

# Pensamiento Lean II



# Hacer que el valor *fluya*

Valor

Mapa de valor

**Flujo**

*Pull*

Perfección

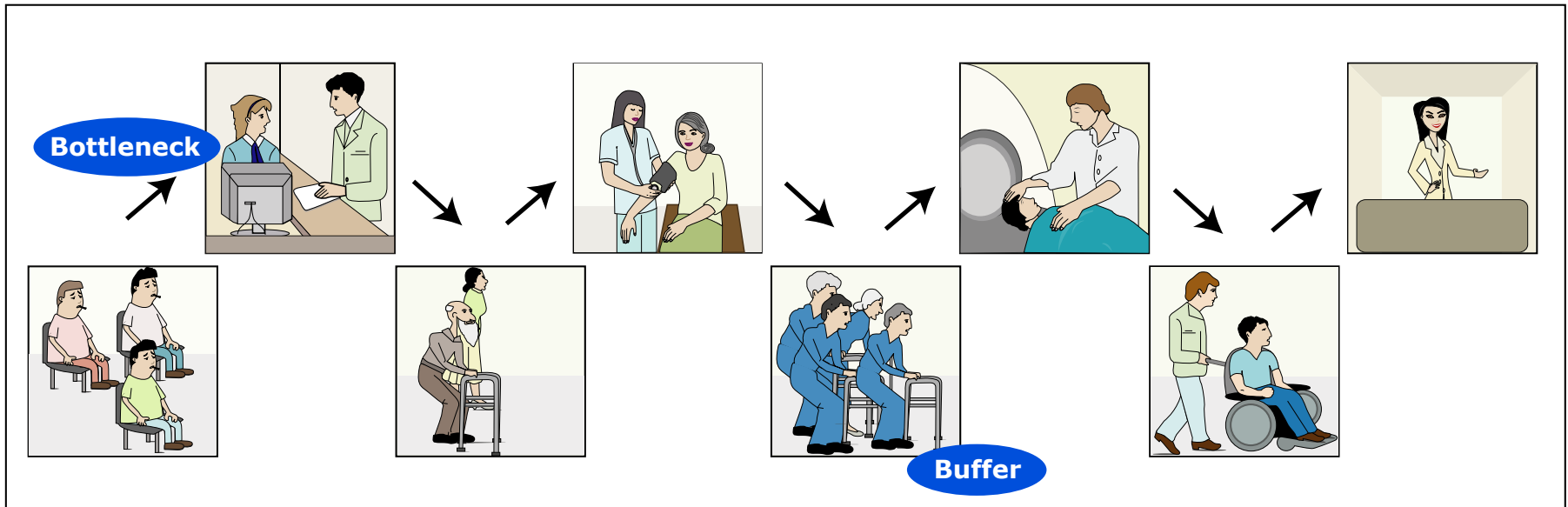


Imagen de MIT OpenCourseWare.

## Creación de flujo:

- Focalizarse en lo que fluye por el proceso
- No se debe limitar a las fronteras organizacionales
- Eliminar los cuellos de botella, minimizar los buffer (reservas)

# Medir el tiempo

Valor    Mapa de valor    **Flujo**    *Pull*    Perfección

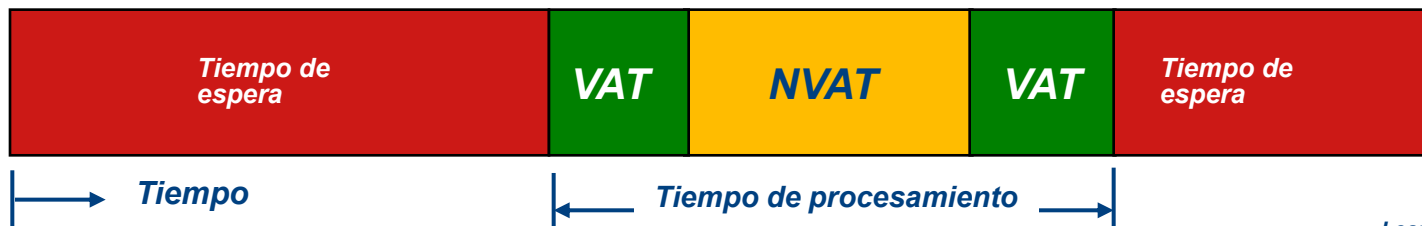
---

- **El tiempo es una métrica esencial para mejorar el flujo**
- **Hay varias formas de medir el tiempo**
  - **Tiempo de espera**
  - **Tiempo de procesamiento**
  - **Tiempo de ciclo**
  - **Demanda de cliente o plazo de entrega**
- **La clave es comprender la definición local de cómo se mide el tiempo**

# Tiempo de espera y de procesamiento

Valor    Flujo de valor    **Flujo**    *Pull*    Perfección

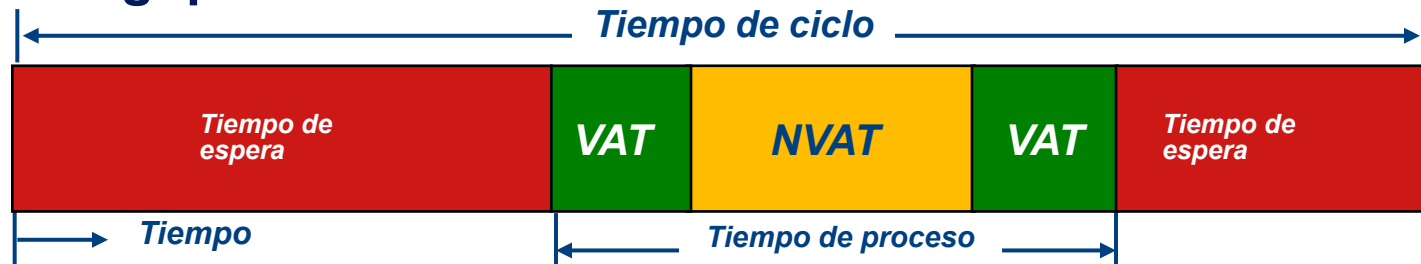
- **Tiempo de espera (WT)**
  - El tiempo que el trabajo en proceso (WIP) está detenido – en colas, reservas o almacenamiento
  - Otros nombres: tiempo en cola, tiempo de retraso
- **Tiempo de procesamiento**
  - El tiempo en que las actividades se realizan sobre el trabajo en proceso (WIP)
  - El tiempo de procesamiento puede consistir en actividades de tiempo con valor agregado (VAT) y sin valor agregado (NVAT)
  - Otros nombres: Tiempo de contacto (TT), tiempo en proceso (IPT), tiempo de respuesta (RT)



# Tiempo de ciclo

Valor    Flujo de valor    **Flujo**    *Pull*    Perfección

- El tiempo requerido para ejecutar las actividades de un proceso
- Se puede medir por:
  - Una sola tarea o actividad
  - Un grupo de tareas o actividades
  - Un solo proceso
  - Un grupo de procesos, por ejemplo, desde el pedido de cliente hasta la entrega al cliente
- El tiempo de ciclo incluye el tiempo de procesamiento y el tiempo de espera
- Otros nombres: lead time o tiempo de pedido, tiempo de throughput



# Tiempos del carro de hot dogs



*Sasha*

*Andy*

- **Calcular el tiempo en segundos para los 11 pasos del proceso y el tiempo total de ciclo**
  - **Convertir todo a tiempo por pedido**
  - **No olvidar los efectos del reproceso**
- **Sumar los tiempos para calcular un tiempo de ciclo promedio para que el cliente reciba un hot dog (pedido a entrega)**
- **Usar la planilla entregada**
  - **El tiempo total de ciclo lo debe informar al instructor**
  - **Registrar todos los tiempo en una papelógrafo para presentarlo al resto del curso si así se solicita**



