, hacia dónde vamos y qué resultado tienen las medidas que estamos tomando para mejorar.
- El FPS está integrado por distintos elementos que miden la actuación de los GT en todas sus responsabilidades: calidad, seguridad, ambiental, entrenamiento, gerenciamiento, mantenimiento, logística de materiales directos e indirectos y manejo de grupos
- Esa medición se realiza con auditorias, contestando cuestionarios cuidadosamente elaborados por el Ford Production System Institute, y que otorgan el puntaje que define el Nivel de la Planta. Este Nivel, representado por un número del 0 al 10, se va alcanzando progresivamente y permite monitorear los progresos de la planta y compararla con cualquier otra instalación de Ford en el mundo.
- El Nivel de una planta, es el del Nivel de su elemento de menor puntuación. (Mallar, M.A. ,2004)

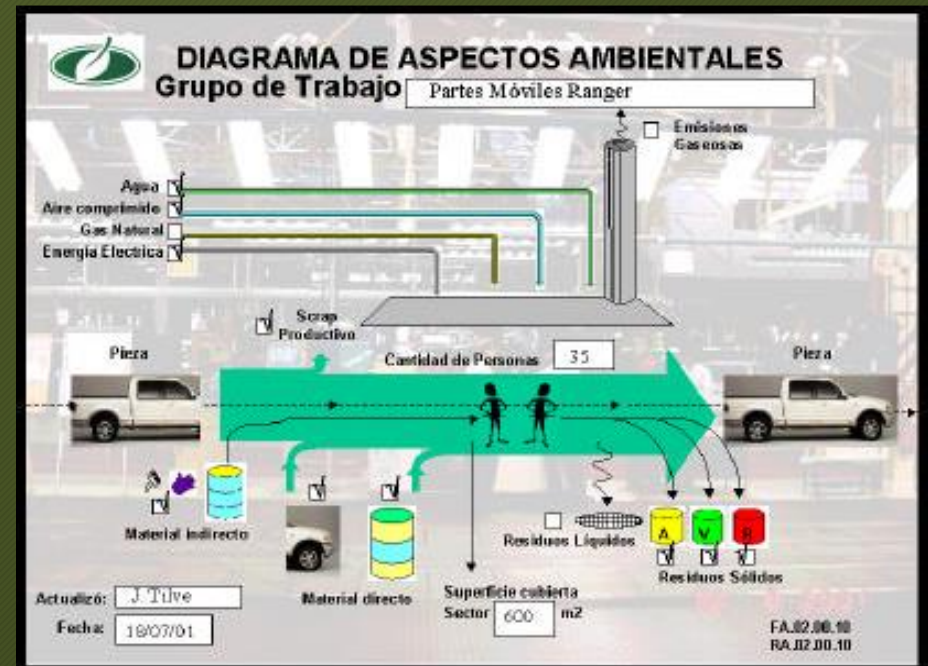
# (CONTINUACIÓN)...

## Los METRICS ambientales:

Cuando se trata de medir el desempeño ambiental integral de la organización, solemos contar con indicadores suficientes, referidos a la producción:

- Consumo de energía por unidad
- Consumo de agua por unidad
- Residuos generados por unidad
- Costo de tratamiento de efluentes industriales por unidad, etc.

La clave del éxito de Ford residía en su procedimiento para reducir los costes de fabricación: la producción en serie, conocida también como *fordismo*. (Brave, R. 2001)



## 4.3 DFT (DEMAND FLOW TECHNOLOGY)

### Concepto DFT

- Es una estrategia completa de negocios, donde se engloban todos los procesos de manufactura para ajustar el producto de acuerdo al volumen y variedad de modelo, satisfaciendo así, a nuestros clientes.
- Es una estrategia completa de negocios, donde se engloban todos los procesos de manufactura para ajustar el producto de acuerdo al volumen y variedad de modelo, satisfaciendo así, a nuestros clientes. (Madariaga, F, 2013)



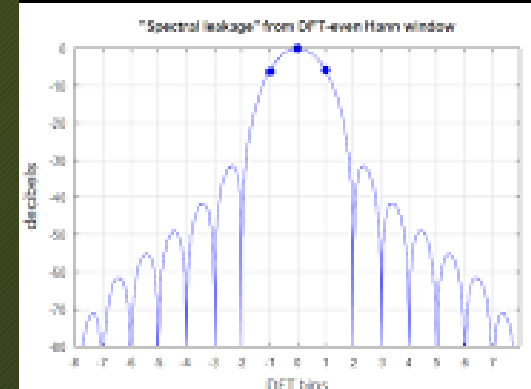
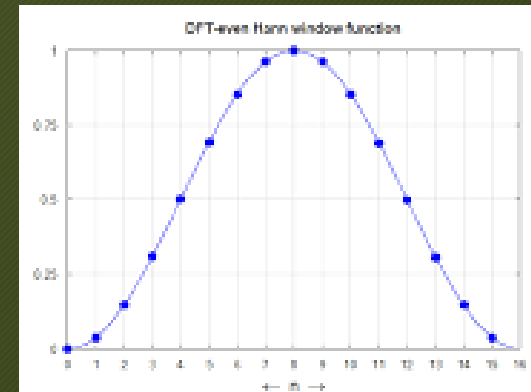
# (CONTINUACIÓN)...

