

capítulo

ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE LA CAPACIDAD

121 Las compañías farmacéuticas afrontan desafiantes decisiones de capacidad

122 Administración de la capacidad operativa

Definición de capacidad
Definición de planeación estratégica de la capacidad

124 Conceptos de la planeación de la capacidad

Economías y deseconomías de escala *Definición de mejor nivel de operación*
La curva de aprendizaje *Definición de índice de utilización de la capacidad*
El punto donde las economías de escala se cruzan con la curva de aprendizaje *Definición de enfoque en la capacidad*
Enfoque en la capacidad *Definición de economías de alcance*
Flexibilidad de la capacidad

127 Planeación de la capacidad

Consideraciones para aumentar la capacidad *Definición de colchón de capacidad*
Cómo determinar la capacidad que se requerirá
Los árboles de decisión utilizados para evaluar las alternativas para la capacidad

133 Planeación de la capacidad en los servicios

Planeación de la capacidad en los servicios o en la manufactura
Utilización de la capacidad y calidad de los servicios

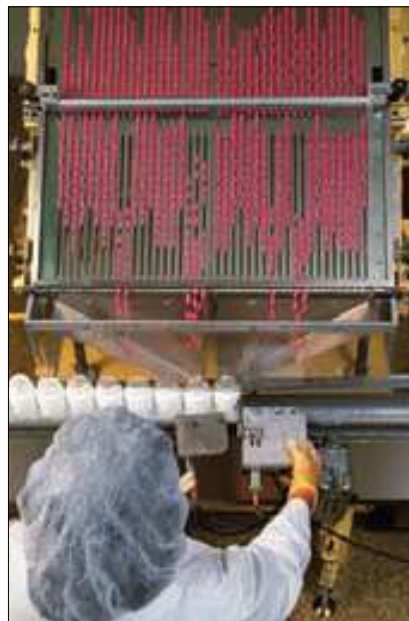
134 Conclusión

139 Caso: Shouldice Hospital. Un corte superior

5

LAS COMPAÑÍAS FARMACÉUTICAS AFRONTAN DESAFIANTES DECISIONES DE CAPACIDAD

La toma de decisiones con respecto a la capacidad de producción en la industria farmacéutica es muy compleja debido a las diversas opciones que afrontan las compañías. Se trata de una apuesta costosa en razón de que se requiere mucho capital para las instalaciones fabriles y del costo de oportunidad que representa restringir la inversión en otros proyectos. Piense en un nuevo producto biotecnológico que está en la fase II (o sea, el segundo paso de los tres que se requieren para demostrar que el producto es seguro) y que tiene un enorme potencial de ventas. La compañía debía asegurar la capacidad en seguida, pero no estaba segura de cuánta debía obtener. La incertidumbre en torno a problemas de infracción de patentes, la capacidad de marketing de la organización y la respuesta de los competidores significaban que hubiera una banda de variación de 600% en las proyecciones de ventas y se había estimado que la probabilidad del lanzamiento de dichos productos era tan sólo de 45%. Parecía una apuesta de 200 millones de euros.



Dado lo anterior, ¿cómo manejó este problema el despacho de asesores que trabajaba con la compañía de biotecnología? Recurrió, precisamente, a los instrumentos que se explican en este capítulo y consideró:

- ¿Cuál era el valor esperado del medicamento considerando distintos escenarios de suministro? ¿Qué ocurriría si la capacidad de producción resultara limitada?
- ¿Cuál es el rendimiento sobre la inversión que se espera para diferentes opciones de producción?
- ¿Es más conveniente “asaltar” (compartir) la capacidad de otro producto o tener una capacidad con un límite fijo?

Estos desafiantes problemas son atacados en los niveles altos de la empresa.→

Las decisiones de invertir en capacidad de manufactura y servicios son muy complejas. Considere algunas de las difíciles preguntas que se deben plantear:

- ¿Cuánto tiempo tardaría en entrar en funcionamiento la nueva capacidad? ¿Encaja con el tiempo que se tardaría en desarrollar un nuevo producto?
- ¿Cuáles serían las repercusiones de no contar con suficiente capacidad para un producto promisorio?
- ¿La empresa debe utilizar a fabricantes por contrato? ¿Cuánto cobrará un excelente fabricante por contrato por ofrecer flexibilidad en el volumen de producción?

En este capítulo se analizan estas difíciles decisiones estratégicas sobre la capacidad. Se inicia con la explicación de la esencia de la capacidad desde la perspectiva de la AOS.

ADMINISTRACIÓN DE LA CAPACIDAD OPERATIVA

Capacidad



Servicio



Interfuncional

Un diccionario define **capacidad** como “la facultad para tener, recibir, almacenar o dar cabida”. En los negocios, en un sentido general, se suele considerar como la cantidad de producción que un sistema es capaz de generar durante un periodo específico. En el contexto de los servicios, esto se referiría al número de clientes que se pueden atender entre las 12 a.m. y la 1 p.m. En las manufacturas se podría referir al número de automóviles que se pueden producir en un solo turno.

Cuando los gerentes de operaciones piensan en la capacidad deben considerar los insumos de recursos y los productos fabricados. Esto se debe a que, para efectos de planeación, la capacidad real (o efectiva) depende de lo que se piense producir. Por ejemplo, una empresa que fabrica múltiples productos inevitablemente producirá más de una clase de ellos que de otra con una cantidad determinada de recursos. Por lo tanto, aun cuando los gerentes de una fábrica de automóviles declaren que sus instalaciones tienen 6 000 horas hombre disponibles al año, también están pensando que las pueden usar para fabricar 150 000 modelos de dos puertas o 120 000 modelos de cuatro puertas (o alguna mezcla de estos dos modelos). Ello refleja que saben lo que sus insumos de tecnología y de fuerza de trabajo pueden producir y conocen la mezcla de productos que exigirán a estos recursos.

El punto de vista de la administración de operaciones también hace hincapié en la dimensión de la capacidad referente al tiempo. Es decir, la capacidad también se debe plantear con relación a un periodo dado. La diferencia que se suele marcar entre la planeación para el largo, el mediano o el corto plazo es prueba de lo anterior. (Véase el recuadro “Horizontes de tiempo para la planeación de la capacidad”).

Por último, la planeación de la capacidad misma tiene diferentes significados para las personas que están en distintos niveles de la jerarquía administrativa de las operaciones. El vicepresidente de producción está interesado en la capacidad agregada de todas las fábricas de la empresa. Su interés se refiere principalmente a los recursos financieros que se necesitan para sostener a las fábricas. Usted estudiará este proceso cuando cubra los presupuestos de capital en su curso de finanzas.

Sin bien no existe el puesto de “gerente de capacidad”, sí hay varios puestos administrativos que se encargan de que la capacidad se utilice de forma efectiva. *Capacidad* es un término relativo y, en el contexto de la administración de operaciones, se podría definir como *la cantidad de recursos disponibles que se requerirán para la producción, dentro de un periodo concreto*. Nótese que esta definición no hace dife-

HORIZONTES DE TIEMPO PARA LA PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD

Por lo general, se considera que la planeación de la capacidad se refiere a tres periodos.

Largo plazo —más de un año—. Cuando se requiere de mucho tiempo para adquirir o deshacerse de los recursos para la producción (como edificios, equipamiento o instalaciones), entonces la planeación de la capacidad a largo plazo requiere de la participación y la autorización de la alta gerencia.

Mediano plazo —planes mensuales o trimestrales que caben dentro de los próximos 6 a 18 meses—. En este caso, alternati-

vas como la contratación, los recortes de personal, las nuevas herramientas, la adquisición de equipamiento menor y la subcontratación pueden alterar la capacidad.

Corto plazo —menos de un mes—. Está ligado al proceso de los programas diarios o semanales e implica efectuar ajustes para que no haya variación entre la producción planeada y la real. Incluye alternativas como horas extra, transferencias de personal y otras rutas para la producción.



Jelly Belly Candy Company, con domicilio en Fairfield, California, produce 100 000 libras de gomitas de dulce al día, alrededor de 347 gomitas por segundo. Durante su producción, las gomitas tardan entre 7 y 21 días para curarse en estos recipientes.

rencia alguna entre el uso eficiente o ineficiente de la capacidad. En este sentido, es congruente con lo que la oficina federal de Estados Unidos, Bureau of Economic Analysis, define como *capacidad práctica máxima* en sus encuestas: “La producción generada dentro de un horario normal de turnos por día y de días por semana para las operaciones, incluyendo el costo excesivo por el uso ineficiente de las instalaciones”.¹

El objetivo de la **planeación estratégica de la capacidad** es ofrecer un enfoque para determinar el nivel general de la capacidad de los recursos de capital intensivo (el tamaño de las instalaciones, el equipamiento y la fuerza de trabajo completa) que apoye mejor la estrategia competitiva de la compañía a largo plazo. El nivel de capacidad que se elija tiene repercusiones críticas en el índice de respuesta de la empresa, la estructura de sus costos, sus políticas de inventario y los administradores y personal de apoyo que requiere. Si la capacidad no es adecuada, la compañía podría perder clientes en razón de un servicio lento o de que permite que los competidores entren al mercado. Si la capacidad es excesiva, la compañía tal vez se vería obligada a bajar los precios para estimular la demanda, a subutilizar su fuerza de trabajo, a llevar un inventario excesivo o a buscar productos adicionales, menos rentables, para permanecer en los negocios.

Planeación estratégica de la capacidad



Las instalaciones, el equipo, los métodos de producción, la mano de obra y los suministros afectan la capacidad de producción. Además, la capacidad de esta fábrica de jugo de naranja se debe administrar considerando los efectos que las estaciones del año tienen en el abasto de recursos y en la demanda de los clientes.

CONCEPTOS DE LA PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD

Mejor nivel de operación

Índice de utilización de la capacidad

El término *capacidad* implica el índice de producción que se puede alcanzar, por ejemplo, 300 automóviles por día, pero no dice nada de cuánto tiempo será posible sostener ese índice. Por lo tanto, no se sabe si esos 300 autos por día se refieren al máximo alcanzado un día o al promedio de seis meses. A efecto de evitar este problema, se usa el concepto del **mejor nivel de operación**. Se trata del nivel de capacidad para el que se ha diseñado el proceso y, por lo mismo, se refiere al volumen de producción en el cual se minimiza el costo promedio por unidad. Es difícil determinar este mínimo porque implica un complejo análisis entre la asignación de los costos para gastos fijos y el costo de las horas extra, el desgaste del equipamiento, los índices de defectos y otros costos.