# Permitir que los clientes hagan *pull* del valor



- Sistema *push* – cada actividad entrega su producto cuando está listo
  - Se traduce en acumulación de mucho inventario; los bienes defectuosos se acumulan
- Sistema *pull* – cada actividad entrega su producto en el momento que la siguiente actividad necesita su insumo
  - Gatillado por el cliente (externo e interno)
  - Se traduce en un flujo parejo sin lotes ni vacíos
  - Minimiza inventario y reproceso debido a defectos
- De manera inherente, hay muy poco desecho en un sistema *pull*
- Los sistemas *pull* son ágiles y con capacidad de respuesta ante las demandas del cliente



Valor Flujo de valor Flujo **Pull** Perfección

---

***Pull*** requiere flujo más un tiempo de ciclo predecible, mediante

- Tiempo takt
- Trabajo balanceado
- Trabajo estándar
- Flujo de una sola pieza
- Sistema kanban
- Entrega justo a tiempo de todos los materiales e información

**Creación de *Pull*:**

- Se inicia desde el cliente y retrocede en el sistema
- Si el tiempo de ciclo es  $< \text{ó} =$  al tiempo de expectativa del cliente, entonces se puede lograr *pull*
- Si el tiempo de ciclo es  $>$  el tiempo de expectativa del cliente, entonces se necesita inventario de reserva (¡o el tiempo de ciclo se debe reducir!)

# Sistema *pull*: Dell Computer

Valor    Flujo de valor    Flujo    **Pull**    Perfección

---

- Dell desarrolló la venta de sistemas altamente personalizados directo a sus clientes
- El pedido del cliente inicia el proceso pull
- Los pedidos se pueden despachar el mismo día
- Las asociaciones con los proveedores permiten una reposición muy rápida del inventario de Dell que es *propiedad del proveedor*
- Dell despacha 110.000 sistemas / día con costos de inventario muy bajos

*Los aspecto del sistema Dell se han transformado en una práctica estándar de muchos productos de consumo*

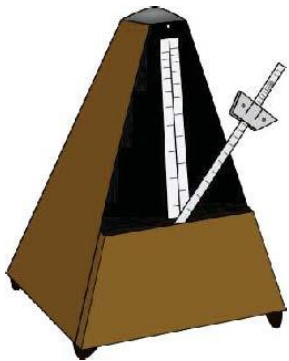
## Medida de la demanda del cliente

Valor Flujo de Valor Flujo **Pull** Perfección

### Takt Time es...

- Del término alemán “Taktzeit”
  - “takt” significa “ritmo” o “compás”
  - “zeit” significa “tiempo”
- Un número de referencia que entrega el ritmo del proceso

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tiempo Disponible}}{\text{Tasa de demanda del cliente en el tiempo disponible}}$$



### Ejemplo:

El tiempo disponible es 1 año o 235 días. Existen 40 órdenes para este año.

Cuál es el takt time?

$235/40 \sim 6$  días

# Takt Time Carro de Hot Dog



*Sasha*

*Andy*

- ¿Cuál es el takt time para S&A Hot dogs para
  - 50 clientes?
  - 75 clientes?
- Tiempo disponible es 4 horas (240 minutos)
  - 50 clientes – takt time es  $240 / 50 = 4.8$  min
  - 75 clientes – takt time es  $240 / 75 = 3.2$  min

# Ley de Little

- Para la mayoría de los sistemas, el promedio de trabajo en proceso (WIP), el tiempo de ciclo y el takt time satisfacen la *Ley de Little*

$$WIP = \frac{\text{Tiempo de Ciclo}}{\text{Takt Time}} = (\text{Tasa Entrega}) \times (\text{Tiempo de Ciclo})$$

- Por ejemplo, para un takt time específico, grandes cantidades de WIP implica un largo tiempo de ciclo ya que cada artículo está un tiempo considerable en inventario.

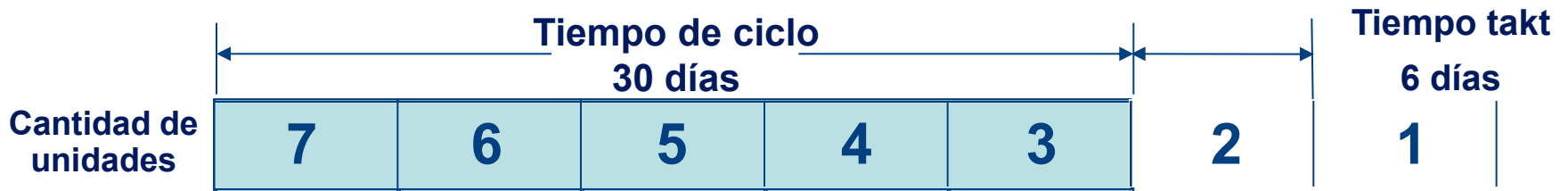
*Tiempo de Ciclo, WIP y takt time o tasa de entrega son independientes.*

# Trabajo distribuido



## Continuación del ejemplo de takt time...

Para cumplir con el *takt time*, un producto se debe entregar cada 6 días. Pero si demora 30 días construirlo, ¿cómo es posible hacerlo?



Dividir el proceso en 5 pasos  
**DISTRIBUIDOS** (balanceados) de 6 días  
 cada uno  
 Cada unidad se trabaja en cada paso

*Esta estrategia requiere que los pasos demoren el mismo tiempo*

# Trabajo estándar

Valor    Flujo de valor    Flujo    **Pull**    Perfección

---

- **Los mejores procesos actualmente conocidos, comprendido y utilizados (basado en la evidencia)**
- **Mañana puede ser mejor sobre la base del mejoramiento continuo**
- **El trabajo estándar es la clave para la replicabilidad y la innovación eficaz**

# Flujo de una sola pieza

Valor

Flujo de valor

Flujo

***Pull***

Perfección

## Flujo de una sola pieza

- Procesamiento de una unidad a la vez en todas las etapas hasta su término
- Solo una unidad en procesamiento en cualquiera de los pasos del proceso
- Bajos niveles de inventario
- Los defectos se encuentran en forma inmediata



