

TEMA 8

LEAN MANAGEMENT

Y

TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES

Grado en Ingeniería en Organización Industrial



Universidad
Rey Juan Carlos



TEMA 8

LEAN MANAGEMENT

Y

TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES

OBJETIVOS:

1. Definir el origen, concepto y alcance del sistema de gestión *Lean management*.
2. Conocer las herramientas y prácticas de gestión de *Lean management* para lograr los objetivos globales y medir su implantación.
3. Analizar la importancia que tienen los recursos humanos y las TIC para la implantación de *Lean management*.
4. Conocer el origen, concepto y alcance de la Teoría de las restricciones (TOC).
5. Identificar el proceso de implantación de la Tecnología de producción optimizada (OPT).



TEMA 8

LEAN MANAGEMENT

Y

TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES



8.1. LEAN MANAGEMENT

8.1.1. ORIGEN, CONCEPTO Y PRINCIPIOS

8.1.2. HERRAMIENTAS Y PRÁCTICAS DE GESTIÓN

8.1.3. PAPEL DE LOS RECURSOS HUMANOS

8.1.4. PAPEL DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

8.2. TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES

8.2.1. LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES (TOC)

8.2.2. TOC APLICADA A LA GESTIÓN DEL SUSBSISTEMA DE OPERACIONES: OPT



- ✓ Dirección de la Producción y Operaciones. Decisiones operativas. (Arias Aranda, D. y Minguela Rata, B.) Cap. 7.
- ✓ Principios de Administración de Operaciones (7ª Ed.). (Heizer, J. y Render, B.) Caps. 15 y 16.
- ✓ Dirección de Operaciones. Aspectos tácticos y operativos. (Domínguez Machuca, J.A. y otros) Caps. 6,7 y 8.

INTRODUCCIÓN

- *Lean management* es un sistema de gestión orientado a la eficiencia que pretende:
 - ✓ Hacer frente a la gran cantidad de despilfarros que se producen dentro y a lo largo de la cadena de valor de las empresas.
 - ✓ Generar beneficios a corto plazo.
 - ✓ Mejorar la rentabilidad y sostenibilidad a largo plazo.
- Aporta una nueva forma de eficiencia, **la eficiencia en el flujo**, minimizando el tiempo que transcurre desde que se identifica la necesidad hasta que se satisface.
- *Lean* surge en Toyota en los años 80 del siglo XX ante la necesidad de atender un mercado más pequeño con mayor variedad de vehículos: necesidad de mayor flexibilidad en la fabricación.
- *Lean* surge como un sistema de fabricación integrado que pretende minimizar el nivel de inventario y maximizar el uso de la capacidad productiva a través de minimizar las causas de variabilidad o pérdidas (lo que no añade valor desde la óptica del cliente).

INTRODUCCIÓN

- El origen se halla en el área de fabricación y, por ello, se popularizaron los términos de *Lean production* o *Lean manufacturing*.
- Se ha aplicado con éxito en diferentes industrias (automovilística, aeronáutica, electrónica, agroalimentaria, entre otras) y en el ámbito de los servicios (hospitales, empresas TIC, líneas áreas, universidades, entre otros).
- La aplicación al ámbito de los servicios provocó que se acuñará un término más global: ***Lean management***.

TEMA 8

LEAN MANAGEMENT

Y

TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES



8.1. *LEAN MANAGEMENT*



8.1.1. ORIGEN, CONCEPTO Y PRINCIPIOS

8.1.2. HERRAMIENTAS Y PRÁCTICAS DE GESTIÓN

8.1.3. PAPEL DE LOS RECURSOS HUMANOS

8.1.4. PAPEL DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

8.2. TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES

8.2.1. LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES (TOC)

8.2.2. TOC APLICADA A LA GESTIÓN DEL SUSBSISTEMA DE OPERACIONES: OPT



- ✓ Dirección de la Producción y Operaciones. Decisiones operativas. (Arias Aranda, D. y Minguela Rata, B.) Cap. 7.
- ✓ Principios de Administración de Operaciones (7ª Ed.). (Heizer, J. y Render, B.) Cap. 16.
- ✓ Dirección de Operaciones. Aspectos tácticos y operativos. (Domínguez Machuca, J.A. y otros) Caps. 6,7 y 8.

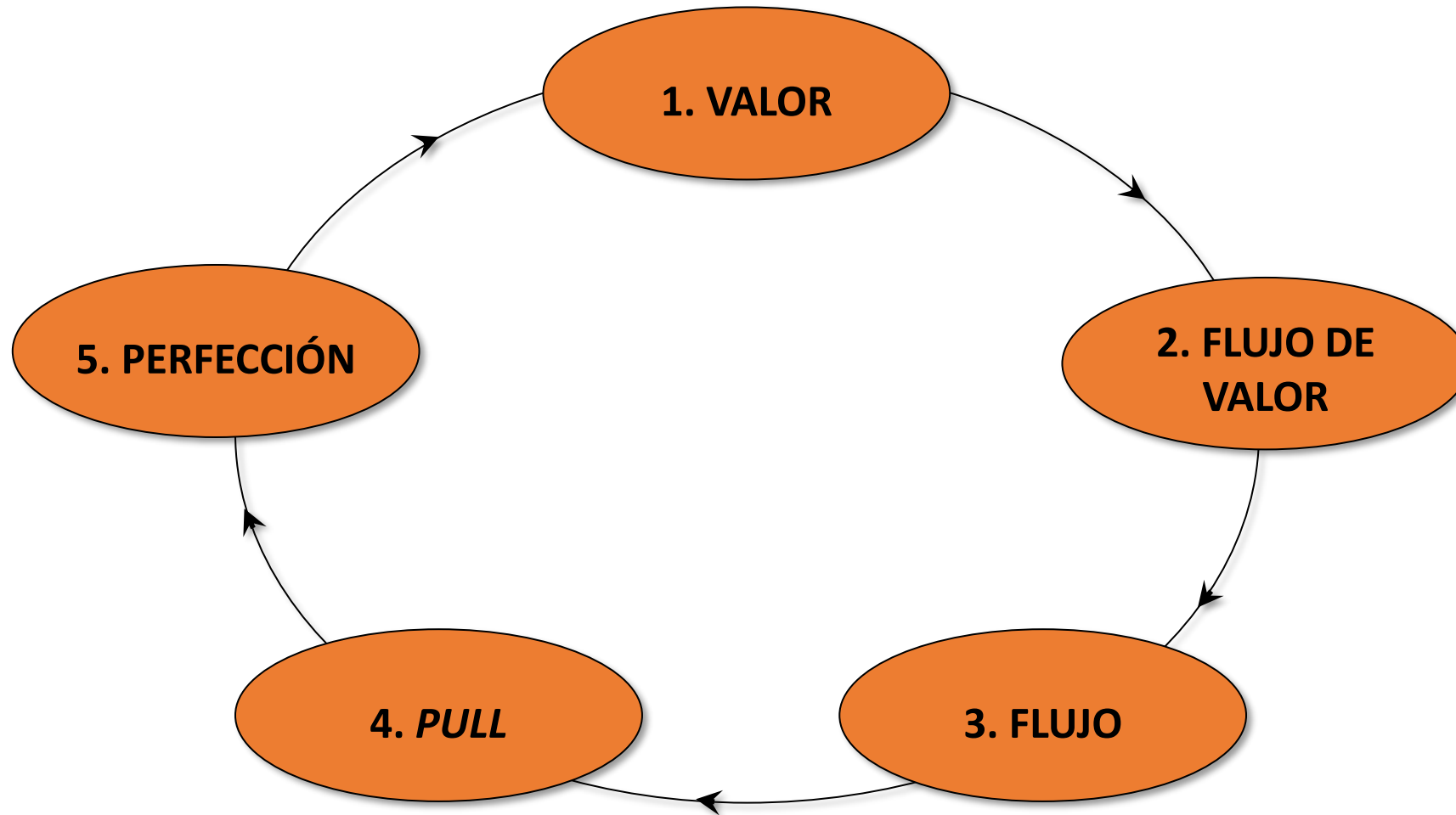
ORIGEN

- Profesores del Massachusetts Institute of Technology (MIT) y profesores japoneses, de estancia en el MIT, tratan de comprender y transferir el sistema de producción y prácticas de recursos humanos de las plantas de Japón a las plantas de Estados Unidos.
- Se populariza y empieza a percibirse como un sistema de gestión para aumentar la competitividad empresarial con el libro “La máquina que cambió el mundo” de Womack et al. (1990).

CONCEPTO

- *Lean* es un sistema socio-técnico de gestión que pretende eliminar cualquier fuente de despilfarro mediante la reducción o minimización simultánea de la variabilidad interna y externa.
- El concepto de *Lean* es diferente al de *Agile*:
 - ✓ ***Lean management*** pretende satisfacer al cliente añadiendo valor y eliminando despilfarros, manteniendo relaciones a largo plazo con proveedores y niveles de *stock* mínimos consiguiendo los mejores resultados con productos de demanda previsible y amplios plazos de entrega.
 - ✓ ***Agile management*** pretende satisfacer al cliente en base a flexibilidad y velocidad de respuesta, operando con productos innovadores, demanda imprevisible y cortos plazos de entrega.

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES



PRINCIPIOS FUNDAMENTALES

1. Especificar el “valor” de forma precisa.

El valor debe definirse desde la óptica del cliente, para la totalidad del producto y determina el coste objetivo.

2. Identificar el “flujo de valor”.

Es preciso identificar todas las actividades necesarias para el diseño, fabricación y/o venta del producto diferenciando entre:

- ✓ Actividades que crean valor desde la óptica del cliente.
- ✓ Las que no crean valor, pero son necesarias (o despilfarros tipo 1).
- ✓ Las que no crean valor y que no son precisas (deben eliminarse y se les conoce como despilfarros tipo 2).