Una medida muy importante es el **índice de utilización de la capacidad**, el cual revela qué tan cerca se encuentra la empresa del mejor punto de operación:

$$\text{Índice de utilización de la capacidad} = \frac{\text{Capacidad utilizada}}{\text{Mejor nivel de operación}}$$

Por ejemplo, si el *mejor nivel de operación* de la planta fuera de 500 automóviles por día y si estuviera operando actualmente 480 automóviles por día, entonces el *índice de utilización de la capacidad* sería 96%.

$$\text{Índice de utilización de la capacidad} = \frac{480}{500} = 0.96 \text{ o } 96\%$$

El índice de utilización de la capacidad se expresa como porcentaje y requiere que el numerador y el denominador estén medidos en unidades y periodos iguales (como horas máquina/día, barriles de petróleo/día, dólares de producto/día).

ECONOMÍAS Y DESECONOMÍAS DE ESCALA

La noción básica de las economías de escala dice que a medida que una planta crece y su volumen incrementa, el costo promedio por unidad de producto va bajando. En parte, esto se debe a que el costo de operación y el del capital disminuye, porque por lo general no cuesta el doble comprar u operar una pieza de equipo que tiene el doble de capacidad que otra. Las plantas también obtienen eficiencias cuando llegan a un tamaño lo bastante grande como para utilizar plenamente los recursos dedicados para tareas como el manejo de materiales, el equipo de cómputo y el personal administrativo de apoyo.

En algún punto, el tamaño de la planta resulta demasiado grande y las diseconomías de escala se vuelven un problema. Estas diseconomías se pueden presentar de diferentes maneras. Por ejemplo, a fin de mantener la demanda que se necesita para que una planta muy grande permanezca activa tal vez se requiera ofrecer descuentos sustantivos del producto. Los fabricantes estadounidenses de automóviles afrontan este problema a cada rato. Otro ejemplo típico se refiere al uso de unas cuantas piezas de equipo de enorme capacidad. En este tipo de operación, es esencial minimizar el tiempo que el equipo está inactivo. Por ejemplo, M&M Mars tiene un equipo altamente automatizado para producir grandes volúmenes de chocolates M&M. Una sola línea de la empacadora mueve 2.6 millones de paquetes de M&M por hora. Aun cuando el trabajo directo que se requiere para operar el equipo no es mucho, la mano de obra que se requiere para mantener el equipo es mucha.

En muchos casos, el tamaño de la planta no está sujeto a la influencia del equipo interno, el trabajo y otros gastos de capital, sino a otros factores. Un factor central sería el costo del transporte de las materias primas y los productos terminados que llegan y salen de la planta. Por ejemplo, una fábrica de cemento tendría dificultades para servir a clientes que no estén ubicados a unas cuantas horas de distancia de la planta. De igual manera, compañías automotrices como Ford, Honda, Nissan y Toyota han encontrado que es provechoso ubicar las plantas dentro de mercados internacionales específicos. El tamaño anticipado de estos mercados pretendidos dictará en gran medida el tamaño de las plantas.

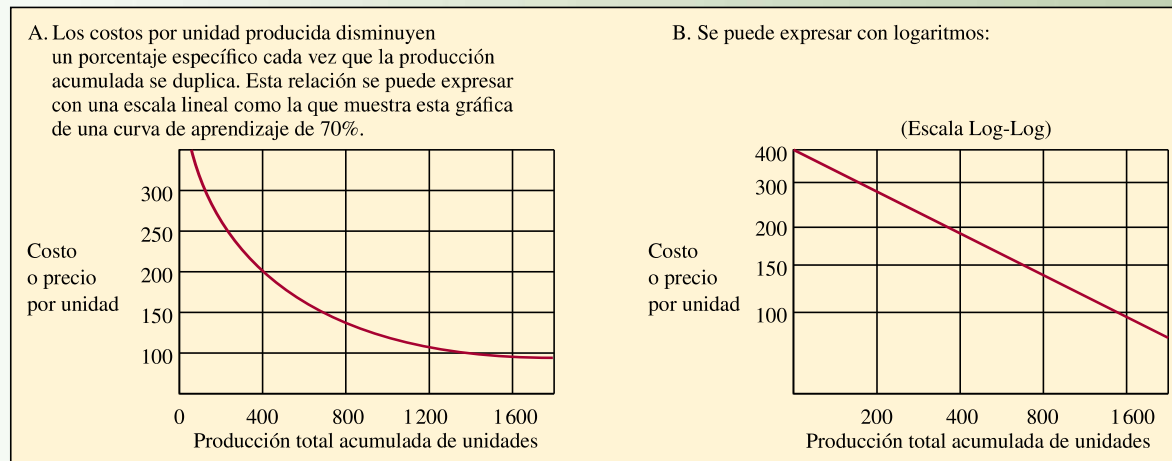
En fecha reciente, Jaguar, el productor de automóviles de lujo, encontró que tenía demasiadas plantas. La empresa tenía 8 560 empleados en tres plantas que producían 126 122 automóviles, alrededor de 14 automóviles por empleado. En comparación, la planta de Volvo en Torslanda, Suecia, era el doble y pico de productiva y estaba fabricando 158 466 automóviles con 5 472 trabajadores, o 29 automóviles por empleado. Por otro lado, la unidad del Mini de BMW AG estaba produciendo 174 000 vehículos en una sola planta británica con tan sólo 4 500 trabajadores (39 automóviles por empleado).



Global

La curva de aprendizaje

ilustración 5.1

**LA CURVA DE APRENDIZAJE**

El concepto de la curva de aprendizaje es muy conocido. A medida que las plantas producen más, van adquiriendo experiencia en los mejores métodos de producción, los cuales disminuyen sus costos de producción de modo previsible. Cada vez que la producción acumulada de una planta se duplica, sus costos de producción disminuyen un porcentaje específico dependiendo de la índole del negocio. La ilustración 5.1 muestra el efecto que una curva de aprendizaje tiene en los costos de producción de hamburguesas.

El porcentaje de la curva de aprendizaje varía de una industria a otra. A efecto de aplicar este concepto a la industria restaurantera, piense en una cadena hipotética de establecimientos de comida rápida que ha producido 5 millones de hamburguesas. Dado un costo variable actual de 55 centavos de dólar por hamburguesa, ¿cuál será el costo por hamburguesa cuando la producción acumulada llegue a 10 millones de hamburguesas? Si la empresa tiene una curva de aprendizaje de 90%, los costos disminuirán a 90% de 55 centavos, o 49.5 centavos, cuando la producción acumulada llegue a 10 millones. Con mil millones de hamburguesas, el costo variable baja a menos de 25 centavos.

Advierta que el volumen de ventas es una cuestión que adquiere importancia para poder ahorrar costos. Si la empresa A sirve al día el doble de hamburguesas que la empresa B, acumulará “experiencia” al doble de velocidad. (El capítulo 5A contiene una explicación más amplia de las curvas de aprendizaje).

EL PUNTO DONDE LAS ECONOMÍAS DE ESCALA**SE CRUZAN CON LA CURVA DE APRENDIZAJE**

El lector astuto notará que las plantas grandes pueden tener una doble ventaja de costos en comparación con sus competidoras. La planta grande no sólo gana con las economías de escala, sino también producirá más y ello le brindará además las ventajas de la curva de aprendizaje. Las compañías con frecuencia utilizan esta doble ventaja como estrategia competitiva y primero construyen una planta grande con economías de escala sustantivas y, a continuación, utilizan sus costos más bajos para poner precios agresivos e incrementar su volumen de ventas. El mayor volumen las hace avanzar por la curva de aprendizaje más rápido que a sus competidoras, permitiendo a la compañía bajar los precios incluso más y alcanzar un volumen incluso mayor. No obstante, para que esta estrategia tenga éxito se deben cumplir dos criterios: 1) el producto debe ajustarse con las necesidades de los clientes y 2) la demanda debe ser lo bastante grande para soportar el volumen.

ENFOQUE EN LA CAPACIDAD

El concepto de la fábrica enfocada sostiene que una instalación dedicada a la producción funciona mejor si se enfoca en una cantidad relativamente limitada de objetivos de producción.² Esto significa, por ejem-

La fábrica enfocada de Xerox crea un entorno laboral flexible y eficiente, en el cual los equipos de empleados son los encargados de manufacturar productos específicos de principio a fin. La fábrica fue diseñada con información aportada por el personal industrial, que trabajó al unísono con los ingenieros y la gerencia.



plo, que una empresa no esperaría ser excelente en todos los aspectos del desempeño de la manufactura; es decir, en el costo, la calidad, la flexibilidad, las introducciones de productos nuevos, la confiabilidad, los tiempos cortos de entrega y la inversión baja. Por el contrario, debe elegir un conjunto limitado de las tareas que contribuyan más a sus objetivos. No obstante, dado el enorme avance de la tecnología de producción para la manufactura, los objetivos de las fábricas han ido evolucionando con la intención de tratar de hacer todo muy bien. ¿Cómo se resuelven estas aparentes contradicciones? Una forma es decir que si la empresa no cuenta con la tecnología para dominar múltiples objetivos, entonces debe acotar su enfoque en una elección lógica. Otra manera es reconocer la realidad práctica de que no todas las empresas están en industrias que requieren que utilicen toda su gama de capacidades para competir.

Enfoque en la capacidad

El concepto del **enfoque en la capacidad** también se puede aplicar por medio de un mecanismo de plantas dentro de plantas, o PdP. Una planta enfocada puede tener varias PdP, y cada una de ellas tendrá su propia suborganización, equipamiento y políticas para el proceso, políticas para la administración del personal, métodos de control de la producción, etc., para los distintos productos, aun cuando todos se fabriquen en el mismo lugar. De hecho, esto permite que cada departamento de la organización encuentre su mejor nivel de operación y, con ello, transmita el concepto del enfoque hacia abajo, hasta el nivel de las operaciones.