## ¿Por qué utilizar DFT?

- Esta creado para enfocar un producto de alta calidad en un tiempo de producción mas corto y con un menor costo posible, este proceso se convierte en una secuencia de tareas, el producto es visto como una pila de partes
- Este método busca eliminar o minimizar el trabajo de valor no agregado en el proceso de producción poniendo énfasis en la calidad de nivel de maquinaria y del empleado de producción (Madariaga, F, 2013)

## Simplicidad

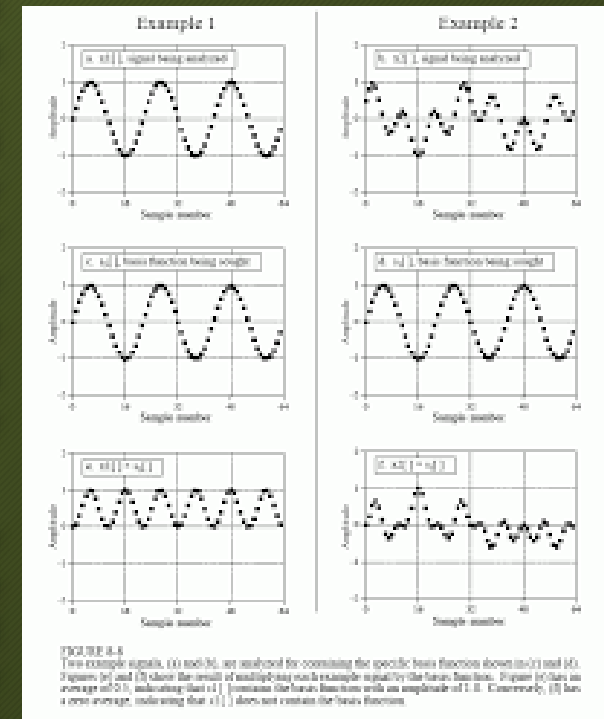
DFT es una estrategia diseñada para guardar la metodología de las mercancías y de mantener de la fabricación al cliente tan simple como sea posible. La atención se dirige en usar las herramientas matemático-basadas para simular y para diseñar los procesos de producción que son equilibrados y flexibles. Los sistemas materiales del relleno se diseñan para proporcionar flexibilidad, para reducir gastos indirectos y para proporcionar la visibilidad temprana de escaseces. (Madariaga, F, 2013)



# (CONTINUACIÓN)...

## Métodos probados:

- DFT proporciona un método de tratar ediciones tales como cómo balancear procesos de hornada y ligarlos en procesos de un sentido descendiente sin la inversión de inventario innecesaria; cómo aplanar la cuenta de las estructuras del material sin sacrificar capacidad del planeamiento y del diseño; cómo costar tus productos y divulgar tu funcionamiento sin departamentos y trabajar basaron la absorción; cómo tirar del material (comprado y fabricado) sin órdenes, encaminamientos y horario de trabajo; y cómo utilizar Kanban mientras que todavía mantiene integridad del inventario, control de la revisión y traceability de la porción.
- DFT también proporciona un modelo probado al plan y procura la independiente de los materiales de los planes de fabricación; un método de empleados del entrenamiento, el certificar y el compensar para facilitar flexibilidad, calidad y la mejora continua; y cómo apoyar requisitos del sistema de información sin sacrificar inversiones existentes. (Madariaga, F, 2013)



## ***(CONTINUACIÓN)...***

### **La dirección de la gerencia y de la unión falla:**

- Dedicar un ejecutivo "senior" para conducir la puesta en práctica;
- Fijar la estrategia de negocio con una visión clara que le defina las capacidades del flujo;
- Dar la prioridad a la iniciativa del flujo en el presupuesto, el ajuste de la blanco y la planificación de empresas;
- Comunicar y acentuar sistemáticamente “porqué” y “cómo” del flujo;
- Proporcionar la dirección visible, clara que endosa flujo.

### **La infraestructura sufre una carencia de:**

- Mesurables de apoyo de la fabricación;
- Necesidad clara de la urgencia;
- Ayuda para generar triunfos a corto plazo;
- Recursos dedicados para apoyar la transición;
- Acceso y ejecución adecuados del entrenamiento. (Madariaga, F, 2013)



## ***(CONTINUACIÓN)...***

### **Filosofía de producción en lotes:**

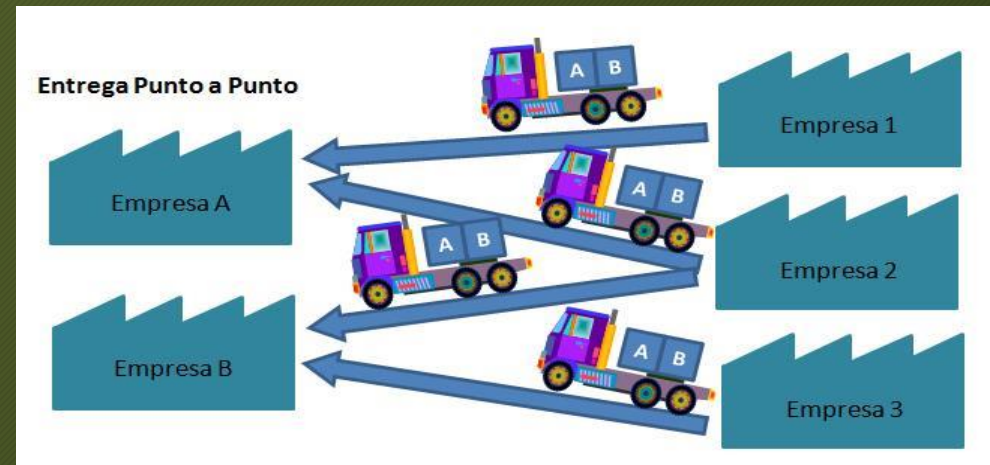
- Los productos son en base a un horario preestablecido ya sea mensual o semanal, además de que estos son producidos a partir de subensables o partes fabricadas las cuales son manufacturadas sobre los requerimientos mensuales de los productos finales.
- Las plantas de manufactura por celdas o bloques son tradicionalmente diseñadas en función de la producción , cuentan con grandes almacenes para materia prima así como el almacén de material de proceso o común mente llamados “work in process”, además tiene organizadas las área de trabajo y la maquinaria por grupos funcionales para así ayudar a la programación y producción de subensables
- Una vez que el producto es programado para su fabricación, se libera una orden de trabajo, y las partes requeridas para producir el producto en cuestión son distribuidas basadas en una fecha y una cantidad.
- Todos los componentes requeridos son distribuidos basados en una cantidad programada de partes fabricadas o subensables a producir.
- Después que el producto es programado y se disparo la orden de producción de las partes simples que forman, estas son colocadas en las filas de espera de las maquinas y estaciones de trabajo a esperar su turno para ser procesadas y transformadas.  
(Madariaga, F, 2013)



