



PARAGUAYO
ALEMANA



Operaciones Esbeltas

BIBLIOGRAFÍA

PARAGUAYO
ALEMANA

Libro de texto

- **Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management** (Pearson) 12th Edition by Jay Heizer, Barry Render and Chuck Munson (2017).
 - **Capítulo 16: Operaciones Esbeltas (Pág. 674 – 697)**



UPA

UNIVERSIDAD PARAGUAYO ALEMANA
DE CIENCIAS APLICADAS

OPERACIONES ESBELTAS

PARAGUAYO
ALEMANA

Objetivos de aprendizaje:

Al terminar este capítulo, ustedes serán capaces de:

1. Definir operaciones esbeltas (*Lean Operations*)
2. Definir los siete desechos y las 5S
3. Identificar las preocupaciones de los proveedores cuando se integran a sociedades de proveedores
4. Determinar el tiempo de configuración óptimo
5. Definir Kanban
6. Calcular el número requerido de Kanbans
7. Identificar seis atributos de las organizaciones esbeltas
8. Explica cómo Lean aplica a los servicios



TOYOTA MOTOR CORPORATION

- Fabricante de vehículos más grande del mundo, con ventas anuales de más de 9 millones de vehículos.
- Éxito debido a dos técnicas: *JIT* y *TPS*.
- La resolución continua de problemas es fundamental para *JIT*.
- La eliminación de exceso de inventario inmediatamente hace evidente los problemas.

TOYOTA MOTOR CORPORATION

- Para el *TPS* es crítico el aprendizaje de los empleados y el esfuerzo continuo para producir productos en condiciones ideales.
- El respeto a las personas es fundamental.
- Edificios pequeños pero altos niveles de producción.
- Los sub ensamblajes se transfieren a la línea de ensamblaje en una base *JIT*
- Alta calidad y bajo tiempo de ensamblado por vehículo

JUSTO A TIEMPO, EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA, Y OPERACIONES ESBELTAS

PARAGUAYO
ALEMANA

- ***JIT (Just-in-time; justo a tiempo)*** es un método de resolución continua y forzada de problemas mediante un enfoque en la reducción del tiempo de producción y del inventario.
- El ***TPS (Toyota Production System; Sistema de producción Toyota)***, hace énfasis en la mejora continua, el respeto por las personas y las prácticas de trabajo estándar, es particularmente adecuado para las líneas de ensamble.
- Las ***operaciones esbeltas (lean operations)*** proporcionan al cliente justo lo que quiere cuando lo quiere, sin desperdicios, siempre utilizando el mejoramiento continuo.



JUSTO A TIEMPO, EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA, Y OPERACIONES ESBELTAS

PARAGUAYO
ALEMANA

- Si existe alguna distinción entre **JIT**, **TPS** y operaciones esbeltas, es que:
 - **JIT** enfatiza la **resolución forzada de problemas**.
 - **TPS** enfatiza el **aprendizaje y la delegación de autoridad** en el empleado en un ambiente de línea de ensamble.
 - Las operaciones esbeltas enfatizan la **comprensión del cliente**.



ELIMINACIÓN DEL DESPERDICIO

PARAGUAYO
ALEMANA

- Los productores tradicionales tienen metas limitadas, por ejemplo aceptan la producción de algunas partes defectuosas y mantienen inventarios.
- Los productores esbeltos ponen su mirada en la perfección:
 - *Ninguna parte defectuosa, cero inventario, sólo actividades que agreguen valor, y ningún desperdicio.*
 - *Cualquier actividad que no agrega valor a los ojos del cliente es un desperdicio.*
 - *El cliente define el valor del producto.*
 - *Si el cliente no quiere pagar por él, es un desperdicio.*



ELIMINACIÓN DEL DESPERDICIO

PARAGUAYO
ALEMANA

- Taiichi Ohno, destacado por su trabajo en el Sistema de producción Toyota, identificó siete categorías de desperdicio.
 1. **Sobreproducción:** Producir más de lo que ordena el cliente o producir por adelantado (antes de que el producto sea demandado) es desperdicio.
 2. **Filas:** El tiempo ocioso, el almacenamiento y la espera son desperdicio (no agregan valor).
 3. **Transporte:** El movimiento de materiales entre las plantas o entre centros de trabajo y el manejo en más de una ocasión son desperdicios.



ELIMINACIÓN DEL DESPERDICIO

PARAGUAYO
ALEMANA

4. **Inventario:** Las materias primas innecesarias, el trabajo en proceso (WIP), los bienes terminados y el exceso de suministros no agregan valor y son desperdicios.
5. **Movimiento:** El movimiento de equipo o personas que no agrega valor es desperdicio.
6. **Sobreprocesamiento:** Trabajo realizado sobre el producto pero que no agrega valor, se considera desperdicio.
7. **Producto defectuoso:** Las devoluciones, las reclamaciones de garantía, el trabajo repetido y los sobrantes son un desperdicio.



LAS 5S

PARAGUAYO
ALEMANA

- Durante más de un siglo, los administradores han usado la “limpieza” para tener un sitio de trabajo limpio, ordenado y eficiente y como un medio de reducir el desperdicio.
- Los administradores de operaciones han utilizado la “limpieza” para incluir una lista de verificación que ahora se conoce como las 5S.
 - ***Separar, Simplificar, Limpiar, Estandarizar y Sostener.***



LAS 5S

PARAGUAYO
ALEMANA

1. ***Separar y/o segregar (Sort)***: Mantener lo que es necesario y quitar todo lo demás del área de trabajo; cuando haya duda, desecharlo. Identificar los elementos sin valor y eliminarlos. Al deshacerse de estos elementos se obtiene espacio disponible y, por lo general, se mejora el flujo de trabajo.
2. ***Simplificar y/o arreglar (Set in order)***: Adaptar y usar herramientas de análisis de métodos para mejorar el flujo de trabajo y reducir el desperdicio de movimientos.
3. ***Limpiar y/o barrer (Shine)***: Limpiar a diario; eliminar del área de trabajo todas las formas de suciedad, contaminación y desorden.