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES

3. Hacer que el “valor fluya” sin interrupciones.

Hay que hacer que las actividades que añaden valor fluyan de forma continua. Para ello es preciso:

- ✓ Centrarse en el objeto real (esto es: el diseño, el pedido y la fabricación del producto).
- ✓ Ignorar límites y fronteras tradicionales para evitar obstáculos al flujo.
- ✓ Replantear técnicas y herramientas que eliminen los flujos hacia atrás.

4. Dejar que el “cliente tire del valor”.

No se debe producir hasta que el cliente lo demande (sistema *Pull*).

5. Perseguir la “perfección”.

Los 4 principios anteriores interactúan buscando la perfección.

8.1. LEAN MANAGEMENT
8.1.1. ORIGEN, CONCEPTO Y PRINCIPIOS

EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS LEAN A LA COMPRA DE UN VEHÍCULO

PRINCIPIO	EJEMPLO DE APLICACIÓN DEL PRINCIPIO
1. Especificar Valor desde la perspectiva del cliente	Entrega del vehículo que desea el cliente, en el lugar correcto, en el momento adecuado y a un precio razonable.
2. Identificar el Flujo de Valor	<p>Para un vehículo nuevo, el consumidor reconoce el deseo de adquirir un vehículo, busca la información, llega a un acuerdo, y realiza un pedido al concesionario. Posteriormente, la orden es enviada aguas arriba del flujo de valor al fabricante y a sus proveedores. En cualquier etapa el pedido puede satisfacerse a partir del <i>stock</i> existente en la red o puede requerir la fabricación de un nuevo vehículo. Una vez que el vehículo es fabricado, el flujo de valor se ocupa de la entrega del vehículo y transferirlo al cliente.</p> <p>La información es enviada aguas arriba del flujo de valor, mientras que el producto es entregado aguas abajo. Por tanto, la representación del flujo de valor permitirá identificar las etapas donde se añade valor y en las que no.</p>
3. Hacer que las etapas creadoras de valor Fluyan	El flujo se produciría si, cuando el cliente realiza el pedido de un vehículo nuevo, esta orden es transmitida de inmediato a la fábrica, con lo cual el sistema comunica los componentes necesarios para el vehículo a los proveedores. El sistema podría entonces decidir la fecha de fabricación y el plazo más reducido posible para la entrega del vehículo. Así, el plazo de entrega podría ser comunicado a través de la empresa logística y del concesionario. Entonces, el proceso de fabricación comenzaría (según lo programado) y el vehículo sería entregado al cliente en el plazo acordado.
4. Promover una cultura “Pull”	Los inventarios de vehículos nuevos son un síntoma de la ausencia de un sistema tipo “pull” en la distribución de automóvil. Los vehículos se fabrican sin tener un pedido del cliente y de acuerdo con una previsión de la demanda, anticipándose a la existencia de una demanda real. Ello provoca vehículos en <i>stock</i> por un período de tiempo (generando costes) hasta que un cliente realiza un pedido en firme. Frecuentemente, tales vehículos tienen que ser transferidos a los concesionarios y vendidos con descuento para propiciar su venta generando, de nuevo, más costes que en última instancia el consumidor final tiene que soportar. En un sistema “pull” un vehículo nuevo solo debe ser fabricado bajo un pedido del consumidor.
5. Perseguir la Perfección	La decisión de muchas empresas de ventas nacionales para establecer centros de almacenamiento centralizados para vehículos nuevos ha eliminado en gran medida la necesidad de transferencias físicas entre concesionarios. Sin embargo, en muchos casos, los concesionarios siguen requiriendo realizar pedidos desde inventario en anticipación a la demanda del cliente y las transferencias todavía tienen que ser negociadas. Un sistema mejorado permite a todos los distribuidores el acceso a cualquier vehículo de un centro <i>pool</i> , incrementando así la probabilidad de cumplir con los pedidos de los clientes a un coste menor.

TIPOS DE DESPILFARROS

- *Lean* establece 7 tipos de despilfarros que suceden en todas las etapas de la cadena de valor:
1. **Sobreproducción.** Esto es, producir demasiados bienes o hacerlo demasiado pronto.
 2. **Defectos en los bienes.** Obliga a interrumpir el flujo para reprocesar o desechar.
 3. **Inventario de materias primas, productos en curso o productos terminados.** No añade valor, origina costes y oculta otros problemas.
 4. **Movimientos innecesarios del personal** que no añaden valor al producto.
 5. **Transporte excesivo e innecesario** de materiales generando pérdidas de tiempo y coste.
 6. **Procesamiento.** Nacen cuando se requieren más operaciones y recursos de los necesarios.
 7. **Esperas y colas.** Se produce cuando el producto en curso tiene que esperar a que finalicen tareas precedentes o que el equipo termine su tarea.
 8. **Diseñar bienes y/o servicios que no respondan a las necesidades de los clientes.** Womack y Jones (1996) añadieron este octavo despilfarro.

TEMA 8

LEAN MANAGEMENT

Y

TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES



8.1. *LEAN MANAGEMENT*

8.1.1. ORIGEN, CONCEPTO Y PRINCIPIOS

8.1.2. HERRAMIENTAS Y PRÁCTICAS DE GESTIÓN

8.1.3. PAPEL DE LOS RECURSOS HUMANOS

8.1.4. PAPEL DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

8.2. TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES

8.2.1. LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES (TOC)

8.2.2. TOC APLICADA A LA GESTIÓN DEL SUSBSISTEMA DE OPERACIONES: OPT



- ✓ Dirección de la Producción y Operaciones. Decisiones operativas. (Arias Aranda, D. y Minguela Rata, B.) Cap. 7.
- ✓ Principios de Administración de Operaciones (7ª Ed.). (Heizer, J. y Render, B.) Cap. 16.
- ✓ Dirección de Operaciones. Aspectos tácticos y operativos. (Domínguez Machuca, J.A. y otros) Caps. 6,7 y 8.

HERRAMIENTAS



- Las herramientas básicas de *Lean* son:
 - ✓ Mapa del flujo de valor (*Value Stream Mapping*, VSM).
 - ✓ 5S.
 - ✓ Gestión visual.
 - ✓ Cambio rápido de herramientas (*Single-Minute Exchange of Die*, SMED).

HERRAMIENTA: **VSM**

Mapa del flujo de valor (*Value Stream Mapping*, VSM)

- Es una representación gráfica del flujo, de los elementos clave y de cómo fluye el valor a lo largo del mismo, destacándose los puntos donde el flujo (de materiales o información) se halla detenido.
- Su objetivo es indicar dónde y cómo actuar para conseguir un flujo regular y constante (continuo), de modo que se reduzcan costes y plazos de entrega, y se consiga mayor flexibilidad y calidad.

8.1. LEAN MANAGEMENT
8.1.2. HERRAMIENTAS Y PRÁCTICAS DE GESTIÓN

HERRAMIENTA: **VSM**

- Etapas en la construcción de un VSM:
 - ✓ **Calcular el *takt time*** (ritmo al que se debería producir para satisfacer la demanda):
Takt time = Tiempo de trabajo disponible al día/Demanda clientes al día
 - ✓ **Identificar** la operación del proceso que sea el **cuello de botella**.
 - ✓ **Identificar el tamaño de lote óptimo** que permita un plazo de entrega más rápido.
 - ✓ **Desarrollar un flujo continuo** (crear células de fabricación flexible). Los puestos de trabajo están dispuestos en forma de U, para evitar desplazamientos y compartir procesos.
 - ✓ **Utilizar supermercados en modo “pull”** cuando no se pueda crear un flujo continuo entre dos operaciones o procesos. Se comunicarán a través de las tarjetas “kanban”.
 - ✓ **Enviar el programa de producción a la última estación** de la cadena de valor (esta estación marca el ritmo, esto es, los pedidos que realizan los clientes).
 - ✓ **Nivelar la combinación de producción**. Combinar repetidamente la fabricación de pequeños lotes de los productos que fabrica la empresa.

8.1. LEAN MANAGEMENT

8.1.2. HERRAMIENTAS Y PRÁCTICAS DE GESTIÓN

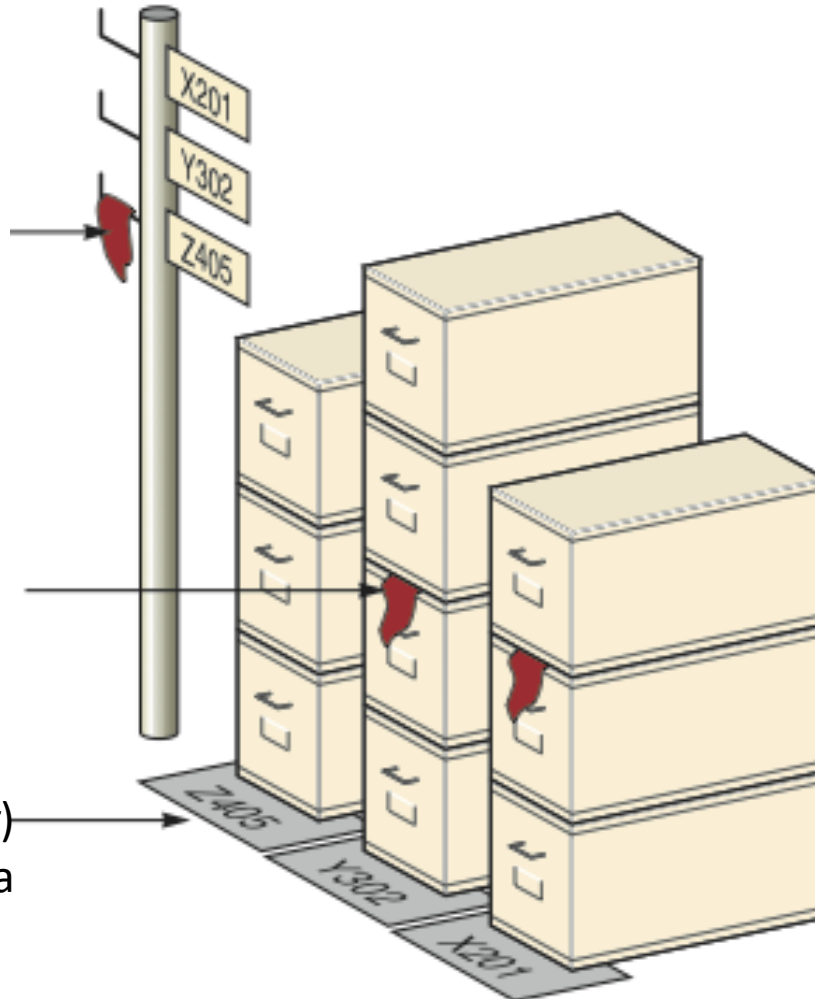
HERRAMIENTA: **VSM**

KANBAN

Una señal colgada en el poste para la pieza Z405 indica que hay que comenzar la producción de esa pieza. El poste está situado de manera que los trabajadores pueden verlo fácilmente desde sus puestos habituales de trabajo.

