



Una decisión de proceso (o de la transformación) es el sistema que adquiere una organización para transformar los recursos en bienes y servicios que ofrece al mercado.

DISEÑO Y SELECCIÓN DE PROCESOS

El objetivo del diseño de procesos es encontrar una manera de producir bienes que cumplan con los requerimientos de los clientes, las especificaciones del producto dentro del costo y otras restricciones administrativas. El proceso seleccionado tendrá un efecto a largo plazo sobre la eficiencia y la producción, así como en la flexibilidad, costo y la calidad de los bienes producidos por la empresa.

Roberto **CARRO PAZ**
Daniel **GONZÁLEZ GÓMEZ**



El Sistema de Producción y Operaciones

CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS:

La totalidad de las fotografías incluidas en este trabajo han sido tomadas por los autores.

Ni la totalidad ni parte de este trabajo pueden reproducirse, registrarse o transmitirse, por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea electrónico, mecánico, fotoquímico, magnético o electroóptico, por fotocopia, grabación o cualquier otro, sin permiso previo por escrito de los autores.

DISEÑO Y SELECCIÓN DE PROCESOS



Una decisión de proceso (o de transformación) es el sistema que adquiere una organización para transformar los recursos en bienes y servicios que ofrece al mercado. El objetivo del diseño de procesos es encontrar una manera de producir bienes que cumplan con los requerimientos de los clientes, las especificaciones del producto dentro del costo y otras restricciones administrativas. El proceso seleccionado tendrá un efecto a largo plazo sobre la eficiencia y la producción, así como en la flexibilidad, costo y la calidad de los bienes producidos por la empresa.

La selección del proceso es una decisión estratégica que involucra seleccionar qué tipos de procesos de producción debemos considerar. Una decisión esencial en el diseño de un sistema de producción es el proceso que se usará para hacer productos o brindar servicios. Esto involucra decisiones en campos tales como recursos humanos, equipos, materiales y tecnología, entre otros.

Este tipo de decisiones, al ser estratégicas, afectan la competitividad de la empresa en el largo plazo y dependen en gran medida de las prioridades competitivas: costo, calidad, flexibilidad y tiempo. Por ejemplo, si la organización decidió competir en tiempos de entrega, deberíamos establecer un proceso que nos permita responder rápidamente.



Los próximos años depararán grandes cambios en la producción, tanto industrial como de servicios. La necesidad de fortalecer la base tecnológica de la empresa y de realizar un profundo análisis de la estrategia es cada día más acuciante y a ella ha de dedicar todo su esfuerzo el alto directivo. En la fotografía, operador de FM Brisas en Mar del Plata.

La administración del proceso abarca la selección de las entradas, las operaciones, los flujos de trabajo y los métodos utilizados para producir bienes y servicios.

La selección de las entradas supone decidir sobre qué tipo de habilidades humanas y materias primas vamos a necesitar, cuáles operaciones se llevarán a cabo por trabajadores y cuáles por máquinas, qué servicios externos tomaremos, etc.; consistente con la estrategia de posicionamiento de la organización y su habilidad para obtener recursos.



Este tipo de decisiones se toman, por lo general, en alguno de los siguientes casos:

- Cuando hay modificaciones importantes en el producto.
- Cuando tenemos problemas de calidad.
- Cuando hay cambio de las prioridades competitivas.
- Cuando ha cambiado la demanda del producto.
- Cuando la performance corriente no es adecuada.
- Cuando la competencia está por delante debido al uso de nuevos procesos o tecnologías.
- Cuando hay cambios importantes en los insumos o su disponibilidad ha variado de manera importante.

La enunciación anterior es ejemplificativa y no necesariamente todas conducen a un cambio del proceso actual. Hay que tener en cuenta que a veces los cambios de proceso generan costos que hacen que la rentabilidad disminuya. Las decisiones de procesos dependen en gran medida de las prioridades competitivas, que a su vez cambian con los ciclos de vida del producto y con las estrategias de posicionamiento de la organización, que también involucran cuestiones como ética y medio ambiente.

En general podemos clasificar a los procesos básicamente como:

- a) Proceso de fabricación: en estos casos hay cambios en la forma de las materias primas. Por ejemplo, en la transformación de una lámina metálica convirtiéndola en un envase.
- b) Procesos de ensamble: se produce un ensamble o combinación de partes para conformar un producto. Por ejemplo, en la industria automotriz, hay partes que se ensamblan para conformar un automóvil.

Los administradores de operaciones deben considerar, a manera sintética, cinco decisiones comunes sobre los procesos. Primero las enunciaremos y luego las veremos cada una de ellas en forma particular:

- 1 *Selección del proceso*: se determina cómo se organizan los recursos alrededor del producto para conseguir implementar la estrategia de la organización. Esta elección va a depender del volumen y del grado de personalización. Los procesos pueden clasificarse según el flujo de materiales, partes o personal y el destino que se le da a los bienes finales:

- a) Según el flujo: siguiendo a Hayes y Wheelwright, agruparemos en cuatro grandes grupos y una quinta clasificación que es común en todos los autores:

- Talleres de trabajo
- Lotes
- Línea de ensamble o producción
- Flujo continuo
- Por proyecto

Otros autores clasifican a estos grupos en solamente tres:

- Flujo lineal
- Flujo intermitente
- Por proyecto

- b) Según el destino

- Para inventario o stock
- Por pedido o por ordenes

- 2) *Integración vertical*: es el grado con el que el sistema de producción de la compañía maneja la cadena total de procesos desde la materia prima hasta la venta y el servicio.
- 3) *Flexibilidad de los recursos*: es la facilidad con la cual los empleados y el equipamiento pueden adecuarse a una amplia variedad de productos, niveles de salida, derechos y funciones.

- 4) *Grado de involucramiento o interacción del cliente*: refleja la manera en la cual el cliente se convierte en parte del proceso de producción y el grado de este involucramiento.
- 5) *Intensidad de la utilización del capital*: determina el mix entre el equipamiento y la fuerza de trabajo en el proceso de producción.

SELECCIÓN DEL PROCESO

Antes de considerar qué tipo de proceso vamos a seleccionar, debemos caracterizarlos de acuerdo a los tipos de flujo de cada proceso.

Proceso en línea

El proceso en línea está focalizado en el producto con los recursos organizados alrededor del mismo. Los volúmenes en general son altos y los productos son del tipo estandarizado. Los insumos se mueven de manera lineal de una estación a la siguiente en una secuencia ya fijada. Si lo viéramos como lotes, el tamaño del lote en este caso sería igual a 1. Cada operación realiza el mismo proceso una y otra vez con poca o ninguna variabilidad.

En estos casos siempre los productos van a inventario para que estén listos cuando el cliente coloca una orden. Las ordenes de producción no están directamente encadenadas a las ordenes de los clientes como en el caso de los procesos por lotes o por proyecto. A veces este tipo de proceso se denomina en masa cuando los volúmenes son importantes. Como ejemplo de este proceso tenemos las líneas de fabricación de automóviles, de herramientas y de juguetes. También en los servicios podríamos mencionar los restaurantes de comidas rápida y cafeterías, entre otros.

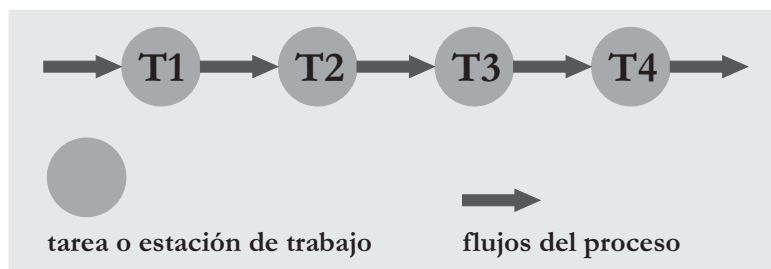


Figura 7.1
Proceso en línea



La fábrica de helados Don Nicola de la fotografía, en la ciudad de Balcarce, es ejemplo de un proceso en línea o en cadena.

Henri Ford fue quien perfeccionó este tipo de proceso en la industria automotriz y lo implantó en su fábrica de Detroit.

La cadena transporta el producto fabricado a través de una serie de puestos de trabajo, donde los operarios realizan sus funciones especializadas.

Proceso intermitente

En estos procesos se logran volúmenes medios pero con gran variedad de productos. Los productos entonces comparten recursos. Se produce un lote de productos y luego se cambia al siguiente. No hay una secuencia estándar de operaciones a través de las instalaciones.