LAS 5S

PARAGUAYO
ALEMANA

4. ***Estandarizar (Standardize)***: Eliminar variaciones del proceso al desarrollar procedimientos operativos estandarizados y listas de verificación; los buenos estándares hacen que lo normal resulte obvio.
5. ***Sostener y/o autodisciplina (Sustain)***: Revisar periódicamente para reconocer esfuerzos y motivar el sostenimiento del progreso.



LAS 5S

PARAGUAYO
ALEMANA

4. **Estandarizar (Standardize):** Eliminar variaciones del proceso al desarrollar procedimientos operativos estandarizados y listas de verificación; los buenos estándares hacen que lo normal resulte.
5. **Sostener (Sustain):** A menudo, los administradores de Estados Unidos agregan dos S adicionales para establecer y mantener un sitio de trabajo esbelto:
 - 6. **Seguridad (Security):** Establecer buenas prácticas de seguridad en las cinco actividades anteriores.
 - 7. **Soporte y/o mantenimiento (Support):** Reducir la variabilidad, los tiempos muertos no planeados y los costos.



ELIMINACIÓN DE LA VARIABILIDAD

PARAGUAYO
ALEMANA

- La ***variabilidad*** es cualquier desviación de un proceso óptimo que entrega puntualmente un producto perfecto, todas las veces.
- Variabilidad es una palabra elegante para nombrar los problemas.
- La mayor parte de la variabilidad se debe a la tolerancia del desperdicio o a la mala administración.



ELIMINACIÓN DE LA VARIABILIDAD

PARAGUAYO
ALEMANA

- Entre las muchas causas de la variabilidad están:
 - *Diseños o especificaciones incompletos o imprecisos.*
 - *Procesos de producción deficientes que permiten a los empleados y proveedores producir unidades en cantidades inapropiadas, tardías, o que no cumplen con los estándares.*
 - *Demandas del cliente desconocidas.*



MEJORA DEL TIEMPO DE PRODUCCIÓN

PARAGUAYO
ALEMANA

- El ***tiempo de producción*** es una medida (en unidades o tiempo) de lo que se requiere para llevar una orden desde la recepción hasta la entrega.
- El tiempo que una orden está en la planta se llama ***tiempo del ciclo de manufactura***.
- *Una técnica utilizada para incrementar el tiempo de producción es un **sistema de jalar**.*
 - *Un sistema de jalar es aquél que jala una unidad al punto donde se necesita, justo cuando se requiere.*
 - *Al jalar el material a lo largo del sistema en lotes muy pequeños justo cuando se necesitan se elimina el excedente del inventario que oculta los problemas, es decir, los problemas se hacen evidentes y se enfatiza la mejora continua.*



EJEMPLO DE MEJORA DEL TIEMPO DE PRODUCCIÓN

PARAGUAYO
ALEMANA

Por ejemplo, en Northern Telecom, fabricante de sistemas de telefonía, los materiales se “jalan” directamente de los proveedores calificados a la línea de ensamble.

Este esfuerzo redujo el tiempo del ciclo de manufactura del segmento receptor de Northern de 3 semanas a sólo 4 horas, disminuyó el personal de inspección de productos recibidos de 47 a 24, y redujo un 97% de los problemas ocasionados en la planta por materiales defectuosos.

La disminución en el tiempo del ciclo de manufactura puede producir una mejora importante del tiempo de producción.



JUSTO A TIEMPO

PARAGUAYO
ALEMANA

- Con **JIT**, los materiales llegan a donde se necesitan sólo cuando se requieren.
- Cuando no llegan buenas unidades justo como se necesitan, se identifica un “problema”.
- Al eliminar de esta manera el desperdicio y el retraso, **JIT** reduce los costos asociados con el inventario excesivo, reduce la variabilidad y el desperdicio, y mejora el tiempo de producción.



SOCIEDADES JIT

PARAGUAYO
ALEMANA

- Una **sociedad JIT** existe cuando un proveedor y un comprador trabajan juntos con una comunicación abierta y con la meta de reducir el desperdicio y bajar los costos.
- Las relaciones cercanas y confiables son cruciales para el éxito del **JIT**.
- Algunas metas específicas son:
 - *Eliminar actividades innecesarias.*
 - *Eliminar el inventario en planta.*
 - *Eliminar el inventario en tránsito.*
 - *Obtener mejor calidad y confiabilidad.*



PREOCUPACIONES DE LOS PROVEEDORES

PARAGUAYO
ALEMANA

- Las sociedades **JIT** exitosas requieren atender las preocupaciones de los proveedores. Estas preocupaciones incluyen:
 1. **Diversificación:** Los proveedores no quieren atarse a contratos de largo plazo con un cliente.
 2. **Programación:** Muchos proveedores confían poco en la capacidad del comprador para producir pedidos de acuerdo con un programa equilibrado y coordinado.
 3. **Cambios:** Los cambios de ingeniería o especificaciones pueden resultar contraproducentes con el **JIT**.
 4. **Calidad:** Los presupuestos de capital, procesos o tecnología pueden limitar la calidad.
 5. **Tamaños de lote:** Los proveedores pueden ver las entregas frecuentes de lotes pequeños como una forma de transferir a los proveedores los costos de mantener el inventario.



OM in Action

Lean Production at Cessna Aircraft Company

When Cessna Aircraft opened its new plant in Independence, Kansas, it saw the opportunity to switch from craftwork to a Lean manufacturing system. The initial idea was to focus on three Lean concepts: (1) vendor-managed inventory, (2) cross-training of employees, and (3) using technology and manufacturing cells to move away from batch processing.

After several years, with these goals accomplished, Cessna began working on the next phase of Lean. This phase focuses on *Team Build* and *Area Team Development*.

Team Build at Cessna empowers employees to expand their skills, sequence their own work, and then sign off on it. This reduces wait time, inventory, part shortages, rework, and scrap, all contributing to improved productivity.

Area Team Development (ATD) provides experts when a factory employee cannot complete his or her standard work in the time planned. Team

members trained in the ATD process are called Skill Coaches. Skill Coaches provide support throughout each area to improve response time to problems. Andon boards and performance metrics are used for evaluating daily performance.