FLEXIBILIDAD DE LA CAPACIDAD

Flexibilidad de la capacidad significa que se tiene la capacidad para incrementar o disminuir los niveles de producción con rapidez, o de pasar la capacidad de producción de forma expedita de un producto o servicio a otro. Esta flexibilidad es posible cuando se tienen plantas, procesos y trabajadores flexibles, así como estrategias que utilizan la capacidad de otras organizaciones.

Plantas flexibles Lo último en flexibilidad de plantas seguramente es aquella que *no tarda nada de tiempo para pasar de un producto a otro*. Esta planta usa equipamiento movable, muros desmontables y suministro de energía eléctrica muy accesible y fácil de cambiar de ruta y, en consecuencia, se puede adaptar con rapidez al cambio. Una analogía con un negocio de servicios para la familia capta el sentido muy bien: una planta con equipamiento “fácil de instalar, de desmontar y de trasladar, como el Circo Ringling Bros. Barnum and Bailey en los viejos tiempos de las carpas de circo”.³

Procesos flexibles El epítome de los procesos flexibles son, por un lado, los sistemas flexibles de producción y, de la otra, el equipamiento simple y fácil de preparar. Estos dos enfoques tecnológicos permiten pasar rápidamente, a bajo costo, de una línea de productos a otra y ello conlleva a lo que se conoce como **economías de alcance**. (Por definición, las economías de alcance existen cuando múltiples productos se pueden producir a costo más bajo en combinación que por separado.)

Economías de alcance

Trabajadores flexibles Los trabajadores flexibles poseen múltiples habilidades y son capaces de pasar con facilidad de un tipo de tarea a otro. Requieren una capacitación más amplia que la de los obreros especializados y necesitan el apoyo de gerentes y de personal administrativo para que éstos cambien rápidamente sus asignaciones laborales.

PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD

CONSIDERACIONES PARA AUMENTAR LA CAPACIDAD

Cuando se proyecta añadir capacidad es preciso considerar muchas cuestiones. Tres muy importantes son: conservar el equilibrio del sistema, la frecuencia de los aumentos de capacidad y el uso de capacidad externa.

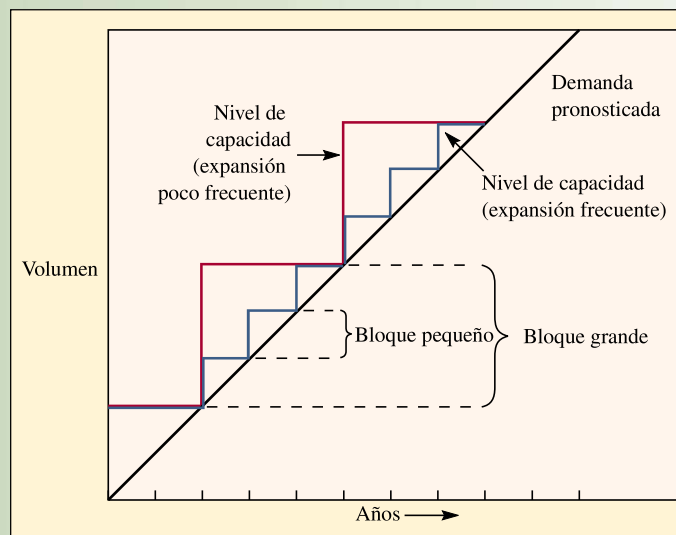
Conservar el equilibrio del sistema En una planta en equilibrio perfecto, el producto de la etapa 1 es la cantidad exacta del insumo que requiere la etapa 2. El producto de la etapa 2 es la cantidad exacta del insumo que requiere la etapa 3, y así de manera sucesiva. Sin embargo, en la práctica, llegar a un diseño tan “perfecto” es prácticamente imposible y no es deseable. Una razón que explica lo anterior es que los mejores niveles para operar correspondientes a cada etapa suelen ser diferentes. Por ejemplo, el departamento 1 operaría con suma eficiencia dentro de una banda de 90 a 110 unidades por mes, mientras que el departamento 2, la siguiente etapa del proceso, es más eficiente dentro de una de 75 a 85 unidades por mes y el departamento 3 trabaja mejor dentro de una banda de 150 a 200 unidades por mes. Otra razón es que la variabilidad de la demanda del producto y los procesos mismos por lo habitual llevan al desequilibrio, salvo en el caso de líneas de producción automatizadas, las cuales, en esencia, sólo son una máquina muy grande.

Hay varios caminos para atacar el desequilibrio. Uno consiste en sumar capacidad a las etapas que son cuellos de botella. Lo anterior se puede hacer tomando medidas temporales, como programando horas extra, arrendando equipo o adquiriendo capacidad adicional por medio de subcontrataciones. Otro camino es emplear inventarios que sirvan de amortiguador ante la etapa que es un cuello de botella y así garantizar que siempre haya material para trabajar. Un tercer enfoque implica duplicar las instalaciones del departamento del que depende otro departamento.

Frecuencia de los aumentos de capacidad Cuando se suma capacidad se deben considerar dos tipos de costos: el costo de escalar la capacidad con demasiada frecuencia y el costo de hacerlo con demasiada poca frecuencia. Escalar la capacidad con demasiada frecuencia es muy costoso. Los costos directos incluyen retirar y sustituir el equipamiento viejo y capacitar a los empleados para usar el nuevo. Además, es necesario comprar el nuevo equipamiento, muchas veces por una cantidad considerablemente mayor al precio de venta del viejo. Por último, está el costo de oportunidad del lugar de la planta o el servicio que está inactivo durante el periodo del cambio.

Por otro lado, escalar la capacidad con demasiada poca frecuencia también es muy costoso. Una expansión poco frecuente significa que la capacidad se adquiere en bloques más grandes. El exceso de capacidad que se haya adquirido se debe asentar como un gasto fijo hasta que sea utilizada. (La ilustración 5.2 muestra la expansión frecuente de la capacidad frente a la poca frecuente.)

Fuentes externas de capacidad En algunos casos tal vez resulte más barato no aumentar la capacidad en absoluto, sino recurrir a alguna fuente externa de capacidad ya existente. Dos estrategias que suelen utilizar las organizaciones son la subcontratación y la capacidad compartida. Un ejemplo de subcontratación es el caso de los bancos japoneses de California que subcontratan las operaciones de compensación de cheques. Un ejemplo de capacidad compartida sería el caso de dos líneas aéreas nacionales, que recorren diferentes rutas con distintas demandas estacionales y que intercambian aviones (debidamente repintados) cuando las rutas de una son muy utilizadas y las de la otra no. Un nuevo giro en las líneas aéreas que comparten rutas es utilizar el mismo número de vuelo aun cuando la compañía cambie a lo largo de la ruta.

ilustración 5.2Expansión de la capacidad frecuente *versus* poco frecuente**CÓMO DETERMINAR LA CAPACIDAD QUE SE REQUERIRÁ**

Para determinar la capacidad que se requerirá, se deben abordar las demandas de líneas de productos individuales, capacidades de plantas individuales y asignación de la producción a lo largo y ancho de la red de la planta. Por lo general, esto se hace con los pasos siguientes:

1. Usar técnicas de pronóstico para prever las ventas de los productos individuales dentro de cada línea de productos.
2. Calcular el equipamiento y la mano de obra que se requerirá para cumplir los pronósticos de las líneas de productos.
3. Proyectar el equipamiento y la mano de obra que estará disponible durante el horizonte del plan.

Colchón de capacidad

Muchas veces, la empresa decide tener un **colchón de capacidad** que se mantendrá entre los requerimientos proyectados y la capacidad real. Un colchón de capacidad se refiere a la cantidad de capacidad que excede a la demanda esperada. Por ejemplo, si la demanda anual esperada de una instalación es de 10 millones de dólares en productos al año y si la capacidad del diseño es de 12 millones de dólares al año, ésta tendrá un colchón de capacidad de 20%. Un colchón de capacidad de 20% es igual a un índice de utilización de 83% ($100\%/120\%$).

Cuando la capacidad del diseño de la empresa es menor que la capacidad requerida para satisfacer su demanda, se dice que tiene un colchón de capacidad negativo. Por ejemplo, si una empresa tiene una demanda de 12 millones de dólares en productos por año, pero sólo puede producir 10 millones de dólares por año, tiene un colchón de capacidad negativo de 16.7%.

A continuación se aplican estos tres pasos a un ejemplo.

EJEMPLO 5.1: Cómo determinar la capacidad que se requerirá

Stewart Company produce aderezos para ensalada de dos sabores: Paul's y Newman's. Los dos se presentan en botellas y en sobres individuales de plástico de una porción. La gerencia quiere determinar el equipamiento y la mano de obra que se requerirá en los próximos cinco años.

**Interfuncional****SOLUCIÓN**

Paso 1. Use técnicas de pronóstico para prever las ventas de los productos individuales de cada línea de productos. El departamento de marketing, que está realizando una campaña promocional del aderezo Newman's,

proporcionó los siguientes valores para el pronóstico de la demanda (en miles) para los próximos cinco años. Se espera que la campaña dure los próximos dos años.

	Año				
	1	2	3	4	5
<i>Paul's</i>					
Botellas (millares)	60	100	150	200	250
Sobres individuales de plástico (millares)	100	200	300	400	500
<i>Newsman's</i>					
Botellas (millares)	75	85	95	97	98
Sobres individuales de plástico (millares)	200	400	600	650	680

Paso 2. Calcule el equipo y la mano de obra que se requerirán para cumplir con los pronósticos de las líneas de productos. Ahora, hay tres máquinas disponibles y cada una puede empaquetar un máximo de 150 000 botellas al año. Cada máquina necesita dos operadores y puede producir botellas de aderezo Newman's y también Paul's. Hay disponibles seis operadores para las máquinas de botellas. Además, hay disponibles cinco máquinas que pueden empaquetar, cada una, hasta un máximo de 250 000 sobres individuales de plástico al año. Cada una de las máquinas que puede producir sobres individuales de aderezo de Newman's y de Paul's requiere tres operadores. Ahora hay disponibles 20 operadores de las máquinas que producen sobres individuales de plástico.