Fotografías de Earl Murman

## Lote y cola

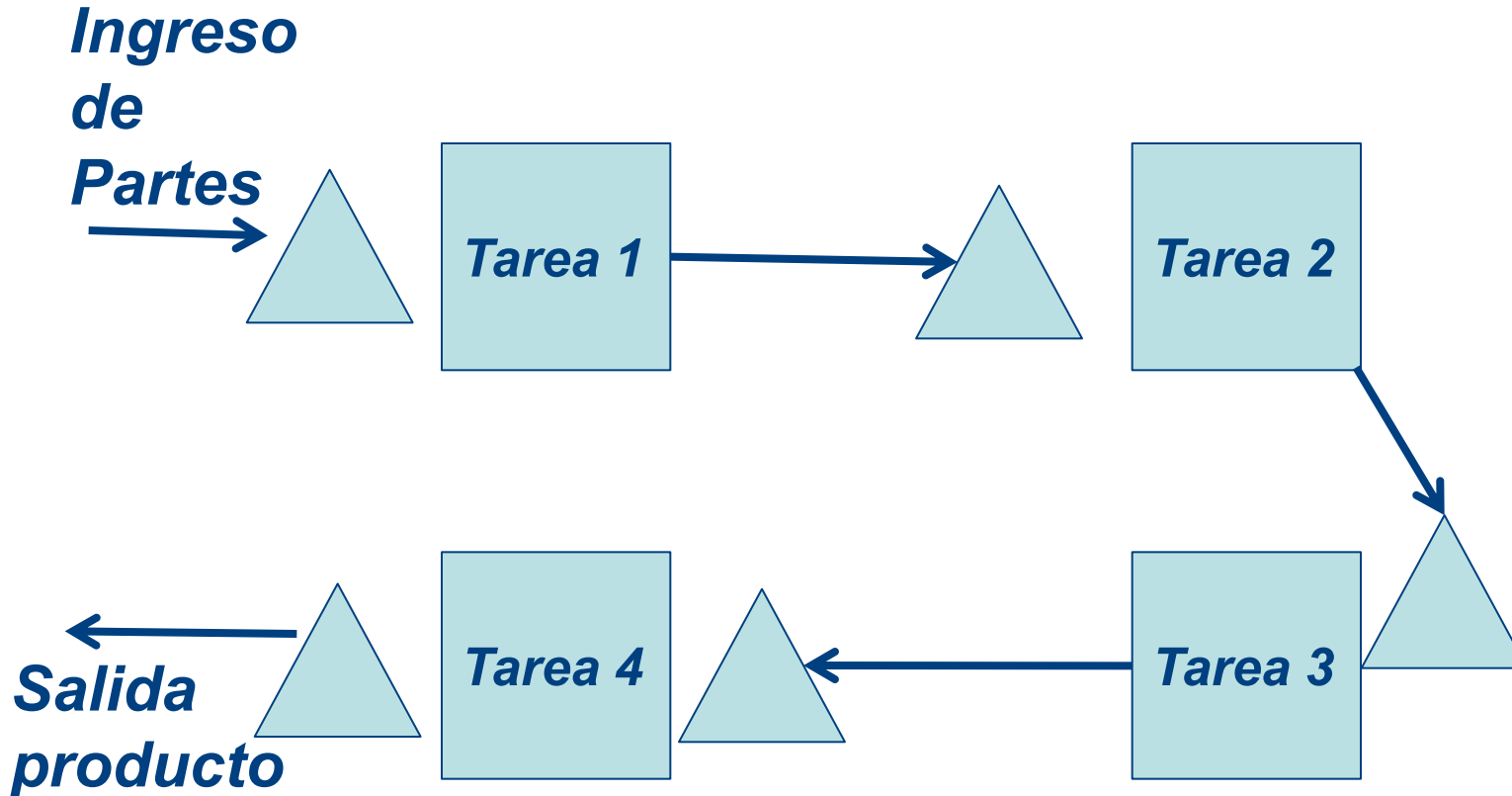
- Procesamiento de varias unidades al mismo tiempo
- Optimiza la eficiencia en *cada paso* del proceso
- Altos niveles de inventario
- Se traduce en más desechos y reprocesamiento



Lean Thinking v7.6 - Slide 16



# Herramientas para Pull: Célula de Manufactura

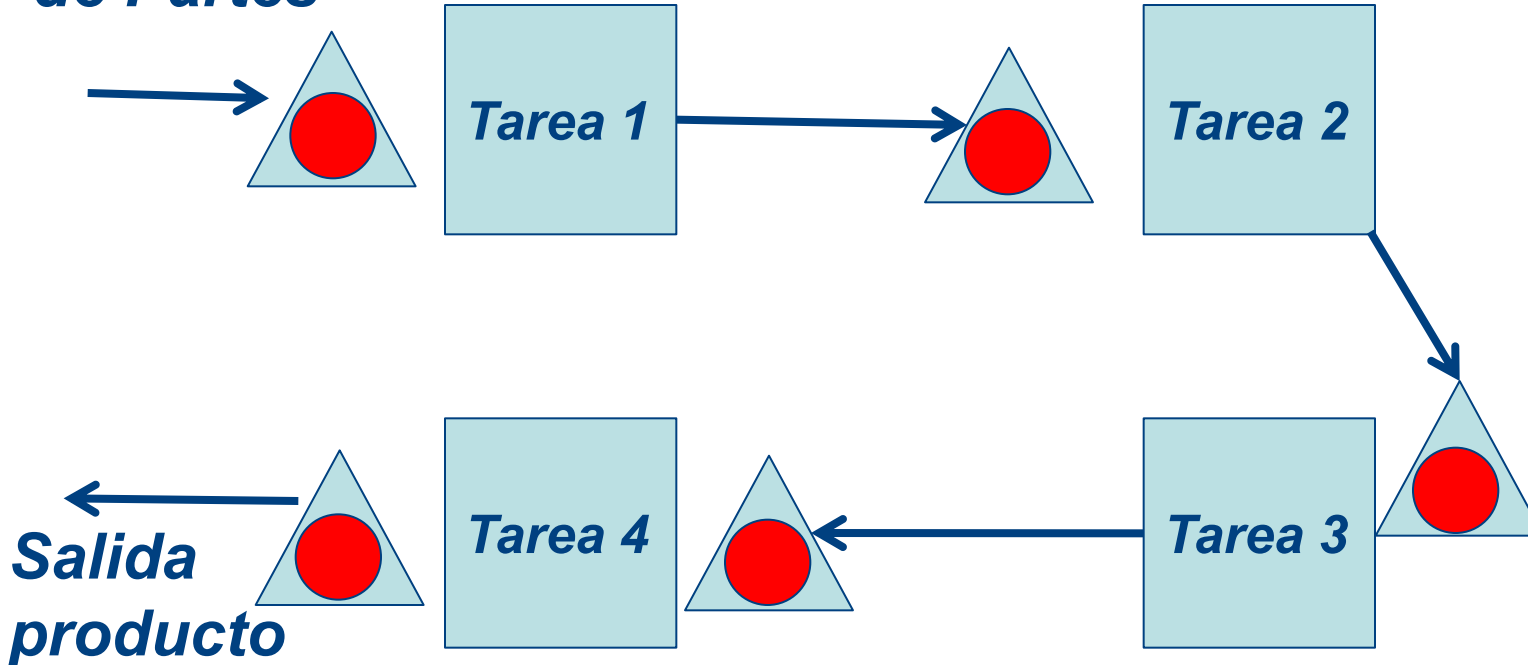


## Regla de Operación:

- Solamente trabaja si el proceso aguas abajo lo requiere
- Advierte esto cuando no tengan inventario