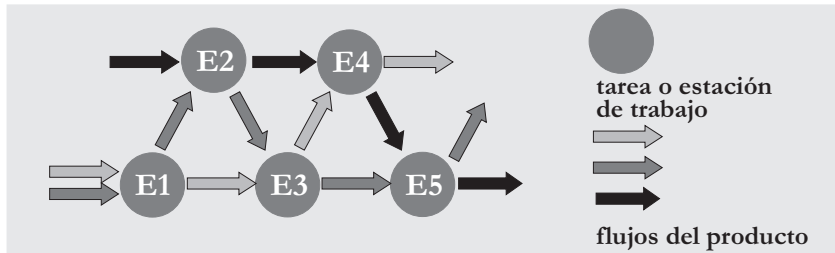


Figura 7.2
Proceso intermitente



En los procesos de fabricación intermitentes los operarios realizan su trabajo en máquinas especializadas tomando las piezas de un depósito intermedio y procesándolas en su estación de trabajo.

El trabajo de un operario en el torno del taller de la fotografía en la empresa Montenegro de la ciudad de Lobería, es un ejemplo de este tipo de procesos.

Proceso por proyecto

Con este tipo de proceso se puede lograr una alta personalización y, en general, tiene bajos volúmenes de producto. La secuencia de las operaciones es única para cada producto. En general son procesos de larga duración y gran escala, por lo que se utilizan para la producción de un producto único, por ejemplo en organizaciones que se especializan en planeamiento de eventos, en campañas políticas, en programas de capacitación, construcción de un nuevo hospital, creación de nuevos paquetes de software, la provisión de servicios de salud, el manejo de entregas de correspondencia especial, astilleros, filmación de películas, etc. Son proyectos que concluyen con el producto y no existe repetición.

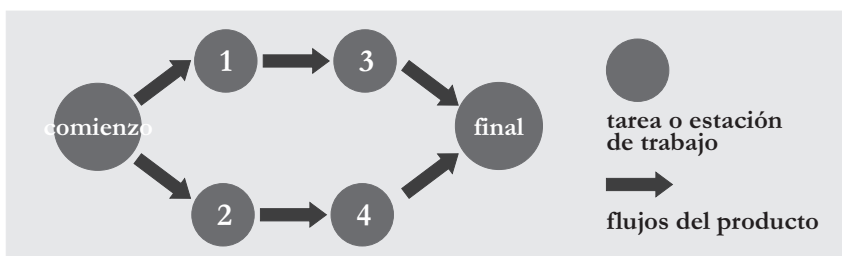


Figura 7.3
Proceso por proyecto



Los trabajos en un equipo de competición se realizan por el sistema de procesos tipo proyecto. Para cada unidad preparada (un coche, una moto, una lancha), debe llevarse a cabo un estudio previo según las condiciones establecidas por el propio cliente.

Para la realización de un proyecto se forman equipos especializados que trabajan en el vehículo atendido de forma exclusiva, mientras que los departamentos que integran la estructura (servicios, aprovisionamiento, etc.) cubren las necesidades de los distintos equipos de trabajo. en la imagen, equipo Ford en la carrera de World Rally Championship (WRC) en la provincia de Córdoba, Argentina.

Teniendo en cuenta la también mencionada clasificación de Hayes y Wheelwright, podemos definir los siguientes tipos de proyecto:

- a) **Talleres de trabajo:** producción de pequeñas series de gran cantidad de productos. Cada uno de ellos requiere una secuencia distinta de operaciones. Por ejemplo, los talleres que fabrican productos personalizados como tableros eléctricos de comando de máquinas, circuitos impresos, etc.
- b) **Lotes:** es un taller de trabajo más especializado. En general se tiene una línea estable de productos que se producen en lotes con una periodicidad. Por ejemplo, la fabricación de maquinaria pesada, dispositivos electrónicos, etc.
- c) **Línea de ensamble o línea de producción:** componentes discretos que pasan de una estación a otra con una secuencia determinada. Por ejemplo, la fabricación de electrodomésticos.
- d) **Flujo continuo:** secuencia de pasos predeterminada con un flujo continuo no discreto. En general altamente automatizado y permanente. Tienen alto volumen y alta estandarización, con flujos de línea muy rígidos. Usualmente un insumo primario como un líquido, gas o polvo se mueve sin parar a través de la instalación. El proceso por lo general es de capital intensivo y operan buscando maximizar el espacio y evitar onerosas paradas de planta. Los procesos continuos son casi exclusivamente encontrados en manufactura. Ejemplo de este tipo de proceso son las refinerías de petróleo, plantas químicas, cervecerías, industria del acero, etc. En el sector de servicios tendríamos el ejemplo de las usinas de generación eléctrica.

Para la selección de procesos, continuando con el pensamiento de Roger Schroeder, consideraremos seis factores que influyen en esta decisión. Ellos son:

- Las condiciones del mercado.
- Las necesidades de capital.
- La disponibilidad y costo de la mano de obra.
- Las habilidades gerenciales requeridas para cada tipo de proceso.
- Las disponibilidad y costo de la materia prima.
- La etapa y estado de la tecnología.

Un método muy conocido que tiene en cuenta los costos fijos y los costos variables es el análisis del punto de equilibrio que se representa en la figura 7.4

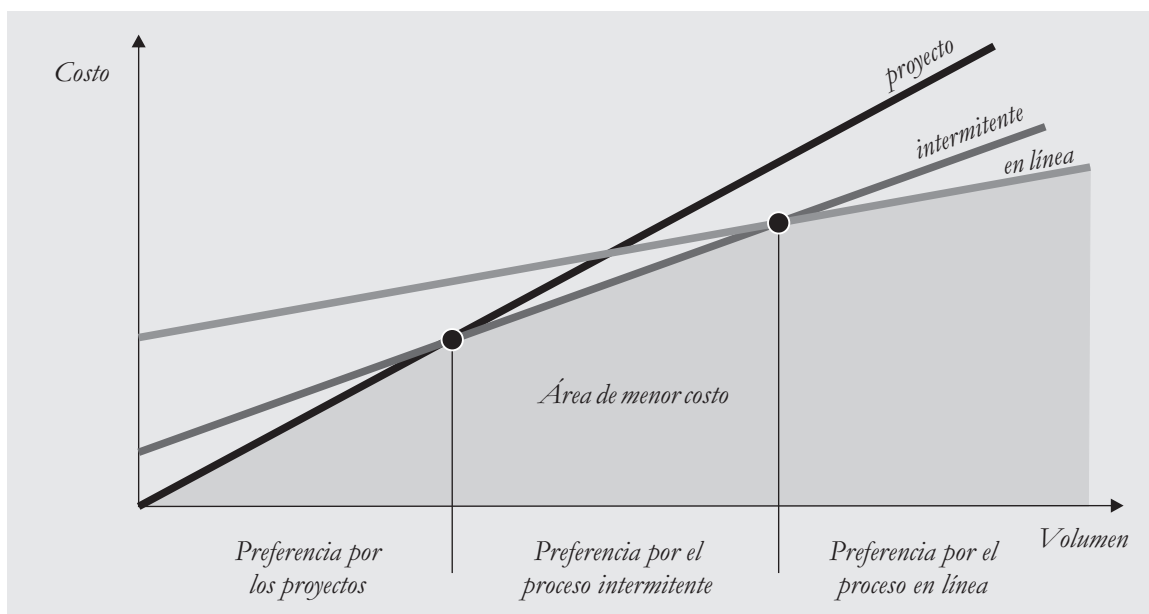


Figura 7.4

Curvas de costo para las operaciones de proceso

Generalizando, si la decisión es la elección de un proceso por proyectos, intermitente o en línea, la comparación de costos se asemeja a las curvas de costo para operaciones de proceso, que muestran que los proyectos tendrán el menor costo en caso de volúmenes inferiores, seguido por el flujo intermitente con volúmenes medios y los procesos en línea con volúmenes altos. El proceso por proyectos tiene el costo fijo más bajo y el mayor costo variable, lo cual hace que los proyectos sean menos costosos en total en el caso de volúmenes bajos. Los procesos en línea tienen los más altos costos fijos y los menores costos variables, lo cual los vuelve menos costosos en total cuando se habla de volúmenes altos.

Este mismo análisis se utiliza cuando se debe escoger entre equipos alternativos y cuando existen elecciones del tipo fabricar o comprar.

INTEGRACIÓN VERTICAL

En general, todas las organizaciones compran al menos algo para la entrada de los procesos que llevan a cabo. Estos pueden ser productos de otras organizaciones o servicios como los profesionales. La decisión del nivel de integración vertical parte de una observación de todas las actividades que se llevan a cabo entre la adquisición de materia prima y los servicios y despachos de los productos terminados.

Es deseable una integración vertical importante cuando los volúmenes de las entradas son altos porque este nivel permite la especialización de las tareas y por tanto mejores rendimientos. Pero esto es posible si la empresa tiene competencias distintivas y observa al sector del que forma parte como un aspecto importante para su éxito futuro.