These commitments to Lean manufacturing are a major contributor to Cessna being the world's largest manufacturer of single-engine aircraft.

Sources: Interviews with Cessna executives, 2013.



Cessna Aircraft Company



TÁCTICAS PARA IMPLEMENTAR LA DISTRIBUCIÓN AJUSTADA

PARAGUAYO
ALEMANA

- Crear celdas de trabajo para familias de productos.
- Incluir un gran número de operaciones en un área pequeña.
- Minimizar la distancia.
- Diseñar un espacio pequeño para inventario.
- Mejorar la comunicación entre los empleados.
- Usar dispositivos *poka yoke*.
- Crear equipo flexible y portátil.
- Dar capacitación cruzada a los trabajadores para agregar flexibilidad.



INVENTARIO AJUSTADO

PARAGUAYO
ALEMANA

- En los sistemas de producción y distribución, los inventarios existen “por si acaso” algo sale mal.
- Es decir, se usan sólo en caso de que ocurra alguna variación en el plan de producción.
- El ***inventario ajustado*** es el inventario mínimo necesario para que un sistema funcione perfectamente.
- Con un inventario justo a tiempo, el volumen exacto de bienes llega en el momento en que se necesita, ni un minuto antes ni uno después.



TÁCTICAS PARA IMPLEMENTAR EL INVENTARIO AJUSTADO

PARAGUAYO
ALEMANA

- Usar un sistema de jalar para movilizar el inventario.
- Reducir el tamaño del lote.
- Desarrollar sistemas de entrega justo a tiempo con los proveedores.
- Entregar directamente en el punto de uso.
- Cumplir con el programa.
- Reducir el tiempo de preparación.
- Usar tecnología de grupos.



REDUCCIÓN DE LA VARIABILIDAD

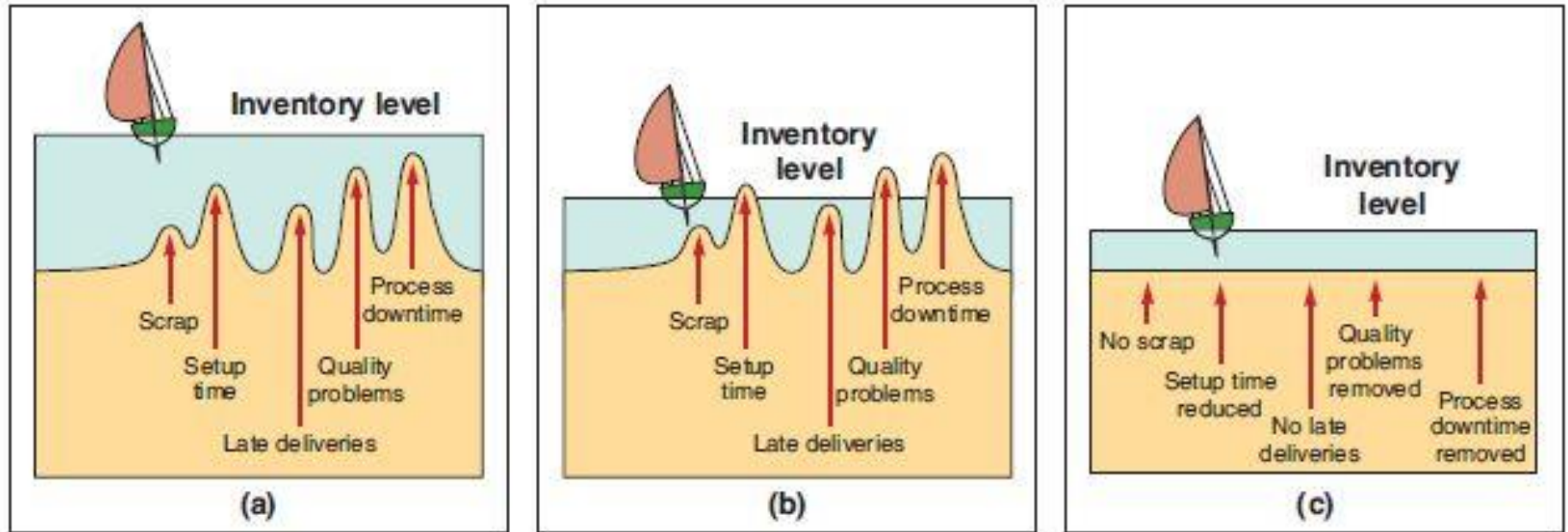


Figure 16.3

Los altos niveles de inventario ocultan los problemas (a), pero a medida que reducimos el inventario, los problemas están expuestos (b) y, finalmente, después de reducir el inventario y eliminar los problemas, tenemos un inventario más bajo, menores costos y una navegación fluida (c).



REDUCCIÓN DEL INVENTARIO

PARAGUAYO
ALEMANA

- Lo primero que hacen los administradores de operaciones cuando tratan de cambiarse a un sistema **JIT** es eliminar el inventario.
- Reducir el inventario deja al descubierto las “rocas” que representan la variabilidad y los problemas tolerados en ese momento.
- Cuando los administradores reducen el inventario, van eliminando los problemas que quedan expuestos.
- Shigeo Shingo, uno de los desarrolladores del sistema **JIT** de Toyota dice: **“El inventario es el mal”**, y no está lejos de la verdad. Si el inventario en sí no es el mal, oculta el mal a un costo muy alto.



REDUCCIÓN DEL TAMAÑO DE LOTE

PARAGUAYO
ALEMANA

- Justo a tiempo también significa eliminar el desperdicio mediante la reducción de la inversión en inventario.
- La clave del **JIT** es fabricar un buen producto en lotes pequeños.
- La reducción del tamaño de los lotes se vuelve una gran ayuda para reducir el nivel de inventario y sus costos.
- En la siguiente figura se muestra cómo al reducir el tamaño de la orden aumenta el número de pedidos pero baja el nivel del inventario.