# Inventario en todas partes – No hay trabajo por hacer

**Ingreso  
de Partes**

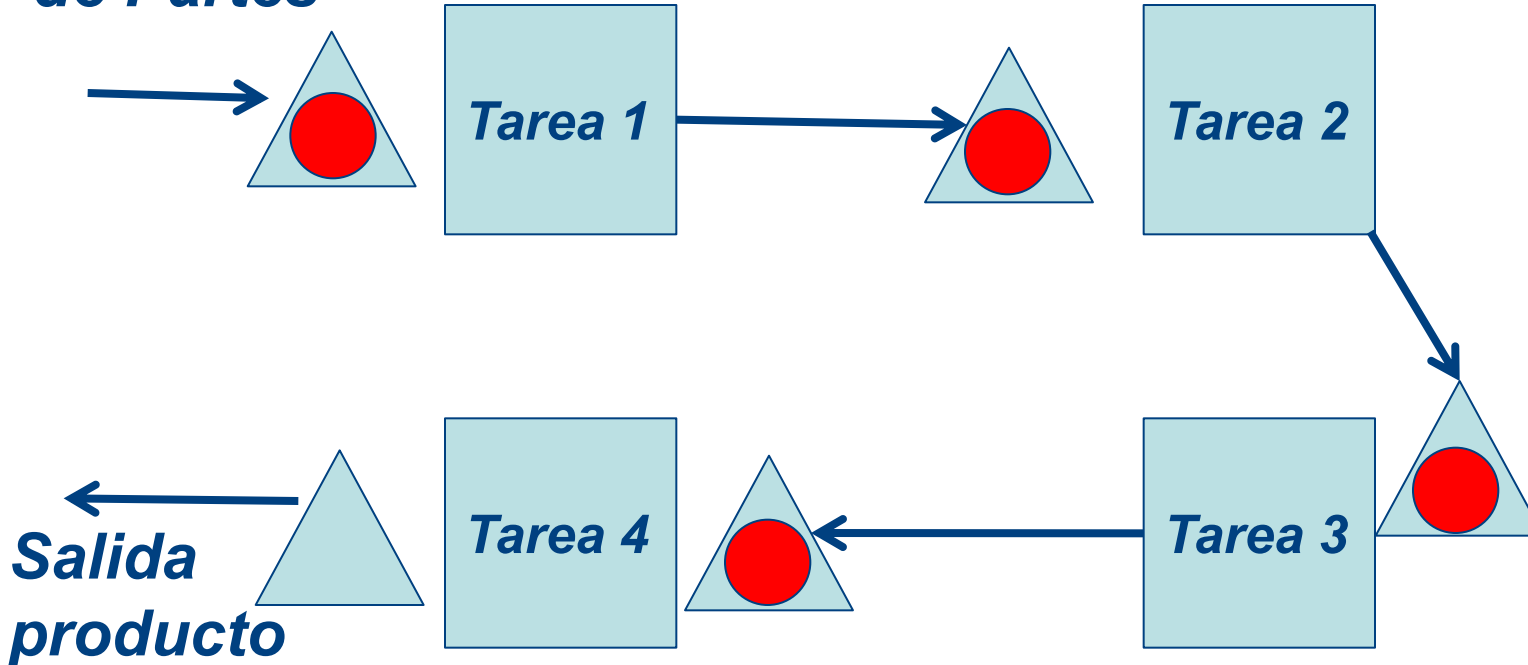


**Regla de Operación:**

- Solamente trabaja si el proceso aguas abajo lo requiere
- Advierte esto cuando no tengan inventario

# El cliente compra un producto

**Ingreso  
de Partes**

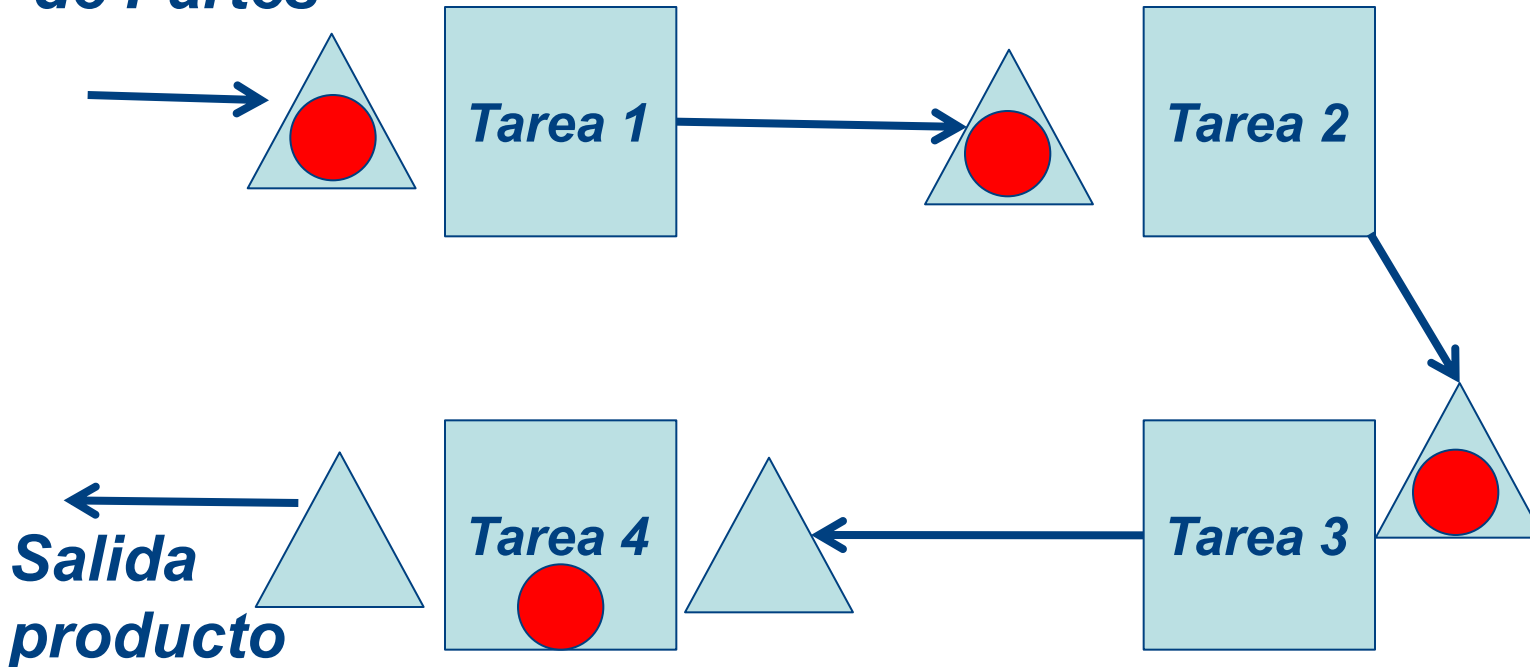


**Regla de Operación:**

- Solamente trabaja si el proceso aguas abajo lo requiere
- Advierte esto cuando no tengan inventario

# Señal para que inicie la Tarea 4

**Ingreso  
de Partes**

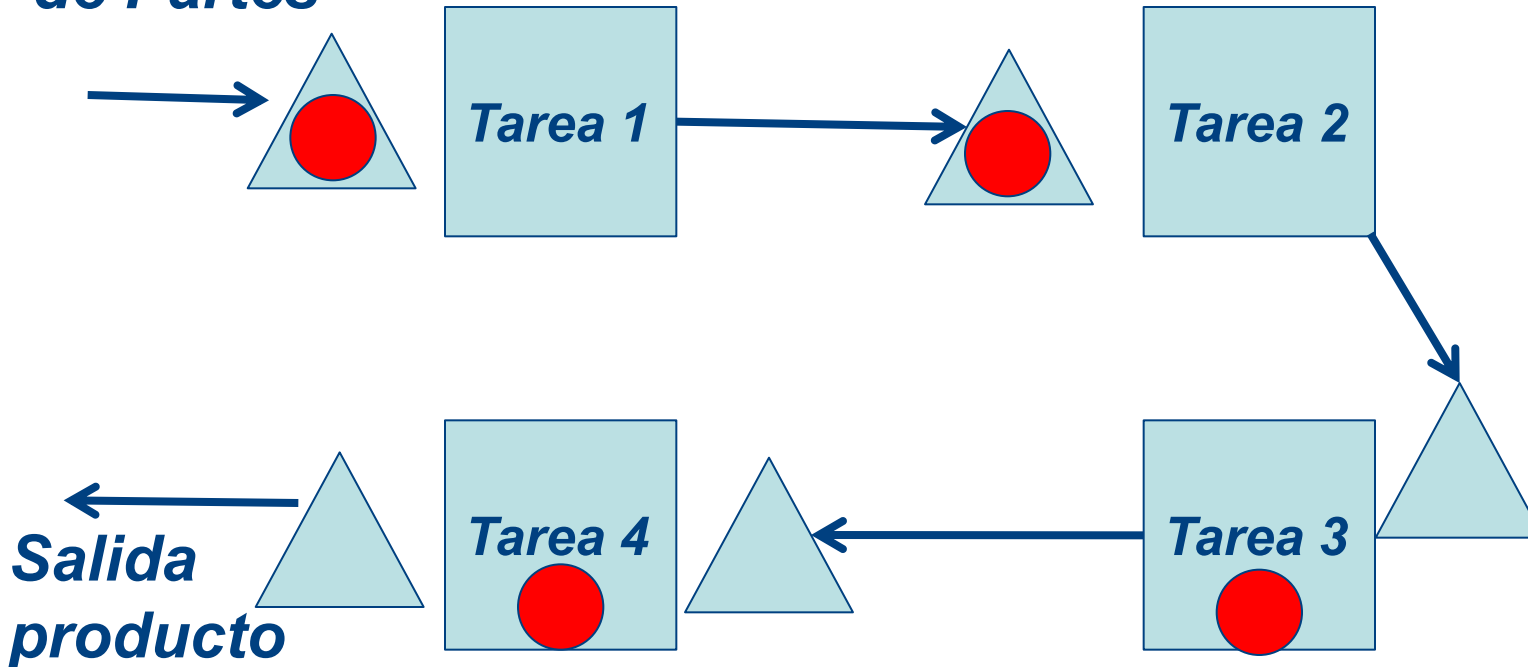


**Regla de Operación:**

- Solamente trabaja si el proceso aguas abajo lo requiere
- Advierte esto cuando no tengan inventario