Señal en la pila de cajas.

El número de pieza (*part number*) indica la localización de cada pieza concreta.



8.1. *LEAN MANAGEMENT*
8.1.2. HERRAMIENTAS Y PRÁCTICAS DE GESTIÓN

HERRAMIENTA: **5S**

- Es una metodología que incluye 5 aspectos básicos para el desarrollo de las actividades con la máxima eficiencia y rapidez, lo que implica evitar actividades y consumo de recursos innecesarios.
- Ejemplos de este tipo de actividades serían: movimientos innecesarios de los trabajadores, buscar herramientas, reparaciones en las máquinas por no haber recibido el cuidado necesario o fallos de calidad generados por la desorganización.
- Colabora en la consecución de los objetivos de: cero averías, cero defectos, cero despilfarros y cero problemas de seguridad.

HERRAMIENTA: 5S

- Los aspectos que engloban las 5S son:
1. **Seiri**. Separar o clasificar. En el puesto de trabajo solo debe haber lo que se precise y lo que no se precise no debe estar.
 2. **Seiton**: Situar y ordenar. Los elementos que más se utilizan deben estar a mano; los que se utilizan en ocasiones deben ser almacenados y los no esenciales, eliminarlos.
 3. **Seiso**. Limpieza e inspección. El objetivo es que los elementos estén en las mejores condiciones para su uso eficiente y prevenir averías. La limpieza es, también, una forma de inspección que revelará opciones para mejorar el orden o ubicación elementos.
 4. **Seiketsu**. Señalizar anomalías y estandarización. El objetivo es actuar siempre del mismo modo para así identificar y arreglar las causas del despilfarro. Tarjetas *kanban*, *poka yokes*...
 5. **Shitsuke**. Cumplimiento y disciplina. Esta S aporta un *check list* y planifica auditorías para que las 5S se conviertan en una práctica de trabajo arraigada.

8.1. LEAN MANAGEMENT

8.1.2. HERRAMIENTAS Y PRÁCTICAS DE GESTIÓN

HERRAMIENTA: 5S

- Para conseguir los resultados buscados con las 5S se requiere de: **infraestructura** que facilite el mantenimiento de estándares, **motivación** para hacerlo, **tiempo** para acostumbrarse y **reconocimiento** por la labor bien realizada.

SITUACIÓN ANTERIOR Y POSTERIOR A LA APLICACIÓN DE LAS 5S



HERRAMIENTA: **GESTIÓN VISUAL**

- Consiste en controlar directamente los procesos mediante la percepción visual directa o por medio de señales, dispositivos y sistemas de control, para conocer al momento el estado y la evolución de los aspectos determinantes de los procesos.
- El objetivo buscado es que un rápido paseo por la planta permita conocer como están funcionando los procesos y actividades.
- Se requiere una planta organizada, ordenada y limpia (5S).

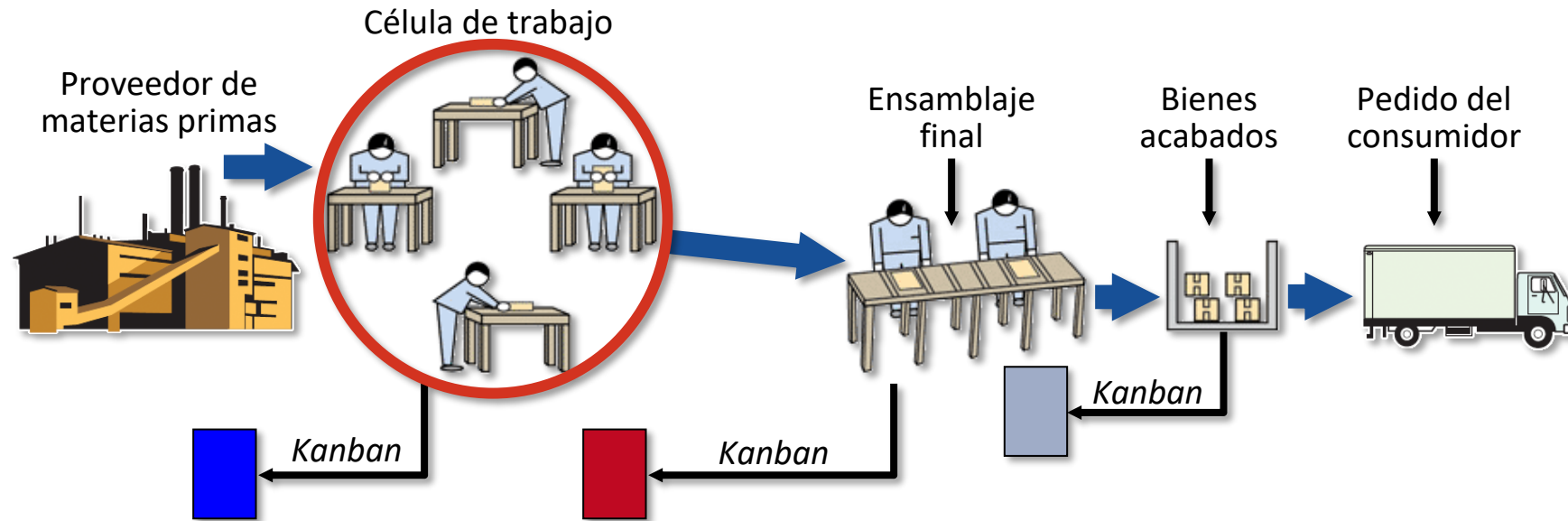
HERRAMIENTA: **GESTIÓN VISUAL**

- Ejemplos de herramientas de gestión visual:
 - ✓ Estanterías con materiales clasificados según 5S.
 - ✓ Paneles con tarjetas "*kanban*" para implantar secuencia *pull* de fabricación.
 - ✓ Áreas de almacenamiento FIFO, delimitada con líneas pintadas.
 - ✓ Sistemas de luces *andon*, tipo semáforo, en máquinas.
 - ✓ Contenedores rojos para situar productos defectuosos y chatarra.
 - ✓ Tableros murales con información sobre la evolución de indicadores clave.
Ejemplo: Tableros SQCDP: seguridad (S), calidad (Q), costes (C), entregas (D) y personal (P)
 - ✓ Áreas de discusión, cercanas a los tableros, para celebrar reuniones.

8.1. LEAN MANAGEMENT

8.1.2. HERRAMIENTAS Y PRÁCTICAS DE GESTIÓN

HERRAMIENTA: **GESTIÓN VISUAL**



Las señales *kanban* “tiran” de los materiales a través del proceso de producción

HERRAMIENTA: **SMED**

Cambio rápido de herramientas (*Single-Minute Exchange of Die*, SMED)

- Es una técnica que permite reducir el tiempo que se pierde por el cambio de utillaje para pasar a fabricar otro producto.
- Ventajas:
 1. Reduce el tiempo de preparación de la máquina y lo transforma en tiempo productivo.
 2. Reduce el tamaño de los lotes.
 3. Reduce el tamaño del inventario.
 4. Permite fabricar en la misma máquina distintos productos.

HERRAMIENTA: **SMED**

- Esta técnica diferencia dos tipos de operaciones:
 - a) **Internas:** deben hacerse con la máquina parada.
 - b) **Externas:** deben hacerse con la maquina en funcionamiento.
- Procedimiento para implantar SMED:
 1. Analizar las operaciones que deben realizarse para preparar la máquina cuando esta pase a fabricar un producto distinto.
 2. Clasificarlas en internas y externas.
 3. Estudiar el modo de pasar las operaciones internas a externas.
 4. Estandarizar las operaciones de preparación para que con pocos movimientos se puedan realizar los cambios.
 5. Perfeccionar el método de preparación en busca de la mejora continua (mejoras de ingeniería, mejorar la interacción empleado-máquina...).

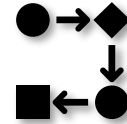
8.1. LEAN MANAGEMENT
8.1.2. HERRAMIENTAS Y PRÁCTICAS DE GESTIÓN

HERRAMIENTA: **SMED**

REDUCCIÓN DE LOS COSTES DE FABRICACIÓN



PRÁCTICAS DE GESTIÓN



- Las prácticas de gestión que integran *Lean* son:
 - ✓ Gestión de la calidad total (*Total Quality Management*, TQM).
 - ✓ Sistema justo a tiempo (*Just In Time*, JIT).
 - ✓ Mantenimiento productivo total (*Total Productive Maintenance*, TPM).

