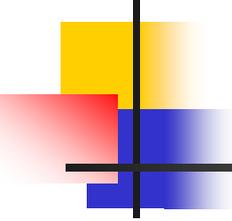




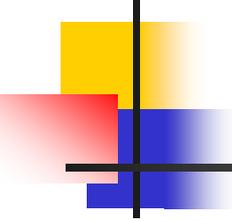
Gestión de Operaciones

Capítulo 13: Manufactura Justo a Tiempo



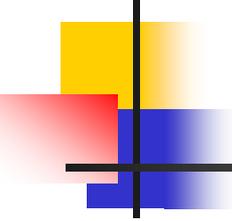
Introducción

- Filosofía:
 - Busca eliminar todas las fuentes de desperdicio, cualquier cosa que no agregue valor en las actividades de producción.
 - Ejemplos:
 - Transporte.
 - Inventario.
 - Productos fallados.
 - Parte en Toyota.



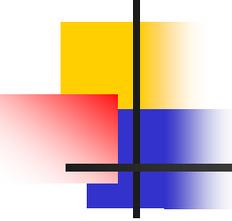
Introducción

- Características:
 - Muy ligada a Calidad Total.
 - Implica mucha flexibilidad y disciplina:
 - La pequeña producción diaria de cada parte y producto final requiere de producción flexible (FMS).
 - Trabaja con un programa maestro estable en el tiempo.
 - Se planea en conjunto con los proveedores (cooperación):
 - Entregas hasta 4 veces al día.
 - El inventario óptimo es la unidad.



Introducción

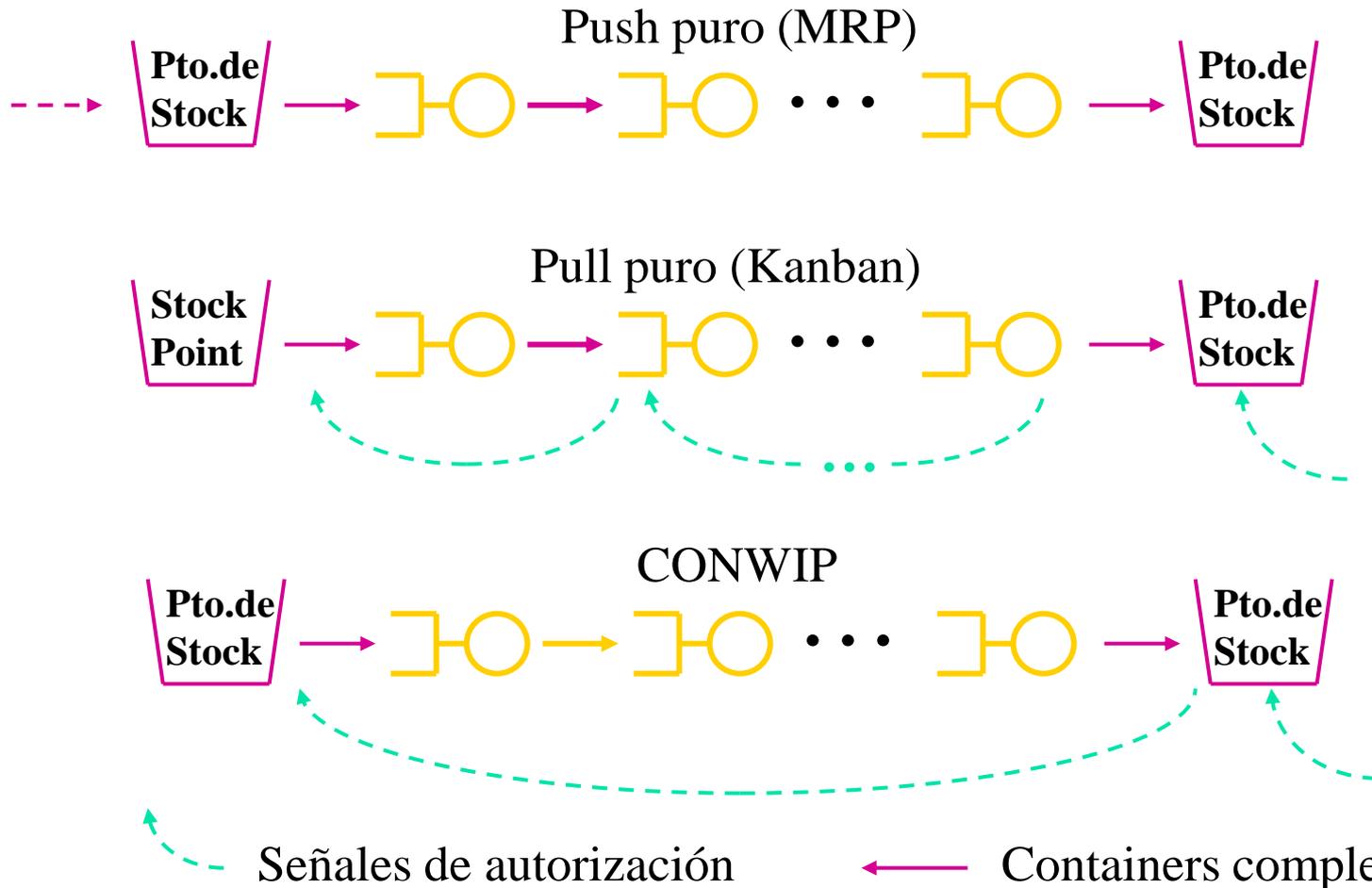
- Consecuencias:
 - Cambios en la distribución de las plantas.
 - Menores espacios.
 - Inventarios bajos.
 - Alta calidad.