# Señal para que inicie la Tarea 3

**Ingreso  
de Partes**

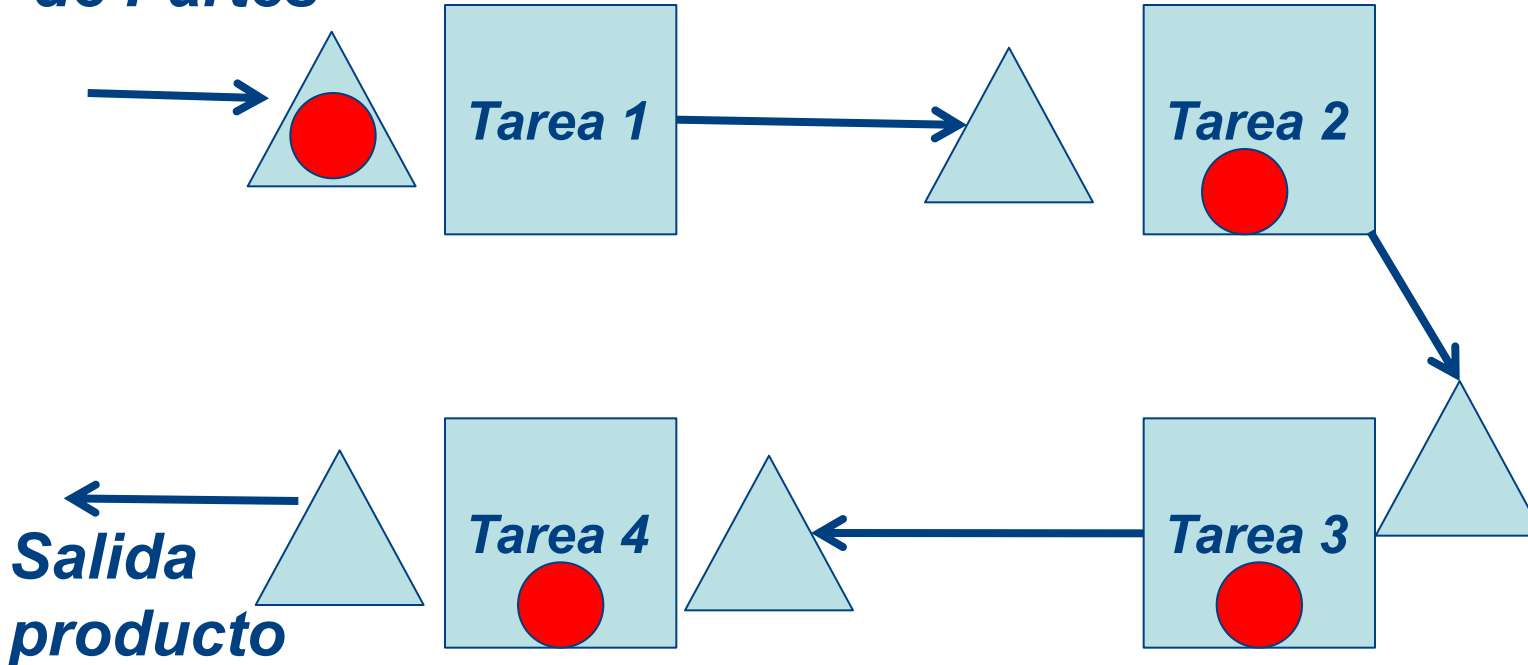


**Regla de Operación:**

- Solamente trabaja si el proceso aguas abajo lo requiere
- Advierte esto cuando no tengan inventario

# Señal para que inicie la Tarea 2

**Ingreso  
de Partes**

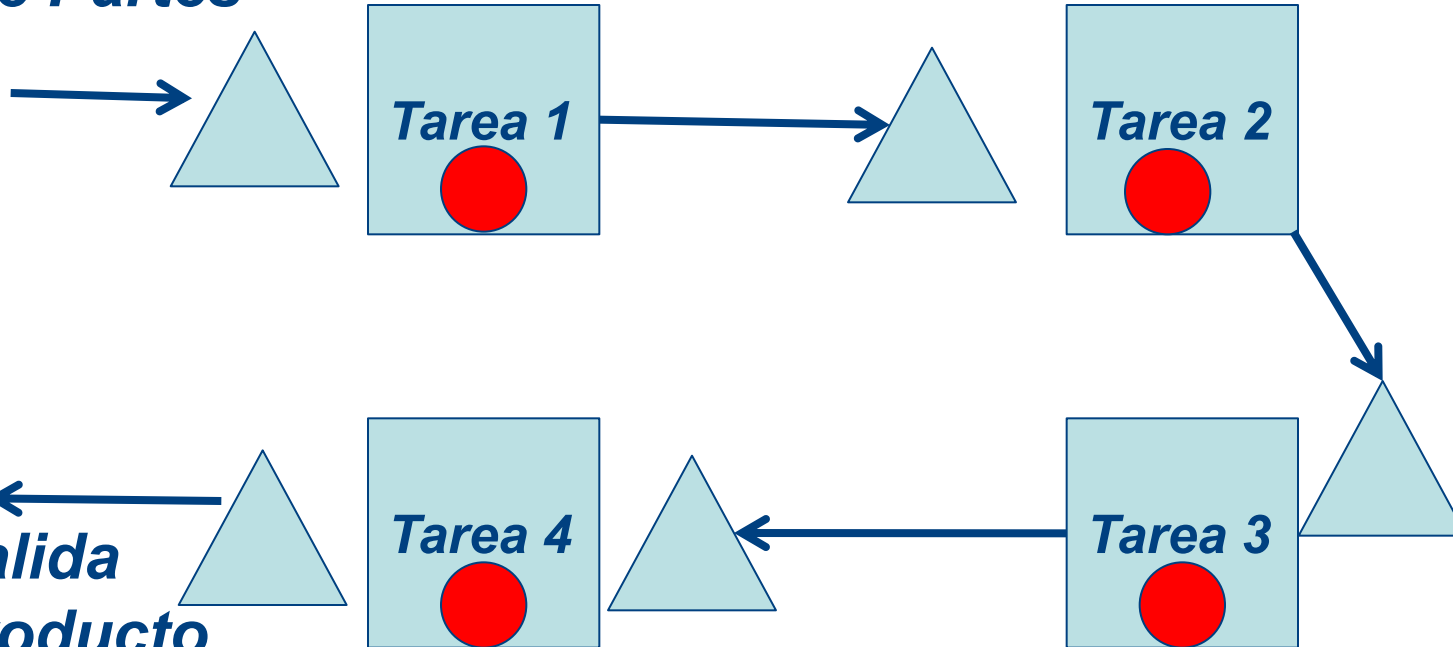


**Regla de Operación:**

- Solamente trabaja si el proceso aguas abajo lo requiere
- Advierte esto cuando no tengan inventario