PRÁCTICA DE GESTIÓN: TQM

Gestión de la calidad total (*Total Quality Management*, TQM)

- Esta práctica sitúa a la calidad como la **variable** de gestión **clave**.
- La aportación de *lean* en este contexto es mediante la herramienta de control de calidad cero (o *Jidoka*) que busca automatizar la maquinaria de modo que los equipos puedan detener, arrancar, cargar y descargar automáticamente, detectar cuando se ha producido una pieza defectuosa, detenerse y pedir ayuda.

PRÁCTICA DE GESTIÓN: JIT

Sistema justo a tiempo (*Just In Time*, JIT)

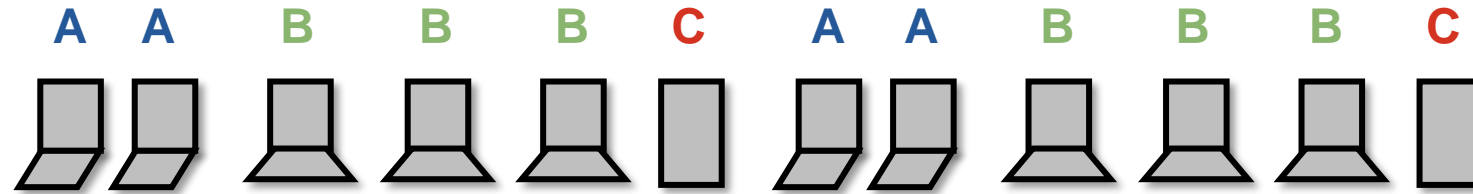
- Esta práctica de gestión surge en Japón ante las enormes diferencias que existían, a finales de los años setenta, entre la productividad de los fabricantes de automóviles de este país y los estadounidenses (una relación 1:8).
- El objetivo es eliminar los despilfarros de sobreproducción e inventario, entregando el producto de los procesos a su cliente (que puede ser otro proceso o cliente interno), y justo del tipo, cantidad y momentos adecuados.

8.1. LEAN MANAGEMENT
8.1.2. HERRAMIENTAS Y PRÁCTICAS DE GESTIÓN
PRÁCTICA DE GESTIÓN: JIT

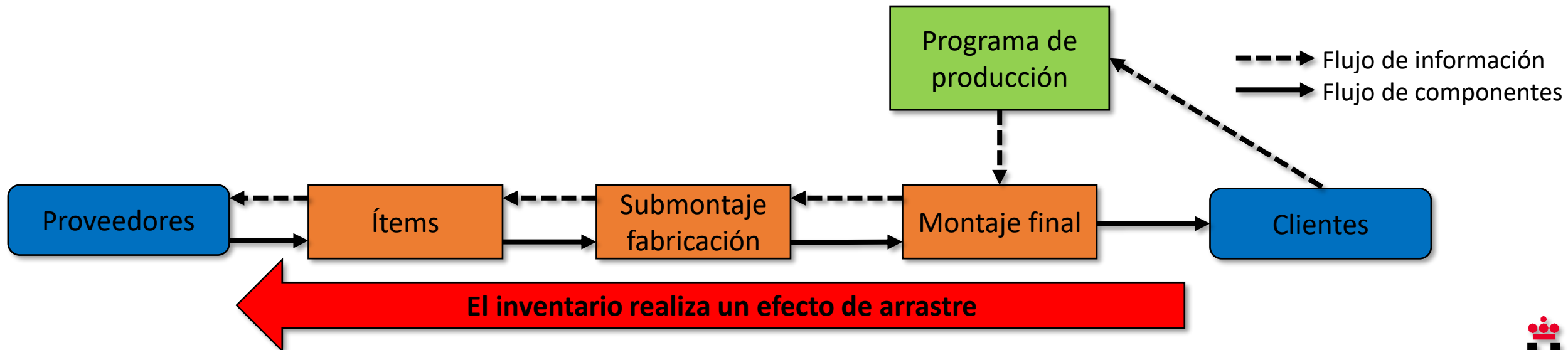
- Para hacerla efectiva se debe:
 - a) Fabricar en modo “*pull*” que significa que nada se fabrica en el punto n del proceso hasta que no lo demanda el punto siguiente ($n+1$). La demanda del cliente final es la que “tira”.
 - b) Utilizar tarjetas *kanban*, que indican cuándo es preciso fabricar o ensamblar cada elemento.
 - c) Fabricar en pequeños lotes que supongan un reducido tiempo de fabricación.
 - d) Fabricar a través de un flujo regular e ininterrumpido, a través de una distribución en planta mediante células de fabricación.
 - e) Emplear el cambio rápido de herramientas (SMED) para poder pasar a producir otro producto con flexibilidad.

8.1. LEAN MANAGEMENT
8.1.2. HERRAMIENTAS Y PRÁCTICAS DE GESTIÓN
PRÁCTICA DE GESTIÓN: : JIT

FABRICACIÓN EN PEQUEÑOS LOTES



SISTEMA PULL



PRÁCTICA DE GESTIÓN: TPM

Mantenimiento productivo total (*Total Productive Maintenance*, TPM)

- Es una práctica relacionada con el mantenimiento de los equipos que pretende eliminar las pérdidas en producción debido al estado de los equipos.
- Surge ante la necesidad de integrar el departamento de producción y el de mantenimiento para mejorar la disponibilidad y productividad de la maquinaria.
- TPM implica a cada empleado, requiere de tiempo (varios años) y su éxito depende del compromiso sostenido de la dirección.

8.1. *LEAN MANAGEMENT*
8.1.2. HERRAMIENTAS Y PRÁCTICAS DE GESTIÓN
PRÁCTICA DE GESTIÓN: **TPM**

- Se basa en 5 principios claves:
 1. **Mejora de la eficiencia de fabricación** mediante la eliminación de las “6 grandes pérdidas” (averías, puesta en marcha y ajuste, paradas menores, reducción de la velocidad, defectos de calidad, y puesta en marcha y apagado).
 2. Establecimiento de un **sistema de mantenimiento autónomo** trabajando en pequeños grupos.
 3. **Necesidad de ingenieros expertos** (de dirección intermedia) que desarrollen un mantenimiento planificado.
 4. **Necesidad de un programa de formación estructural** en mantenimiento dirigido a todos los empleados fijos.
 5. **Sistema de prevención del mantenimiento**, donde ingenieros (de alta dirección) trabajan con proveedores de los equipos para diseñarlos de modo que requieran menos mantenimiento y nunca fallen.

PRÁCTICA DE GESTIÓN: TPM

- El progreso de TPM es visible a través de una mayor fiabilidad de los equipos, la reducción de despilfarros y las mejoras en seguridad (reducción de accidentes)
- La efectividad global del equipo (*Overall Equipment Effectiveness*, OEE) es el indicador numérico más normal del TPM y es un modo de subrayar las pérdidas y deficiencias incurridas durante el funcionamiento de la planta e identificar las oportunidades de mejora.

$$\text{OEE\%} = (\text{Producción correcta actual} / \text{Producción especificada}) \times 100$$

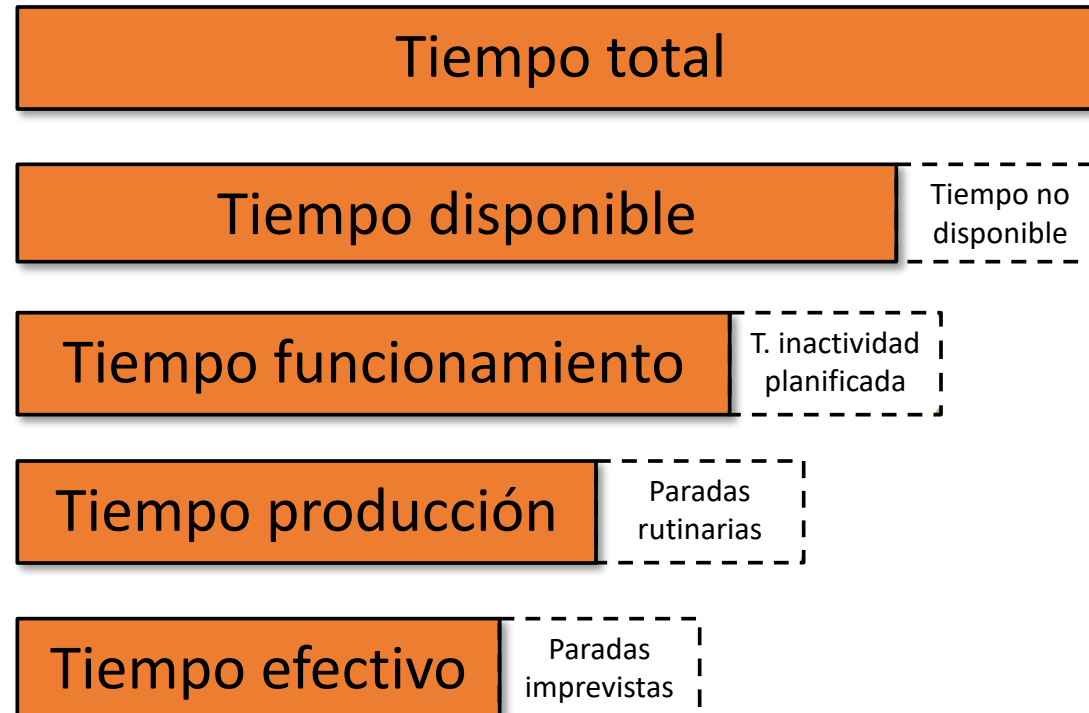
Producción especificada = Velocidad especificada x Tiempo en funcionamiento

8.1. LEAN MANAGEMENT
8.1.2. HERRAMIENTAS Y PRÁCTICAS DE GESTIÓN

PRÁCTICA DE GESTIÓN: **TPM**

- Para apreciar la utilidad de OEE es importante comprender el análisis del tiempo de equipo tal y como se indica en la siguiente figura:

ANÁLISIS DEL TIEMPO DE EQUIPO



PRÁCTICA DE GESTIÓN: TPM

- **Tiempo efectivo** es el tiempo necesario para producir la cantidad de producto correcta esperada si la máquina está trabajando a su velocidad para ese período. No se permiten interrupciones u otras pérdidas de tiempo. Se calcula como:

$$\text{Tiempo efectivo} = \text{Producción correcta} / \text{Velocidad especificada}$$

Esta velocidad es la velocidad óptima de una máquina o equipo para un producto sin pérdidas de eficiencia. Se expresa como cantidad por unidad (toneladas por hora, litros por minuto, etc.).