REDUCCIÓN DEL TAMAÑO DE LOTE

PARAGUAYO
ALEMANA

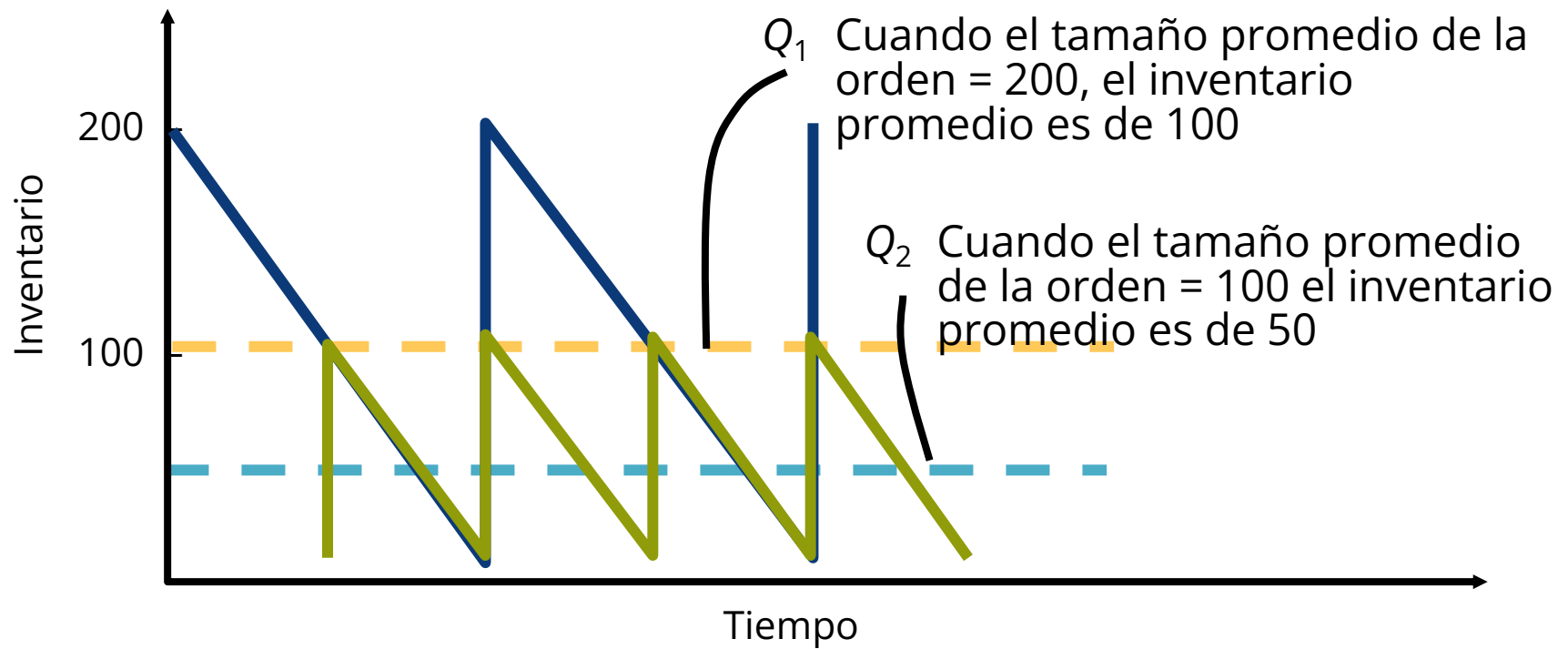


Figure 16.4 Pag. 683



REDUCCIÓN DEL TAMAÑO DE LOTE

PARAGUAYO
ALEMANA

- En forma ideal, en un entorno ***JIT***, el tamaño de la orden es de una unidad y cada unidad se jala de un proceso adyacente a otro.
- Una vez determinado el tamaño del lote, se puede modificar el modelo del lote económico de producción, la *EOQ*, para determinar el tiempo de preparación deseado.



REDUCCIÓN DEL TAMAÑO DE LOTE

PARAGUAYO
ALEMANA

$$Q_p^* = \sqrt{\frac{2DS}{H \left[1 - \left(\frac{d}{p} \right) \right]}}$$

Equation 16-1 Pag. 683

Donde:

D = Demanda anual

S = Costo de preparación

H = Costo de mantener inventario

d = Demanda diaria

p = Producción diaria



DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE PREPARACIÓN ÓPTIMO

PARAGUAYO
ALEMANA

- Crate Furniture, Inc., una empresa que produce muebles rústicos, desea hacer cambios para producir lotes de menor tamaño. La analista de producción de Crate Furniture, Aleda Roth, determinó que un ciclo de producción de 2 horas sería un tiempo aceptable entre dos departamentos. Además, concluyó que era necesario lograr un tiempo de preparación que se ajustara al tiempo del ciclo de 2 horas.



DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE PREPARACIÓN ÓPTIMO

PARAGUAYO
ALEMANA

Método: Roth desarrolló los siguientes datos y el procedimiento para determinar el tiempo de preparación óptimo de manera analítica:

D = Demanda anual = 400,000 unidades

d = Demanda diaria = 400,000 entre 250 días = 1,600 unidades por día

p = Tasa de producción diaria = 4,000 unidades diarias

Q = EOQ deseada = 400 (que es la demanda de 2 horas; es decir, 1,600 al día por cuatro periodos de 2 horas)

H = Costo de mantener inventario = \$20 por unidad por año

S = Costo de preparación (a determinar).



DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE PREPARACIÓN ÓPTIMO

PARAGUAYO
ALEMANA

Solución: Roth determina que el costo de mano de obra, calculado por hora, es de \$30. Además, calcula que el costo de preparación por cada preparación debe ser:

$$Q_p^* = \sqrt{\frac{2DS}{H[1 - (d/p)]}} \quad Q^2 = \frac{2DS}{H[1 - (d/p)]}$$
$$S = \frac{(Q^2)(H)(1 - d/p)}{2D} = \frac{(400)^2(20)(1 - 1.600/4.000)}{2(400.000)} = \$2,40$$

Tiempo de preparación = \$2,40/(tasa de mano de obra por hora)
\$2,40/(\$30/hora) = 0,08 hr = 4,8 minutos



PROGRAMACIÓN AJUSTADA

PARAGUAYO
ALEMANA

- Los programas efectivos, comunicados tanto al interior de la organización como a proveedores externos, sirven de apoyo al **JIT**.
- Una buena programación también mejora la capacidad para satisfacer las órdenes de los clientes, baja el inventario al permitir producir lotes más pequeños, y disminuye el inventario en proceso.