# Señal para que inicie la Tarea 1

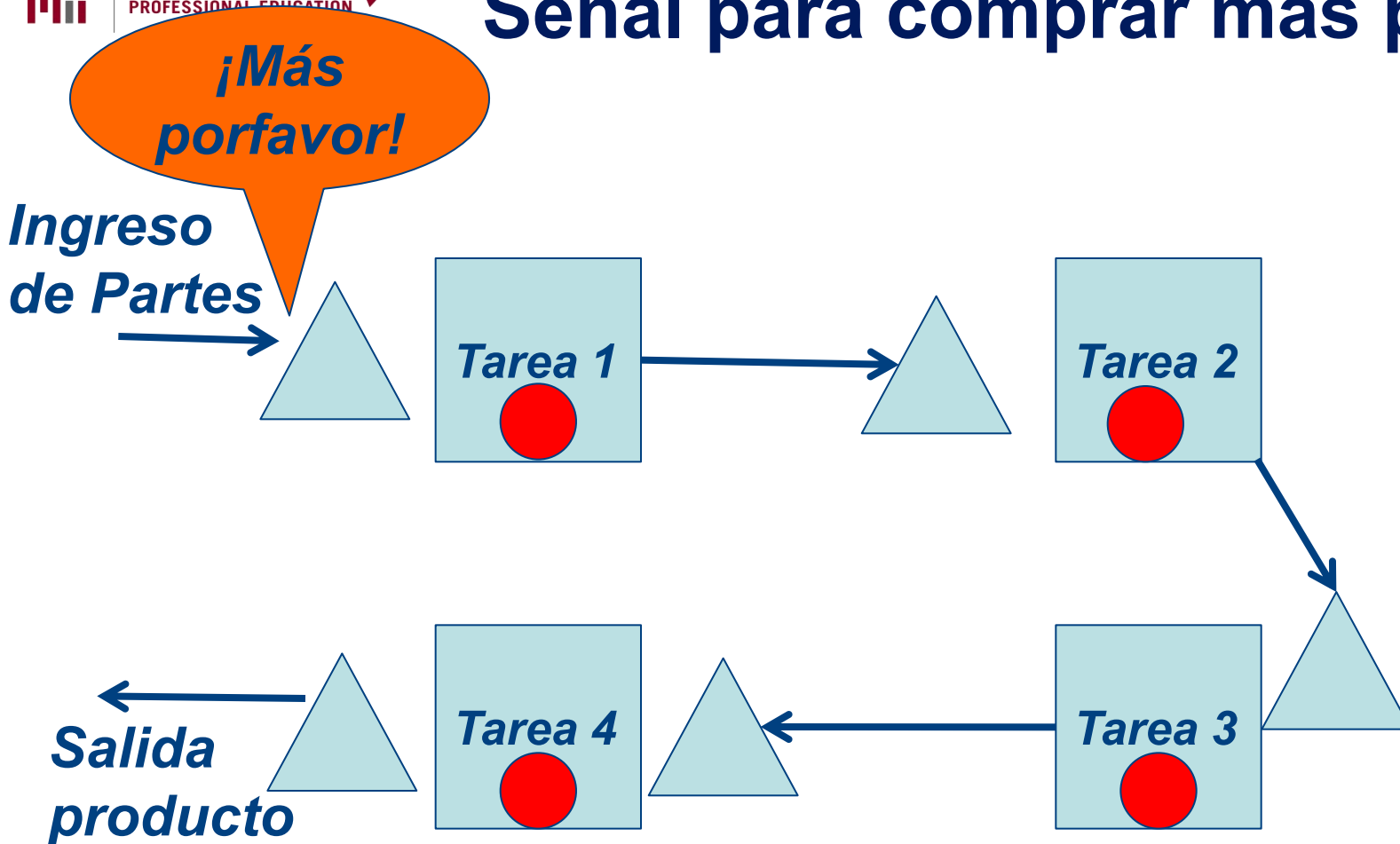
**Ingreso  
de Partes**



**Regla de Operación:**

- Solamente trabaja si el proceso aguas abajo lo requiere
- Advierte esto cuando no tengan inventario

# Señal para comprar más partes

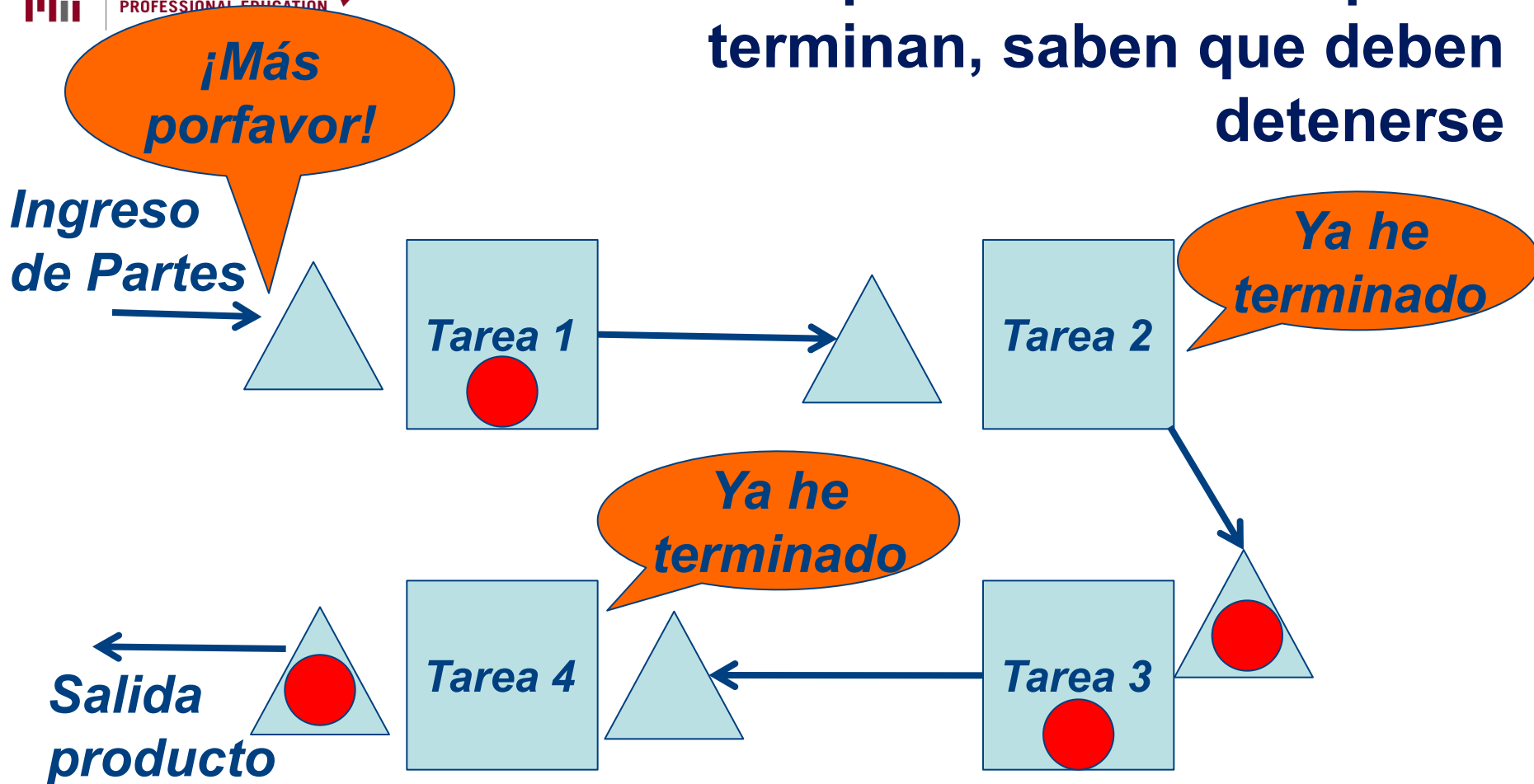


## Regla de Operación:

- Solamente trabaja si el proceso aguas abajo lo requiere
- Advierte esto cuando no tengan inventario