- Además de OEE, se pueden utilizar otros dos índices:

$$\text{Eficiencia de producción} = (\text{Tiempo efectivo} / \text{Tiempo de producción}) \times 100$$

$$\text{Utilización operativa} = \text{Tiempo de operación} / \text{Tiempo total}$$

TEMA 8

LEAN MANAGEMENT

Y

TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES



8.1. *LEAN MANAGEMENT*

8.1.1. ORIGEN, CONCEPTO Y PRINCIPIOS

8.1.2. HERRAMIENTAS Y PRÁCTICAS DE GESTIÓN

8.1.3. PAPEL DE LOS RECURSOS HUMANOS

8.1.4. PAPEL DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

8.2. TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES

8.2.1. LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES (TOC)

8.2.2. TOC APLICADA A LA GESTIÓN DEL SUSBSISTEMA DE OPERACIONES: OPT



- ✓ Dirección de la Producción y Operaciones. Decisiones operativas. (Arias Aranda, D. y Minguela Rata, B.) Cap. 7.
- ✓ Principios de Administración de Operaciones (7ª Ed.). (Heizer, J. y Render, B.) Cap. 16.
- ✓ Dirección de Operaciones. Aspectos tácticos y operativos. (Domínguez Machuca, J.A. y otros) Caps. 6,7 y 8.

8.1. LEAN MANAGEMENT

8.1.3. PAPEL DE LOS RECURSOS HUMANOS

- En la sección anterior de este capítulo se considera la parte técnica de la implementación (aspectos “*hard*”), pero aún falta abordar su parte “*soft*”; es decir, los recursos humanos.
- La persistencia de fracasos recurrentes con respecto a la implementación de *lean management* llevó a la inclusión de fenómenos relacionados con la gestión de recursos humanos. Por tanto, la comprensión de cómo las personas se relacionan con las condiciones que surgen en un entorno *lean* se ha convertido en un factor de análisis básico.
- Las áreas en las que la dirección de recursos humanos (RRHH) puede contribuir son:
 1. **Equipo líder en la transformación de *lean management*:** establecer un equipo que planifique y coordine la transformación.
 2. **Diseño de una nueva estructura organizativa:** los RRHH facilitarán la adquisición de talento para desplegar *lean management* a todos los niveles de la organización.
 3. **Atención a las reacciones de los empleados:** es preciso conocer el grado de satisfacción de los empleados a través de un plan de comunicación elaborado por el líder del equipo.
 4. **Hacer que los cambios organizativos sean sostenibles:** por ejemplo, programas de liderazgo *lean*, que complementen las acciones de desarrollo y promoción existentes.

8.1. LEAN MANAGEMENT

8.1.3. PAPEL DE LOS RECURSOS HUMANOS

- Los siguientes elementos facilitarán la transformación *lean* y el sostenimiento de los cambios organizativos:
 1. **El papel del trabajo en equipo:** los equipos pueden trabajar en la mejora de los procesos de producción y desarrollar prácticas más efectivas.
 2. **La importancia de la formación del personal:** programas formativos que capaciten a los trabajadores para realizar distintos puestos de trabajo y para que adquieran las habilidades requeridas.
 3. **Sistemas de recompensa en *lean management*:** crucial al principio. Remuneración en función de su contribución a la gestión *lean* en lugar de por el número de tareas que realizan.
 4. **Programas de sugerencias en *lean management*:** permite que los directivos puedan tener acceso a las ideas de los trabajadores y mejorar la compañía a través de ahorros en costes, mejora en la satisfacción de los clientes y una mejor motivación/moral de los trabajadores.

TEMA 8

LEAN MANAGEMENT

Y

TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES



8.1. *LEAN MANAGEMENT*

8.1.1. ORIGEN, CONCEPTO Y PRINCIPIOS

8.1.2. HERRAMIENTAS Y PRÁCTICAS DE GESTIÓN

8.1.3. PAPEL DE LOS RECURSOS HUMANOS

8.1.4. PAPEL DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN



8.2. TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES

8.2.1. LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES (TOC)

8.2.2. TOC APLICADA A LA GESTIÓN DEL SUSBSISTEMA DE OPERACIONES: OPT



- ✓ Dirección de la Producción y Operaciones. Decisiones operativas. (Arias Aranda, D. y Minguela Rata, B.) Cap. 7.
- ✓ Principios de Administración de Operaciones (7ª Ed.). (Heizer, J. y Render, B.) Cap. 16.
- ✓ Dirección de Operaciones. Aspectos tácticos y operativos. (Domínguez Machuca, J.A. y otros) Caps. 6,7 y 8.

- Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) de forma aislada no generan una ventaja competitiva sostenible en el tiempo, debido a su carácter imitable.
- En conjunción con otros recursos y capacidades empresariales complementarios, como los RRHH y de gestión, se muestran como una potente herramienta para incrementar la eficiencia.
- TIC: herramienta para mejorar la eficiencia; *Lean*: modelo que elimina todo lo innecesario con el objetivo de conseguir eficiencia. El modelo de gestión puede utilizar la herramienta.
- Esta herramienta que suponen las TIC puede ser empleada por las empresas para conseguir eficiencia desde dos perspectivas distintas:
 - ✓ **TIC Internas o Intraorganizativas:** utilizadas por las empresas para conseguir eficiencia en los procesos que se llevan a cabo en su interior, fuertemente vinculados a la actividad productiva.
 - ✓ **TIC Externas o Interorganizativas:** utilizadas por las empresas para conseguir eficiencia mediante el intercambio de información con los proveedores y clientes.

TIC INTERNAS Y *LEAN MANAGEMENT*

- Desde esta perspectiva, se consideran las TIC que las empresas utilizan a nivel interno y que suponen un amplio grupo al que se denomina con el nombre genérico de tecnologías avanzadas de fabricación (*Advanced Manufacturing Technologies, AMP*). Dentro de este amplio grupo se encuentran:
 1. Diseño asistido por ordenador (*Computer Aided Design, CAD*).
 2. Ingeniería asistida por ordenador (*Computer Aided Engineering, CAE*).
 3. Fabricación asistida por ordenador (*Computer Aided Manufacturing, CAM*). Entre estas herramientas es habitual el uso de la robótica en producción.
 4. Sistemas de fabricación flexibles (*Flexible Manufacturing System, FMS*). Permiten la fabricación de una amplia gama de productos mediante la automatización de procesos.
 5. TIC en planificación de procesos (*Computer Aided Process Planning, CAPP*).
 6. *Enterprise Resources Planning, ERP*; incluyendo *Manufacturing Resources Planning, MRP*.

TIC INTERNAS Y *LEAN MANAGEMENT*

- Inicialmente, las TIC internas y *lean management* se interpretaban como planteamientos competidores o mutuamente excluyentes, debiendo los directivos equilibrar las inversiones y optando, generalmente, por evitar la implantación de TIC internas y *lean* a gran escala al mismo tiempo.
- La tendencia actual es que ambos enfoques deben ser considerados como interdependientes y complementarios, pudiéndose apoyar mutuamente.
- Así, diversos trabajos han encontrado una relación positiva que indica que las TIC internas se manifiestan como herramientas facilitadoras en la adopción de prácticas *lean*.
- Por ejemplo, aquellas empresas con unas TIC internas muy desarrolladas son capaces de interconectarse con las de sus proveedores y clientes, consiguiendo que la información relevante para los procesos internos fluya de forma automatizada.

8.1. *LEAN MANAGEMENT*

8.1.4. PAPEL DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

TIC EXTERNAS Y *LEAN MANAGEMENT*

- Dentro de este grupo se localizan:
 - ✓ **Internet** y las tecnologías web que posibilitan el **comercio electrónico** (*e-commerce*) entre empresas o *Business to Business* (**B2B**) y el *e-business*, incluyendo el intercambio electrónico de datos vía web (**EDI-Web**).
 - ✓ Las **TIC externas** son herramientas facilitadoras de la adopción de prácticas *lean* y de la integración de clientes y proveedores.
 - ✓ **Internet** y el comercio electrónico adquieren un papel facilitador para desarrollar las prácticas *lean*, existiendo además un efecto sinérgico entre ambas iniciativas.

TIC INTERNAS, EXTERNAS Y *LEAN MANAGEMENT*

- **En secuencia temporal**, se aconseja **implantar primero *lean*** (no implica el apoyo intensivo de las TIC) y, **posteriormente, apoyarse intensamente en las TIC** para reforzar los cambios conseguidos.
- Entre **TIC internas y externas, relación de apoyo mutuo** (necesidad de TIC internas para el desarrollo de TIC externas y viceversa).
- Con respecto a la **implantación de las TIC en el tiempo**, es aconsejable implantar **primero fuertemente las TIC internas** (muy favorecedoras de las prácticas *lean*) y **luego intensificar fuertemente TIC externas**, ya que en presencia de ambas TIC el efecto de las TIC internas sobre las prácticas *lean* es mayor, pero las TIC internas eclipsan el efecto favorecedor de las TIC externas sobre las prácticas *lean*, que en este caso se manifiestan con sentido negativo.