TÁCTICAS PARA IMPLEMENTAR LA PROGRAMACIÓN AJUSTADA

- Comunicar los programas a los proveedores.
- Hacer programas nivelados.
- Congelar parte de la programación.
- Ajustarse al programa.
- Practicar la táctica de fabricar una pieza y movilizar una pieza.
- Eliminar el desperdicio.
- Producir en lotes pequeños.
- Usar Kanbans.
- Conseguir que cada operación produzca una parte perfecta.



KANBAN

PARAGUAYO
ALEMANA

- Una forma de lograr lotes de tamaño pequeño es movilizándolo inventario a través de la planta sólo cuando se necesita, en lugar de empujarlo a la siguiente estación de trabajo independientemente de que el personal que se encuentre en ella esté listo o no para recibirlo.
- Si el inventario se moviliza sólo cuando es necesario, hablamos de un sistema de jalar, y el tamaño ideal del lote es uno.
- Los japoneses llaman Kanban a este sistema.



KANBAN

PARAGUAYO
ALEMANA

- Kanban es una palabra japonesa que significa tarjeta.
- Con frecuencia usan una "tarjeta" para señalar la necesidad de otro contenedor de material de ahí el nombre de Kanban.
- La tarjeta es la autorización para que se produzca el siguiente contenedor de material.



KANBAN

PARAGUAYO
ALEMANA

El marcador colocado en el poste para la parte Z405 indica que se debe iniciar la producción de esa parte. El poste se coloca de manera que los trabajadores lo puedan ver con facilidad desde sus ubicaciones normales.

Marcador de advertencia en una pila de cajas.

Los números de parte marcan la ubicación de la parte específica.

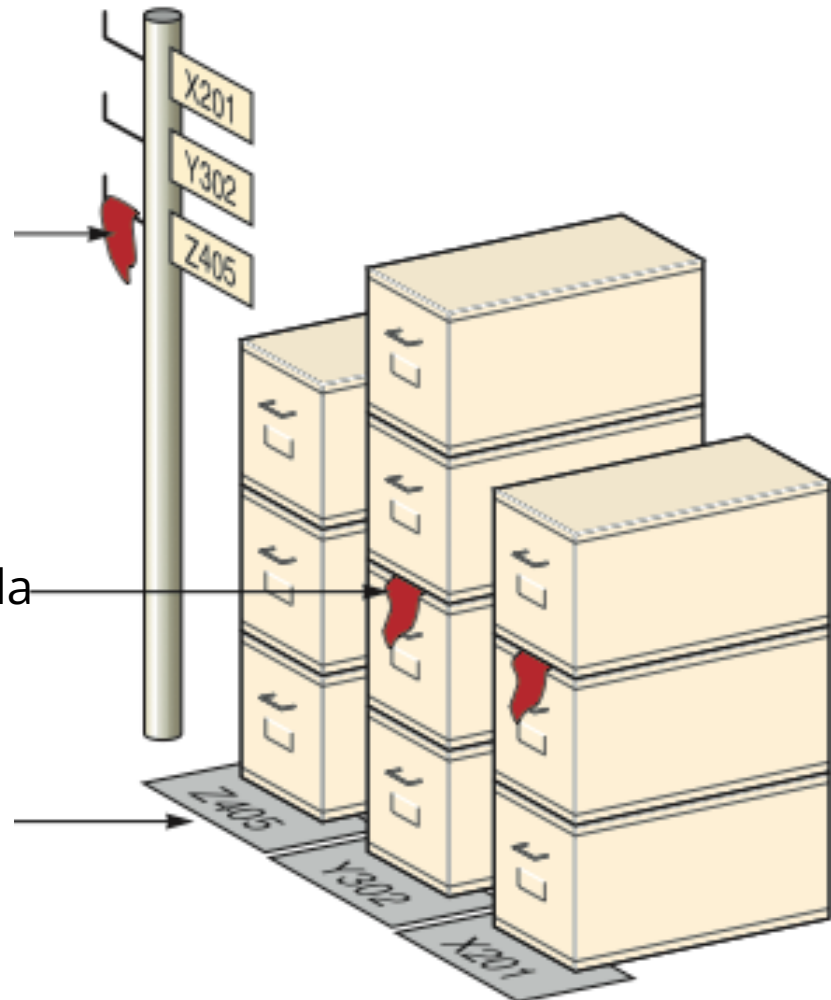


Figure 16.8 Pag. 686



DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE TARJETAS O CONTENEDORES KANBAN

PARAGUAYO
ALEMANA

- Para establecer la cantidad de contenedores se deben conocer (1) el tiempo de espera necesario para producir un contenedor de partes y (2) el volumen del inventario de seguridad necesario para cubrir la variabilidad o la incertidumbre detectadas en el sistema.
- El número de tarjetas Kanban se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Número de Kanbans (contenedores)} = \frac{\text{Demanda durante tiempo espera} + \text{Inventario de seguridad}}{\text{Tamaño de contenedor}}$$

Equation 16-3 Pag. 687



DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE CONTENEDORES KANBAN

PARAGUAYO
ALEMANA

- Hobbs Bakery produce corridas cortas de pasteles que envía a tiendas de abarrotes. El dueño, Ken Hobbs, quiere reducir su inventario cambiando a un sistema Kanban. Para ello preparó los siguientes datos y le pide que usted termine el proyecto.
- Demanda diaria = 500 pasteles
- Tiempo de entrega de producción = Tiempo de espera + Tiempo de manejo del material + Tiempo de procesamiento = 2 días
- Inventario de seguridad = $\frac{1}{2}$ día
- Tamaño del contenedor (determinado según el tamaño del lote económico (EOQ) = 250 pasteles



DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE CONTENEDORES KANBAN

PARAGUAYO
ALEMANA

Demanda durante el tiempo de entrega =

 Tiempo de entrega x demanda diaria

 = 2 días x 500 pasteles

 = 1.000

Inventario de seguridad = $\frac{1}{2}$ x Demanda diaria = 250

$$\text{Número de Kanbans} = \frac{1.000 + 250}{250} = 5$$



TÉCNICAS AJUSTADAS PARA LA CALIDAD

- Usar control estadístico de procesos.
- Delegar autoridad en los empleados.
- Crear métodos a prueba de fallas (poka-yoke, listas de verificación, etc.)
- Exponer la mala calidad mediante pequeños lotes **JIT**.
- Proporcionar retroalimentación inmediata.