# (CONTINUACIÓN)...

## Flujo continuo:

- Esta basada en la producción de alta calidad en la cual, su programación es diaria y las variaciones que se presentan en lo requerimientos diarios son la respuesta a la demanda real de los clientes.
- Las técnicas de manufactura de flujo se pueden aplicar con cualquier producto, es flexible al cambio, flexible para la ausencia planeada o inesperada de varios empleados de la línea de producción. (Madariaga, F, 2013)



## (CONTINUACIÓN)...

### ¿Cómo se implementa el DFT?

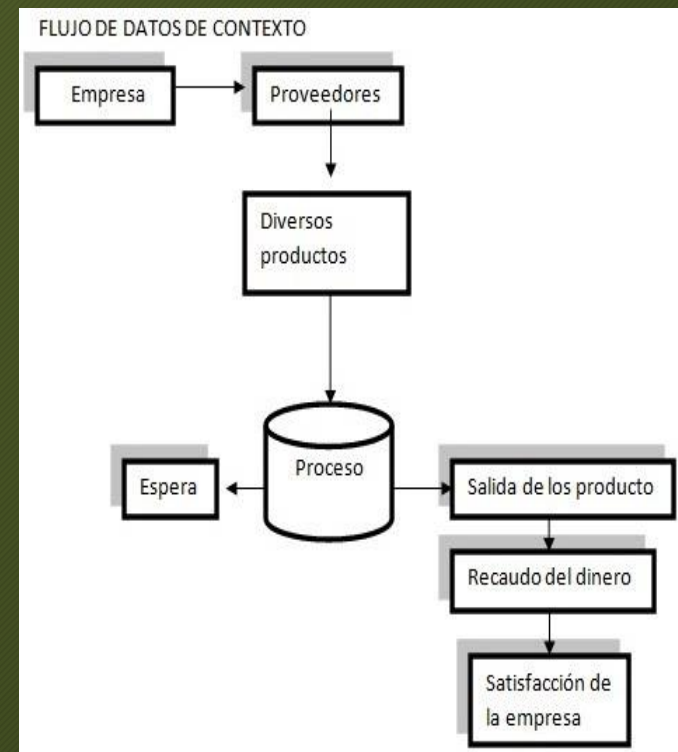
- Uno de los primeros pasos para la implementación del DFT (después de haber determinado el producto o familia de productos en los cuales se van a implementar) es definir al equipo destinado a implementarlo , este grupo de personas estará formado por personal de toda la organización.
- El primer grupo funcional se encarga el desarrollo de los kamban, secuencias, es decir, es decir están enfocados al área de los materiales. El segundo equipo esta dedicado al diseño de la línea, y por ultimo al equipo de apoyo como su nombre lo indica. (Madariaga, F, 2013)



## (CONTINUACIÓN)...

Elaborar una serie de pasos, se enlistan los siguientes pasos:

- Elaborar un diagrama de flujo de procesos
- Desarrollar las hojas de operación estándar
- Definir las matrices de flujo/ proceso
- Calcular el tiempo Takt
- Requerimientos de recursos
- Revisar los requerimientos reales y los de diseño
- Desarrollo de operaciones estándar
- Crear la distribución de la planta
- Definir celdas. (Madariaga, F, 2013)



## 4.4 LEAN MANUFACTURING (MANUFACTURA ESBELTA)

- El término de Lean Manufacturing puede ser traducido como Manufactura Delgada o manufactura Esbelta. Su propósito es el de reducir las actividades que no agregan valor de los procesos para agilizarlos.
- A través de ciertos principios y técnicas de depuración, la manufactura esbelta trata de quitar todas las actividades que no agreguen valor al producto final que recibe el cliente. Las implementaciones de la manufactura esbelta se hicieron exitosas principalmente en industrias automotrices, donde inicialmente se llevaron a cabo las implementaciones con resultados muy satisfactorios.
- En los últimos años, diversas herramientas de producción han sido empleadas para hacer mas eficientes a los negocios, una de estas herramientas es la filosofía “Lean Manufacturing” la cual busca eliminar las “mudas”, palabra japonesa que significa “desperdicio” (Hernández, JC. ,Vizán, A, 2013)



# ORÍGENES Y ANTECEDENTES LEAN MANUFACTURING

Las técnicas de organización de la producción surgen a principios del siglo XX con los trabajos realizados por F.W. Taylor y Henry Ford, que formalizan y metodifican los conceptos de fabricación en serie que habían empezado a ser aplicados a finales del siglo XIX y que encuentran sus ejemplos más relevantes en la fabricación de fusiles(EEUU) o turbinas de barco (Europa).

- Taylor estableció las primeras bases de la organización de la producción a partir de la aplicación de método científico a procesos, tiempos, equipos, personas y movimiento.
- Henry Ford introdujo las primeras cadenas de fabricación de automóviles en donde hizo un uso intensivo de la normalización de los productos, la utilización de máquinas para tareas elementales, la simplificación-secuenciación de tareas y recorridos, la sincronización entre procesos, la especialización del trabajo y la formación especializada. (Hernández, JC. ,Vizán, A, 2013)



