

El coste de producción



7

En el capítulo anterior, hemos examinado la tecnología de producción de la empresa, es decir, la relación que muestra cómo pueden transformarse los factores en productos. A continuación, vemos cómo determina la tecnología de producción, junto con los precios de los factores, el coste de producción de la empresa.

Dada la tecnología de producción de una empresa, los directivos deben decidir *cómo* van a producir. Como hemos visto, los factores pueden combinarse de diferentes maneras para obtener la misma cantidad de producción. Por ejemplo, se puede obtener un determinado nivel de producción con una gran cantidad de trabajo y muy poco capital, con muy poco trabajo y una gran cantidad de capital o con alguna otra combinación de los dos. En este capítulo vemos cómo se elige la combinación *óptima* —es decir, minimizadora de los costes— de factores. También vemos que los costes de una empresa dependen de su nivel de producción y que es probable que varíen con el tiempo.

Comenzamos explicando cómo se definen y se miden los *costes*, distinguiendo entre el concepto de coste que utilizan los economistas, a los cuales les interesan los futuros resultados de la empresa, y el que utilizan los contables, que se fijan en su situación financiera. A continuación, vemos cómo influyen las características de la tecnología de producción de la empresa en los costes, tanto a corto plazo, en que la empresa puede hacer poco para alterar su stock de capital, como a largo plazo, en que puede modificar todos sus factores.

A continuación, mostramos cómo puede generalizarse el concepto de rendimientos de escala para tener en cuenta tanto los cambios de la combinación de factores *como* la producción de muchos bienes diferentes. También mostramos que a veces el coste disminuye con el paso del tiempo a medida que los directivos y los trabajadores adquieren experiencia y aumentan la eficiencia del proceso de producción. Por último, mostramos cómo puede utilizarse la información empírica para estimar las funciones de costes y predecir los costes.

7.1 LA MEDICIÓN DE LOS COSTES: ¿QUÉ COSTES SON IMPORTANTES?

Antes de poder ver cómo minimizan las empresas los costes, debemos aclarar para empezar qué entendemos por *coste* y cómo debemos calcularlo. Por ejemplo, ¿qué conceptos deben incluirse en los

ESBOZO DEL CAPÍTULO

- 7.1 La medición de los costes:
¿qué costes son importantes? 247
 - 7.2 El coste a corto plazo 256
 - 7.3 El coste a largo plazo 262
 - 7.4 Las curvas de costes
a largo plazo y a corto plazo 272
 - 7.5 La producción con dos productos:
las economías de alcance 278
 - * 7.6 Las variaciones dinámicas de los
costes: la curva de aprendizaje 282
 - * 7.7 La estimación y la predicción
de los costes 288
- Apéndice:
La teoría de la producción
y los costes: análisis matemático 297

LISTA DE EJEMPLOS

- 7.1 La elección de la localización de
una nueva escuela de derecho 250
- 7.2 Los costes irre recuperables, los costes
fijos y los costes variables: las
computadoras, los programas
informáticos y las pizzas 253
- 7.3 El coste a corto plazo
de la fundición de aluminio 259
- 7.4 La influencia de las tasas
sobre los vertidos en la elección
de los factores de producción 268
- 7.5 Las economías de alcance
en el sector del transporte
por carretera 281
- 7.6 La curva de aprendizaje
en la práctica 286
- 7.7 Las funciones de costes
de la energía eléctrica 290



costes de una empresa? Los costes comprenden claramente los salarios que paga a sus trabajadores y el alquiler que paga por el espacio de oficina. Pero, ¿qué ocurre si la empresa ya posee un edificio de oficinas y no tiene que pagar un alquiler? ¿Cómo debemos tratar el dinero que gastó hace dos o tres años (y que no puede recuperar) en equipo o en investigación y desarrollo? Responderemos a este tipo de preguntas en el contexto de las decisiones económicas que toman los directivos.

El coste económico y el coste contable

Los economistas y los contables financieros conciben los costes de forma distinta; los segundos normalmente se ocupan de seguir la evolución del activo y del pasivo y de informar sobre los resultados pasados de la empresa para uso externo, por ejemplo en las memorias anuales. Los contables financieros tienden a adoptar una perspectiva retrospectiva a la hora de analizar las finanzas y las operaciones de la empresa. El **coste contable** —que es el coste que calculan los contables financieros— puede comprender, pues, conceptos que un economista no incluiría y puede no incluir conceptos que los economistas normalmente incluyen. Por ejemplo, comprende los gastos reales más los gastos de depreciación del equipo de capital, que se averiguan aplicando las normas fiscales al respecto.

Los economistas —y confiamos en que los directivos— analizan la empresa pensando en el futuro. Se ocupan de la asignación de los recursos escasos, por lo que les interesa saber cuáles serán probablemente los costes en el futuro y cómo podría reorganizar la empresa sus recursos para reducirlo y mejorar su rentabilidad. Como veremos, les interesa, pues, el **coste económico**, que es el coste de utilizar los recursos en la producción. La palabra *económico* nos dice que debemos distinguir entre los costes que la empresa puede controlar y los que no puede controlar. Aquí desempeña un importante papel el concepto de coste de oportunidad.

• **coste contable** Gastos reales más gastos de depreciación del equipo de capital.