- **Video: Lean Manufacturing Gone Lego**

OPERACIONES ESBELTAS Y EL TOYOTA PRODUCTION SYSTEM

PARAGUAYO
ALEMANA

- Se puede pensar en la producción esbelta como el resultado final de una función de la Administración de Operaciones bien manejada.
- Mientras que el **JIT** y el **TPS** tienden a tener un enfoque interno, la producción esbelta inicia externamente con un enfoque en el cliente.



TOYOTA PRODUCTION SYSTEM

PARAGUAYO
ALEMANA

- Mejoramiento continuo
 - Construir una cultura organizacional y un sistema de valores que haga hincapié en la mejora de todos los procesos, **kaizen**.
 - Parte del trabajo de todos.
- Respeto por las personas
 - Las personas son tratadas como trabajadores del conocimiento.
 - Involucrar capacidades mentales y físicas.
 - Capacitar a los empleados.



OM in Action

Toyota's New Challenge

With the generally high value of the yen, making a profit on cars built in Japan but sold in foreign markets is a challenge. As a result, Honda and Nissan are moving plants overseas, closer to customers. But Toyota, despite marginal profit on cars produced for export, is maintaining its current Japanese capacity. Toyota, which led the way with JIT and the TPS, is doubling down on its manufacturing prowess and continuous improvement. For an organization that traditionally does things slowly and step-by-step, the changes are radical. With its first new plant in Japan in 18 years, Toyota believes it can once again set new production benchmarks. It is drastically reforming its production processes in a number of ways:

- ◆ The assembly line has cars sitting side-by-side, rather than bumper-to-bumper, shrinking the length of the line by 35% and requiring fewer steps by workers.
- ◆ Instead of having car chassis dangling from overhead conveyors, they are perched on raised platforms, reducing heating and cooling costs by 40%.

Conventional



Toyota: Side-by-side



- ◆ Retooling permits faster changeovers, allowing for shorter product runs of components, supporting level scheduling.
- ◆ The assembly line uses quiet friction rollers with fewer moving parts, requiring less maintenance than conventional lines and reducing worker fatigue.

These TPS innovations, efficient production with small lot sizes, rapid change-over, level scheduling, half the workers, and half the square footage, are being duplicated in Toyota's new plant in Blue Springs, Mississippi.

Sources: *Forbes* (July 29, 2012); *Automotive News* (February, 2011); and *The Wall Street Journal* (November 29, 2011).



TOYOTA PRODUCTION SYSTEM

PARAGUAYO
ALEMANA

- Procesos y prácticas estándar de trabajo.
 - El trabajo se especificará completamente en cuanto al contenido, secuencia, tiempo y resultado.
 - Las conexiones internas y externas cliente-proveedor son directas.
 - Los flujos de materiales y servicios deben ser simples y estar directamente relacionados con las personas o la maquinaria involucrada.
 - La mejora del proceso debe realizarse de acuerdo con el método científico en el nivel más bajo posible de la organización.



TOYOTA PRODUCTION SYSTEM

PARAGUAYO
ALEMANA

- Procesos y prácticas estándar de trabajo.
- Detener la producción debido a un defecto se llama *jidoka*.
- Enfoque dual
 - Educación y formación de empleados.
 - La capacidad de respuesta del sistema a los problemas.
- El resultado es la mejora continua.



ORGANIZACIONES ESBELTAS

PARAGUAYO
ALEMANA

- Entendimiento del cliente y sus expectativas.
- Las áreas funcionales se comunican y colaboran para garantizar que se cumplan las expectativas del cliente.
- Implementar herramientas esbeltas en toda la organización.



CONSTRUIR UNA ORGANIZACIÓN ESBELTA

PARAGUAYO
ALEMANA

- La transición a un sistema esbelto puede ser difícil.
- Construir una cultura de mejora continua.
- Comunicación abierta.
- Respeto demostrado por las personas.
- *Gemba walks* para ver el trabajo realizado.
 - Las empresas esbeltas a veces usan el término japonés *Gemba* o *Gemba walk* para referirse a ir a donde realmente se realiza el trabajo.



CONSTRUIR UNA ORGANIZACIÓN ESBELTA

PARAGUAYO
ALEMANA

- Los sistemas esbeltos tienden a tener los siguientes atributos:
 - *Respetar y desarrollar empleados.*
 - *Capacitar a los empleados.*
 - *Desarrollar la flexibilidad del trabajador.*
 - *Desarrollar asociaciones de colaboración con proveedores.*
 - *Elimina el desperdicio realizando solo actividades de valor agregado.*



SUSTENTABILIDAD ESBELTA

PARAGUAYO
ALEMANA

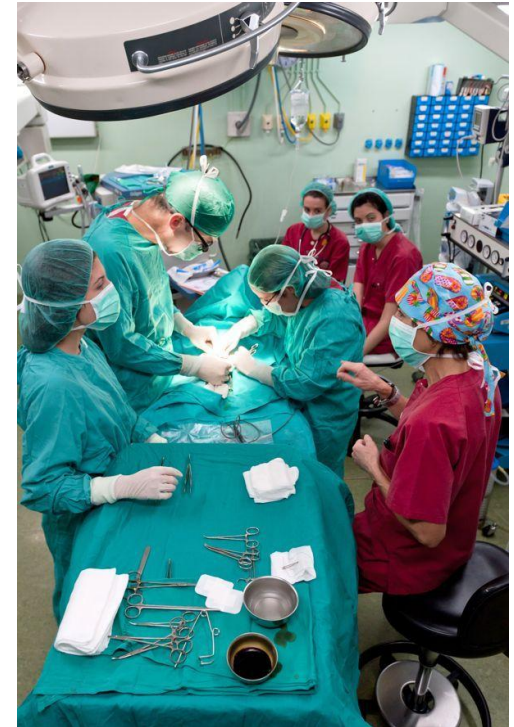
- Dos lados de la misma moneda.
- Maximizar el uso de recursos y la eficiencia económica.
- Enfocarse en asuntos fuera de la firma.
- Considerar la salida y movimiento de los residuos.