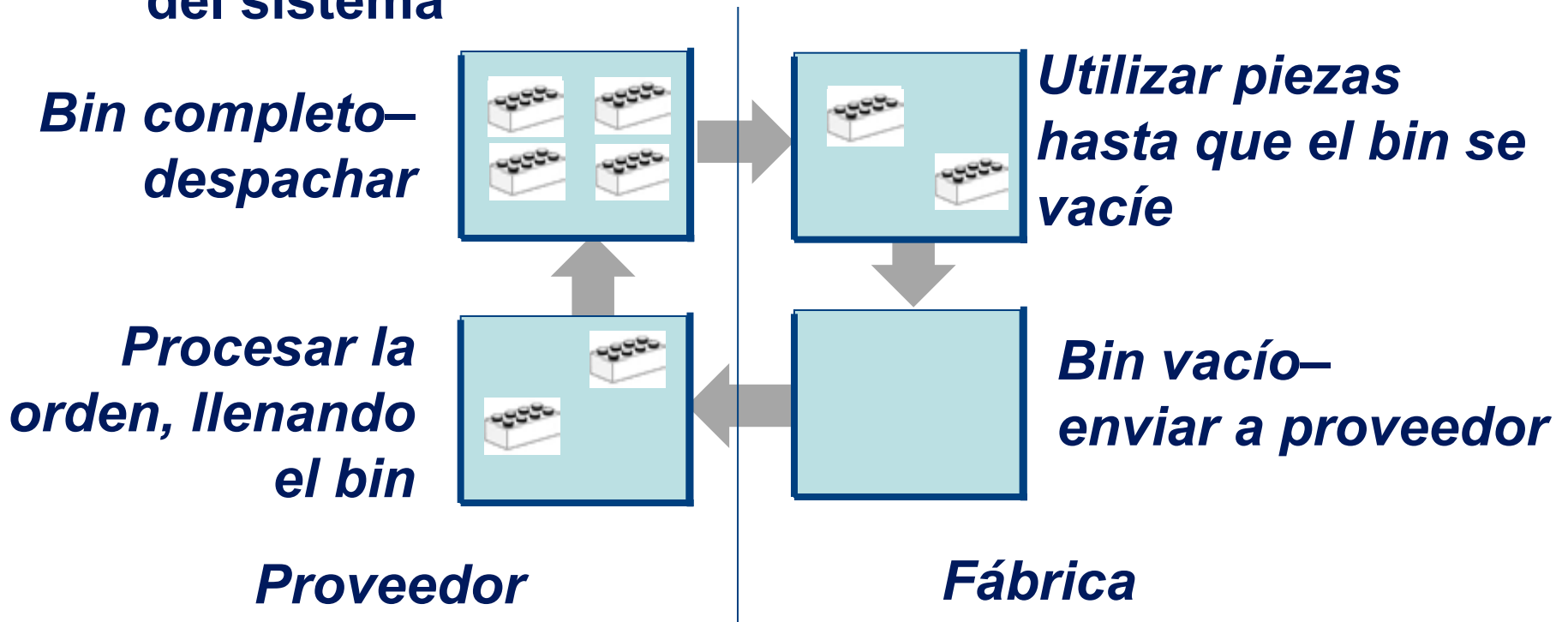
# A medida que tareas más rápidas terminan, saben que deben detenerse



- Idealmente todas las tareas están balanceadas y terminan al mismo tiempo
- Las variaciones menores son absorbidas automáticamente por la regla pull
- Las variaciones mayores son evidentes de inmediato para ser corregidas

# Herramientas para Pull: Kanban

- La aparición de una tarjeta kanban (o bin) autoriza el inicio de producción de un producto para un proceso posterior.
- Es permitido por y depende de un proceso estándar
- Entrega una rápida representación visual del estado del sistema



# Control visual y Andon

Valor    Flujo de valor    Flujo    **Pull**    Perfección

- El **control visual** ayuda a identificar el estado del proceso a simple vista
  - Hace que el proceso sea evidente para todos los involucrados o para quienes lo observan
  - Solo es valioso si se usa para la gestión *activa* del proceso



- **Andon** es un dispositivo específico de control visual, por lo general es un grupo de luces que indica el estado actual del proceso
  - Cada paso tiene un conjunto de luces que indica si el paso procede de acuerdo con lo planificado, necesita monitoreo o si requiere atención inmediata
  - En un sistema *pull*, si se necesita una acción, todo el proceso se detiene para corregir el problema

# Los sistemas Andon ayudan a evitar equivocaciones

Valor	Flujo de valor	Flujo	<i>Pull</i>	Perfección
	<p>El empleado ha encontrado una pieza que no calza bien</p>			<p>El empleado tira el cordón superior para detener la línea</p> <p><b>¡LÍNEA DETENIDA!</b></p>
	<p>El líder de equipo ve la luz y viene a ayudar</p>			<p>El líder de equipo encuentra un anillo que se salió.</p> <p>Resuelve el problema antes que la línea de producción llegue a la siguiente posición fija. La línea sigue en movimiento</p>

Las fotografías que ilustran cada uno de estos pasos removidos debido a restricciones de copyright.

# Sistema Patient Safety Alert™ del Virginia Mason Medical Center

Valor    Flujo de valor    Flujo    **Pull**    Perfección

---

- Inspirado en el sistema Andon “*stop-the-line*” de Toyota
- Implementado en 2002
- Cada uno de los 5000 empleados de VMCC puede “detener la línea” cada vez que la seguridad de un paciente se ve amenazada
- 15.000 Alertas de seguridad de paciente, 2002 – 2010
- Los datos recabados se traducen en un análisis de causa raíz para la prevención de futuros incidentes

# Búsqueda de la *perfección*

Valor

Flujo de valor

Flujo

*Pull*

Perfección

- Permite que la demanda del cliente haga *pull* de valor en todo el flujo de valor
- Elimina desechos en forma continua en todos los procesos
- Diseña e incorpora calidad en los productos y servicios
- Garantiza transparencia a todos los involucrados
- Este es un viaje... ¡no cedan!

# “5 por qué” ayudan a lograr la perfección

Valor

Flujo de valor

Flujo

*Pull*

Perfección

Se pueden usar 5 por qué para ayudar a determinar la causa raíz de las equivocaciones

**Ejemplo: ¡El monumento de Jefferson se está deteriorando!**

¿Por qué?

Se lava siempre.

¿Por qué?

Siempre tiene fecas de aves.

¿Por qué?

Las aves van al monumento para alimentarse de arañas.

¿Por qué?