La tabla anterior permite pronosticar el total de las líneas de productos sumando la demanda anual de botellas y de sobres individuales de plástico así:

	Año				
	1	2	3	4	5
Botellas	135	185	245	297	348
Sobres individuales de plástico	300	600	900	1050	1180

Ahora es posible calcular el equipo y la mano de obra que se requerirán para el año en curso (año 1). Dado que la capacidad total disponible para llenar botellas es de 450 000 al año (3 máquinas $\times$ 150 000 cada una), se empleará $135/450 = 0.3$ de la capacidad disponible para el año en curso o $0.3 \times 3 = 0.9$ máquinas. Por otro lado, se necesitará $300/1\,250 = 0.24$ de la capacidad disponible para los sobres individuales de plástico para el año en curso o $0.24 \times 5 = 1.2$ máquinas. El número de personas necesario para sostener la demanda pronosticada para el primer año será la plantilla necesaria para las máquinas de las botellas y los sobres individuales de plástico.

La mano de obra requerida para la operación de las botellas en el año 1 es:

$$0.9 \text{ botellas máquina} \times 2 \text{ operadores} = 1.8 \text{ operadores}$$

$$1.2 \text{ máquinas sobres individuales} \times 3 \text{ operadores} = 3.6 \text{ operadores.}$$

Paso 3. Proyecte la mano de obra y el equipo disponibles a lo largo del horizonte del plan. Se repite el cálculo anterior para los años restantes:

	Año				
	1	2	3	4	5
<i>Operación de los sobres individuales de plástico</i>					
Porcentaje utilizado de la capacidad	24	48	72	84	94
Máquinas requeridas	1.2	2.4	3.6	4.2	4.7
Mano de obra requerida	3.6	7.2	10.8	12.6	14.1
<i>Operación de botellas</i>					
Porcentaje utilizado de la capacidad	30	41	54	66	77
Máquinas requeridas	.9	1.23	1.62	1.98	2.31
Mano de obra requerida	1.8	2.46	3.24	3.96	4.62

Existe un colchón de capacidad positivo para los cinco años, porque la capacidad disponible para las dos operaciones siempre excede la demanda esperada. Ahora, Stewart Company puede empezar a preparar un plan para las operaciones o ventas a mediano plazo de las dos líneas de producción. ●

LOS ÁRBOLES DE DECISIÓN UTILIZADOS PARA EVALUAR

LAS ALTERNATIVAS PARA LA CAPACIDAD

Una manera muy conveniente de evaluar la decisión de invertir en capacidad es emplear árboles de decisión. El formato de árbol no sólo sirve para comprender el problema, sino también para encontrar una solución. Un *árbol de decisión* es un esquema que representa la secuencia de pasos de un problema y las circunstancias y consecuencias de cada paso. En años recientes, se han desarrollado algunos paquetes comerciales de software para ayudar a construir y analizar árboles de decisión. Estos paquetes hacen que el proceso sea fácil y rápido.

Los árboles de decisión están compuestos de nodos de decisiones con ramas que llegan y salen de ellos. Por lo general, los cuadros representan los puntos de decisión y los círculos los hechos fortuitos. Las ramas que salen de los puntos de decisión muestran las opciones que tiene la persona que toma la decisión, las ramas que salen de los hechos fortuitos muestran las probabilidades de que éstos ocurran.

Para resolver problemas con un árbol de decisión, se empieza a analizar el final del árbol avanzando hacia su inicio. A medida que se retrocede, se van calculando los valores esperados de cada paso. Cuando se calcula el valor esperado es importante calcular el valor del dinero considerando el tiempo si el horizonte del plan es largo.

Cuando se terminan los cálculos, se puede podar el árbol eliminando todas las ramas de cada punto de decisión salvo aquella que promete los rendimientos más altos. Este proceso prosigue hasta el primer punto de decisión y, de tal manera, el problema de la decisión queda resuelto.

A continuación se demuestra una aplicación a la planeación de la capacidad de Hackers Computer Store. Las ilustraciones empleadas para resolver el problema fueron generadas utilizando un programa llamado DATA de TreeAge Software. (El DVD que acompaña a este libro contiene una versión de demostración del software que sirve para resolver los problemas que se presentan en este capítulo.)



Software del programa
DATA TreeAge



Servicio

EJEMPLO 5.2: Árboles de decisión

El dueño de Hackers Computer Store está analizando qué hará con su negocio en los próximos cinco años. El crecimiento de las ventas en años recientes ha sido bueno, pero éstas podrían crecer sustantivamente si, como se ha propuesto, se construye una importante empresa electrónica en su zona. El dueño de Hackers ve tres opciones. La primera es ampliar su tienda actual, la segunda es ubicarla en otro lugar y la tercera es simplemente esperar y no hacer nada. La decisión de expandirse o cambiarse no tomaría mucho tiempo y, por lo mismo, la tienda no perdería ingresos. Si no hiciera nada en el primer año y si hubiera un crecimiento notable, entonces consideraría la decisión de expandirse. Si esperara más de un año, la competencia empezaría a llegar y provocaría que la expansión no fuera viable.

Los supuestos y las circunstancias son:

1. Un crecimiento notable como consecuencia del incremento de la población de fanáticos de las computadoras procedentes de la nueva empresa electrónica tiene una probabilidad de 55%.
2. Un crecimiento notable en otro lugar produciría un rendimiento anual de 195 000 dólares al año. Un crecimiento flojo en otro lugar significaría un rendimiento anual de 115 000 dólares.
3. Un crecimiento notable con una expansión produciría un rendimiento anual de 190 000 dólares al año. Un crecimiento flojo con una expansión significaría un rendimiento anual de 100 000 dólares.
4. En la tienda existente, sin cambio, el rendimiento anual sería de 170 000 dólares al año, si hubiera un crecimiento notable y de 105 000 dólares si el crecimiento fuera débil.
5. La expansión del local actual costaría 87 000 dólares.
6. El cambio a otro lugar costaría 210 000 dólares.
7. Si el crecimiento es notable y si se amplía el local existente en el segundo año, el costo seguiría siendo de 87 000 dólares.
8. Los costos de operaciones son iguales para todas las opciones.

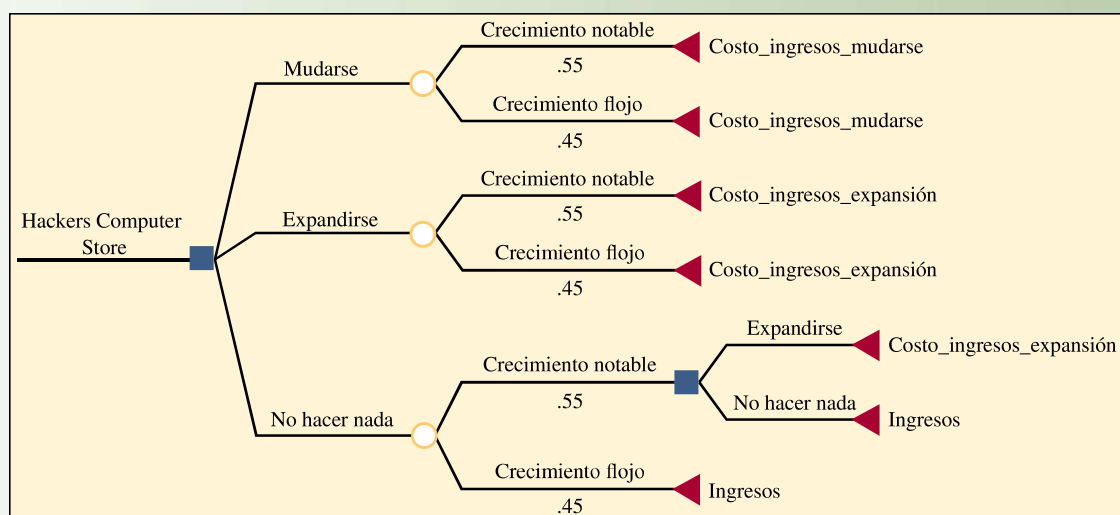
SOLUCIÓN

Se construye un árbol de decisión para aconsejar al dueño de Hackers cuál sería la mejor acción. La ilustración 5.3 presenta el árbol de decisión de este problema. Hay dos puntos de decisión (presentados en los nodos cuadrados) y tres circunstancias fortuitas (los nodos circulares).

Los valores del resultado de cada alternativa que se presentan a la derecha del diagrama de la ilustración 5.4 se calculan de la manera siguiente:

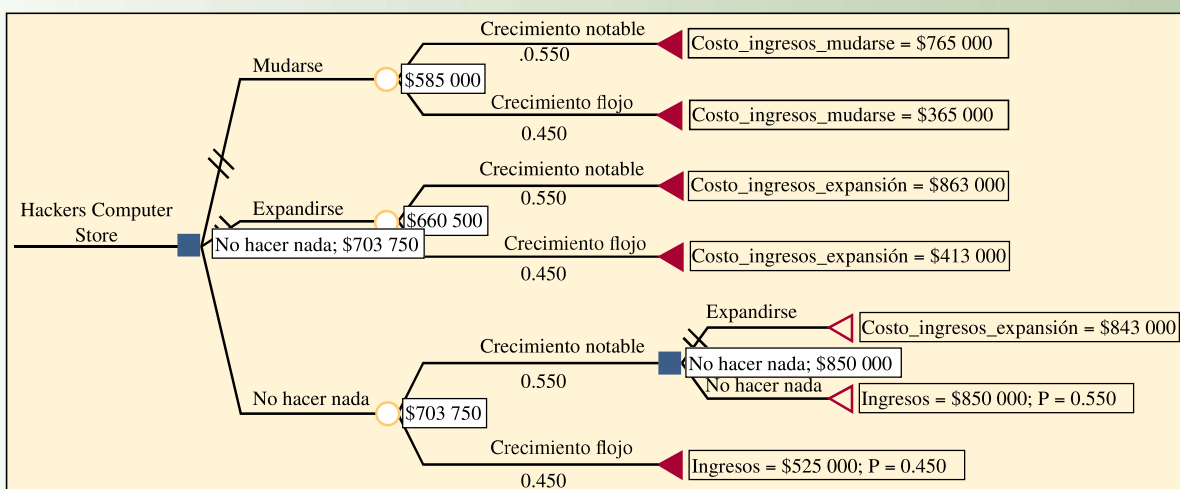
Árbol de decisión para el problema de Hackers Computer Store

ilustración 5.3



Análisis del árbol de decisión utilizando DATA (TreeAge Software, Inc.)