TEMA 8

LEAN MANAGEMENT

Y

TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES



8.1. *LEAN MANAGEMENT*

8.1.1. ORIGEN, CONCEPTO Y PRINCIPIOS

8.1.2. HERRAMIENTAS Y PRÁCTICAS DE GESTIÓN

8.1.3. PAPEL DE LOS RECURSOS HUMANOS

8.1.4. PAPEL DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

8.2. TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES

8.2.1. LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES (TOC)

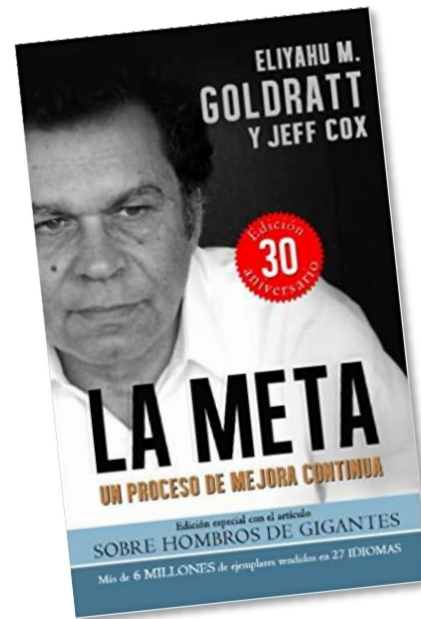
8.2.2. TOC APLICADA A LA GESTIÓN DEL SUSBSISTEMA DE OPERACIONES: OPT



- ✓ Dirección de la Producción y Operaciones. Decisiones operativas. (Arias Aranda, D. y Minguella Rata, B.) Cap. 7.
- ✓ Principios de Administración de Operaciones (7ª Ed.). (Heizer, J. y Render, B.) Cap. 16.
- ✓ Dirección de Operaciones. Aspectos tácticos y operativos. (Domínguez Machuca, J.A. y otros) Caps. 6,7 y 8.

INTRODUCCIÓN

- Eliyahu Goldratt, físico israelí, al final de los años 70 introdujo un nuevo sistema de programación y gestión de la producción que denominó: **Tecnología de producción optimizada** (*Optimized Production Technology, OPT*), basado en el equilibrado del flujo de producción y en la gestión de los cuellos de botella (CB).
- Posteriormente amplió sus estudios y con el mismo esquema de análisis configuró un cuerpo teórico que abarcaba todos los subsistemas de la empresa denominado la **Teoría de las restricciones** (*Theory Of Constraints, TOC*) basada en analizar las limitaciones del sistema completo y hacer girar el proceso de gestión alrededor de ellas.



TEMA 8

LEAN MANAGEMENT

Y

TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES



8.1. *LEAN MANAGEMENT*

8.1.1. ORIGEN, CONCEPTO Y PRINCIPIOS

8.1.2. HERRAMIENTAS Y PRÁCTICAS DE GESTIÓN

8.1.3. PAPEL DE LOS RECURSOS HUMANOS

8.1.4. PAPEL DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

8.2. TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES

8.2.1. LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES (TOC)

8.2.2. TOC APLICADA A LA GESTIÓN DEL SUSBSISTEMA DE OPERACIONES: OPT



- ✓ Dirección de la Producción y Operaciones. Decisiones operativas. (Arias Aranda, D. y Minguela Rata, B.) Cap. 7.
- ✓ Principios de Administración de Operaciones (7ª Ed.). (Heizer, J. y Render, B.) Cap. 16.
- ✓ Dirección de Operaciones. Aspectos tácticos y operativos. (Domínguez Machuca, J.A. y otros) Caps. 6,7 y 8.

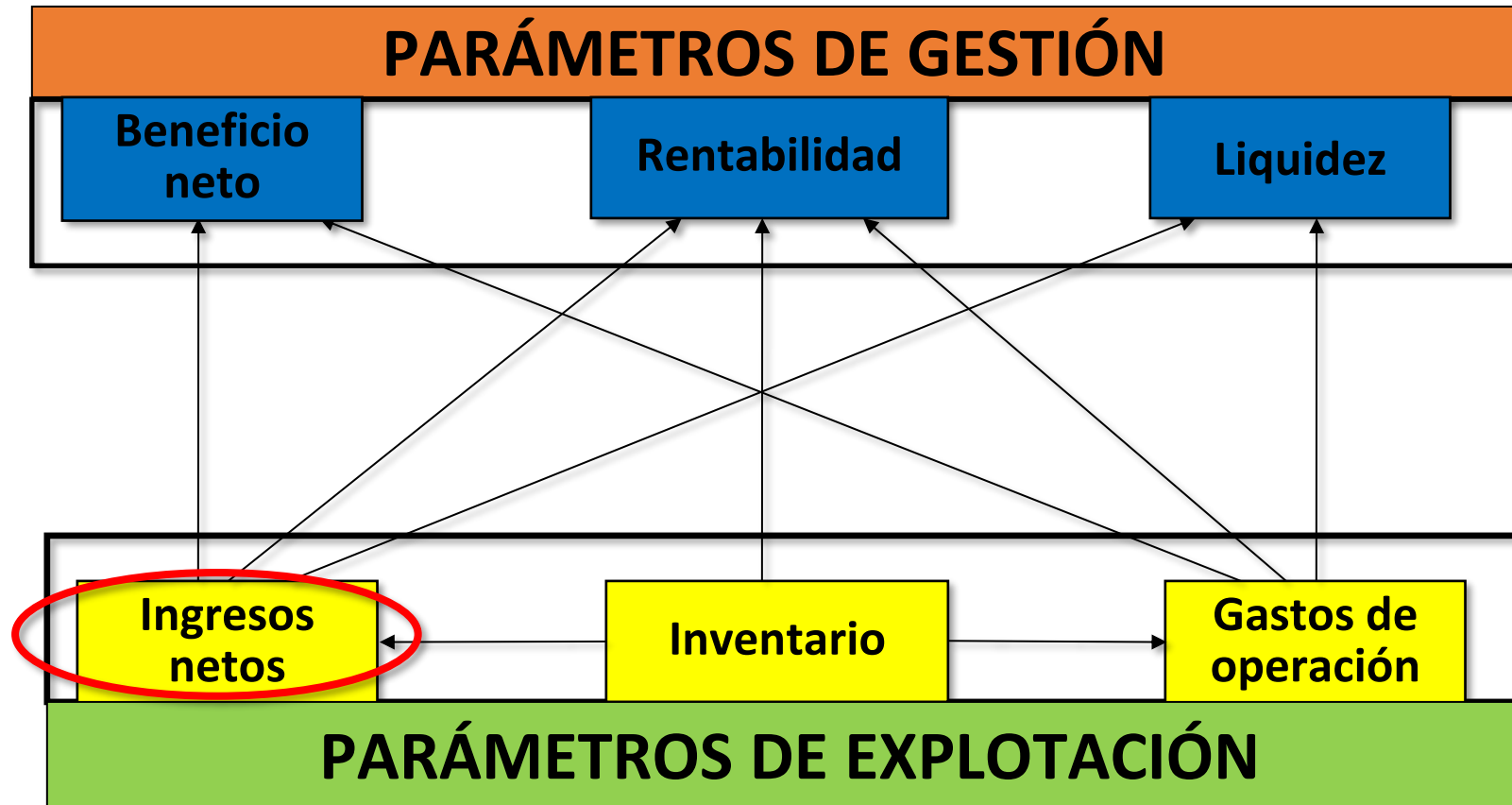
LA META

- En una organización con ánimo de lucro la ...
 - ↳ **META es: ganar dinero ahora y luego**
 - ↳ **Es PRODUCTIVO todo lo que contribuye a esa META**
- Ejemplo: aumentar el rendimiento de un centro de trabajo (CT) para fabricar ahora más producto que no es vendible ahora, no será “productivo”.

8.2. TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES

8.2.1. LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES (TOC)

LA META



LA META

- Para medir el acercamiento a esa meta la Teoría de las restricciones (*Theory of Constraints*, TOC) propone **tres parámetros de gestión**:
 - ✓ **Beneficio neto**: mide el dinero ganado en un período.
 - ✓ **Rentabilidad**: mide la productividad del dinero.
 - ✓ **Liquidez**: mide la conversión de productos en dinero.
- Para el proceso de explotación propone otros **tres parámetros de explotación**:
 - ✓ **Ingresos netos**: dinero que entra en el sistema. De las ventas y otros.
 - ✓ **Inventario**: dinero retenido en el sistema. Dinero invertido en adquirir bienes.
 - ✓ **Gastos de operación**: dinero que sale del sistema. Dinero empleado en convertir el inventario en ingresos.

PRINCIPIOS DE LA TOC

- La Teoría de las restricciones parte de dos características de las organizaciones:
 - ✓ **Estructura jerárquica piramidal.**
Cada nivel jerárquico (intermedio) procura optimizar su parcela de poder, que en ocasiones no coincide con el óptimo general.
 - ✓ **Configuración como una sucesión de acciones en cadena.**
El rendimiento de cualquier cadena está determinado por el eslabón más débil (limitación o restricción) .