Esta situación no es nada ventajosa cuando el o los proveedores pueden proporcionar los bienes o servicios con gran eficiencia y a bajo costo. Por ejemplo, los pequeños restaurantes de comidas pueden comprar verduras preelaboradas a bajo costo a proveedores especializados que tienen altos volúmenes de producción para ser utilizados en sandwiches que de otra manera los tendrían que preparar ellos mismos y, seguramente, a un mayor costo.

Sabemos que la integración vertical tiene dos direcciones: hacia atrás que representa moverse hacia las fuentes de la materia prima y hacia delante, lo que significa que la empresa va hacia sus clientes; por ejemplo, adquiere canales de distribución, conformación de sus propios centros de distribución (almacenes) y tiendas de venta.

El incremento de la integración vertical puede reducir la flexibilidad de los recursos si es que requiere una gran inversión en instalaciones y equipos. Hay ejemplos que resultaron en éxitos y también en fracasos respecto a la integración, por lo que esta decisión puede llevar a desastres y elevadas capacidades ociosas. Algunas decisiones típicas relacionadas con esto son:

Decisión de fabricar o comprar. La integración vertical hacia atrás está relacionada con la llamada decisión de fabricar o comprar. Como indicamos, el análisis del punto de equilibrio es un buen punto de partida para el estudio de estas decisiones.

La decisión de comprar o el *outsourcing* tiene ventajas y desventajas. Las desventajas son que una compañía puede delegar un proceso que es crucial para su misión y perder el control sobre el área de negocio dándose que los clientes estén insatisfechos con el resultado final. Por ejemplo, si los clientes del restaurante mencionado quieren hacer las ensaladas con sus propios gustos no les agrada las ensaladas preelaboradas provistas por un proveedor externo. Algunas decisiones de hacer, por su parte, requieren importantes inversiones de capital. El hacer el trabajo en la organización puede significar mayor calidad y mayor tiempo de entrega y también una mejor optimización de los recursos humanos, equipo y espacio.

Se ha observado que últimamente, las empresas están haciendo más *outsourcing*. Dos factores contribuyen a esta tendencia: la competencia global y la tecnología de la información. La globalización crea más opciones de proveedores en lugares distantes. Los avances en la tecnología de la información permiten hacer más fácil la coordinación con los proveedores con bajos costos de transacción (en esto se destaca el e-commerce). También permite que los proveedores se agrupen en corporaciones virtuales para responder a las oportunidades del mercado.

Otro importante concepto a tener en cuenta es la denominada fábrica virtual. Esta tiene que ver con actividades de producción que no son realizadas en la planta de la empresa y son derivadas a otras plantas en lugares distintos y que muchas veces no pertenecen a la organización y surgen de alianzas estratégicas. También en estos casos la organización se limita a ser una gerenciadora del proceso de integración.

Decisiones sobre equipos propios o alquilados. Cuando una organización decide incrementar su integración vertical también debe decidir si compra o alquila las instalaciones y el equipamiento. La opción de alquiler es utilizada por las empresas afectadas por rápidos cambios en la tecnología. También es utilizado cuando la compañía necesita equipamiento por cortos periodos.



FLEXIBILIDAD DE LOS RECURSOS

Las decisiones que el administrador hace respecto de las prioridades competitivas determinan el grado de flexibilidad requerida de los recursos de la compañía, en general sobre sus empleados, sus instalaciones y su equipo.

La flexibilidad de los recursos es crucial para una estrategia posicionada en los procesos, ayudando a absorber las variaciones de carga de trabajo en las operaciones individuales que son causadas por caídas en el volumen, flujos erráticos o programaciones no adecuadas.

Flexibilidad de la Fuerza de Trabajo. Tener una fuerza de trabajo flexible significa contar con aquella que es capaz de acometer varias tareas además de las suyas propias, como por ejemplo la flexibilidad de moverse de un puesto a otro. Esta flexibilidad está asociada a un costo; requiere grandes habilidades y entrenamiento. Los beneficios son innumerables puesto que permite alcanzar mejores servicios al cliente y resolver los cuellos de botella.

Esta decisión está dada por la necesidad de flexibilidad en el volumen. Si existen condiciones estables y suaves, se utiliza fuerza de trabajo con expectativas regulares. Si en cambio se enfrenta a picos o estacionalidades, se deben utilizar en lo posible trabajadores de tipo part time. Esto no es aplicable si las habilidades temporarias requeridas son altas.

Flexibilidad del Equipamiento. Cuando la firma produce bienes o servicios con ciclos de vida cortos, alto grado de personalización y bajos volúmenes de producto, elegirá equipo de propósito general. La decisión puede graficarse de manera de obtener el punto de equilibrio entre dos tipos de maquinaria dependiendo de las unidades a fabricar. En el punto de equilibrio tendremos que los costos serán iguales para ambas alternativas y decidiremos según el volumen a producir.

GRADO DE INTERACCIÓN DEL CLIENTE

El grado de interacción del cliente -o cómo éste se involucra en la producción- variará desde el autoservicio a la personalización decidiendo el tiempo y el lugar de prestación del mismo.

- a) *Línea de producción:* el ejemplo típico por ser el pionero es McDonald's donde este proceso de servicio se aproxima a la manufactura. La orientación es a la producción eficiente y tiene un bajo contacto y participación del cliente.
- b) *Autoservicio:* en este caso se permite al cliente participar mas directamente en la producción. Por ejemplo en algunos restaurantes, las ensaladas son preparadas por el cliente. Esta decisión la toman aquellas compañías donde el costo de servicio es muy importante. Para ahorrar dinero los clientes aceptan ser parte del proceso. Los fabricantes focalizados en el producto de bienes como juguetes, bicicletas y muebles muchas veces deciden darle al cliente la parte del ensamble a fin de bajar costos. Otro ejemplo son los cajeros automáticos o estaciones de servicio.
- c) *Atención personalizada:* en este caso tenemos alto contacto. Cuando los servicios no pueden ser provistos sin la presencia del cliente, éstos determinan el tiempo y el lugar en que se deben producir. El caso típico de la atención personalizada es la prestación de los servicios profesionales.

INTENSIDAD DE CAPITAL

Se trata de determinar la mezcla de equipos y de mano de obra o habilidades personales que van a intervenir en el proceso. Los gerentes tienen un amplio grado de elecciones que van desde las operaciones con poca automatización hasta aquellas con alta automatización. Estas decisiones requieren un examen cuidadoso.

Una ventaja de la tecnología es que puede incrementar la productividad con un alto grado de calidad. Su desventaja radica en que tiene un alto costo para operaciones de bajo volumen.

Los fabricantes usan dos tipos de automatización: fija o flexible.

La automatización fija es apropiada para líneas y procesos continuos que producen un tipo de partes o producto en una secuencia fija de operaciones; sistema muy utilizado por las fábricas de automóviles hasta la década del '80. Este tipo de automatización es útil con grandes volúmenes de demanda, diseños estables y ciclos de vida largos. Permite compensar los gastos iniciales en inversiones y cuentan con cierta rigidez.

La automatización flexible se utiliza para fabricar varios productos. La habilidad para reprogramar máquinas permite utilizarla en ambas operaciones: focalizadas en el producto y focalizadas en el proceso.

ECONOMÍAS DE ESCALA

La intensidad del capital y la flexibilidad de los recursos varían inversamente. En algunas compañías es posible la combinación de ambos; es decir, alta intensidad de capital y alta flexibilidad de los recursos, creando lo que se llama economías de escala. Estas reflejan la habilidad para producir múltiples productos más baratos que si los fabricaran por separado. Aquí tenemos personalización y bajo costo. Requiere que una familia de partes o productos tengan un volumen suficiente para utilizar completamente el equipamiento aunque haya que realizar múltiples cambios.

Antes de 1970, muchas empresas estaban dispuestas a aceptar la complejidad adicional que trae aparejado el mayor tamaño. Se agregaban nuevos productos o servicios a la instalación con la finalidad de lograr una utilización más completa de los costos fijos y mantener todas las operaciones bajo el mismo techo. El resultado era una maraña de prioridades competitivas, selecciones de procesos y tecnologías que, con el afán de hacer todo, siempre hacían algo mal o falta de competitividad.

Fábricas enfocadas: varias empresas subdividieron sus instalaciones donde elaboraban la totalidad de sus productos en varias plantas especializadas más pequeñas. La teoría es que al restringir la gama de demanda impuesta a una instalación se logrará un mejor rendimiento porque así la gerencia puede concentrarse en un menor número de tareas y enfocar la fuerza de trabajo hacia una sola meta.

En algunas situaciones, una planta que acostumbraba fabricar todos los componentes de un producto y realizaba el ensamble de los mismos, logró dividirse en dos: una que produce los componentes y otra que se hace cargo del ensamble. De esta forma, cada una de ellas se enfoca en su propia tecnología de procesos individual.