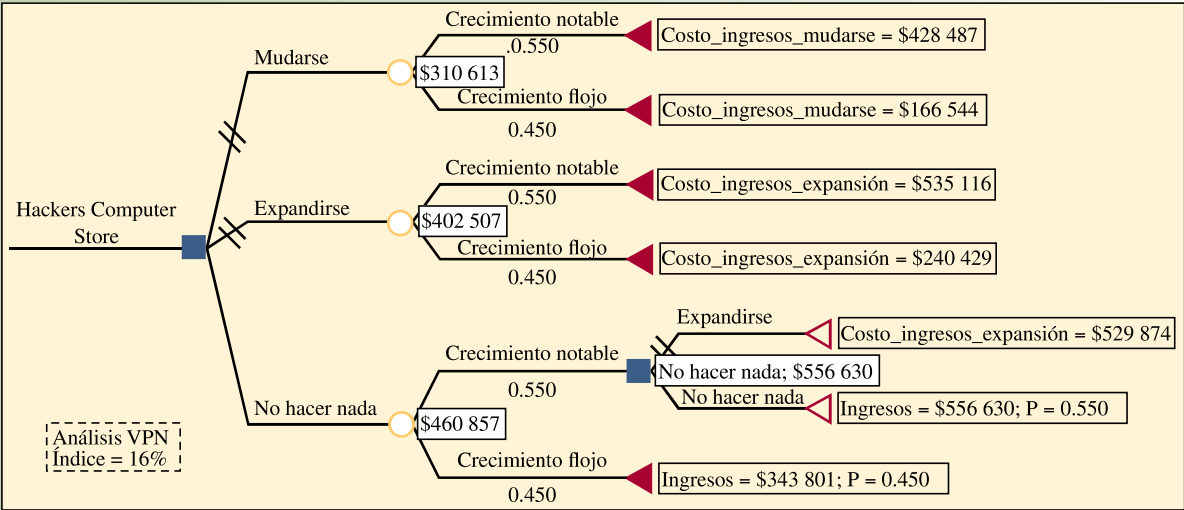
ilustración 5.4



ALTERNATIVA	INGRESOS	COSTO	VALOR
Mudarse a otro lugar, crecimiento notable	$\$195\,000 \times 5 \text{ años}$	\$210 000	\$765 000
Mudarse a otro lugar, crecimiento flojo	$\$115\,000 \times 5 \text{ años}$	\$210 000	\$365 000
Expandir tienda, crecimiento notable	$\$190\,000 \times 5 \text{ años}$	\$87 000	\$863 000
Expandir tienda, crecimiento flojo	$\$100\,000 \times 5 \text{ años}$	\$87 000	\$413 000
No hacer nada por ahora, crecimiento notable, expandirse el año entrante	$\$170\,000 \times 1 \text{ año} +$ $\$190\,000 \times 4 \text{ años}$	\$87 000	\$843 000
No hacer nada por ahora, crecimiento notable, no expandirse el año entrante	$\$170\,000 \times 5 \text{ años}$	\$0	\$850 000
No hacer nada por ahora, crecimiento flojo	$\$105\,000 \times 5 \text{ años}$	\$0	\$525 000

Partiendo de las alternativas ubicadas a la derecha, las cuales están asociadas a la decisión de expandirse o no, se observa que la alternativa de no hacer nada tiene un valor más alto que la de expandirse. Por lo tanto,

ilustración 5.5 Análisis de árbol de decisión usando valor presente neto



se elimina la expansión en las alternativas del segundo año. Esto significa que si no se hace nada en el primer año y si se registra un crecimiento notable, entonces no tiene sentido expandirse en el segundo año.

Ahora se pueden calcular los valores esperados asociados a las alternativas de decisión actuales. Simplemente se multiplica el valor de la alternativa por su probabilidad y se suman los valores. El valor esperado para la alternativa de mudarse ahora es de 585 000 dólares. La alternativa de la expansión tiene un valor esperado de 660 500 dólares, y no hacer nada por el momento tiene un valor esperado de 703 750 dólares. El análisis indica que la mejor decisión será no hacer nada (por ahora y el año entrante).

Dado que el horizonte de tiempo es de cinco años, sería conveniente considerar el valor de los ingresos en relación con el tiempo y los flujos de costos cuando se resuelve este problema. El suplemento A (“Análisis financiero”) presenta los detalles respecto al cálculo de los valores monetarios descontados. Por ejemplo, si se supone una tasa de interés de 16%, el resultado de la primera alternativa (mudarse ahora, crecimiento notable) tiene un ingreso descontado por valor de 428 487 dólares ($195\,000 \times 3.274293654$) menos el costo de 210 000 dólares por mudarse en seguida. La ilustración 5.5 muestra el análisis considerando los flujos descontados. A continuación se presentan los detalles de los cálculos. Se puede utilizar la tabla G3 de los valores presentes (en el apéndice G) para ver los factores de descuento. A efecto de que los cálculos coincidan con los presentados por el programa de computadora, se han utilizado factores de descuento calculados con 10 dígitos de precisión (es fácil hacerlo con Excel). El único cálculo que es algo engañoso es el de los ingresos cuando no se hace nada por el momento y la expansión se hace al principio del año entrante. En tal caso, se tiene un flujo de ingresos de 170 000 dólares el primer año, seguido de cuatro años con 190 000 dólares. La primera parte del cálculo ($170\,000 \times 0.862068966$) descuenta los ingresos del primer año al momento presente. La siguiente parte ($190\,000 \times 2.798180638$) descuenta los próximos cuatro años al principio del año dos. A continuación, se descuenta este flujo de cuatro años a valor presente. El programa de cómputo utilizado para generar la ilustración 5.5 realizó estos cálculos de manera automática.

ALTERNATIVA	INGRESOS	COSTO	VALOR
Mudarse a otro lugar, crecimiento notable	$\$195\,000 \times 3.274293654$	\$210 000	\$428 487
Mudarse a otro lugar, crecimiento flojo	$\$115\,000 \times 3.274293654$	\$210 000	\$166 544
Expandir tienda, crecimiento notable	$\$190\,000 \times 3.274293654$	\$87 000	\$535 116
Expandir tienda, crecimiento flojo	$\$100\,000 \times 3.274203654$	\$87 000	\$240 429
No hacer nada por ahora, crecimiento notable, expandirse el año entrante	$\$170\,000 \times 0.862068966$ $\$190\,000 \times 2.798180638 \times 0.862068966$	\$87 000 x	\$529 874
No hacer nada por ahora, crecimiento notable, no expandirse el año entrante	$\$170\,000 \times 3.274293654$	\$0	\$556 630
No hacer nada por ahora, crecimiento flojo	$\$105\,000 \times 3.274293654$	\$0	\$343 801 ●

PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD EN LOS SERVICIOS

PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD EN LOS SERVICIOS

O EN LA MANUFACTURA

Aun cuando la planeación de la capacidad en los servicios está sujeta a muchas de las mismas cuestiones que la planeación de la capacidad en la manufactura y que el cálculo del tamaño de las instalaciones se puede hacer de manera muy parecida, también existen algunas diferencias importantes entre ellas. La capacidad en los servicios depende más del tiempo y la ubicación está sujeta a las fluctuaciones de una demanda más volátil y su utilización repercute directamente en la calidad de los servicios.



Servicio

Tiempo Los servicios, a diferencia de los bienes, no se pueden guardar para usarlos más adelante. Debe haber capacidad disponible para producir un servicio en el momento que se necesita. Por ejemplo, un asiento que no estuvo ocupado en el vuelo anterior de una línea aérea no se le puede proporcionar a un cliente si el vuelo actual está completo. El cliente tampoco puede comprar un asiento en el vuelo de un día particular y llevárselo a casa para usarlo más adelante.

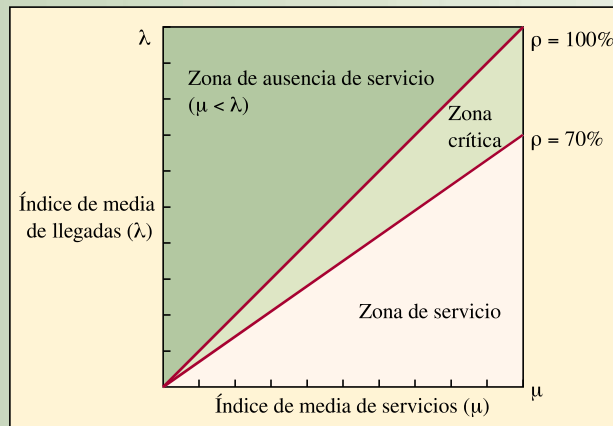
Ubicación La capacidad del servicio se debe ubicar cerca del cliente. En el caso de la manufactura, cuando ha ocurrido la producción, los bienes son distribuidos para que lleguen al cliente. En el caso de los servicios, sin embargo, ocurre justo lo contrario. Primero se debe distribuir la capacidad para brindar el servicio (sea de forma física o a través de un medio de comunicación como el teléfono) y a continuación se producirá el servicio. Una habitación de hotel o un automóvil rentado que están disponibles en otra ciudad no le sirven de nada al cliente, éstos deben estar en el lugar donde el cliente los necesita.

Volatilidad de la demanda La volatilidad de la demanda de un sistema de prestación de servicios es mucho mayor que en un sistema de producción de manufactura por tres razones. En primer término, como se acaba de decir, los servicios no se pueden guardar. Esto significa que el inventario no puede nivelar la demanda como en el caso de la manufactura. La segunda razón es que los clientes interactúan directamente con el sistema de producción, y estos clientes muchas veces tienen necesidades diferentes, distintos niveles de experiencia con el proceso y tal vez requieran diferente número de transacciones. Lo anterior contribuye a una variabilidad mucho mayor en el tiempo de procesamiento que se requiere para cada cliente y, por lo mismo, a una mayor variabilidad de la capacidad mínima que se necesita. La tercera razón que explica la mayor volatilidad de la demanda en los servicios es que el comportamiento de los consumidores la afecta directamente. Las influencias en el comportamiento del cliente, desde el clima hasta un hecho mayor, afectan directamente la demanda de distintos servicios. Si usted acude a un restaurante cerca de su universidad en tiempo de vacaciones es probable que lo encuentre casi vacío. ¡Trate de reservar una habitación en un hotel local el fin de semana que los estudiantes vuelven a casa! Este efecto conductual es evidente incluso en periodos más breves, como los amontonamientos en la ventanilla del banco a la hora de la comida o el repentino brote de órdenes de pizza durante el medio tiempo del domingo del Superbowl. Dada esta volatilidad, la capacidad en los servicios se suele planear en incrementos de tan sólo 10 a 30 minutos, a diferencia de los incrementos de una semana que son comunes en la manufactura.