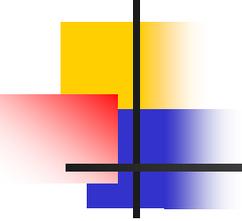


Funcionamiento

- Sólo se produce la cuota diaria:
 - Si se cumple antes de las 8 horas se para.
 - Si no se cumple se utiliza sobretiempo.
- Utilización del sistema Kanban (tarjetas):
 - Método de autorización de producción y movimiento de material.
 - Su propósito es indicar cuando se deben fabricar partes adicionales.

Esquemas Push y Pull





Conocimientos de Lean Manufacturing

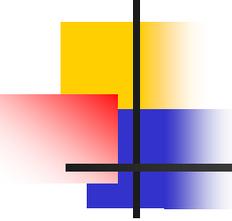
Principios clave de JIT / Lean Manufacturing / Flujo

De una fuente en teoría de lean manufacturing:

Womack, J.P. and D.T. Jones, Lean Thinking, 1996.

Principios clave incluyen:

1. Eliminar *muda* (desperdicio)
2. Implementar Flujo
3. Implementar Pull (kanban)



Principio JIT/Lean #1: Eliminar Muda

- Un meta-principio en Lean Manufacturing

desperdicio o...

muda !!!!

- Cuidado con olvidar desperdicio por concepto de largos lead times!!

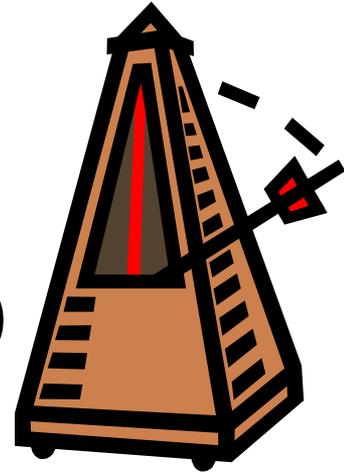
Principio JIT/Lean #2: Implementar Flujo

Implementar "Flujo" requiere:

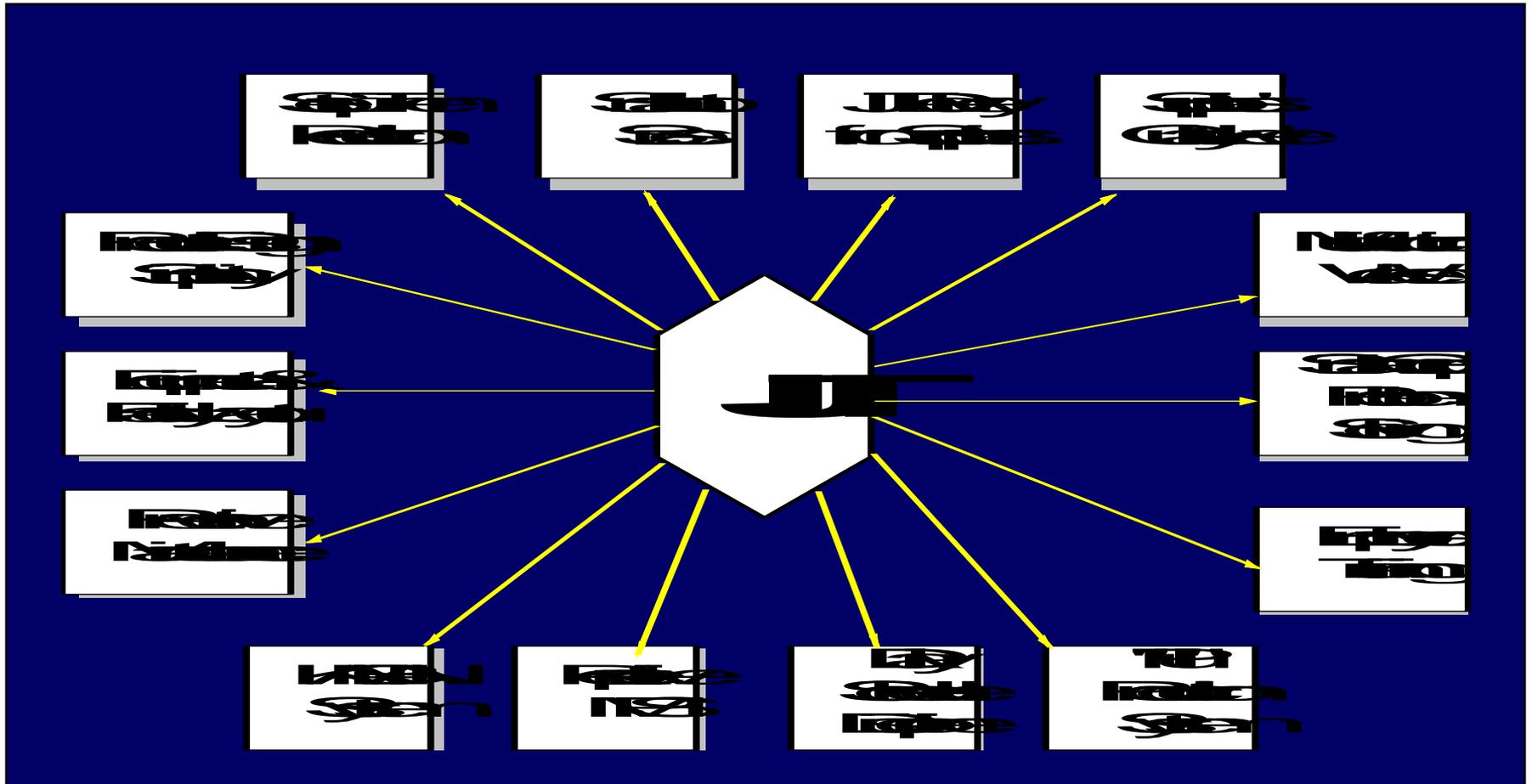
2.1 Definir el *takt* time

2.2 *Heijunka* (Programación Nivelada)