## ***(CONTINUACIÓN)...***

- En 1902, Sakichi Toyoda, el que más tarde fuera fundador con su hijo Kiichiro de la Corporación Toyota Motor Company, inventó un dispositivo que detenía el telar cuando se rompía el hilo e indicaba con una señal visual al operador que la máquina necesitaba atención. Este sistema de “automatización con un toque humano” permitió separar al hombre la máquina
- En 1929, Toyoda vende los derechos de sus patentes de telares a la empresa Británica Platt Brothers y encarga a su hijo Kiichiro que invierta en la industria automotriz naciendo, de este modo, la compañía Toyota
- Dos jóvenes ingenieros de la empresa, Eiji Toyoda (sobrino de Kiichiro) y Taiicho Ohno, al que se le considera el padre del Lean Manufacturing, visitaron las empresas automovilísticas americanas. Ohno estableció las bases del nuevo sistema de gestión JIT/Just in Time (Justo a tiempo), también conocido como TPS (Toyota Manufacturing System). El sistema formulaba un principio muy simple: “producir solo lo que se demanda y cuando el cliente lo solicita”.
- Shingo un Ingeniero Industrial donde sus primeras aplicaciones se centraron en la reducción radical de los tiempos de cambio de herramientas, creando los fundamentos del sistema SMED. Al amparo de la filosofía JIT fueron desarrollándose diferentes técnicas como el sistema Kanban, Jidoka, Poka–Joke que fueron enriqueciendo el sistema Toyota. (Hernández, JC. ,Vizán, A, 2013)



# (CONTINUACIÓN)...

## Pensamiento Esbelto:

- 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. 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 Manufactura Esbelta implica la anulación de los mandos y su reemplazo por el liderazgo. La palabra líder es la clave. (Hernández, JC. , Vizán, A, 2013)





# (CONTINUACIÓN)...

## Principios del pensamiento Esbelto

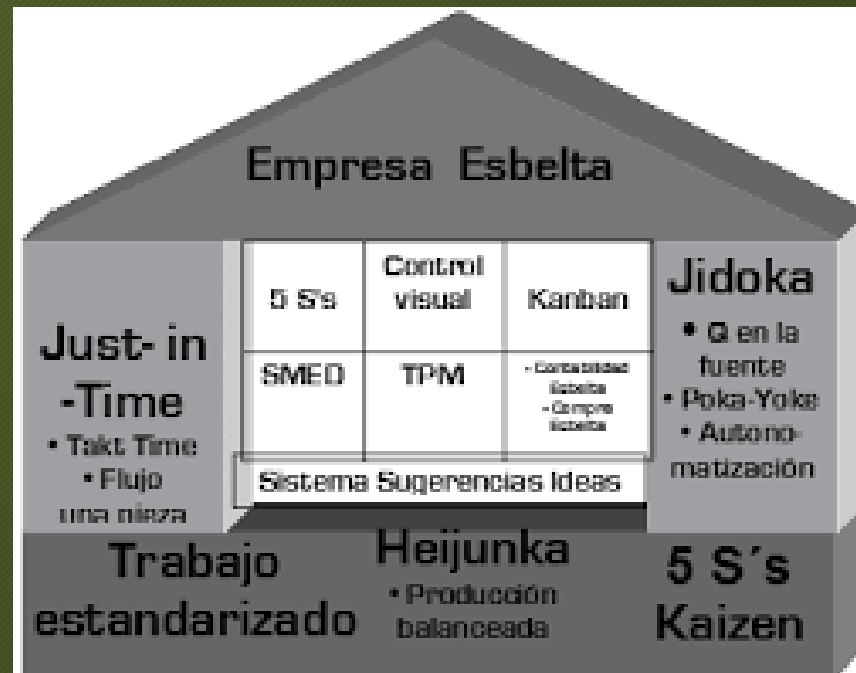
1. **Define el Valor desde el punto de vista del cliente:** La mayoría de los clientes quieren comprar una solución, no un producto o servicio.
2. **Identifica tu corriente de Valor:** Eliminar desperdicios encontrando pasos que no agregan valor, algunos son inevitables y otros son eliminados inmediatamente.
3. **Crea Flujo:** Haz que todo el proceso fluya suave y directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor
4. **Produzca el "Jale" del Cliente:** Una vez hecho el flujo, serán capaces de producir por ordenes de los clientes en vez de producir basado en pronósticos de ventas a largo plazo
5. **Persiga la perfección:** Una vez que una empresa consigue los primeros cuatro pasos, se vuelve claro para aquellos que están involucrados, que añadir eficiencia siempre es posible. (Hernández, JC. ,Vizán, A, 2013)



# (CONTINUACIÓN)...

## Estructura del Sistema Lean:

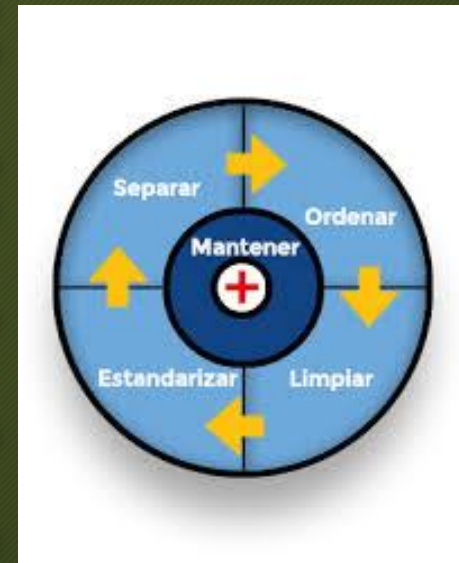
Lean es un sistema con muchas dimensiones que incide especialmente en la eliminación del desperdicio mediante la aplicación de las técnicas que se irán describiendo en esta publicación. Lean supone un cambio cultural en la organización empresarial con un alto compromiso de la dirección de la compañía que decida implementarlo. (Hernández, JC., Vizán, A, 2013)



## (CONTINUACIÓN)...

Un primer grupo estaría formado por aquellas cuyas características, claridad y posibilidad real de implantación las hacen aplicables a cualquier casuística de empresa/producto/sector. Su enfoque práctico y en muchas ocasiones, el sentido común, permite sugerir que deberían ser de “obligado cumplimiento” en cualquier empresa que pretenda competir en el mercado actual.