UTILIZACIÓN DE LA CAPACIDAD Y CALIDAD

DE LOS SERVICIOS

La planeación de los niveles de capacidad en los servicios debe tomar en cuenta la relación diaria entre la utilización del servicio y la calidad del mismo. La ilustración 5.6 presenta una situación de servicios planteada en términos de una línea de espera (índices de llegada e índices de servicio).⁴ Como han señalado Haywood-Farmer y Nollet, el mejor punto para operar es cerca de 70% de la capacidad máxima. Esto “basta para mantener ocupados a los servidores, pero permite tiempo suficiente para atender a los clientes individualmente y tener una cantidad suficiente de capacidad reservada como para no producir demasiados dolores de cabeza administrativos”.⁵ En la zona crítica, los clientes pasan por el proceso del sistema, pero la calidad del servicio disminuye. Por encima de la zona crítica, la línea crece y es probable que muchos clientes jamás lleguen a ser atendidos.

ilustración 5.6Relación entre el índice de utilización del servicio (ρ) y la calidad del servicio

Fuente: J. Haywood-Farmer y J. Nollet, *Services Plus: Effective Service Management* (Boucherville, Quebec, Canadá: G. Morin Publisher Ltd., 1991), p. 59.



El software para centros de contacto multimedia, como Solidus eCare de Ericsson, permite que las organizaciones de servicios al cliente que están dispersadas se comporten como una sola unidad. El software encamina las llamadas a los agentes con base en las capacidades que poseen, mezclando las llamadas con e-mail, Web-chat, navegación por la Web con los clientes y respuestas automatizadas para preguntas planteadas con frecuencia. Esta flexibilidad expande en efecto la capacidad para brindar servicios a los clientes.

Haywood-Farmer y Nollet también apuntan que el índice óptimo de utilización es específico del contexto. Cuando el grado de incertidumbre y la apuesta son muy altos, entonces los índices bajos son adecuados. Por ejemplo, las salas de urgencias de los hospitales y las estaciones de bomberos deben buscar una escasa utilización debido al elevado grado de incertidumbre y el carácter de vida o muerte de sus actividades. Los servicios relativamente previsibles, como los de trenes suburbanos, o las instalaciones de servicios que no tienen contacto con los clientes, como las operaciones de clasificación de correo, pueden planear sus operaciones a un nivel de utilización mucho más próximo a 100%. Cabe señalar que existe un tercer grupo para el cual es deseable una elevada utilización. A todos los equipos deportivos les gusta que se agoten las localidades, no sólo porque el margen de contribución de cada cliente es prácticamente de 100%, sino porque la casa llena crea un ambiente que agrada a los clientes, motiva al equipo de casa a desempeñarse mejor y alienta las ventas futuras de entradas. Los espectáculos en escenarios y bares comparten este fenómeno. Por otro lado, muchos pasajeros de líneas aéreas piensan que un vuelo está demasiado lleno cuando el asiento junto al suyo va ocupado. Las líneas aéreas capitalizan esta respuesta vendiendo más asientos en clase ejecutiva.⁶

CONCLUSIÓN

La planeación estratégica de la capacidad implica una decisión de invertir en la cual las capacidades de recursos deben coincidir con el pronóstico de la demanda a largo plazo. Como se ha explicado en este capítulo, algunos de los factores que se deben tomar en cuenta para decidir si se aumenta la capacidad en el caso de la manufactura y también de los servicios son:

- Los efectos probables de las economías de escala.
- Los efectos de las curvas de aprendizaje.

- Las repercusiones de cambiar el enfoque de las instalaciones y el equilibrio entre las etapas de producción.
- El grado de flexibilidad de las instalaciones y de la fuerza de trabajo.

En el caso particular de los servicios, una consideración fundamental es el efecto que los cambios de capacidad tienen en la calidad del servicio que se ofrece. Más adelante, en otro capítulo, se trata de la cuestión de dónde se deben ubicar las instalaciones de una empresa.



Servicio

VOCABULARIO BÁSICO

Capacidad El volumen de producción que un sistema puede alcanzar durante un periodo específico.

Planeación estratégica de la capacidad Determinar el nivel general de capacidad de los recursos de capital intensivo que mejor apoye la estrategia competitiva de la compañía a largo plazo.

Mejor nivel de operación El nivel de capacidad para el que se diseñó el proceso y el volumen de producción con el cual se minimiza el costo promedio por unidad.

Índice de utilización de la capacidad Mide qué tanto se acerca la empresa a su mejor nivel de operación.

Enfoque en la capacidad Se puede aplicar con el concepto de las plantas dentro de plantas, en cuyo caso una planta tiene varias suborganizaciones especializadas para diferentes productos, a pesar de que estén todas bajo un mismo techo. Esto permite encontrar el mejor nivel de operación correspondiente a cada suborganización.

Economías de alcance Se presentan cuando múltiples productos se pueden producir a costo más bajo combinados que por separado.

Colchón de capacidad Capacidad que excede a la demanda esperada.

PROBLEMA RESUELTO

E-Education es un negocio nuevo que prepara y comercializa cursos de Maestría en Administración que ofrece por Internet. La compañía tiene su domicilio en Chicago y cuenta con 150 empleados. Debido a un crecimiento notable, la compañía necesita más espacio de oficinas. Tiene la opción de arrendar espacio adicional en su actual ubicación en Chicago para dos años más, pero después tendrá que mudarse a otro edificio. Otra opción que está considerando la compañía es mudar en seguida la operación entera a un pequeño pueblo del Oeste medio. Una tercera opción es que la compañía arriende de inmediato otro edificio en Chicago. Si la compañía elige la primera opción y arrienda más espacio en su ubicación actual, al paso de dos años, podría arrendar otro edificio en Chicago o mudarse al pequeño pueblo del Oeste medio.

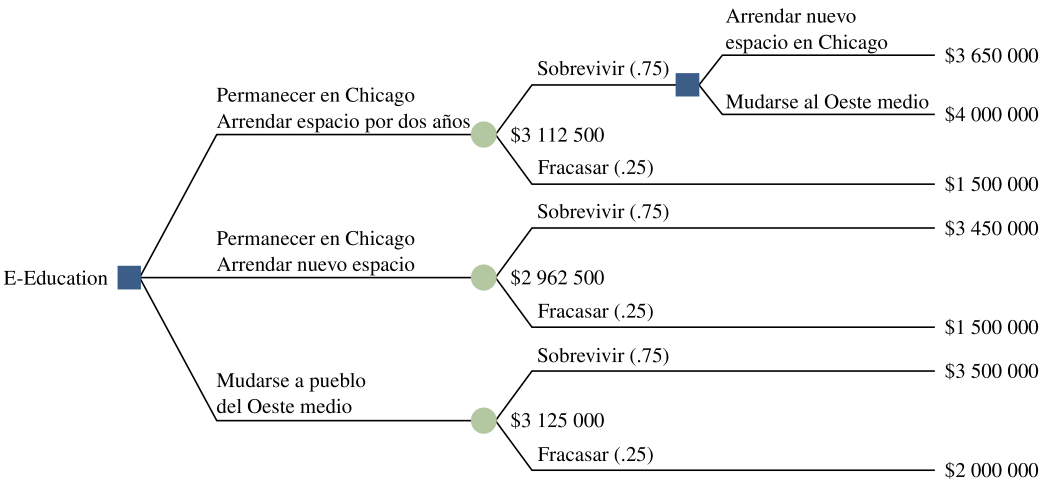
A continuación se presentan algunos datos adicionales sobre las alternativas y la situación actual.

1. La compañía tiene 75% de probabilidad de sobrevivir los siguientes dos años.
2. Arrendar el nuevo espacio en su actual ubicación en Chicago durante dos años costaría 750 000 dólares al año.
3. Mudar la operación entera a un pueblo del Oeste medio costaría 1 millón de dólares. Arrendar espacio sólo costaría 500 000 dólares al año.
4. Mudarse a otro edificio en Chicago costaría 200 000 dólares y arrendar más espacio en el edificio costaría 650 000 dólares al año.
5. La compañía puede cancelar el contrato de arrendamiento en cualquier momento.
6. La compañía construiría su propio edificio dentro de cinco años, si sobrevive.
7. Suponga que todos los demás costos e ingresos no cambian independientemente del lugar donde se ubique la compañía.

¿Qué debe hacer E-Education?

Solución

Paso 1. Construya un árbol de decisión que incluya todas las alternativas de E-Education. A continuación se presenta un árbol donde los puntos de decisión (nodos cuadrados) van seguidos de los hechos fortuitos (nodos circulares). En el caso del primer punto de decisión, si la compañía sobrevive, se deben considerar dos puntos de decisión adicionales.