LEAN EN LOS SERVICIOS

PARAGUAYO
ALEMANA

- Las técnicas esbeltas utilizadas en la manufactura son utilizadas en servicios.
 - *Proveedores*
 - *Diseños*
 - *Inventario*
 - *Programación*



OM in Action

Lean Delivers the Medicine

Using kaizen techniques straight out of Lean, a team of employees at San Francisco General Hospital target and then analyze a particular area within the hospital for improvement. Hospitals today are focusing on throughput and quality in the belief that excelling on these measures will drive down costs and push up patient satisfaction. Doctors and nurses now work together in teams that immerse themselves in a weeklong kaizen event. These events generate plans that make specific improvements in flow, quality, costs, or the patients' experience.

One recent kaizen event focused on the number of minutes it takes from the moment a patient is wheeled into the operating room to when the first incision is made. A team spent a week coming up with ways to whittle 10 minutes off this "prep" time. Every minute saved reduces labor cost and opens up critical facilities. Another kaizen event targeted the Urgent Care Center, dropping the average wait from 5 hours down to 2.5, primarily by adding an on-site X-ray machine instead of requiring patients to walk 15 minutes to the main radiology department. Similarly, wait times in the Surgical Clinic dropped from 2.5 hours to 70 minutes. The operating room now uses a 5S protocol and has implemented *Standard Work* for the preoperation process.

As hospitals focus on improving medical quality and patient satisfaction, they are exposed to some Japanese terms associated with Lean, many of which do not have a direct English translation: **Gemba**, the place where work is actually performed; **Hansei**, a period of critical self-reflection; **Heijunka**, a level production schedule that provides balance and smooths day-to-day



Frank Boston/Fotolia

variation; **Jidoka**, using both human intelligence and technology to stop a process at the first sign of a potential problem; **Kaizen**, continuous improvement; and **Muda**, anything that consumes resources, but provides no value.

Lean systems are increasingly being adopted by hospitals as they try to reduce costs while improving quality and increasing patient satisfaction—and as San Francisco General has demonstrated, Lean techniques are working.

Sources: *San Francisco Chronicle* (Oct. 14, 2013) and *San Francisco General Hospital & Trauma Center Annual Report, 2012–2013*.



Operaciones Esbeltas

Ejercicios

SOLVED PROBLEM 16.1

Krupp Refrigeration, Inc., is trying to reduce inventory and wants you to install a kanban system for compressors on one of its assembly lines. Determine the size of the kanban and the number of kanbans (containers) needed.

Setup cost = \$10

Annual holding cost per compressor = \$100

Daily production = 200 compressors

Annual usage = 25,000 (50 weeks \times 5 days each \times daily usage of 100 compressors)

Lead time = 3 days

Safety stock = $\frac{1}{2}$ day's production of compressors

SOLUTION

First, we must determine kanban container size. To do this, we determine the production order quantity [see discussion in Chapter 12 or Equation (16-1)], which determines the kanban size:

$$Q_p^* = \sqrt{\frac{2DS}{H\left(1 - \frac{d}{p}\right)}} = \sqrt{\frac{2(25,000)(10)}{H\left(1 - \frac{d}{p}\right)}} = \sqrt{\frac{500,000}{100\left(1 - \frac{100}{200}\right)}} = \sqrt{\frac{500,000}{50}}$$
$$= \sqrt{10,000} = 100 \text{ compressors. So the production order size and the size of the kanban container} = 100.$$

Then we determine the number of kanbans:

Demand during lead time = 300 (= 3 days \times daily usage of 100)

Safety stock = 100 (= $\frac{1}{2} \times$ daily production of 200)

$$\begin{aligned} \text{Number of kanbans} &= \frac{\text{Demand during lead time} + \text{Safety stock}}{\text{Size of container}} \\ &= \frac{300 + 100}{100} = \frac{400}{100} = 4 \text{ containers} \end{aligned}$$

EJERCICIOS

PARAGUAYO
ALEMANA

• • • **16.1** Carol Cagle has a repetitive manufacturing plant producing trailer hitches in Arlington, Texas. The plant has an average inventory turnover of only 12 times per year. She has therefore determined that she will reduce her component lot sizes. She has developed the following data for one component, the safety chain clip:

Annual demand = 31.200 units

Daily demand = 120 units

Daily production (in 8 hours) = 960 units

Desired lot size (1 hour of production) = 120 units

Holding cost per unit per year = \$12

Setup labor cost per hour = \$20

How many minutes of setup time should she have her plant manager aim for regarding this component?

• • • **16.2** Given the following information about a product at Michael Gibson's firm, what is the appropriate setup time?

Annual demand = 39.000 units

Daily demand = 150 units

Daily production = 1.000 units

Desired lot size = 150 units

Holding cost per unit per year = \$10

Setup labor cost per hour = \$40

- **16.4** Hartley Electronics, Inc., in Nashville, produces short runs of custom airwave scanners for the defense industry. The owner, Janet Hartley, has asked you to reduce inventory by introducing a kanban system. After several hours of analysis, you develop the following data for scanner connectors used in one work cell. How many kanbans do you need for this connector?

Daily demand	1.000 connectors
Lead time	2 days
Safety stock	$\frac{1}{2}$ day
Kanban size	500 connectors

- **16.5** Tej Dhakar's company wants to establish kanbans to feed a newly established work cell. The following data have been provided. How many kanbans are needed?