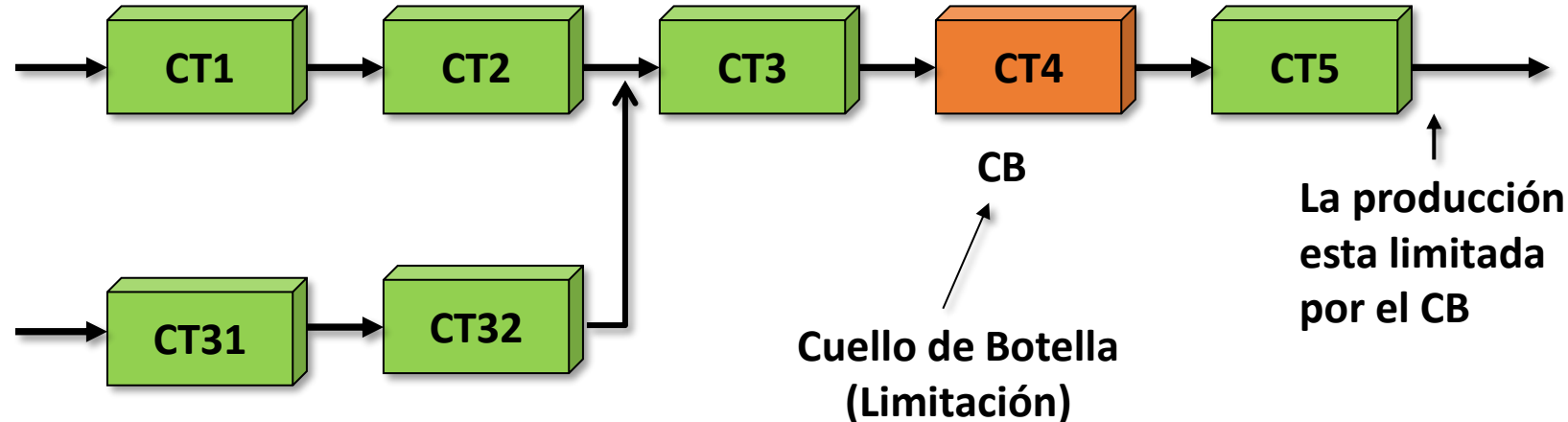
El objetivo primordial debe perseguir que ninguna decisión a nivel local se convierta en una limitación global del sistema.

8.2. TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES

8.2.1. LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES (TOC)

PRINCIPIOS DE LA TOC

- Todo proceso operativo se compone de una sucesión de acciones en cadena representadas por CT (centros de trabajo). El eslabón que limita la producción de la cadena es el “cuello de botella”.



PROCESO DE MEJORA CONTINUA SEGÚN LA TOC

- El proceso de mejora continua según la TOC requiere:
 - 1. Identificar las restricciones del sistema.**
Localizar cuellos de botella.
 - 2. Decidir como explotar las restricciones.**
Sacar el máximo rendimiento del recurso limitante.
 - 3. Subordinar todo a las decisiones adoptadas** en el punto anterior hasta superar la restricción.
El recurso limitado, aunque sea una parte pequeña del proceso, condicionará a los demás. La velocidad del CT más lento marcará la velocidad de la cadena.
 - 4. Elevar la restricción.**
Una vez explotada una limitación puede aparecer una nueva limitación a un nivel limitante más alto (menos restrictivo).

PROCESO DE MEJORA CONTINUA SEGÚN LA TOC

5. Cuando se ha resuelto una limitación en los pasos anteriores hay que volver al primer paso.

Puesto que todo giraba alrededor del recurso limitante una vez superado este, todos los condicionantes creados por él deben revisarse para evitar que se conviertan en una limitación en sí mismos. Si aparece una nueva restricción esta originará sus propios condicionantes nuevos.

El seguimiento de este proceso unido a la participación de todos los miembros de la organización en el mismo conduce a la mejora continua.

TEMA 8

LEAN MANAGEMENT

Y

TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES



8.1. *LEAN MANAGEMENT*

8.1.1. ORIGEN, CONCEPTO Y PRINCIPIOS

8.1.2. HERRAMIENTAS Y PRÁCTICAS DE GESTIÓN

8.1.3. PAPEL DE LOS RECURSOS HUMANOS

8.1.4. PAPEL DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

8.2. TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES

8.2.1. LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES (TOC)

8.2.2. TOC APLICADA A LA GESTIÓN DEL SUSBSISTEMA DE OPERACIONES: OPT



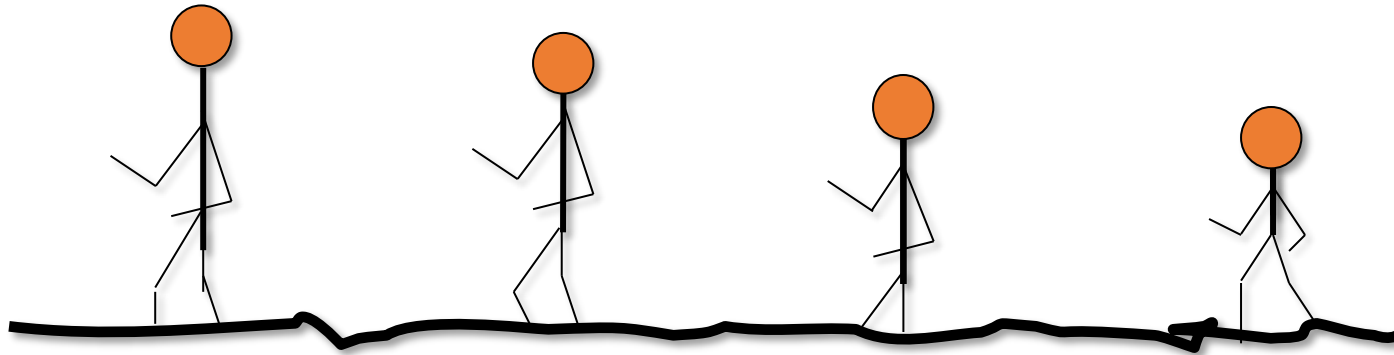
- ✓ Dirección de la Producción y Operaciones. Decisiones operativas. (Arias Aranda, D. y Minguela Rata, B.) Cap. 7.
- ✓ Principios de Administración de Operaciones (7ª Ed.). (Heizer, J. y Render, B.) Cap. 16.
- ✓ Dirección de Operaciones. Aspectos tácticos y operativos. (Domínguez Machuca, J.A. y otros) Caps. 6,7 y 8.

PRINCIPIOS DE LA OPT

- La TOC referida al sistema de operaciones se convierte en la Tecnología de producción optimizada (*Optimum Production Technology*, OPT).
- Sus **principios básicos**, que concuerdan con los del apartado anterior, son los siguientes:
 - 1º. No se debe equilibrar la capacidad productiva, sino el flujo de producción.**

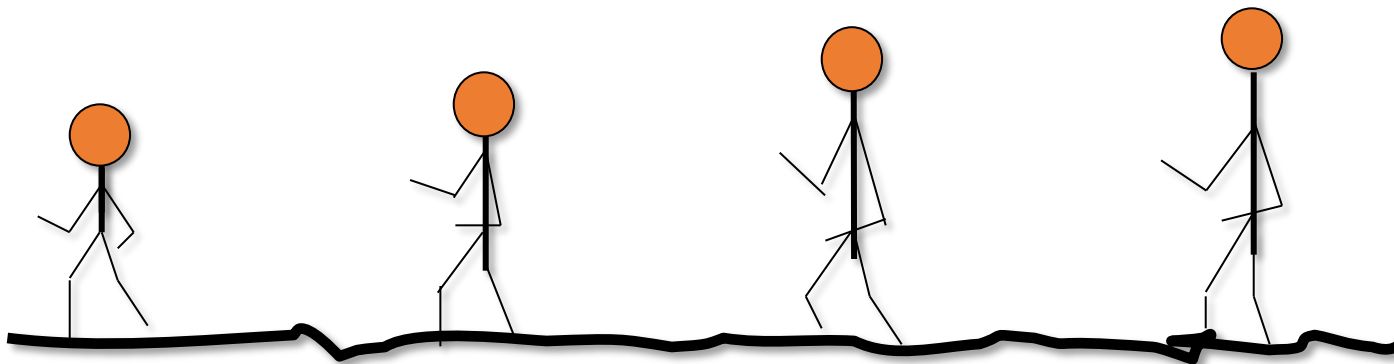
El cuello de botella (CB) marca la capacidad de la línea de producción; los recursos no cuello de botella (NCB) deben seguir el ritmo de aquel. Así se evitarán *stocks* innecesarios. Posteriormente se intentará mejorar el CB.
Ejemplo: Marcha de *boy-scouts*.

PRINCIPIOS DE LA OPT



Orden
clásico

Marcha de *boy-scouts* clásica. El más rápido va en cabeza a su ritmo. Algunos no le siguen. Al final, debe parar para esperarlos.



Orden según
OPT

Marcha de *boy-scouts* según OPT. El más lento va en cabeza y marca el ritmo. Los demás le siguen sin problemas.

PRINCIPIOS DE LA OPT

2º. La utilización de un recurso NCB no viene limitada por su propia capacidad sino por otra limitación del sistema (un CB).

Obviamente el ritmo de producción final y por tanto de la facturación lo marca el CB; en consecuencia, si no deseamos incurrir en gastos de *stock*, el NCB debe ajustar su ritmo.

3º. La utilización y la activación de un recurso no son la misma cosa.

Utilizar un recurso es usarlo con el fin de acercarse a la meta.

Activar un recurso es ponerlo en marcha sin utilidad.

Activar un CT NCB no tiene sentido, no aumentará las ventas.

PRINCIPIOS DE LA OPT

4º. Una hora perdida en un cuello de botella es una hora perdida en todo el sistema.

Este CB limita a todos los demás.

5º. Una hora ganada en un no cuello de botella es un espejismo.

Al final el NCB deberá esperar al CB si no queremos inventarios.

6º. Los cuellos de botella rigen tanto el inventario como la facturación del sistema.

Los CT NCB anteriores a un CT CB, si mantienen su ritmo de producción crearán *stocks* antes del CB.