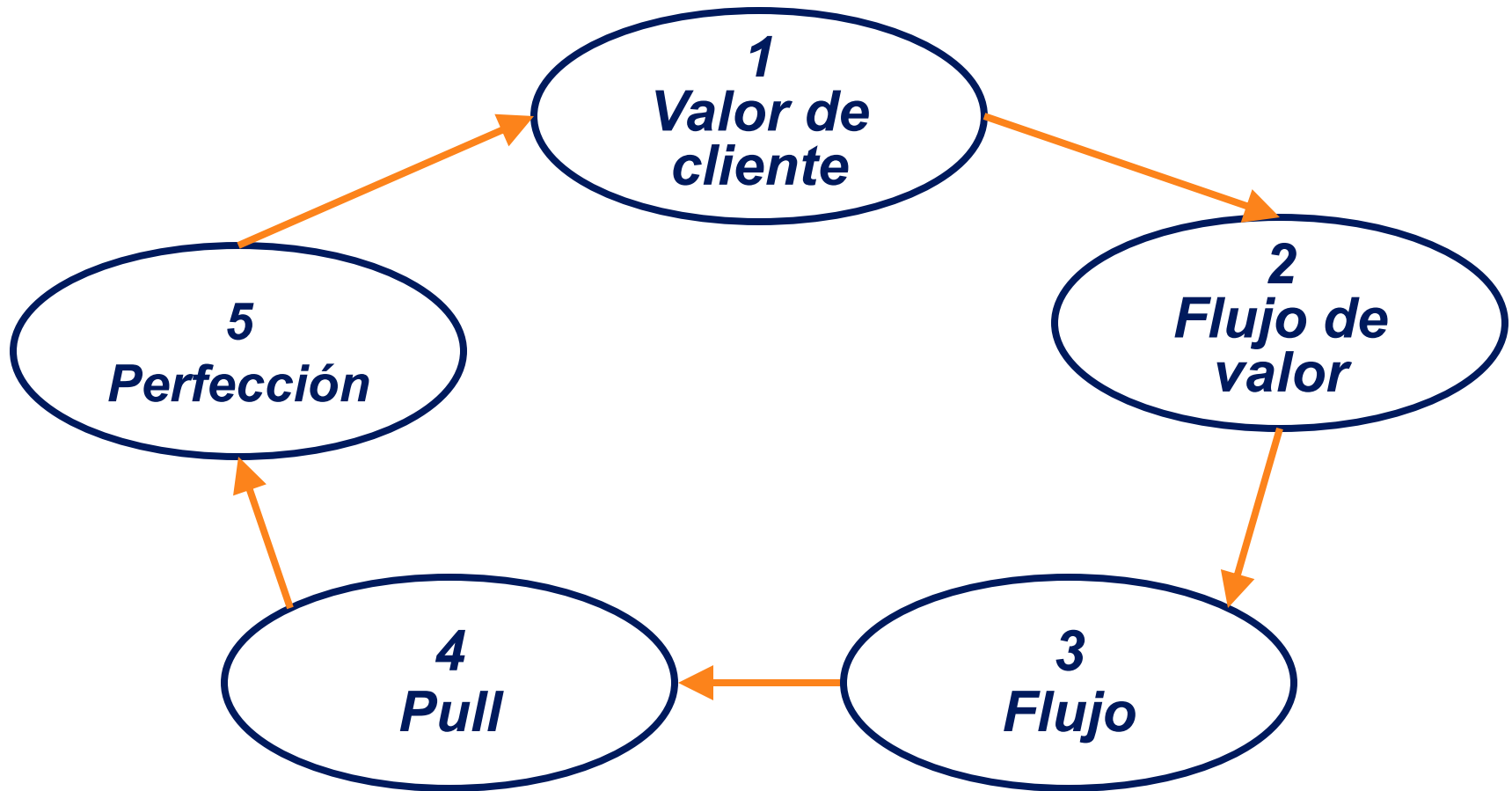
Las arañas se alimentan de mosquitos.

¿Por qué?

Los mosquitos se acercan porque las luces quedan encendidas todo el tiempo.

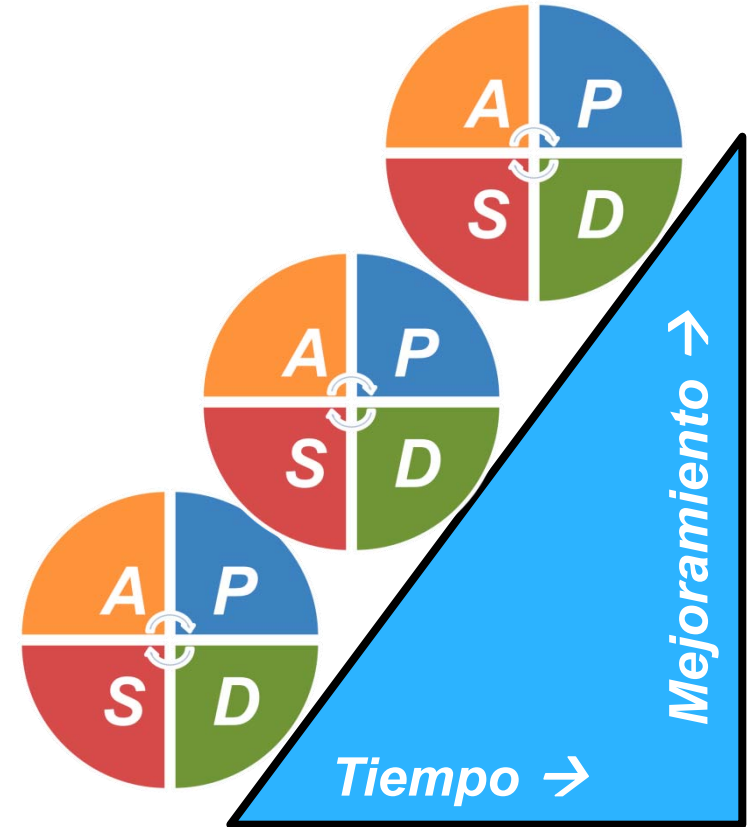
Cinco es solo una regla práctica – use la cantidad de “porqués” que sea necesario para llegar a la causa raíz.

# Los cinco fundamentos de Lean funcionan en conjunto





# Planificar – hacer – estudiar – actuar, PDSA por su sigla en inglés



**Lean no es un conjunto de herramientas. Es una actitud de mejoramiento continuo que usa varios ciclos de PDSA.**

# Conceptos Lean presentados hasta ahora

**Valor**

**Flujo de valor**

**Flujo**

***Pull***

**Perfección**

- **Valor agregado**
- **Muda, muri, mura**
- **8 tipos de desechos**
- **Flujo de valor**
- **Tiempo de ciclo**
- **Tiempo de espera**
- **Tiempo de procesamiento**
- **Tablas de valor de tiempo**
- **Tiempo takt**
- **Trabajo distribuido (balanceado)**
- **Diagramas tipo Spaghetti**
- **Mapas de proceso**
- **Flujo y pull**
- **Flujo de una sola pieza**
- **Trabajo estándar**
- **Organización (Kitting)**
- **Kanban**
- **Control visual**
- **Andon**
- **6S**
- **A prueba de errores**
- **5 porqués**
- **PDSA**
- **Gemba (genba)**
- **Genchi genbutsu**
- **Tres verdades**

- **Los conceptos de proceso, cliente y valor son esenciales para el pensamiento Lean**
- **Existen principios fundamentales detrás del pensamiento Lean basados en hacer que el valor fluya**
- **Hay una serie de herramientas y conceptos simples detrás del pensamiento Lean**

# Lecturas recomendadas

**Womack, J. y Jones, D., *Lean Thinking, Segunda edición*, Simon & Shuster, Nueva York, 2003**

**Graban, Mark, *Lean Hospitals*, CRC Press, Nueva York, 2009**

**Rother, M. y Shook, J. *Learning to See, v1.2*, The Lean Enterprise Institute, Cambridge, MA, junio de 1999**

**Liker, Jeffery, *The Toyota Way*, McGraw-Hill, Nueva York, 2004**

**Murman, E., Allen, T., Bozdogan, K., Cutcher-Gershenfeld, J., McManus, H., Nightingale, D., Rebutisch, E., Shields, T., Stahl, F., Walton, M., Warmkessel, J., Weiss, S., y Widnall, S., *Lean Enterprise Value: Insights from MIT's Lean Aerospace Initiative*, Palgrave, Nueva York, 2002**

**“For Athletic Shoe Company, the Soul of Lean Management Is Problem Solving”, Lean Enterprise Institute, 24 de junio de 2008**  
**<http://www.lean.org/common/display/?o=812>**

## Contribuyentes

- **Isabel Alarcón – GEPUC**
- **Venkat Allada – Missouri Institute of Science and Technology**
- **Sharon Johnson - Worcester Polytechnic Inst.**
- **Hugh McManus, Metis Design**
- **Earl Murman - MIT**
- **Bo Oppenheim - Loyola Marymount University**
- **Alexis Stanke – MIT**

## Colaboradores

- **Claudio Gelman – New Balance**
- **Ed Thoms - The Boeing Co., IDS**

MIT OpenCourseWare  
<http://ocw.mit.edu>

RES.16-001 Lean Enterprise en Español

For information about citing these materials or our Terms of Use, visit: <http://ocw.mit.edu/terms>.