2.3 Límites Flexibles (para tratar con proveedores)

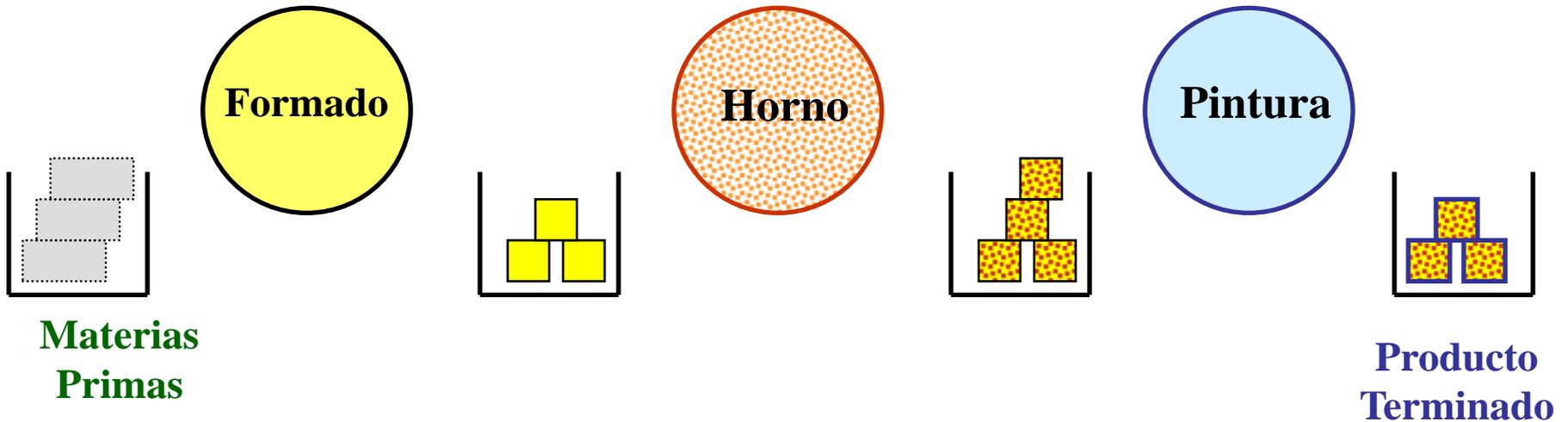


Principio JIT/Lean #3: Implementar JIT



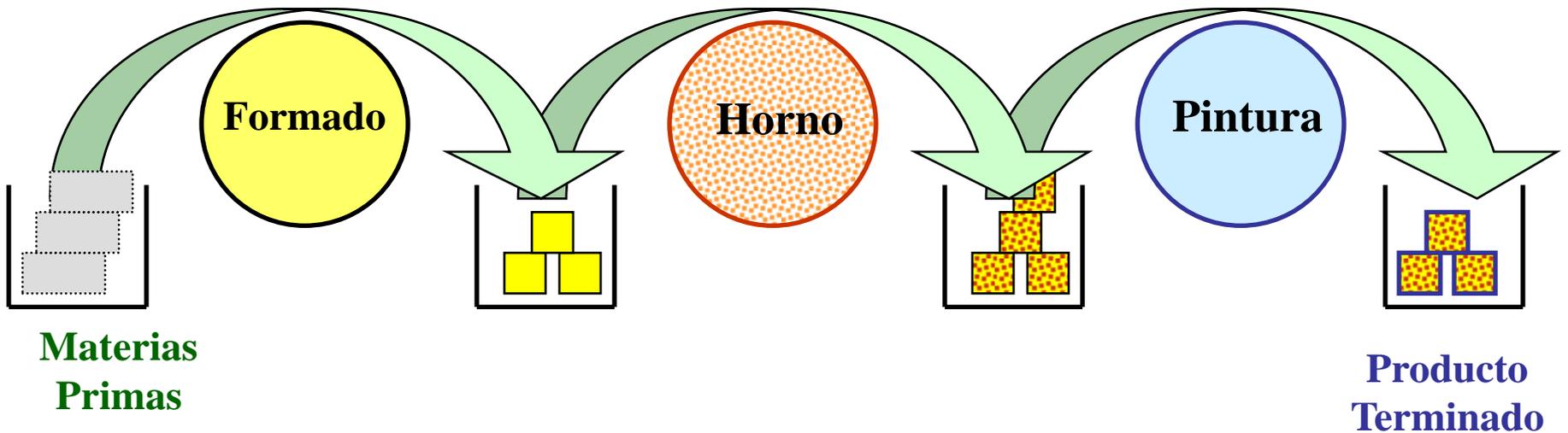
Implementando Pull (Kanban)

Veamos un ejemplo:



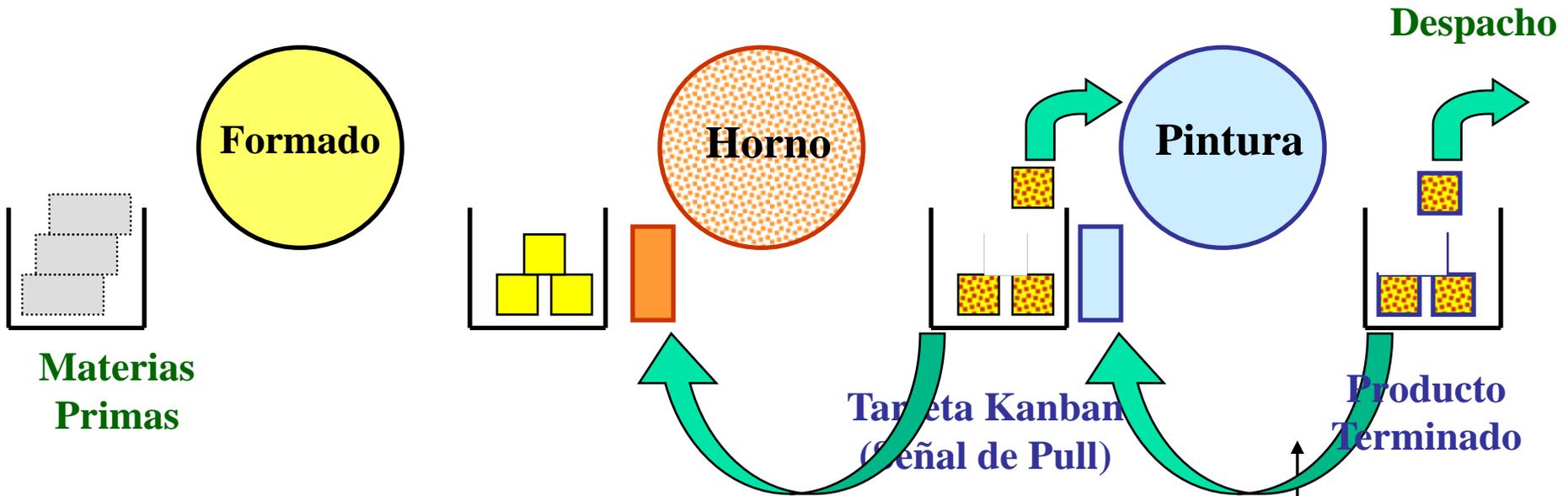
Implementando Pull (Kanban)

Flujo de materiales:



Implementando Pull (Kanban)

Señales de operación de Pull:



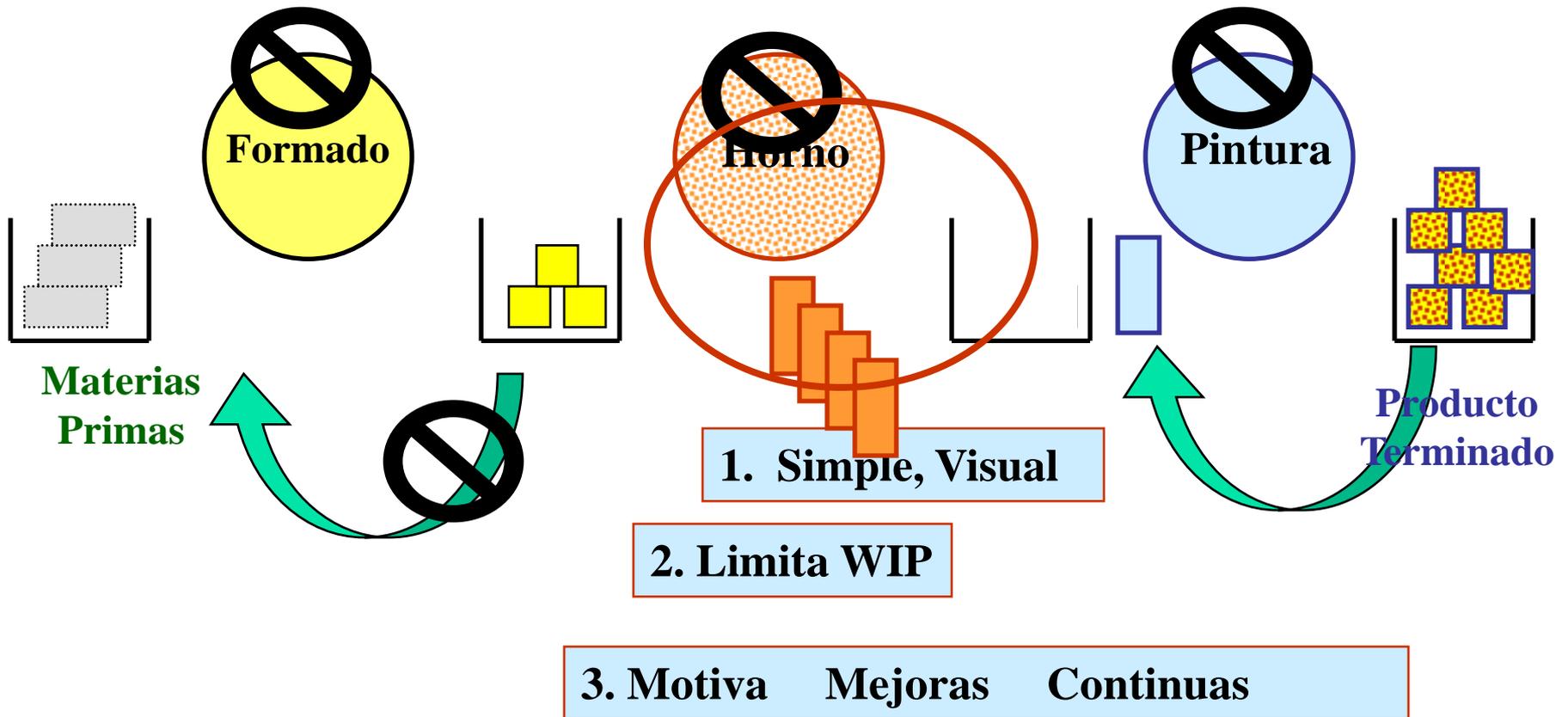
**Pull es un sistema de reposición:
“Uso uno, necesito otro”**