Los CT NCB posteriores a un CT CB deberán almacenar otros componentes hasta que el CT CB suministre los suyos.

PRINCIPIOS DE LA OPT

7º. El lote de transferencia no tiene por que ser igual al lote en proceso.

Lote de proceso es el conjunto de ítems procesados en un CT entre dos cambios de producción.

Lote de transferencia es la cantidad de ítems que se transportan conjuntamente desde un CT hasta otro CT.

Este último puede ser mas pequeño, de esta forma el CT siguiente puede empezar a procesar ese ítem antes de que el precedente haya terminado el lote de proceso. Así se acorta el tiempo total de procesado.

PRINCIPIOS DE LA OPT

8º. El lote de proceso puede ser variable a lo largo de su ruta y también en el tiempo.

Según el punto anterior podría ocurrir que un CT NCB tenga capacidad para procesar más de un lote mientras el CT CB procesa uno solo. Podríamos pues explotar al máximo el CT CB con un lote grande mientras que los CT NCB hacen lotes mas cortos y se cambian para producir otro lote de otro ítem diferente.

Es decir, se puede acortar, dividir y solapar los lotes haciendo la línea mas dinámica. Incluso los CB pueden ser flotantes con lo cual los lotes deberán variar con el tiempo.

PRINCIPIOS DE LA OPT

9º. Las prioridades solo se pueden fijar teniendo en cuenta a la vez todas las restricciones del sistema.

El tiempo de fabricación es un derivado del programa.

A veces se producen retrasos en un pedido y se interrumpe el proceso de otro pedido para recuperar el atrasado sin tener en cuenta los CB, lo cual puede originar un retraso global más grave que el primero.

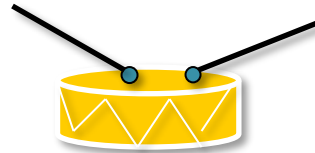
El control de los recursos CB es el más importante, de ellos depende la facturación y los inventarios y por ello:

- Mantenimiento dará prioridad a CT CB.
- Calidad controlará especialmente estos centros.
- Las mejoras deben dirigirse a estos CT CB o bien a otros CT NCB que pueden ayudar estos.

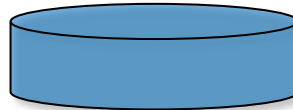
LA SOLUCIÓN DBR: EL TAMBOR, EL COLCHÓN, Y LA CUERDA

- Para conseguir aumentar los ingresos a la vez que disminuyen los inventarios y los gastos de operación, OPT propone un sistema de programación y control conocido como **DBR**.

Drum = Tambor



Buffer = Colchón



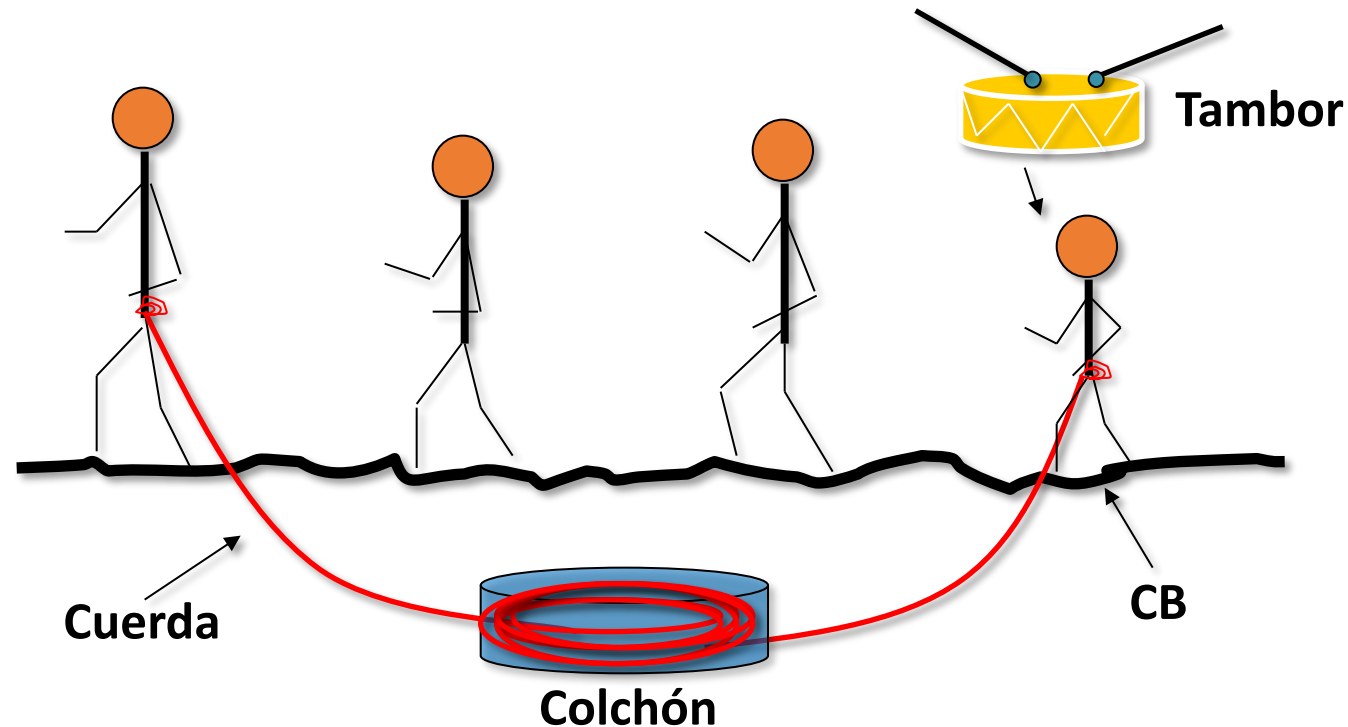
Rope = Cuerda



LA SOLUCIÓN DBR: EL TAMBOR, EL COLCHÓN, Y LA CUERDA

❖ El Tambor.

- Utilizando el símil de los *boy-scouts* para mantener el ritmo uniforme basta reordenar la cadena. Pero en una planta industrial esto no es factible, por ello se propone un **tambor** que marca el ritmo de trabajo; este estará ajustado al CT CB.
- El tambor **equivale a la Planificación y control de materiales (MRP)**.



LA SOLUCIÓN DBR: EL TAMBOR, EL COLCHÓN, Y LA CUERDA

❖ La cuerda.

- A pesar del tambor cada CT (especialmente los precedentes al CT CB), está acostumbrado a trabajar a su propio ritmo y no concibe tiempos de inactividad, por tanto, si no siguen el ritmo del tambor fabricarán para *stock*.
- Para evitarlo se propone **la cuerda**. Esta atará al primero de la línea con el más lento, con el cuello de botella de la línea. En términos productivos equivale a **controlar y limitar la entrada de materiales en el primer CT de la línea a la cantidad que puede ser procesada por el CT CB**. Así, ningún CT podrá procesar más cantidad que la entrada en la línea, equivalente a lo que puede procesar el CT CB.

LA SOLUCIÓN DBR: EL TAMBOR, EL COLCHÓN, Y LA CUERDA

❖ El colchón.

- A pesar de todo pueden aparecer problemas aleatorios en cualquier CT.
- Si el retraso se produce en un CT NCB posterior al CT CB, se producirán inventarios delante de este; estos inventarios podrían ser eliminados una vez que el CT supere su problema y utilice su capacidad de reserva.
- Si el CT con retraso es anterior al CT CB, el tiempo perdido no se podría recuperar.
- Para solventar este problema se propone **el colchón**. Esto equivale a un **colchón de tiempo en que debe aumentarse el tiempo de suministro de un pedido**. El cálculo de este tiempo de seguridad no es fácil; su exceso produce *stocks* indeseados. Su defecto puede provocar retrasos de suministro. Hay que buscar el compromiso.

LA PROGRAMACIÓN CON DBR

a) Programación del cuello de botella.

- Lo primero que debe programarse es el CT CB de acuerdo a su propia capacidad y a la demanda a cubrir.
- Como los pedidos de los clientes se consideran limitaciones del sistema, debe crearse un colchón de tiempo denominado **colchón de envío**. Por tanto, habrá que adelantar la producción del pedido en el CB un tiempo antes, equivalente a ese colchón.
- La secuencia de pedidos será en función de su fecha de entrega. Pero puede ser otra si tenemos en cuenta la posibilidad de acortar, dividir y solapar lotes. A veces será interesante trabajar con grandes lotes de procesamiento (con objeto de perder el mínimo tiempo en preparaciones) y con lotes de transferencia pequeños (para disminuir al máximo el tiempo global de fabricación).

LA PROGRAMACIÓN CON DBR

b) Programación de los CT NCB que siguen al CB.

- Cada uno de estos centros deberá empezar a trabajar cuando disponga de los ítems procesados por el CB.
- En el caso de que en el paso anterior se haya cambiado el orden o tamaño de los lotes, aquí podría rehacerse el orden o los lotes.

c) Programación de los CT NCB anteriores al CB.

- Su programación estará supeditada a las necesidades del programa del CB. Deberá establecerse el correspondiente colchón de seguridad para amortiguar cualquier problema que pueda afectar al CB. Deberá empezar un tiempo antes que absorba eventuales paradas que puedan retrasar la entrega de los ítems al CB.

LA PROGRAMACIÓN CON DBR

- e) **Programación de CT no conectados con el CB, pero sus ítems confluyen y se ensamblan con los de este.**
- El centro de confluencia que ensambla ítems de ambas procedencias está supeditado a la llegada de ítems procesados por el CB, por tanto, los centros NCB precedentes también lo estarán. Igualmente, con el fin de proteger el punto de confluencia deberá establecerse un colchón de tiempo, denominado **colchón de ensamblaje**, en el inicio de estos CT.

LA PROGRAMACIÓN CON DBR