- Las 5S. Técnica utilizada para el mejora de las condiciones del trabajo de la empresa a través de una excelente organización, orden y limpieza en el puesto de trabajo.
- SMED. Sistemas empleados para la disminución de los tiempos de preparación.
- Estandarización. Técnica que persigue la elaboración de instrucciones escritas o gráficas que muestren el mejor método para hacer las cosas.
- TPM. Conjunto de múltiples acciones de mantenimiento productivo total que persigue eliminar las perdidas por tiempos de parada de las máquinas
- Control visual. Conjunto de técnicas de control y comunicación visual que tienen por objetivo facilitar a todos los empleados el conocimiento del estado del sistema y del avance de las acciones de mejora. (Hernández, JC. ,Vizán, A, 2013)



## (CONTINUACIÓN)...

Un segundo grupo estaría formado por aquellas técnicas que, aunque aplicables a cualquier situación, exigen un mayor compromiso y cambio cultural de todas las personas, tanto directivos, mandos intermedios y operarios:

- Jidoka. Técnica basada en la incorporación de sistemas y dispositivos que otorgan a las máquinas la capacidad de detectar que se están produciendo errores.
- Técnicas de calidad. Conjunto de técnicas proporcionadas por los sistemas de garantía de calidad que persiguen la disminución y eliminación de defectos.
- Sistemas de participación del personal (SPP). Sistemas organizados de grupos de trabajo de personal que canalizan eficientemente la supervisión y mejora del sistema Lean. (Hernández, J.C. , Vizán, A, 2013)



## (CONTINUACIÓN)...

En un último grupo se encuadrarían técnicas más específicas que cambian la forma de planificar, programar y controlar los medios de producción y la cadena logística. Precisamente son aquellas que se han asociado al éxito de las técnicas JIT en la industria del automóvil que, poco a poco, dependiendo de la tipología de producto y sistema productivo, van aplicándose a otros sectores.

- Heijunka. Conjunto de técnicas que sirven para planificar y nivelar la demanda de clientes, en volumen y variedad, durante un periodo de tiempo y que permiten a la evolución hacia la producción en flujo continuo, pieza a pieza.
- Kanban. Sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas. (Hernández, JC. ,Vizán, A, 2013)



## ***(CONTINUACIÓN)...***

Los principios más frecuentes asociados al sistema, desde el punto de vista del “factor humano” y de la manera de trabajar y pensar, son:

- Trabajar en la planta
- Formar líderes de equipos que asuman el sistema y lo enseñen a otros.
- Interiorizar la cultura de “parar la línea”.
- Crear una organización que aprenda mediante la reflexión constante y la mejora continua.
- Desarrollar personas involucradas que sigan la filosofía de la empresa.
- Respetar a la red de suministradores y colaboradores ayudándoles y proponiéndoles retos.
- Identificar y eliminar funciones y procesos que no son necesarios.
- Promover equipos y personas multidisciplinarios.
- Descentralizar la toma de decisiones.
- Integrar funciones y sistemas de información.
- Obtener el compromiso total de la dirección con el modelo Lean. (Hernández, JC. ,Vizán, A, 2013)

## (CONTINUACIÓN)...

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

- Reducir costos, mejorar procesos y eliminar desperdicios.
  - Reducir el inventario y el espacio en el área de producción.
  - Crear sistemas de producción más sólidos.
  - Crear sistemas de entrega de materiales apropiados.
  - Mejorar la distribución de las áreas para aumentar la flexibilidad.
  - Reducir los tiempos de producción y eliminar los tiempos de espera
  - Mejorar la calidad de los productos o servicios brindados, entre otros.
- (Hernández, JC. ,Vizán, A, 2013)



## (CONTINUACIÓN)...

Este tipo de pensamiento está siendo adoptado por la mayoría de empresas competitivas en los mercados más complicados y exigentes del mundo, pues las mejores ideas surgen de un grupo, producto de la sinergia entre sus miembros. En la actualidad, son cinco los principios bajo los cuales se guía este tipo de pensamiento:

- El cliente no busca un producto o un servicio, busca una solución.
- Toda actividad que no agregue valor al bien es considerada un desperdicio.
- Todo proceso debe fluir suave de un paso que agregue valor a otro.
- Producir bajo órdenes de los clientes y ya no sobre pronósticos
- Cumplidos los cuatro primeros principios, utilice la eficiencia para mejorarlos. (Hernández, JC. ,Vizán, A, 2013)





# (CONTINUACIÓN)...

## Beneficios.

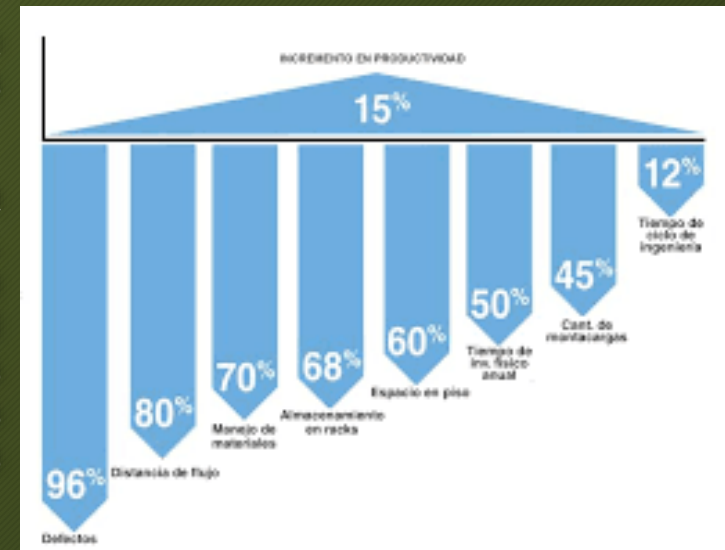
La implantación de Manufactura Esbelta es importante en diferentes áreas, ya que se emplean diferentes herramientas, por lo que beneficia a la empresa y sus empleados. Algunos de los beneficios que genera son:

- Reducción de 50% en costos de producción
- Reducción de inventarios
- Reducción del tiempo de entrega (lead time)
- Mejor Calidad
- Menos mano de obra
- Mayor eficiencia de equipo
- Disminución de los desperdicios
- Eficacia de Transporte
- Eficacia en el proceso
- Reducción de Movimientos. (Hernández, JC. ,Vizán, A, 2013)