Enfoque por segmentos de procesos: a veces un proceso no ha sido diseñado como un conjunto de prioridades competitivas y no ha sido seleccionado correctamente. En una instalación manufacturera, algunas partes del proceso suelen asemejarse a un proceso de producción intermitente y otras partes a un proceso en línea. En una instalación de servicios, algunas partes pueden parecerse a un taller de servicios y otras partes a una industria de servicios. Esas distribuciones logran ser eficaces siempre que cada proceso esté suficientemente enfocado.

Las plantas dentro de plantas (PWP; del inglés *plants within plants*) son operaciones diferentes ubicadas dentro de una misma instalación con prioridades competitivas, fuerza de trabajo y procesos individualizados bajo el mismo techo. Las líneas divisorias entre las PWP pueden establecerse separando físicamente cada unidad o simplemente con una revisión de las relaciones organizacionales. En cada PWP, la personalización, la intensidad de capital, el volumen y otras relaciones son vitales y deben complementarse entre sí. Las ventajas de las PWP son una disminución de los niveles administrativos, más posibilidades de practicar la resolución de problemas en equipo y líneas de comunicación más cortas entre los departamentos.



Otra forma de lograr un enfoque claro consiste en el uso de células. Una célula es un grupo de dos o más estaciones de trabajo que no son similares y están localizadas una cerca de otra, en las cuales se procesa un número limitado de partes o modelos cuyos requerimientos de procesos son similares. Una célula tiene flujos de línea aún cuando las operaciones que se realizan a su alrededor pueden tener flujos flexibles. Las fábricas enfocadas, las PWP y las células proporcionan un sistema flexible y ágil que puede competir mejor sobre la base de tiempos de entrega cortos.

Operaciones de servicio enfocadas: también las empresas de servicios han adoptado el concepto de enfoque, PWP y células. Las compañías minoristas han abierto tiendas que ofrecen espacios más pequeños y más accesibles. Estas instalaciones enfocadas hicieron mella en el negocio de las grandes tiendas departamentales (por ejemplo El Corte Inglés en España, Galerías Lafayette en Francia o hasta Los Gallegos en Mar del Plata) utilizando la misma filosofía. Algunas tiendas están enfocadas en clientes y otras en productos específicos. Las tiendas remodeladas parecen una colección de boutiques pequeñas bajo un mismo techo.

Sobre la clasificación de los procesos según su destino, la siguiente tabla resume las características principales de cada uno de ellos:

| <i>Características</i> | <i>Para inventario</i> | <i>Por pedido</i> |
|------------------------|---|--|
| Producto | Especificado por el productor. Poco costoso. | Especificado por el cliente. Muy costoso. |
| Objetivo | Equilibrar el inventario, la capacidad y el servicio | Administrar los plazos de entrega y la capacidad |
| Principales problemas | Preparación de pronósticos. Planeamiento de la producción. Control de inventario. | Tiempos de entrega. Control de entregas. |

MATRIZ PRODUCTO-PROCESO

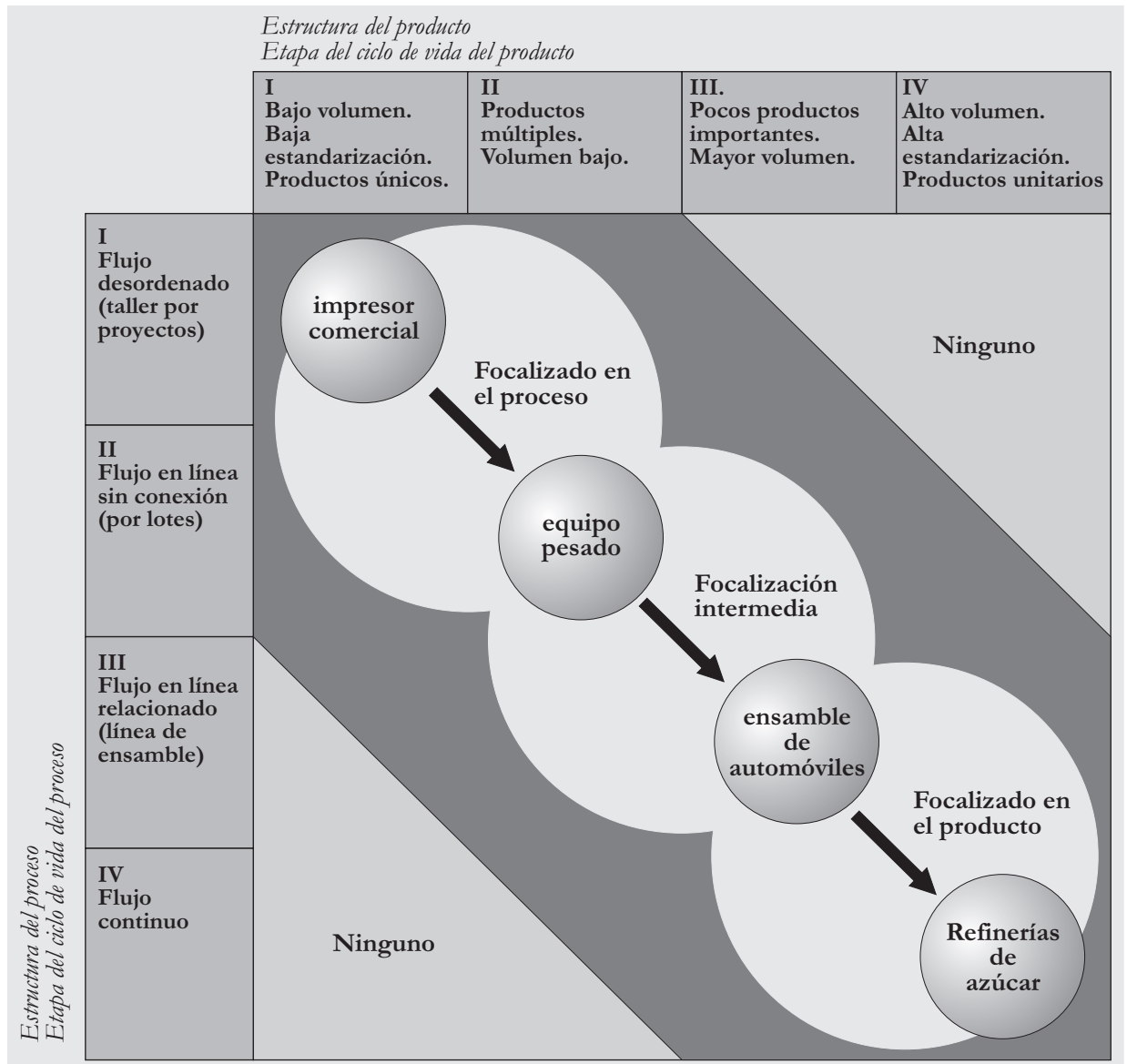
En su manual de operaciones publicado en el año 1984, Hayes y Wheelwright sugirieron, como lo muestra la figura 7.5, que se consideren a los productos y a los procesos como dos lados de una misma matriz

En el lado de los productos se encuentra el ciclo de vida del producto de una empresa cuyo margen de producción va desde un volumen bajo de productos únicos hasta un volumen alto de productos estandarizados. Conforme madura la línea de productos, pasa del lado izquierdo de la matriz hacia el derecho.

En el lado del proceso de la matriz se encuentra el tipo de proceso que va desde un taller por proyectos (flujo desordenado) hasta un proceso continuo.

La idea que plantea esta matriz es que a medida que el volumen aumenta y la línea de producto se estrecha (dimensión horizontal), los flujos de equipos especializados y materiales estandarizados se vuelven económicamente factibles (dimensión vertical).

Una de las cuestiones importantes en la actualidad es buscar los beneficios de la flexibilidad (etapa I) de las estructuras de taller junto con las ventajas del costo que ofrecen las líneas en la etapa II y IV. Esto último es lo que buscan los sistemas de manufactura flexible (FMS)

**Figura 7.5***Matriz Producto-Proceso**Fuente: Hayes y Wheelwright. Restoring our Competitive Edge. 1984.*

ANÁLISIS DE FLUJOS EN LOS PROCESOS

Este análisis trata directamente del proceso de transformación mismo que se puede considerar como una serie de flujos que conectan los insumos con los productos. En el estudio de los flujos del proceso se analiza la manera en que se fabrica un bien o en que se presta un servicio. Cuando se analiza la secuencia de pasos que se utiliza para convertir los insumos en productos, es normal que se encuentren mejores métodos o procedimientos.

En el corazón del análisis del flujo del proceso se encuentra el diagrama de flujo. La idea de describir los flujos del proceso en forma de diagrama es bastante poderosa y ayuda a la investigación que busca mejores métodos y procedimientos.