Paso 2: Calcular los valores de cada alternativa de la manera siguiente:

ALTERNATIVA	CÁLCULO	VALOR
Permanecer en Chicago, arrendar espacio para dos años, sobrevivir, arrendar otro edificio en Chicago	$(750\,000) \times 2 + 200\,000 + (650\,000) \times 3 =$	\$3 650 000
Permanecer en Chicago, arrendar espacio para dos años, sobrevivir, mudarse al Oeste medio	$(750\,000) \times 2 + 1\,000\,000 + (500\,000) \times 3 =$	\$4 000 000
Permanecer en Chicago, arrendar espacio para dos años, fracasar	$(750\,000) \times 2$	\$1 500 000
Permanecer en Chicago, arrendar otro edificio en Chicago, sobrevivir	$200\,000 + (650\,000) \times 5 =$	\$3 450 000
Permanecer en Chicago, arrendar otro espacio en Chicago, fracasar	$200\,000 + (650\,000) \times 2 =$	\$1 500 000
Mudarse al Oeste medio, sobrevivir	$1\,000\,000 + (500\,000) \times 5 =$	\$3 500 000
Mudarse al Oeste medio, fracasar	$1\,000\,000 + (500\,000) \times 2 =$	\$2 000 000

Partiendo de las alternativas del extremo derecho, las primeras dos terminan en nodos de decisión. Como la primera opción, la de permanecer en Chicago y arrendar espacio para dos años, representa el costo más bajo, esto es lo que se haría si se decide permanecer en Chicago durante los dos primeros años. Si se fracasa después de los primeros dos años, representado por la tercera alternativa, el costo es sólo 1 500 000 dólares. El valor esperado de la primera opción de permanecer en Chicago y arrendar espacio para los primeros dos años es $0.75 \times 3\,650\,000 + 0.25 \times 1\,500\,000 = 3\,112\,500$ dólares.

La segunda opción, la de permanecer en Chicago y arrendar de inmediato otro edificio, tiene un valor esperado de $0.75 \times 3\,450\,000 + 0.25 \times 1\,500\,000 = 2\,962\,500$ dólares.

Por último, la tercera opción de mudarse al Oeste medio en seguida tiene un valor esperado de $0.75 \times 3\,500\,000 + 0.25 \times 2\,000\,000 = 3\,125\,000$ dólares.

Con base en lo anterior, parece que la mejor alternativa es permanecer en Chicago y arrendar otro edificio de inmediato.

PREGUNTAS DE REPASO Y DISCUSIÓN

- ¿Qué problemas de capacidad surgen cuando un nuevo fármaco es introducido al mercado?
- Enumere algunos límites prácticos para las economías de escala, es decir, ¿cuándo debe dejar de crecer una planta?
- ¿Cuáles son algunos de los problemas del equilibrio de la capacidad que afrontan las organizaciones o las instalaciones siguientes?
 - La terminal de una línea aérea.
 - El centro de cómputo de una universidad.
 - Un fabricante de ropa.
- ¿Cuáles son algunas de las consideraciones más importantes en torno a la capacidad en el caso de un hospital? ¿En qué difieren de las de una fábrica?
- La administración puede optar por aumentar la capacidad anticipándose a la demanda o en respuesta a la demanda creciente. Mencione las ventajas y las desventajas de los dos planteamientos.
- ¿Qué quiere decir equilibrio de la capacidad? ¿Por qué es difícil de lograr? ¿Qué métodos se utilizan para atacar los desequilibrios de la capacidad?

7. ¿Cuáles son algunas razones que llevan a una planta a tener un colchón de capacidad? ¿Qué puede decir de un colchón negativo de capacidad?
8. A primera vista, parecería que los conceptos de la fábrica enfocada y la flexibilidad de la capacidad se contraponen. ¿Lo hacen en realidad?

PROBLEMAS

1. AlwaysRain Irrigation, Inc., quiere establecer la capacidad que requerirá en los próximos cuatro años. En la actualidad cuenta con dos líneas de producción de rociadores de bronce y de plástico. Los rociadores de bronce y los de plástico vienen en tres presentaciones: rociadores con boquilla de 90 grados, rociadores con boquilla de 180 grados y rociadores con boquilla de 360 grados. La gerencia ha pronosticado la demanda siguiente para los próximos cuatro años:

	DEMANDA ANUAL			
	1 (EN MILES)	2 (EN MILES)	3 (EN MILES)	4 (EN MILES)
Plástico 90	32	44	55	56
Plástico 180	15	16	17	18
Plástico 360	50	55	64	67
Bronce 90	7	8	9	10
Bronce 180	3	4	5	6
Bronce 360	11	12	15	18

Las dos líneas de producción pueden fabricar todos los tipos de boquillas. Cada máquina de bronce requiere dos operadores y puede producir un máximo de 12 000 rociadores. La moldeadora de inyección de plástico requiere cuatro operadores y puede producir un máximo de 200 000 rociadores. La compañía tiene tres máquinas de bronce y sólo una moldeadora de inyección. ¿Qué capacidad requerirá para los próximos cuatro años?

2. Suponga que el departamento de marketing de AlwaysRain Irrigation iniciará una campaña intensiva de los rociadores de bronce, que son más caros pero también duran más que los de plástico. La demanda pronosticada para los próximos cuatro años es:

	DEMANDA ANUAL			
	1 (EN MILES)	2 (EN MILES)	3 (EN MILES)	4 (EN MILES)
Plástico 90	32	44	55	56
Plástico 180	15	16	17	18
Plástico 360	50	55	64	67
Bronce 90	7	15	18	23
Bronce 180	3	5	6	9
Bronce 360	15	6	7	20

¿Cuáles son las implicaciones que la campaña de marketing tiene para la capacidad?

3. Anticipándose a la campaña publicitaria, AlwaysRain compró una máquina adicional de bronce. ¿Bastará para garantizar que la empresa tenga capacidad suficiente?
4. Suponga que los operadores cuentan con bastante preparación para operar las máquinas de bronce y la moldeadora de inyección de los rociadores de plástico. En la actualidad, AlwaysRain tiene 10 empleados de este tipo. Anticipándose a la campaña publicitaria descrita en el problema 2, la gerencia autorizó la compra de dos máquinas adicionales de bronce. ¿Cuáles son las implicaciones para la mano de obra que requerirá?
5. Expando, Inc., está considerando la posibilidad de construir una fábrica adicional que produciría una nueva adición a su línea de productos. En la actualidad, la compañía está considerando dos opciones. La primera es una instalación pequeña cuya edificación costaría 6 millones de dólares. Si la demanda de los nuevos productos es floja, la compañía espera recibir 10 millones de dólares en forma de ingresos descontados (valor presente de ingresos futuros) con la fábrica pequeña. Por otro lado, si la demanda es mucha, espera 12 millones de dólares por concepto de ingresos descontados utilizando la fábrica pequeña. La segunda opción es construir una fábrica grande con un costo de 9 millones de dólares. Si la demanda fuera poca, la compañía esperaría 10 millones de dólares de ingresos descontados con la

planta grande. Si la demanda es mucha, la compañía estima que los ingresos descontados sumarían 14 millones de dólares. En los dos casos, la probabilidad de que la demanda sea mucha es 0.40 y la probabilidad de que sea poca es 0.60. El hecho de no construir una nueva fábrica daría por resultado que no se generaran ingresos adicionales porque las fábricas existentes no podrían producir estos nuevos productos. Construya un árbol de decisión que ayude a Expando a tomar la mejor decisión.

6. Una constructora ha encontrado un terreno que quiere adquirir para construir en él más adelante. En la actualidad, el terreno está clasificado para contener cuatro casas por acre, pero ella está pensando solicitar un cambio de clasificación. Lo que ella construya dependerá de la autorización del cambio que piensa solicitar y del análisis que usted haga de este problema para aconsejarla. Con la información de ella y la intervención de usted, el proceso de decisión ha quedado reducido a los costos, las alternativas y las probabilidades siguientes:

Costo del terreno: 2 millones de dólares.

Probabilidad de cambio de clasificación: 0.60.

Si el terreno es reclasificado habrá 1 millón de dólares de costos adicionales por concepto de nuevos caminos, alumbrado, etcétera.

Si el terreno es reclasificado, el contratista debe decidir si construye un centro comercial o 1 500 departamentos, como un plan tentativo muestra que se podría hacer. Si ella construye un centro comercial, existe 70% de probabilidad de que lo pueda vender a una cadena de tiendas de departamentos por 4 millones de dólares más que su costo de construcción, excluyendo el costo del terreno; y existe 30% de probabilidad de que lo pueda vender a una compañía aseguradora por 5 millones de dólares más por encima de su costo de construcción (también excluyendo el terreno). En cambio, si en lugar del centro comercial decide construir los 1 500 departamentos, su cálculo de las probabilidades de utilidad son: 60% de probabilidad de que pueda vender los departamentos a una compañía de bienes raíces por 3 000 dólares cada uno por encima de su costo de construcción; 40% de probabilidad de que sólo pueda obtener 2 000 dólares de cada uno sobre su costo de construcción (los dos excluyen el costo del terreno).

Si el terreno no es reclasificado, ella cumplirá con las restricciones existentes de la clasificación actual y simplemente construirá 600 casas, en cuyo caso espera ganar 4 000 dólares sobre el costo de construcción por cada una (excluyendo el costo del terreno).

Prepare un árbol de decisión del problema y determine la mejor solución y la utilidad neta esperada.

7. Si el rédito por elegir la máquina A es de 40 500 dólares con una probabilidad de 90% y el rédito por elegir la máquina B es de 80 000 dólares con una probabilidad de 50%, ¿cuál máquina escogería si su objetivo es maximizar el rédito?
8. Si el mejor índice de operación de una máquina es de 400 unidades por hora y la capacidad real utilizada durante una hora es de 300 unidades, ¿cuál es el índice de utilización de la capacidad?
9. Una compañía tiene una licencia que le otorga el derecho de buscar petróleo en un terreno determinado. Puede vender la licencia por 15 000 dólares y permitir que otra compañía corra el riesgo o puede perforar con la esperanza de encontrar petróleo y/o gas. A continuación se presentan los cuatro resultados posibles de la perforación, así como la probabilidad de que ocurran y los réditos:

RESULTADO POSIBLE	PROBABILIDAD	RÉDITO
Pozo seco	0.16	−\$100 000
Pozo sólo de gas	0.40	50 000
Combinación de petróleo y gas	0.24	100 000
Pozo de petróleo	0.20	200 000

Prepare un árbol de decisión para este problema. ¿La compañía debería perforar o vender la licencia?

10. Plastic Production Company necesita expandir su capacidad de producción. Lo puede hacer de dos maneras: utilizar horas extra en su planta actual o arrendar otra planta. Las horas extra tienen una penalización en los costos (sobre el tiempo normal) de 3 dólares por caja de producto fabricada y sólo se pueden utilizar por un máximo de 15 000 cajas al año. Arrendar otra planta entrañaría un costo anual fijo de arrendamiento de 25 000 dólares; sin embargo, se remuneraría a los trabajadores de esta planta con base en tiempo normal y podría producir un número cualquiera de cajas hasta un máximo de 20 000 al año.