## (CONTINUACIÓN)...

- El Lean Manufacturing se materializa en la práctica a través de la aplicación de una amplia variedad de técnicas, muy diferentes entre sí, que se han ido implementado con éxito en empresas de muy diferentes sectores y tamaños.
- Estas técnicas pueden implantarse de forma independiente o conjunta, atendiendo a las características específicas de cada caso.
- El número de técnicas es muy elevado y los expertos en la materia no se ponen de acuerdo a la hora de identificarlas, clasificarlas y proponer su ámbito de aplicación. En muchos casos hay un falso debate entre si pertenecen al área de la Calidad Total, al JIT o a las nuevas técnicas organizativas. Lo verdaderamente importante es tener los conceptos claros y la firme voluntad de cambiar las cosas a mejor.
- La mejor forma de obtener una visión simplificada, ordenada y coherente de las técnicas más importantes es agruparlas en tres grupos distintos. (Hernández, JC. ,Vizán, A, 2013)



# 4.5 INDICADORES DE MANUFACTURA ESBELTA

**Indicadores KPI:** Es algo que puede ser contado y comparado; provee evidencia del grado en que se está cumpliendo con un objetivo durante un periodo de tiempo determinado. Con los siguientes puntos:

- **Contado:** Significa que se le puede asignar una cantidad. Uno de los errores más frecuentes al establecer KPI, es asociar la creación de un proyecto y evaluar su éxito a través de la cantidad de trabajo que se ha hecho.
- **Comparado:** Un valor se vuelve interesante cuando se puede comparar con otro valor considerado óptimo, aceptable o inaceptable. Un KPI debe estar asociado a un benchmark.
- **Evidencia:** Debe ser clara y con un significado específico, de manera que pueda ser observada de la misma manera por todos los actores involucrados.
- **Objetivo:** Un indicador sólo tiene sentido cuando contribuye a un objetivo. Si no hay un objetivo, es importante preguntarse ¿por qué se está midiendo el indicador?
- **Tiempo:** El progreso hacia el cumplimiento de un objetivo y por lo tanto a la estrategia debe ser medido durante un periodo específico de tiempo. <https://planeacion.uniandes.edu.co/dmdocuments/INS-45-1-01-04%20Definicion%20de%20Indicadores%20de%20Desempeno.pdf>



## *(CONTINUACIÓN)...*

Los indicadores cumplen con dos funciones:

- Función descriptiva: Consiste en la aportación de información sobre el estado real del proceso o actividad.
- Función valorativa: Consiste en añadir a dicha información un juicio de valor lo más objetivo posible, sobre si el desempeño en dicho proceso o actividad está siendo o no el adecuado. (Vázquez, 2015)



## ***(CONTINUACIÓN)...***

Para la selección de indicadores se debe priorizar los indicadores a desarrollar se pueden utilizar los siguientes criterios relativos a las áreas a valorar:

- Grado de cumplimiento de los objetivos asignados y de las acciones derivadas.
- Evolución de los factores críticos de éxito de la organización o del área evaluada.
- Evolución de las áreas, procesos o parámetros conflictivos o con problemas reales o potenciales.
- La información sobre el coste y los recursos necesarios para establecer el sistema de indicadores: forma de obtener la información, tratamiento, documentación, etc.
- La fiabilidad del proceso de captación de la información y su explotación, así como la capacidad en plazo y nivel de motivación del personal involucrado para desarrollar la actividad. (Vázquez, 2015)

## (CONTINUACIÓN)...

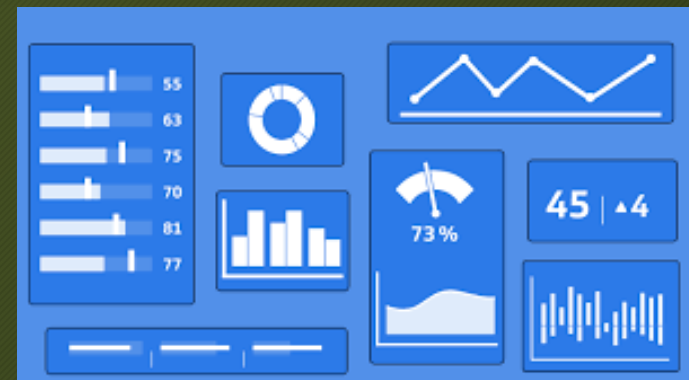
Los indicadores tienen por objetivo proporcionar información sobre los parámetros ligados a las actividades o los procesos implantados. Las características de los indicadores son las siguientes:

- Deben encontrarse ligados a la misión y visión de la empresa.
- Simbolizan una actividad importante o crítica.
- Debe proveer información útil que permita conocer el grado de cumplimiento de los objetivos y tomar decisiones con respecto al proceso que se mida.
- Los datos de los indicadores son cuantificables y sus valores se expresan normalmente a través de un dato numérico o de un valor de clasificación.
- Los beneficios que se obtiene del uso de los indicadores supera la inversión de recoger y tratar los datos necesarios para su desarrollo. (Vázquez, 2015)



## (CONTINUACIÓN)...

- Deben ser fiables, es decir proporcionan confianza a los usuarios sobre la validez de las sucesivas medidas. La información no puede estar sujeta a manipulación.
- Deben ser fáciles de establecer, medir, utilizar y mantener.
- Deben encontrarse integrados con otros procesos y tareas funcionales de la empresa y atados a otros sistemas de evaluación organizacional.
- Deben ser comparables con los otros indicadores del sistema implantados, y por tanto permitir la comparación y el análisis.
- Deben ser sencillos y claros: permitir a todos los trabajadores la identificación rápida de los resultados alcanzados. (Vázquez, 2015)



## (CONTINUACIÓN)...

Los indicadores tienen que tener las siguientes cualidades, que son denominadas SMART (inteligente) por sus siglas en inglés. Las iniciales de estas cinco cualidades forman la palabra SMART y son las siguientes:

- Específicos (Specific): Al definir un indicador, no debe dar lugar a interpretaciones dudosas. Cuanto más detallado sea el indicador, mejor será su comprensión y mayores las probabilidades de que sea alcanzado.
- Medibles (Measurable): El indicador debe ser medible. Puede ser medible cuantitativamente o cualitativamente.
- Alcanzables (Achievable): Se debe conocer bien la situación actual y establecer un plan para lograr el objetivo del indicador, de forma que aun siendo ambicioso sea posible de alcanzar. (Vázquez, 2015)





## (CONTINUACIÓN)...

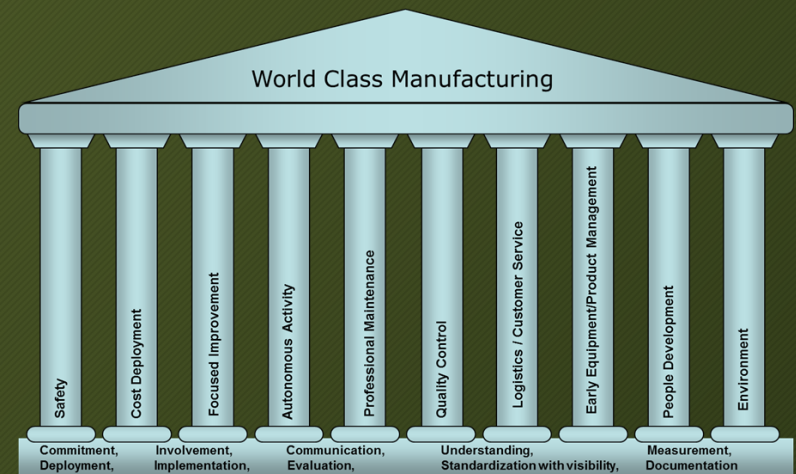
- Realista (Realistic): Algunos indicadores son más apropiados que otros para medir un objetivo específico. Los indicadores deben ser realistas y relacionados con respecto al resultado que miden.
- A Tiempo (Timely): Se debe definir un periodo de tiempo concreto de inicio y fin durante el cual el indicador puede ser medido. Es importante fijar un periodo de tiempo para valorar si se han cumplido los objetivos. (Vázquez, 2015)



## 4.6 SISTEMAS DE MANUFACTURA DE CLASE MUNDIAL.

**Manufactura de Categoría Mundial:** Es un termino que expresa en forma concisa la amplitud y la esencia de los cambios tan fundamentales que se están realizando en las empresas industriales mas grandes, los efectos se hacen sentir sobre todo en la serie de elementos de la producción:

- Administración de la calidad
- Clasificaciones de trabajo
- Relaciones laborales
- Capacitación
- Apoyo administrativo
- Compras
- Relaciones con proveedores y clientes
- Diseños de productos



## (CONTINUACIÓN)...

- Organización de la planta
- Programación
- Manejo de inventarios
- Manejo y transporte de materiales
- Selección y manejo de los equipos
- Entre otros. (Urieta & Córdoba, 2016)



## ***(CONTINUACIÓN)...***

“La Manufactura de Clase Mundial WCM se desarrolla con un conjunto de conceptos que inicia con la implementación de pilares en las Compañías, los cuales soportan un gran techo, definido como la excelencia operacional y satisfacción del cliente. La base de los pilares incluye la estandarización, la gestión visual y autónoma, desarrollo de personas, entre otros”. (Arévalo Lozano, 2018)

“El WCM es una metodología de gestión empresarial desarrollada en 1986 por Richard J. Schonberger y cuyo pilar básico es la Mejora Continua. El eje sobre el cual se asienta esta filosofía sugiere que cualquier firma, para lograr un estatus de “clase mundial”, debe redefinir sus conceptos y su organización y transformar las relaciones entre proveedores, distribuidores, productores y clientes. En este camino, el papel de los recursos humanos es fundamental porque se consideran una pieza clave dentro del sistema. El operario es considerado como “dueño” del proceso productivo y la “primera línea de ataque” frente a los problemas que se presenten en la planta”. (Capogrossi, 2017).

# (CONTINUACIÓN)...

## Ventajas de la Manufactura de Clase Mundial:

- Administradores y trabajadores bien preparados.
- Sensibles a la competencia.
- Pioneras en el diseño nuevo de producto.
- Mejora continua de las plantas
- Liderazgo en la calidad
- Orientadas al cliente
- Desarrollo asistido del personal en materia de capacitación.
- Valor por el factor humano.
- Alianzas con los proveedores.
- Proceso basado en la demanda y no en la capacidad.
- Flexibilidad de producción.
- Aprovechamiento máximo de los recursos
- Destacan el papel de innovación tecnológica (Urieta & Córdoba, 2016)



## ***(CONTINUACIÓN)...***

### Desventajas:

- La Manufactura de Clase Mundial no es algo que se pueda implementar rápido.
- Se debe buscar ayuda y orientación de empresas consultoras con el conocimiento sobre empresas de clase mundial.
- No poder cambiar la forma de los empleados de que todos tienen un papel importante dentro de la organización. (Urieta & Córdoba, 2016)



# ***(CONTINUACIÓN)...***

## Pilares de gestión de Manufactura de Clase Mundial (Urieta & Córdoba, 2016)

PILAR DE GESTIÓN	FUNCIONAMIENTO
Compromiso	Es hacer un pacto trabajado- empresa.
Participación	Lograr integrar al personal para la ayudar a alcanzar el objetivo de la empresa.
Comunicación	Tener buen entrenamiento con todos los integrantes del equipo. (para lograr llevar a cabo el despliegue de objetivos a todos los miembros de la organización)
Entendimiento	Capacidad de lograr comprender diversos aspectos para la ayudar a lograr mejores resultados dentro de la empresa.
Medición	Controlar los procesos dentro de la empresa. (Tener métricos para llevar a cabo la medición de la rendición de cuentas a la alta gerencia, así como poder cumplir con los objetivos medibles)
Despliegue	Reducir actividades para mejorar la productividad. (método en el que se dan a conocer y cumplir los objetivos en la organización)
Aplicación	Elaborar mejoras dentro del proceso.
Evaluación	Checar que el procedimiento sea el más óptimo.
Normalización	Proceso de elaborar y mejorar normas en actividades de la empresa.
Documentación	Tener toda la documentación para ser más eficiente en la asignación de recursos.