**Pedido de
Cliente**

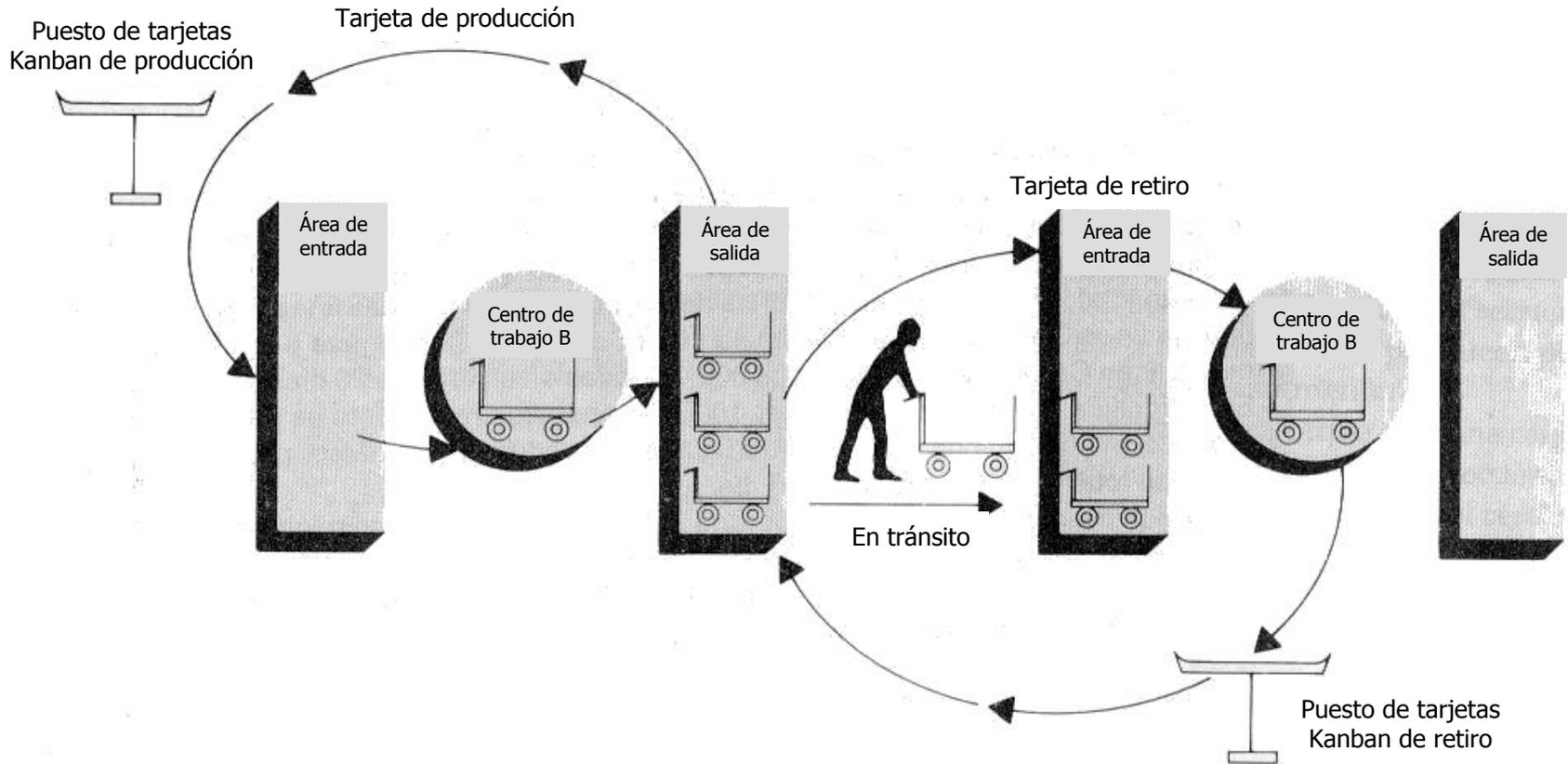


Implementando Pull (Kanban)

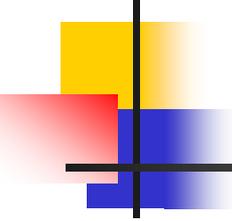
Ventajas de Pull sobre Push (MRP):



Funcionamiento

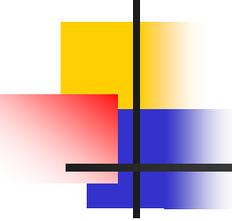


Sistema Kanban



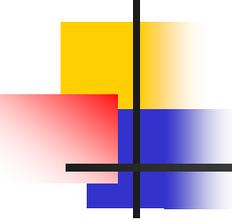
Funcionamiento

- Ejemplo:
 - Suponga que existen 8 recipientes entre los centros de trabajo A y B (A provee a B) y que en cada recipiente caben exactamente 20 partes.
 - El inventario máximo que puede existir entre estos dos centros de trabajo es 160 unidades ($8 \cdot 20$) dado que la producción en el centro de trabajo A se detendrá cuando todos los recipientes estén llenos.



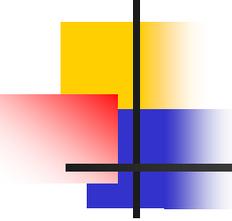
Funcionamiento

- En la figura los 8 recipientes están distribuidos de la siguiente manera:
 - 3 recipientes se encuentran en el centro de trabajo A, los cuales a la salida se llenan con partes.
 - 1 recipiente siendo llenado en el centro de trabajo A por la máquina.
 - 1 recipiente lleno se mueve de A a B.
 - 2 recipientes llenos se sitúan en el área de entrada del centro de trabajo B.
 - 1 recipiente está siendo utilizado por el centro B.



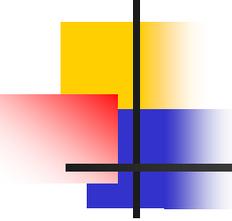
Funcionamiento

- Para controlar el movimiento de los recipientes se utilizan dos tipos de tarjetas Kanban:
 - Tarjetas de producción.
 - Tarjetas de retiro.
- Las tarjetas pueden ser de papel, plástico o metal, y toman el lugar de los documentos de trabajo que se utilizan en la manufactura repetitiva tradicional.
- Su forma de utilización es la siguiente:



Funcionamiento

- Cuando un recipiente se vacía en B (área de salida), el recipiente vacío y las tarjetas de retiro van al centro A.
- En A, la tarjeta de producción de un recipiente lleno se quita y se sustituye por la tarjeta de retiro.
- La tarjeta de producción es colocada en el punto de recepción del centro A, autorizando la producción de otro recipiente.
- El recipiente vacío se deja en el centro A.
- El recipiente lleno de partes y su tarjeta de retiro van al centro B y se colocan en el área de entrada.
- Cuando este recipiente es utilizado se lleva, junto a su tarjeta de retiro, de regreso al centro A, y el ciclo se repite.