Pensamiento sistémico

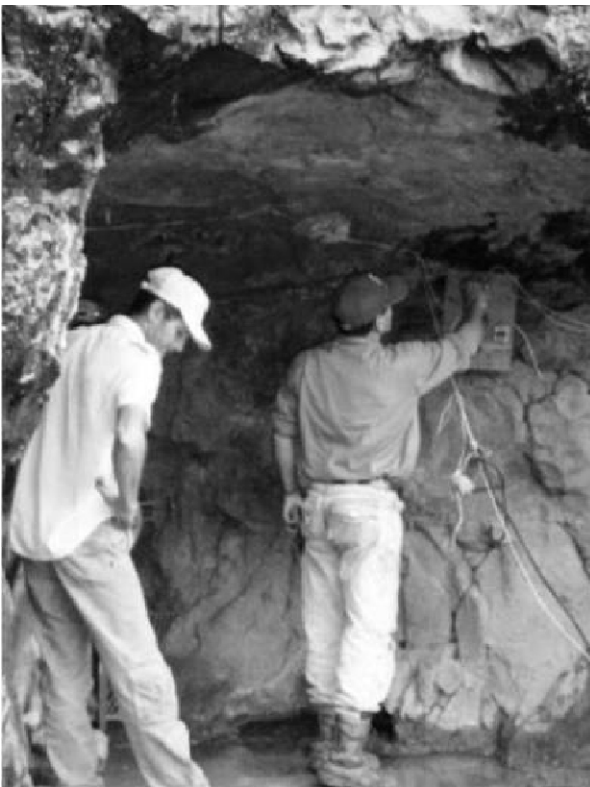
Un requisito para el análisis del flujo del proceso es definir el proceso de transformación de operaciones como un sistema. Esto exige la identificación del sistema relevante que se va a analizar mediante la definición del límite del sistema y la identificación de los insumos, productos y flujos apropiados del mismo.

Casi siempre se define un sistema como la recolección de elementos interrelacionados cuyo todo es mayor que la suma de las partes. Una organización empresarial es un sistema. Está formado por las funciones de comercialización, operaciones, finanzas y así sucesivamente. Sin embargo, la empresa como sistema logra mucho más como un todo que lo que las funciones podrían lograr de manera individual. Una sola función no lograría nada por sí misma.

Todas las operaciones se pueden considerar como un sistema si se identifica un proceso de transformación; pero para su estudio, todo proceso de transformación debe aislarse de su medio ambiente y definirse en términos de los insumos, de los productos y del método de transformación que se utiliza.

La parte más difícil del enfoque sistémico para el análisis de procesos es definir los límites que separan al sistema de operaciones de su medio ambiente. Este límite nos dice, a los fines del análisis, qué tan grande o pequeño es el sistema. La selección de un límite es arbitraria puesto que el sistema puede ser tan grande o tan pequeño como se desee, dependiendo del problema en particular que se estudie. El límite debe incluir todas las interacciones importantes dentro del sistema, pero siempre es difícil definir con exactitud lo que se debe incluir o excluir.

En el análisis de procesos, el mayor sistema que se considera normalmente es la totalidad de la función de operaciones. Cada vez que tenga que considerarse un sistema más grande, la decisión casi siempre se relacionará con la alta gerencia así como con la gerencia de operaciones. En el análisis de procesos, los administradores también toman en consideración a los subsistemas, que son sólo una parte de las operaciones. Ejemplo de esto son el subsistema de control de inventarios o el subsistema de calidad. Para el análisis del proceso se utilizan varias herramientas, algunas de las cuales se verán a continuación.



Aunque Taylor es visto hoy en día como un autor excesivamente mecanicista y hasta inhumano en muchos casos, la realidad es que la mayoría de los pensadores de su época -y hasta el mismo Taylor- estaban muy preocupados por hacer el trabajo industrial más humano. La grave situación y la dureza de las condiciones de trabajo en muchas fábricas, en los astilleros y en las minas, generaban frecuentes conflictos. El esfuerzo de Taylor pretendía encontrar un modo más racional y menos conflictivo de diseñar la producción que permitiera a la vez utilizar de una forma eficiente los recursos materiales y humanos. La fotografía muestra los trabajos realizados a cielo abierto en las minas de Wanda, Misiones.

Análisis de flujo de materiales

El análisis de los flujos de materiales en las fábricas, fue una de las primeras aplicaciones de los conceptos del análisis del proceso, los que se desarrollaron a principios de 1900 entre los ingenieros industriales que aplicaban los principios de la administración científica de Taylor. Primero, desglosaron el proceso de manufactura en elementos detallados y después estudiaron con cuidado cada uno de los elementos y sus interrelaciones para poder mejorar la eficiencia general del proceso.

Hoy en día el análisis de flujo de materiales se ha puesto de moda nuevamente gracias al énfasis en la reducción del tiempo de producción -o tiempo de ciclo- de manufactura; es decir, el tiempo total para la fabricación de los pedidos y la distribución de un producto desde el principio hasta el final reduciendo el desperdicio en el proceso.

El desperdicio o *scrap* así entendido, se define como cualquier operación que no añade valor durante el proceso de producción, incluyendo el tiempo en que el producto se mantiene en almacenamiento, el tiempo en que el producto se mueve de una ubicación a otra y el tiempo para inspecciones, entre otros. Solamente añade valor el tiempo real de procesamiento del material en las máquinas o en forma manual. Para ello es importante describir este flujo con gran detalle. Manufactura realiza esta tarea a través de cuatro documentos principales: dibujos de ensamble; gráficas de ensamble; hoja de rutas críticas; y gráficas de flujo del proceso.

Los **dibujos de ensamble** se utilizan para especificar la manera en que se armarán las partes de un artículo manufacturado. Estos dibujos los desarrolla el departamento de ingeniería y se los proporciona a Operaciones. La figura 7.6 muestra un ejemplo de dibujo de ensamble -también llamado *despiece*- para un revólver Colt 1911.

Con el objeto de mostrar la secuencia exacta de operaciones que se utiliza para armar un producto, se prepara una **gráfica de ensamble** o “Gozinto” (del inglés goes into, “va hacia”), a partir del dibujo de ensamble. Esta gráfica muestra cada paso en el proceso de ensamble y las partes que pasan hasta el producto final, como se ilustra en la figura 7.7, en que se representa el armado de un triciclo.



Figura 7.6
Dibujo de ensamble. Despiece Colt 1911.

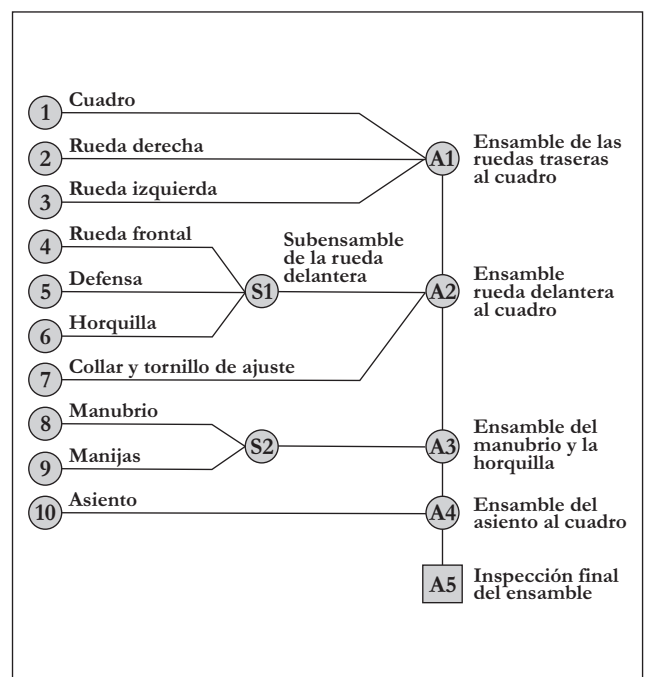


Figura 7.7
Gráfica de ensamble o diagrama de Gozinto



Una **hoja de ruta** (también conocida como “hoja de proceso de operaciones”) resulta aún más detallada que una gráfica de ensamble debido a que muestra las operaciones y la ruta que se requiere para una parte individual. En ella enlista cada operación, junto con las herramientas y el equipo que se necesita. En algunos casos, también se enlistan los tiempos de producción de cada operación. La hoja de ruta de la rueda posterior del triciclo mostrado en la gráfica de ensamble de la figura 7.7 se muestra en la figura 7.8.

| Nombre de la parte | Rueda posterior del triciclo | Fecha | 9 / 8 |
|--------------------|--|--------------|----------------------|
| Número de ensamble | A2936 | Expedido por | RGS |
| Número de la parte | 261982 | | |
| Operación | Descripción | Departamento | Herramienta o Equipo |
| 1 | Corte de cables para los rayos (cantidad 10) | 6 | E10 Cizalla |
| 2 | Cortar tubos para el eje | 6 | F2 Segueta |
| 3 | Cortar acero plano para el aro | 2 | F1 Cizalla |
| 4 | Colocar remaches para los rayos | 3 | A7 Prensa |
| 5 | Formar el acero para los aros | 3 | A4 Prensa |
| 6 | Soldar el aro | 1 | U9 Soldadora |
| 7 | Soldar las tapas al tubo del eje | 1 | U9 Soldadora |
| 8 | Soldar rayos al eje y al aro | 1 | U7 Soldadora |
| 9 | Cortar la rueda de cucho al tamaño | 6 | E7 Cizalla |
| 10 | Fijar la rueda de caucho | 9 | C6 Prensa |

Figura 7.8
Hoja de ruta

Al tomarse en conjunto los dibujos de ensamble, las gráficas de ensamble y las hojas de ruta, se especifica por completo la manera en cómo debe fabricarse un producto. Estos documentos se derivan en su totalidad de los planos y de la lista de materiales que se especifican en el diseño original del producto, generalmente originados en el departamento de Ingeniería Industrial.