## (CONTINUACIÓN)...

La metodología de trabajo Manufactura de Clase Mundial (WCM) se sustenta de diez pilares técnicos que están directamente relacionados con el sistema operativo.

- “*Seguridad y prevención de riesgos laborales*: Este pilar trata de mejorar continuamente la seguridad del puesto de trabajo, reduciendo el número de accidentes y desarrollo de la cultura de la prevención, con el objetivo de evitar accidentes.”
- “*Desarrollo de costes*: Este pilar sirve para localizar de manera científica y sistemática las principales pérdidas, elegir la metodología de trabajo y cuantificar los beneficios económicos esperados.”
- “*Mejora focalizada*: Este pilar sirve para reducir pérdidas más importantes en el sistema productivo, eliminando las ineficiencias, las actividades que no añaden valor, movimientos innecesarios. Y desarrollando las competencias profesionales.”
- “*Logística/servicio al cliente*: Las cantidades elevadas de piezas en los puestos generan riesgos de accidentes, bajas por deterioro, obsolescencia, falta de espacio para el operario, etc. Este pilar trata de mejorar el flujo proveedor puesto de trabajo reducir los stocks, eliminar los movimientos innecesarios, etc.” (S.L., 2011)



## (CONTINUACIÓN)...

- *Actividades autónomas:* Este pilar consta de dos partes perfectamente diferenciadas el primero es mantenimiento autónomo que es el mantenimiento a la maquina llevando a cabo por los operarios utilizando el sentido común y herramientas sencillas y el segundo es la organización puesto de trabajo con este se mejora la motivación y la calidad de los puestos de trabajo, útiles y producto terminado, mejorando la eficiencia y productividad.
- *Mantenimiento profesional:* Con este pilar se busca aumentar las eficiencias de las maquinas, incrementar la colaboración entre la producción y mantenimiento, realizando análisis de averías, y aumentado las competencias de mantenimiento.
- *Mantenimiento de equipo:* Este asegura que los tiempos para que funcionen las nuevas instalaciones sean los previstos y reducir los costes del ciclo de vida. Para ello se debe integrar a los proveedores en la planificación.
- *Desarrollo de personas:* Este pilar debe asegurar las correctas competencias y habilidades por cada posición de trabajo, desarrollando las capacidades para realizar cada trabajo bien hecho. Motivar e involucrar a los operarios en la mejora continua.
- *Medio ambiente:* Trabajar para satisfacer las exigencias de la sociedad asegurando una correcta gestión ambiental, respetando las normativas y desarrollando la cultura de la prevención. Los objetivos son la reducción de consumos energéticos, eliminar las sustancias contaminantes y los ruidos.
- *Control de calidad:* Debido a la insatisfacción de los clientes al recibir productos defectuosos y los elevados costes de trabajo no previstos, este pilar debe asegurar productos de calidad para los clientes eliminado los problemas de no conformidad.” (S.L., 2011).

# CONCLUSIONES

- El proceso de mejora continua.
- El máximo aprovechamiento de los recursos humanos.
- El énfasis en la calidad.
- La consecución de un flujo de fabricación continuo, uniforme y rápido.
- Reconocer la importancia de la planificación y aplicarla.
- El logro de calidad de servicio y productividad a la vez, en la producción y entrega de servicios estandarizados en altos volúmenes.
- La Excelencia como Forma de Vida, hacer las cosas bien desde el principio; para garantizar la minimización de las pérdidas en cualquier tipo de industria. Los principios en 3Y,5S, KAIZZEN, ESMED, JUSTO A TIEMPO y MQT , son enfoques filosóficos orientales, aplicados a las industrias para obtener altos niveles de productividad , fundamentado básicamente en las personas.
- Estas tendencias exigen a los involucrados formar parte de grupos o redes multidisciplinarias, a realizar cambios significativos en el quehacer diario, tener una visión a largo plazo y una constante capacitación como también la capacidad de adaptación de técnicas, procesos y esquemas, propios de las mejores empresas del mundo. Por tal motivo las personas deben predisponerse a un esquema no tradicional, fundamentado en el principio de autonomía.

# BIBLIOGRAFÍA

- Brave, R. (2001, December 10).SISTEMA DE PRODUCCION FORD . Recuperado el 25 de junio de 2002, <http://www.mitecnologico.com/Main/FpsSistemaProduccionFord>.
- Capogrossi, Maria Lorena, La disciplina tras los sistemas corporativos empresariales.El world Class Manufacturing y la reorganizacion del trabajo fiat., Revista pymes, innovacion y desarrollo, 2017
- Hernández, JC. ,Vizán, A. Lean Manufacturing, 2013, conceptos, técnicas e implantación, Editorial Escuela de Organización Industrial, No. De paginas 178.
- Liker, J. Las Claves del Éxito de Toyota :14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo, Editor Gestión 2000, 2010, N.º de páginas 480 páginas .
- Madariaga, F. Lean Manufacturing, 2013, editado: Bubok Publishing S.L., Nº de páginas: 282 (color)
- Mallar, M.A. Gestión Eficiente de los Procesos, Madrid, mayo 2004
- S.L., IVECO ESPAÑA, La union perfecta de economía y ecología Ecostralis, IVECO.Madrid Manufacturing, 2011
- Urieta , Claudia Sofía; Córdoba, Elida, Sostenibilidad empresarial a través de la manufactura de clase mundial, Revista de iniciación Científica, 2016.
- Vázquez Martín Javier (2015). INDICADORES DE EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL LEAN MANUFACTURING EN LA INDUSTRIA. 30092019, de Universidad de Valladolid Sitio web: <http://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/6470/TFM-P-107.pdf?sequence=1&isAllowed=y>