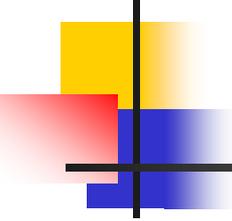
Indicadores

- Notación:

- n : número total de recipientes.
- D : tasa de demanda.
- C : tamaño del recipiente.
- T : tiempo que toma al recipiente completar una vuelta.

- Fórmulas:

$$n = \frac{DT}{C}$$



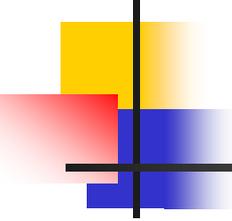
Indicadores

$$\textit{Inventario Máximo} = nC = DT$$

- Ejemplo:

- $D = 2$ partes por minuto.
- $C = 25$ unidades.
- $T = 100$ minutos.

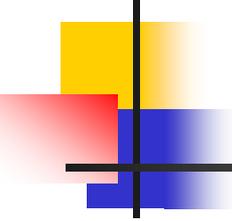
$$n = \frac{2 \cdot 100}{25} = 8 \text{ recipientes.}$$



Indicadores

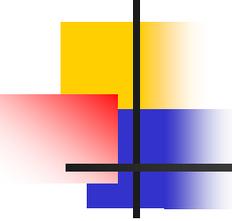
Inventario Máximo = $8 \cdot 25 = 200$ unidades.

- Para reducir el inventario hay que reducir T:
 - Disminuyendo tiempos de preparación.
 - Disminuyendo tiempos de acarreo.
 - Ejemplo: General Motors.
 - Reducción de los tiempos de cambio de dados en las prensas de 6 horas a 18 minutos.
 - Reducción de inventario de 1 millón a 100 mil dólares.



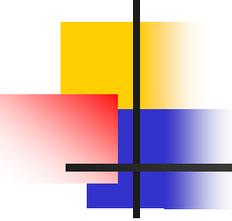
Indicadores

- Muchas empresas disminuyen los tiempos de preparación en dos fases:
 - Dividiendo las preparaciones en externas e internas, dependiendo de si requieren parar la máquina o no.
 - Maximizando las preparaciones externas.



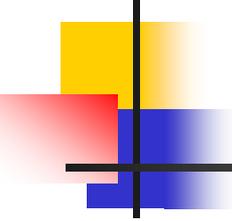
Consecuencias

- JIT causa cambios en:
 - Distribución de la planta y equipos:
 - Elimina bodegas de almacenamiento.
 - Línea de producción fluida, rápida y flexible.
 - Inventarios pequeños en cada máquina.
 - Trabajadores:
 - Múltiples funciones.
 - Operación de varias máquinas.
 - Hacen ajustes.



Consecuencias

- Proveedores:
 - Relación de largo plazo.
 - Integración al sistema.
 - Apoyo mutuo.
 - Reducción del papeleo.

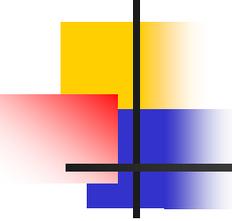


JIT vs MRP

Filosofía JIT

Sistemas MRP

Inventario	Un pasivo. Se debe realizar cada esfuerzo para eliminarlo.	Un activo. Protege contra errores de pronóstico. Es necesaria cierta reserva de seguridad para cubrir incertidumbres.
Tamaños de lote	Únicamente necesidades inmediatas. Es deseable una cantidad mínima de reposición para ambas partes, fabricadas y compradas.	Necesarios para la programación. Selecciona un tamaño de lote para balancear los costos de preparación contra los costos de inventario como un principio general. El tamaño de lote no debe ser demasiado grande ni demasiado pequeño.
Preparaciones	Hacerlas insignificantes. Esto requiere que cada cambio extremadamente rápido minimice el impacto sobre la producción o la disponibilidad de máquinas extra ya preparadas. El cambio rápido permite tamaños de lote pequeños para ser prácticos y permitir que se fabrique frecuentemente una amplia variedad de partes.	Baja prioridad. La salida máxima es el objeto usual. Raramente hace una consideración similar y el esfuerzo se dirige a lograr un cambio rápido.



JIT vs MRP

Filosofía JIT

Sistemas MRP

Proveedores

Cotrabajadores. Son parte del grupo. Se esperan diariamente entregas múltiples para todos los artículos activos. El proveedor toma cuidado de las necesidades del cliente y el cliente trata al proveedor como una extensión de su fábrica.

Adversarios. La regla son las fuentes múltiples, y es común ponerlos a luchar unos con otros.

Calidad

Cero defectos. Si la calidad no es al 100 por ciento, la producción es riesgosa.

Tolera cierto desperdicio. Generalmente se descubre lo que ha sido el desperdicio real y se desarrollan fórmulas para predecirlo.

Mantenimiento de equipo

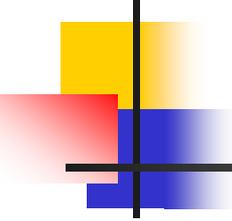
Constante y efectivo. Las descomposturas de la maquinaria deben ser mínimas.