Diagrama de flujo de procesos (Flow Sheet)

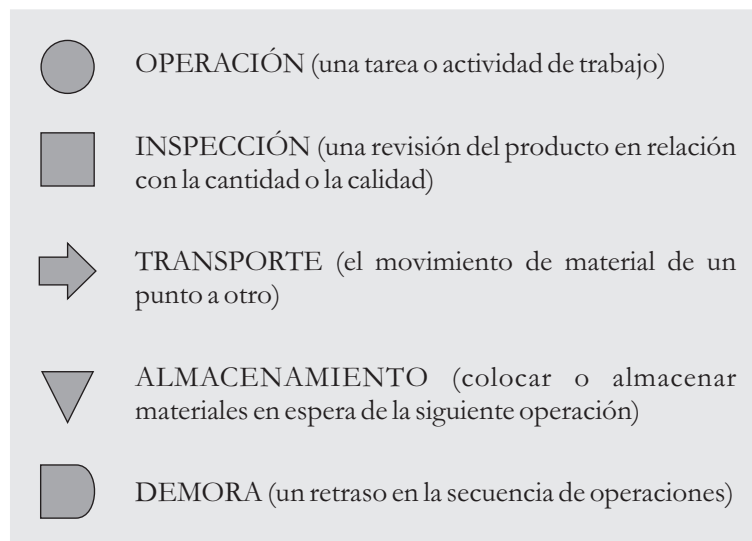
Los **diagramas de flujo** se utilizan para describir y mejorar el proceso de transformación en los sistemas productivos. Para mejorar la efectividad o eficiencia de los procesos productivos, pueden cambiarse algunos o todos de los siguientes sistemas del proceso: materia prima, diseño del producto, diseño de los puestos, pasos de procesamiento que se utilizan, información, equipo o herramientas. El análisis de procesos puede, por lo tanto, tener un amplio efecto sobre todas las partes de operaciones y para poder analizarlos, se selecciona un sistema relevante y se describen sus insumos, productos, límites y transformaciones.

Si se utiliza el enfoque de sistemas, se deben llevar a cabo los siguientes pasos para realizar un análisis del flujo del proceso.

1. Decidir cuáles son los objetivos del análisis; por ejemplo, mejorar la eficiencia, el tiempo de producción, la efectividad, la capacidad o la moral de los trabajadores.
2. Seleccionar un proceso productivo (o sistema) relevante para su estudio; por ejemplo, la totalidad de una operación o una parte de ella.
3. Describir el proceso de transformación existente por medio de diagramas de flujo y mediciones de eficiencia.
4. Desarrollar un diseño de procesos mejorado mediante la revisión de los flujos del proceso y/o insumos que se utilizan. Casi siempre el proceso revisado se describe mediante un diagrama de flujo.
5. Obtener la aprobación gerencial del diseño de procesos revisado.
6. Implementar el nuevo diseño del proceso.

Nótese que con este método se supone la existencia de un proceso existente. De no existir éste, se combinan los pasos 3 y 4 para describir el proceso deseado; sin embargo, se sigue utilizando el resto del método.

Aunque estos documentos ayudan a describir el flujo del proceso, no proporcionan todo lo que es necesario para el análisis y su mejoramiento; es por ello que para propósitos de análisis, normalmente se construye una **gráfica del flujo del proceso** (o, dicho de manera más simple, una gráfica del proceso). En esta gráfica se desglosa el proceso en términos de los símbolos que se muestran a continuación.



La gráfica del flujo de proceso de la figura 7.9 ilustra mediante una operación en dónde se seleccionan, arman y entregan productos en respuesta a pedidos telefónicos de los clientes.

Como primer paso del proceso, los pedidos de los clientes se reciben por vía telefónica y se capturan directamente en una computadora. La computadora genera entonces listas de recolección para cada uno de los distintos pasillos (comestibles secos, productos, carnes, lácteos, etc.) en el almacén. Los artículos los recolectan los empleados en cada pasillo y después arman el pedido completo para entregarlo a los clientes.

Nótese el uso de símbolos especiales para las operaciones, transporte, inspección, retrasos y almacenamiento en la gráfica de flujo correspondiente a esta operación de recolección en pasillos de lácteos y carnes. Solamente la actividad de operaciones añade valor al producto. Las demás actividades (transporte, inspección, retrasos y almacenamiento) se consideran desperdicio o actividades que no añaden valor y deben tratar de reducirse o eliminarse. En esta gráfica no se marcan ni el tiempo ni la distancia; sin embargo, estas cantidades se midieron en el estudio para poder identificar y evaluar las posibles mejoras.



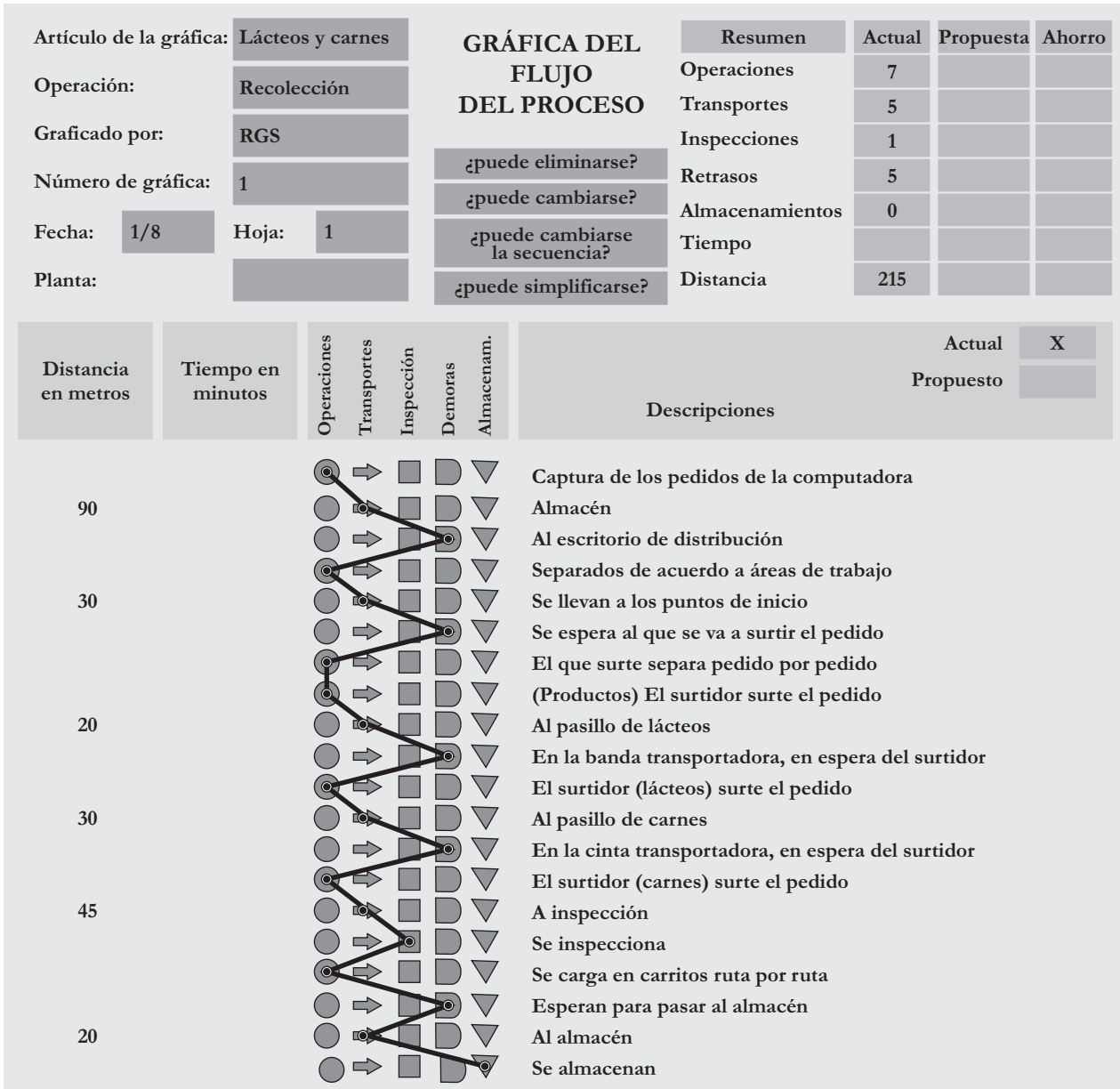


Figura 7.9 Diagrama de flujo de procesos

La gráfica de flujo de los procesos es una herramienta clave para mejorar el flujo de materiales. Después de examinarla, el administrador podrá combinar algunas operaciones, eliminar otras o simplificarlas para mejorar la eficiencia general. Esto podrá, a su vez, exigir cambios en la distribución, el equipo, y los métodos de trabajo. Incluso cambios en el diseño del producto. Entonces, el analista podrá calcular el costo anual de todo el proceso que se convierte en una norma de comparación frente a la cual se podrán evaluar otros métodos para realizar el mismo proceso.