Daily demand	250 units
Lead time	$\frac{1}{2}$ day
Safety stock	$\frac{1}{4}$ day
Kanban size	50 units

EJERCICIOS

PARAGUAYO
ALEMANA

- • **16.6** Pauline Found Manufacturing, Inc., is moving to kanbans to support its telephone switching-board assembly lines. Determine the size of the kanban for subassemblies and the number of kanbans needed.

Setup cost = \$30

Annual holding cost = \$120 per subassembly

Daily production = 20 subassemblies

Annual usage = 2.500 (50 weeks * 5 days each * daily usage of 10 subassemblies)

Lead time = 16 days

Safety stock = 4 day's production of subassemblies

- • **16.7** Maggie Moylan Motorcycle Corp. uses kanbans to support its transmission assembly line. Determine the size of the kanban for the mainshaft assembly and the number of kanbans needed.

Setup cost = \$20

Annual holding cost of mainshaft assembly = \$250 per unit

Daily production = 300 mainshafts

Annual usage = 20.000 (= 50 weeks * 5 days each * daily usage of 80 mainshafts)

Lead time = 3 days

Safety stock = $\frac{1}{2}$ day's production of mainshafts

EJERCICIOS

PARAGUAYO
ALEMANA

• **16.8** Discount-Mart, a major East Coast retailer, wants to determine the economic order quantity (see Chapter 12 for EOQ formulas) for its halogen lamps. It currently buys all halogen lamps from Specialty Lighting Manufacturers in Atlanta. Annual demand is 2,000 lamps, ordering cost per order is \$30, and annual carrying cost per lamp is \$12.

- a) What is the EOQ?
- b) What are the total annual costs of holding and ordering (managing) this inventory?
- c) How many orders should Discount-Mart place with Specialty Lighting per year?

• • • **16.9** Discount-Mart (see Problem 16.8), as part of its new Lean program, has signed a long-term contract with Specialty Lighting and will place orders electronically for its halogen lamps. Ordering costs will drop to \$0,50 per order, but Discount- Mart also reassessed it's carrying costs and raised them to \$20 per lamp.

- a) What is the new economic order quantity?
- b) How many orders will now be placed?
- c) What is the total annual cost of managing the inventory with this policy?

Orlando's Arnold Palmer Hospital, founded in 1989, specializes in treatment of women and children and is renowned for its high-quality rankings (top 10% of 2000 benchmarked hospitals), its labor and delivery volume (more than 14,000 births per year), and its neonatal intensive care unit (one of the highest survival rates in the nation). But quality medical practices and high patient satisfaction require costly inventory—some \$30 million per year and thousands of SKUs.* With pressure on medical care to manage and reduce costs, Arnold Palmer Hospital has turned toward controlling its inventory with just-in-time (JIT) techniques.

Within the hospital, for example, drugs are now distributed at the nursing stations via dispensing machines (almost like vending machines) that electronically track patient usage and post the related charge to each patient. Each night, based on patient demand and prescriptions written by doctors, the dispensing stations are refilled.

To address JIT issues externally, Arnold Palmer Hospital turned to a major distribution partner, McKesson General Medical, which as a first-tier supplier provides the hospital with about one-quarter of all its medical/surgical inventory. McKesson supplies sponges, basins, towels, Mayo stand covers, syringes, and hundreds of other medical/surgical items. To ensure coordinated daily delivery of inventory purchased from McKesson, an account executive has been assigned to the hospital on a full-time basis, as well as two other individuals who address customer service and product issues. The result has been a drop in Central Supply average daily inventory from \$400,000 to \$114,000 since JIT.

JIT success has also been achieved in the area of *custom surgical packs*. Custom surgical packs are the sterile coverings, disposable plastic trays, gauze, and the like, specialized to each type of surgical procedure. Arnold Palmer Hospital uses 10 different custom packs for various surgical procedures. "Over 50,000 packs are used each year, for a total cost of about \$1.5 million," says George DeLong, head of Supply-Chain Management.

The packs are not only delivered in a JIT manner, but packed that way as well. That is, they are packed in the reverse order they are used so each item comes out of the pack in the sequence it is

needed. The packs are bulky, are expensive, and must remain sterile. Reducing the inventory and handling while maintaining an ensured sterile supply for scheduled surgeries presents a challenge to hospitals.

Here is how the supply chain works: Custom packs are *assembled* by a packing company with *components supplied* primarily from manufacturers selected by the hospital, and *delivered* by McKesson from its local warehouse. Arnold Palmer Hospital works with its own surgical staff (through the Medical Economics Outcome Committee) to identify and standardize the custom packs to reduce the number of custom pack SKUs. With this integrated system, pack safety stock inventory has been cut to one day.

The procedure to drive the custom surgical pack JIT system begins with a "pull" from the doctors' daily surgical schedule. Then, Arnold Palmer Hospital initiates an electronic order to McKesson between 1:00 and 2:00 p.m. daily. At 4:00 a.m. the next day, McKesson delivers the packs. Hospital personnel arrive at 7:00 a.m. and stock the shelves for scheduled surgeries. McKesson then reorders from the packing company, which in turn "pulls" necessary inventory for the quantity of packs needed from the manufacturers.

Arnold Palmer Hospital's JIT system reduces inventory investment, expensive traditional ordering, and bulky storage and supports quality with a sterile delivery.

Discussion Questions**

1. What do you recommend be done when an error is found in a pack as it is opened for an operation?
2. How might the procedure for custom surgical packs described here be improved?
3. When discussing JIT in services, the text notes that suppliers, layout, inventory, and scheduling are all used. Provide an example of each of these at Arnold Palmer Hospital.
4. When a doctor proposes a new surgical procedure, how do you recommend the SKU for a new custom pack be entered into the hospital's supply-chain system?

**You may wish to view the video that accompanies this case before answering these questions.

*SKU = stock keeping unit

¡GRACIAS POR LA ATENCIÓN!
eladio.martinez@upa.edu.py