Conforme se requiera. Pero no es crítico porque se tienen filas de productos disponibles.

Tiempos de espera

Mantenerlos cortos. Esto simplifica el trabajo de mercadotecnia, compras y manufactura conforme se reduce la necesidad de expeditación.

Entre más largo mejor. La mayoría de los supervisores y agentes de compras quieren más tiempo de espera, no menos.

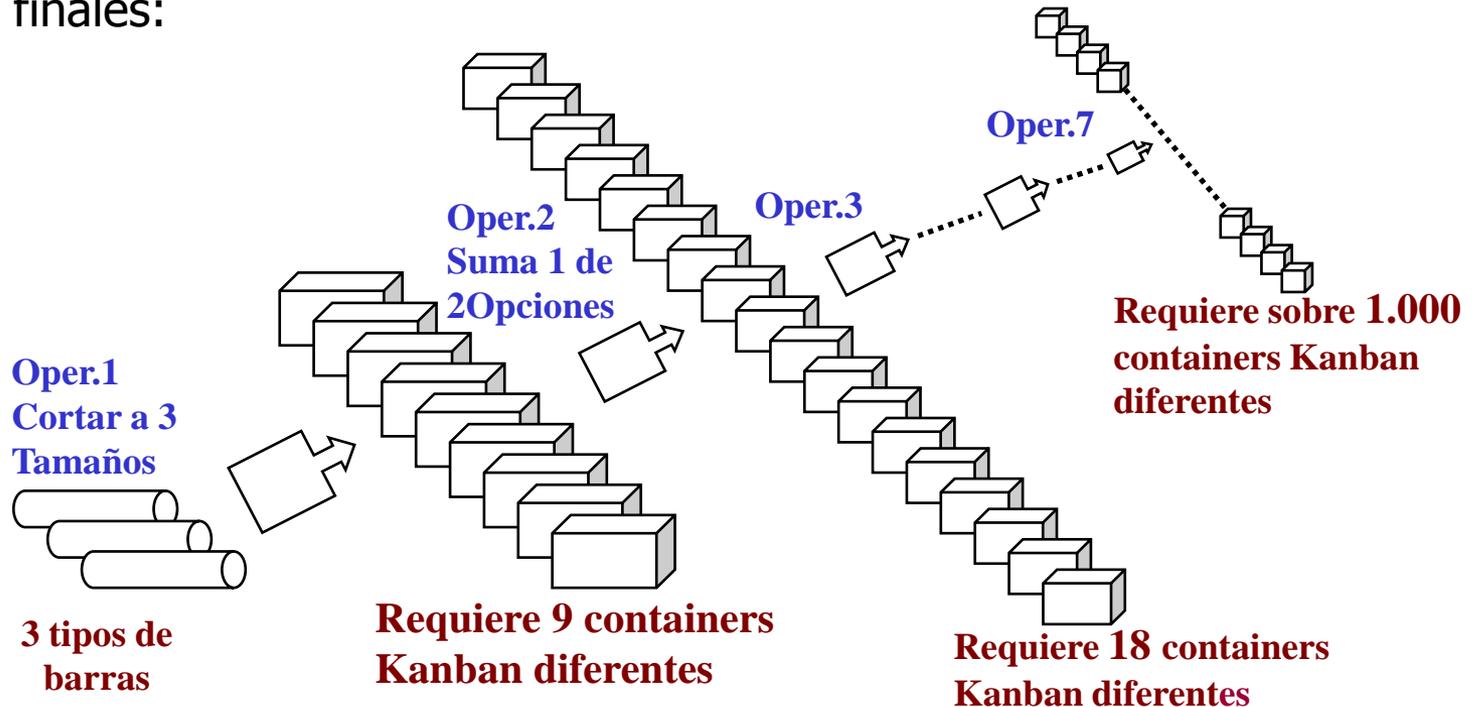


JIT vs MRP

- Para tener en consideración:
 - JIT es mejor para producción repetitiva.
 - MRP es mejor para producción variable.
 - Se pueden combinar ambos sistemas para el caso semi-repetitivo:
 - MRP para planear materiales.
 - JIT para el control de piso del taller.
 - En general JIT es muy difícil de implementar (como acrobacia sin red).

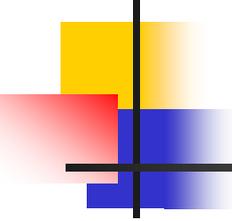
Proliferación Posible de WIP en un Sistema Pull

- Para una empresa que tiene un gran número de productos finales:



- Y qué pasa con las empresas que fabrican productos diseñados a la medida y en lotes pequeños (o uno de cada tipo)...?

El sistema Pull falla al primer paso!



Requerimientos

- Compromiso de la alta gerencia.
- Colaboración de la fuerza de trabajo.
- Manufactura flexible.
- Producción nivelada.
- Extender el sistema a los proveedores.