Los costos anuales por concepto de trabajo se calculan multiplicando el tiempo (en horas) requerido para realizar cada vez el proceso, los costos variables por hora y el número de veces en que se lleva a cabo el proceso cada año, o sea:

$$\text{Costo de trabajo anual} = \left(\text{Tiempo para desarrollar el proceso} \right) \left(\text{Costos variables por hora} \right) \left(\text{Número de veces que se realiza el proceso por año} \right)$$

Este tipo de gráfica de procesos tiene la finalidad del mejoramiento continuo del mismo. Una vez que la gráfica y está completa, ya sea para un proceso nuevo o para uno existente, se convierte en el punto de partida de una gran cantidad de ideas para mejorarlo. Durante esta parte creativa, el analista pregunta los qué, cuándo, quién, dónde, por cuánto tiempo y cómo, cuestionándose cada uno de los pasos del proceso representado en la gráfica.

Para hacer que un proceso sea más eficiente, el analista debe cuestionar la razón de cada retraso y luego analizar las actividades de operación, transporte, inspección y almacenaje para determinar si éstas pueden ser combinadas, reordenadas o eliminadas. Siempre hay una mejor forma de hacer las cosas, pero alguien tiene que pensar en ese asunto. Las mejoras en productividad, calidad, tiempo y flexibilidad suelen ser significativas.

CAPACIDAD

Debido a que la determinación del tamaño de una instalación es crítica para el éxito de una compañía, investigaremos aquí los conceptos y técnicas de la planeación de la capacidad. Primero, se observará cómo puede una empresa manejar su demanda, dado que existe una cierta capacidad; luego utilizaremos la regresión por mínimos cuadrados para ayudar a evaluar los requerimientos de capacidad.

Administración de la demanda

Un administrador debe tener la habilidad de alterar la demanda. En el caso en que la demanda exceda la capacidad, la empresa debe ser capaz de reducir la demanda sencillamente con elevar los precios, programando tiempos de entrega largos (los cuales pueden ser inevitables) y desanimando los negocios con utilidad marginal. En el caso de que la capacidad exceda la demanda, la empresa quizá requiere la estimulación de la demanda a través de las reducciones de precios o marketing agresivo, o acomodar el mercado de una mejor manera a través de los cambios de productos.

Las instalaciones no utilizadas (exceso de capacidad) significan costos fijos excesivos y las instalaciones inadecuadas reducen la utilidad a menos de lo que es posible. Por lo tanto, existen varias tácticas para igualar la capacidad con la demanda. Los cambios internos incluyen el ajuste del proceso para un cierto volumen a través de:

1. Cambios en el personal.
2. Ajuste de equipos y procesos, que pueden incluir la compra de maquinaria adicional o la venta o arrendamiento de equipo existente.
3. Mejoramiento de los métodos para aumentar la salida.
4. Rediseño del producto para facilitar más rendimiento.

Otro tema de capacidad con el cual la administración se puede enfrentar es un patrón de demanda estacional o cíclico. En tales casos para la administración puede ser valioso el encontrar productos con patrones de demanda complementarios; esto es, productos para los cuales la demanda es opuesta.

Por ejemplo, en la figura 7.10 la empresa está añadiendo a su línea de motos para agua, otra de motores para embarcaciones de pesca deportiva para suavizar la demanda. Con los productos complementarios apropiados como puede ser la utilización de las instalaciones, equipo y personal, se pueda equilibrar.



Las tácticas anteriores pueden ser utilizadas para ajustar la demanda a las instalaciones existentes. El tema es, desde luego, cómo construir unas instalaciones del tamaño correcto. Por lo tanto, se tratará a continuación la forma de determinar la capacidad y decidir sobre el tamaño de las instalaciones.

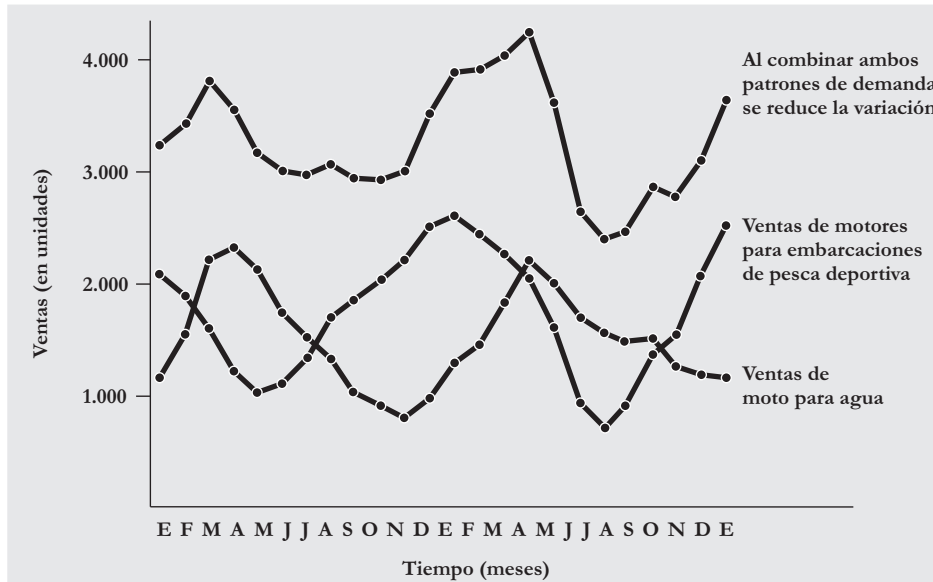


Figura 7.10

Utilización de la capacidad al combinar productos con patrones de demanda complementarios

Administración de la capacidad

La capacidad es la salida máxima de un sistema en un periodo dado. La capacidad se expresa normalmente como una tasa, tal como el número de toneladas que se pueden producir por semana, por mes o por año. Para muchas empresas, la medición de la capacidad puede ser sencilla. Es el máximo número de unidades que se pueden producir en un tiempo específico. Sin embargo, para algunas organizaciones, la medición de la capacidad puede resultar más difícil. La capacidad puede ser medida en términos de camas (un hospital), socios activos (un club) o el número de profesionales (un programa de atención a drogadictos). Otras organizaciones utilizan el tiempo de trabajo disponible como una medida de la capacidad total.

La **capacidad diseñada** de una instalación es la capacidad máxima que se puede lograr bajo condiciones ideales. La mayoría de las organizaciones operan sus instalaciones a una tasa menor que la capacidad diseñada. Hacen esto debido a que han encontrado que pueden operar más eficientemente cuando sus recursos no son estirados al límite. La capacidad esperada puede ser del 92% de la capacidad diseñada. A este concepto se le llama capacidad efectiva o utilización.

La **capacidad efectiva** o utilización es sencillamente el porcentaje de la capacidad diseñada realmente esperada. Puede ser calculada a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Capacidad efectiva o utilización} = \frac{\text{Capacidad esperada}}{\text{Capacidad diseñada}}$$

La capacidad efectiva o utilización es la capacidad máxima que una compañía espera lograr dada su mezcla de productos, métodos de programación, mantenimiento y estándares de calidad.

Otra consideración es la capacidad útil, entendida ésta como la medida de la capacidad máxima utilizable de una instalación en particular. La capacidad útil siempre será menor o igual que la capacidad diseñada.

Diagnóstico de los requerimientos de capacidad

La determinación de los requerimientos futuros de capacidad puede ser un procedimiento complicado, basado en gran parte de la demanda futura. Cuando la demanda de bienes y servicios se puede pronosticar con un grado razonable de precisión, la determinación de los requerimientos de capacidad puede ser directa. Normalmente requiere de dos fases. Durante la primera, la demanda futura se pronostica con los métodos tradicionales. Durante la segunda fase, este pronóstico se utiliza para determinar los requerimientos de capacidad.

Una vez que se ha pronosticado la capacidad valuada, el siguiente paso es determinar el tamaño incremental de cada adición a la capacidad. En este punto se hace la suposición de que la administración conoce la tecnología el tipo de instalaciones que se deben utilizar para satisfacer los requerimientos de demandas futuras.