La compañía estima que la demanda adicional (más allá de lo que puede producir en su planta actual en tiempo normal) puede adoptar los valores siguientes, con las probabilidades correspondientes:

DEMANDA ADICIONAL (CAJAS POR AÑO)	PROBABILIDAD
5 000	0.3
10 000	0.5
15 000	0.5

Prepare un árbol de decisión para este problema y encuentre la decisión óptima para minimizar los costos esperados.

C A S O : SHOULDICE HOSPITAL. UN CORTE SUPERIOR⁷

“Shouldice Hospital, la casa construida por hernias, es una casa de campo modificada que imprime al hospital el atractivo de ‘un club de campo’.”

Cita de American Medical News

Shouldice Hospital de Canadá es muy conocido por una cosa: ¡la reparación de hernias! De hecho, es la única operación que hace y hace muchas de ellas. En los pasados 20 años este pequeño hospital de 90 camas ha registrado un promedio de 7 000 operaciones al año. El año pasado fue un año récord y realizó cerca de 7 500 operaciones. Los nexos de los pacientes con Shouldice no terminan cuando abandonan el hospital. Cada año, la cena de gala Hernia Reunión (con una revisión gratis de hernias) atrae a más de mil ex pacientes, algunos llevan asistiendo al evento más de 30 años.

Una serie de características destacadas del sistema de Shouldice para brindar sus servicios contribuye a su éxito. 1) Shouldice sólo acepta pacientes que tienen hernias externas poco complicadas y utiliza una técnica superior inventada por el doctor Shouldice durante la Segunda Guerra Mundial para este tipo de hernia. 2) Los pacientes son sometidos muy pronto al tratamiento con movimiento, lo cual propicia su curación. (Los pacientes literalmente salen caminando de la mesa de operaciones y practican un ejercicio ligero a lo largo de toda su estadía, que sólo dura tres días.) 3) Su ambiente de club de campo, el amable personal de enfermería y la socialización inherente hacen que sea una experiencia asombrosamente agradable, derivada de un problema médico inherentemente desagradable. Se apartan horarios regulares para tomar té y galletas, y para socializar. Todos los pacientes están en pareja con un compañero de cuarto que tiene antecedentes e intereses similares.

EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

Las instalaciones médicas de Shouldice son cinco quirófanos, una sala de recuperación, un laboratorio y seis habitaciones para revisiones. Shouldice realiza, en promedio, 150 operaciones por semana y los pacientes por lo general permanecen tres días en el hospital. Aun cuando las operaciones sólo se realizan cinco días a la semana, el resto del hospital opera de forma continua para atender a los pacientes en recuperación.

Una operación en Shouldice Hospital la realiza uno de los 12 cirujanos de tiempo completo, ayudado por uno de los siete cirujanos auxiliares de medio tiempo. Los cirujanos por lo general toman una hora para prepararse y realizar cada operación de hernia y operan a cuatro pacientes al día. La jornada del cirujano termina a las 4 p.m., aun cuando esperan estar de guardia nocturna cada 14 días y de fin de semana cada 10 semanas.

LA EXPERIENCIA EN SHOULDICE

Cada paciente es sometido a exámenes preoperatorios antes de establecer la fecha para su intervención. Se sugiere a los pacientes del

área de Toronto que acudan a la clínica para un diagnóstico. Los estudios se hacen entre las 9 a.m. y las 3:30 p.m., de lunes a viernes, y de 10 a.m. a 2 p.m. los sábados. A los pacientes que no viven en la ciudad se les envía por correo un cuestionario para que proporcionen la información médica (que también está disponible en Internet) que se necesita para el diagnóstico. Se niega el tratamiento a un pequeño porcentaje de los pacientes que están pasados de peso o que representan algún otro riesgo médico impropio. Los pacientes restantes reciben tarjetas de confirmación con la fecha que se ha programado para su operación. El expediente del paciente se envía al escritorio de recepción una vez que se confirma la fecha de admisión.

Los pacientes se presentan en la clínica entre la 1 y las 3 p.m. del día anterior a la intervención. Tras una breve espera, se someten a un breve estudio preoperatorio. A continuación se les envía con un empleado de admisiones para que realicen los trámites correspondientes. Después, los pacientes acuden a una de las dos estaciones de enfermería para que les hagan análisis de sangre y de orina y, después, son acompañados a su habitación. Pasan el tiempo restante previo a la orientación acomodando sus cosas y conociendo a sus compañeros de habitación.

La orientación empieza a las 5 p.m. y después se sirve la cena en el comedor general. Esa misma noche, a las 9 p.m., los pacientes se reúnen en un salón para tomar té y galletas. Así, los nuevos pacientes pueden charlar con los que ya han sido operados. La hora de dormir es entre las 9:30 y las 10 p.m.

El día de la operación, los pacientes que son intervenidos temprano son despertados a las 5:30 a.m. para sedarlos antes de la intervención. Las primeras operaciones inician a las 7:30 a.m. Poco antes de que empiece la operación, se administra al paciente anestesia local, dejándolo alerta y totalmente consciente de lo que ocurre. Al término de la operación, se invita al paciente a que vaya caminando de la mesa de operaciones a una silla de ruedas cercana, que lo está esperando para llevarlo a su habitación. Tras un breve periodo de reposo, se recomienda al paciente que se ponga de pie y haga ejercicio. A las 9 p.m. de ese mismo día, el paciente está en el salón tomando té y galletas y charlando con los pacientes nuevos que acaban de ingresar.

Al día siguiente, se le aflojan los clips que unen la piel de la incisión y algunos otros se les quitan. Los restantes son retirados a la mañana siguiente, justo antes de dar de alta al paciente.

Cuando Shouldice Hospital empezó, la internación promedio en el hospital por una operación de hernia era de tres semanas. Hoy en día, muchas instituciones son partidarias de la “cirugía el mismo



**Excel: Shouldice
Hospital**

ilustración 5.7

Operaciones con 90 camas (30 pacientes al día)

DÍA DE ADMISIÓN	CAMAS REQUERIDAS						
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
Lunes	30	30	30				
Martes		30	30	30			
Miércoles			30	30	30		
Jueves				30	30	30	
Viernes							
Sábado							
Domingo	30	30					30
Total	60	90	90	90	60	30	30

día” por diversas razones. Shouldice Hospital cree decididamente que esto no es lo que más conviene a los pacientes y está convencido de su proceso de tres días. El programa de rehabilitación postoperatoria de Shouldice está diseñado para que el paciente pueda reanudar sus actividades normales con un mínimo de interrupción y malestar. Los pacientes de Shouldice con frecuencia regresan a trabajar en unos cuantos días, con un tiempo total promedio de ocho días.

“Es interesante señalar que, de cada cien pacientes de Shouldice, uno es un médico”.

PLANES FUTUROS

La gerencia de Shouldice está pensando en expandir la capacidad del hospital para poder cubrir una cantidad considerable de demanda que en la actualidad no cubre. Para tal efecto, el vicepresidente está considerando seriamente dos opciones. La primera implica añadir un día más de operaciones (sábados) al calendario actual de cinco días, lo cual incrementaría la capacidad en 20%. La otra opción es añadir otro piso de habitaciones al hospital, incrementando 50% el número de camas. Esto requeriría una programación más intensa de los quirófanos.

Sin embargo, al administrador del hospital le preocupa cómo podría conservar el control de la calidad de los servicios brindados. Considera que el hospital ya se está utilizando debidamente. Los médicos y el personal están contentos con su trabajo y los pacientes están satisfechos con el servicio. En su opinión, una mayor expansión de la capacidad dificultaría la posibilidad de mantener el mismo tipo de relaciones y actitudes laborales.

PREGUNTAS

La ilustración 5.7 es una tabla de la ocupación de habitaciones con el sistema existente. Cada renglón de la tabla sigue a los pacientes

que ingresaron en un día dado. Las columnas indican el número de pacientes que hubo en el hospital un día dado. Por ejemplo, el primer renglón de la tabla muestra que 30 personas ingresaron el lunes y permanecieron en el hospital lunes, martes y miércoles. Si se suman las columnas de la tabla que corresponden al miércoles, se encontrará que ese día había 90 pacientes internados en el hospital.

1. ¿Qué tan bien está utilizando el hospital actualmente sus camas?
2. Prepare una tabla similar para mostrar los efectos que tendría añadir operaciones los sábados. (Suponga que de cualquier manera se realizarían 30 operaciones cada día.) ¿Cómo afectaría esto la utilización de la capacidad de camas? ¿Esta capacidad bastaría para los pacientes adicionales?
3. Ahora analice el efecto de un incremento de 50% en el número de camas. ¿Cuántas operaciones podría realizar el hospital al día antes de quedarse sin capacidad de camas? (Suponga que las operaciones se realizan cinco días a la semana, con el mismo número de operaciones cada día.) ¿Los nuevos recursos cómo se utilizarían en comparación con la actual operación? ¿El hospital de hecho podría realizar esta cantidad de operaciones? ¿Por qué? (Pista: Analice la capacidad de los 12 cirujanos y los cinco quirófanos.)
4. Aun cuando los datos financieros son muy generales, un cálculo realizado por una constructora indica que sumar capacidad de camas costaría alrededor de 100 000 dólares por cama. Además, el monto cobrado por la cirugía de hernia varía entre 900 dólares y 2 000 dólares, con un promedio de 1 300 dólares por operación. Los cirujanos reciben 600 dólares cerrados por operación. Debido a la incertidumbre por las leyes relativas a los servicios de salud, Shouldice querría justificar una expansión dentro de un periodo de cinco años.

BIBLIOGRAFÍA SELECCIONADA

Amran, M y N. Kulatilaka, “Disciplined Decisions: Aligning Strategy with the Financial Markets”, *Harvard Business Review*, enero-febrero de 1999, pp. 95-104.

Bakke, N.A. y R. Hellberg, “The Challenges of Capacity Planning”, *International Journal of Production Economics*, 30-31, 1993, pp. 243-264.