La figura 7.11 muestra la forma en que se puede planear la nueva capacidad para el crecimiento futuro de la demanda. Como se observa en la figura 7.11(a), una capacidad nueva se adquiere a partir del principio del primer año. La capacidad será suficiente para manejar el incremento de la demanda hasta el principio del segundo año. Al principio de éste, se adquiere una nueva capacidad, que permitirá a la organización cumplir con la demanda hasta el principio del tercer año. Este proceso se puede continuar indefinidamente hacia el futuro.

El plan de capacidad mostrado en la figura 7.11(a) es solamente uno, de un número casi ilimitado de planes para satisfacer la demanda futura. En esta figura, la nueva capacidad se adquirió al principio del año uno y al principio del año dos. En la figura 7.11(b), se adquiere un gran incremento de la capacidad al principio del año uno, el cual podrá satisfacer la demanda futura hasta el principio del año tres.

Las figuras 7.11(a) y 7.11(b) muestran solamente dos alternativas posibles. En algunos casos, la decisión entre las alternativas puede ser relativamente fácil. El costo total de cada alternativa puede ser calculado y se puede seleccionar la alternativa con el menor costo total. En otros casos, la determinación de la capacidad de las instalaciones futuras puede ser mucho más complicada.

En la mayoría de los casos, muchos factores subjetivos son difíciles de cuantificar y medir. Estos factores incluyen opciones tecnológicas, acciones de los competidores, restricciones de construcción, costo de capital, opciones de recursos humanos, así como leyes y regulaciones locales, provinciales y nacionales.

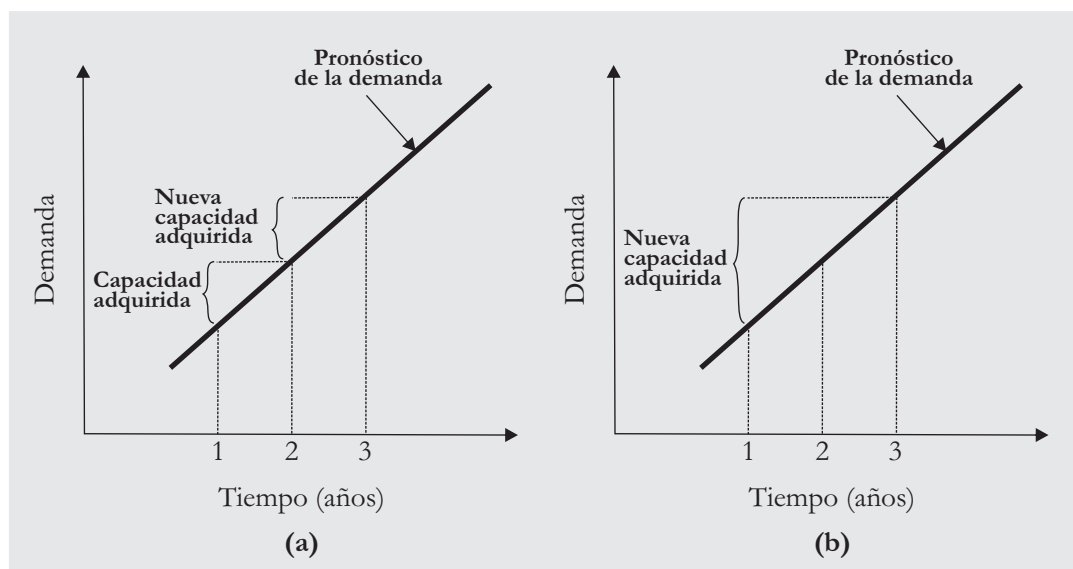


Figura 7.11
Adición de la capacidad



PUNTOS RELEVANTES

- La administración de procesos se ocupa de cómo producir un producto o servicio. Es necesario elegir entre muchas opciones para encontrar la mejor combinación de recursos humanos, equipo y materiales.
- La administración de procesos tiene importancia estratégica y está estrechamente ligada con los niveles de productividad que una empresa puede alcanzar. Incluye la selección de insumos, operaciones, flujos de trabajo y métodos usados para producir bienes y servicios.
- Las decisiones de proceso se toman en las siguientes circunstancias: cuando un nuevo producto va a salir al mercado o un producto ya existente será modificado, cuando se requiere hacer mejoras a la calidad, cuando cambian las prioridades competitivas, cuando se alteran los niveles de demanda, cuando el rendimiento actual resulta inadecuado, cuando se vuelve accesible una nueva tecnología o cuando se producen modificaciones en el costo de disponibilidad de los insumos.
- Las cinco principales decisiones de procesos son: la selección de los procesos, el grado de intensidad de capital, la flexibilidad de recursos, la integración vertical y la participación del cliente. Las selecciones de procesos básicas son las de proyecto, de producción intermitente, por lotes, en línea y proceso continuo. La intensidad del capital es la mezcla de equipo de capital y habilidades humanas que intervienen en un proceso. La flexibilidad de recursos es el grado en el cual se utiliza equipo de propósito general y los individuos manejan una amplia variedad de trabajos. La integración vertical implica decisiones acerca de si sería conveniente encomendar ciertos procesos al outsourcing (o aprovisionamiento externo). La participación del cliente es el grado en el cual se permite que el cliente interactúe con el proceso de producción. Se debe tomar en consideración el autoservicio, la selección de productos y el momento y lugar de dicha interacción.
- La variable que subyace en las relaciones entre las cinco principales decisiones de procesos es el volumen. Por ejemplo, un volumen alto se asocia con los procesos en línea o continuos, la integración vertical, la poca flexibilidad de recursos, la escasa participación del cliente y la intensidad de capital.
- Las operaciones de servicio están relacionadas en particular con la personalización y la intensidad de capital.
- Al enfocar las operaciones se evitan confusiones entre prioridades competitivas, selecciones de procesos y tecnologías. Las instalaciones enfocadas, las “plantas dentro de plantas” y las células de trabajo son distintas formas de establecer el enfoque, tanto en las operaciones de manufactura como en las de servicio.
- Las operaciones de servicio están relacionadas en particular con la personalización y la intensidad de capital de donde se originan sus procesos.
- La reingeniería de procesos emplea equipos interdisciplinarios para revisar el diseño de procesos críticos. El mejoramiento de procesos es un análisis sistemático de las actividades y los flujos que se presentan continuamente.
- Los dibujos de ensamble, diagramas de ensamble y hojas de ruta ayudan al administrador a definir un producto para la producción.
- La técnica fundamental para analizar las actividades y los flujos de procesos es el diagrama de flujo de procesos. El uso de esta herramienta es para organizar el estudio detallado de los componentes de un proceso.
- Para los administradores de operaciones son particularmente valiosos los conceptos de un buen pronóstico y decisiones de capacidad, para tomar la mejor decisión del proceso.

TÉRMINOSCLAVE

- Administración de procesos
- Automatización
- Cadena de suministro
- Capacidad
- Capacidad diseñada
- Capacidad efectiva o utilización
- Célula
- Decisiones de fabricar o comprar
- Diagrama de ensamble
- Diagrama de flujo de proceso
- Economía de escala
- Fábricas enfocadas
- Flexibilidad de recursos
- Fuerza de trabajo flexible
- Gráfica de ensamble
- Hoja de ruta
- Integración hacia adelante
- Integración hacia atrás
- Integración vertical
- Intensidad de capital
- Mejoramiento de procesos
- Outsourcing
- Participación del cliente
- Plantas dentro de plantas
- Proceso continuo
- Proceso de producción intermitente
- Proceso en línea
- Proceso por lotes
- Proceso por proyecto
- Selección de procesos

REFERENCIASBIBLIOGRÁFICAS

- Abernathy, W.J. *Production Process Structure and Technological Change*. Decision Sciences, vol. 7., núm. 4, pags. 607-619. 1976.
- Adler, M.O. (coordinador) *Producción y Operaciones*. Ed. Macchi. 2004.
- Chase, R., Aquilano, N. y Jacobs F.R. *Administración de Producción y Operaciones*. Ed. Mc Graw-Hill. Colombia. 2000.
- Gallagher, C.C. y Knight, W.A. *Group Technology Production Methods in Manufacturing*. John Wiley & Sons. Nueva York. 1987.
- Hammer, M. y Champy, J. *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution*. HarperBusiness. Nueva York. 1993.
- Krajewski, L.J. y Ritzman, L.P. *Administración de Operaciones. Estrategia y Análisis*. Prentice Hall. México. 2000.
- Render, B. y Heizer, J. *Dirección de la Producción. Decisiones Estratégicas*. Prentice Hall. 2000.
- Roth, A.V. y Van der Velde, M. *The Future of Retail Banking Delivery Systems*. Bank Administration Institute. Rolling Meadows, Ill. 1988.