• **coste económico** Coste que tiene para una empresa la utilización de recursos económicos en la producción, incluido el coste de oportunidad.

El coste de oportunidad

El **coste de oportunidad** es el coste de las oportunidades que se pierden por no destinar los recursos de la empresa al mejor fin alternativo. Consideremos, por ejemplo, el caso de una empresa que posee un edificio y que, por tanto, no paga ningún alquiler por el espacio de oficina. ¿Significa eso que el coste de ese espacio es nulo? Mientras que el contable de la empresa diría que sí, un economista señalaría que la empresa podría obtener un alquiler por él arrendándolo a otra empresa. Este alquiler que deja de ganar es el coste de oportunidad de utilizar el espacio de oficinas y debe incluirse en el coste económico de producción.

Veamos cómo puede hacer el coste de oportunidad que el coste económico sea diferente del coste contable en el tratamiento de los salarios y de la depreciación económica. Consideremos el caso del propietario de una tienda que gestiona él mismo, pero que decide no pagarse un sueldo. Aunque no se realice ninguna transacción monetaria (y, por tanto, no se registre ningún coste contable), la empresa incurre en un coste de oportunidad porque el propietario podría percibir un sueldo competitivo trabajando en otro lugar.

Los contables y los economistas también suelen tratar la depreciación de forma distinta. Cuando estiman la futura rentabilidad de una empresa, a los econo-

• **coste de oportunidad** Coste correspondiente a las oportunidades que se pierden cuando no se utilizan los recursos de la empresa para el fin para el que tienen más valor.



mistas y a los directivos les interesa el coste de capital de la planta y la maquinaria. Este implica no solo el gasto monetario realizado para comprar y poner en funcionamiento la maquinaria, sino también el coste del desgaste. Cuando se evalúan los resultados pasados, los expertos en contabilidad de costes, al realizar sus cálculos de los costes y los beneficios, utilizan reglas fiscales que se aplican a tipos de activos definidos en un sentido general para averiguar la depreciación. Pero estas deducciones por depreciación no tienen por qué reflejar el verdadero desgaste del equipo, que es probable que varíe de unos activos a otros.

Los costes irre recuperables

Aunque el coste de oportunidad suele estar oculto, debe tenerse en cuenta cuando se toman decisiones económicas. En el caso de los **costes irre recuperables**, que son un gasto que se ha realizado y que no puede recuperarse, ocurre exactamente lo contrario. Suelen ser visibles, pero una vez que se han realizado, deben dejarse siempre de lado cuando se toman decisiones económicas.

Como no pueden recuperarse, no deben influir en las decisiones de la empresa. Consideremos, por ejemplo, la compra de equipo especializado para una planta. Supongamos que solo puede utilizarse para hacer aquello para lo que se diseñó originalmente y que no puede dársele ningún otro uso. El gasto en este equipo es un coste irre recuperable. *Como no tiene otro uso, su coste de oportunidad es cero.* Por tanto, no debe incluirse en los costes económicos de la empresa. La decisión de comprar este equipo pudo haber sido buena o mala. Da lo mismo. Es agua pasada y no debe influir en las decisiones actuales.

¿Qué ocurriría si se pudiera dar otro uso al equipo o si se pudiera vender o alquilar a otra empresa? En ese caso, su uso implicaría un coste económico, a saber, el coste de oportunidad de utilizarlo en lugar de venderlo o alquilarlo a otra empresa.

Consideremos ahora un *posible* coste irre recuperable. Supongamos, por ejemplo, que la empresa aún no ha comprado el equipo especializado sino que está considerando meramente la posibilidad de comprarlo. Un posible coste irre recuperable es una *inversión*. En este caso, la empresa debe decidir si esa inversión en equipo especializado es *económica*, es decir, si generará una corriente de ingresos suficientemente grande para que esté justificado su coste. En el Capítulo 15, explicamos detalladamente cómo se toma este tipo de decisiones.

Supongamos, a modo de ejemplo, que una empresa está considerando la posibilidad de trasladarse a otra ciudad. El año pasado pagó 500.000 dólares por una opción de compra de un edificio en la ciudad. Esta opción le da derecho a comprarlo con un coste de 5.000.000 de dólares, por lo que su gasto total será de 5.500.000 si acaba comprándolo. Ahora observa que ha quedado libre un edificio semejante en esa misma ciudad por un precio de 5.250.000. ¿Qué edificio debería comprar? La respuesta es el edificio inicial. La opción de 500.000 dólares es un coste irre recuperable que no debe afectar a la decisión actual de la empresa. Lo que está en cuestión es el gasto de otros 5.000.000 de dólares o de otros 5.250.000. Como el análisis económico elimina del análisis el coste irre recuperable de la opción, el coste económico de la propiedad inicial es de 5.000.000 de dólares, mientras que el de la segunda es de 5.250.000. Naturalmente, si el nuevo edificio costara 4.900.000, la empresa debería comprarlo y renunciar a su opción.

• coste irre recuperable

Gasto que no puede recuperarse una vez que se realiza.



EJEMPLO 7.1 La elección de la localización de una nueva escuela de derecho

La Escuela de Derecho de la Universidad de Northwestern está situada desde hace tiempo en Chicago, al borde del lago Michigan. Sin embargo, el campus principal de la universidad se encuentra en el barrio de Evanston, situado en las afueras de la ciudad. A mediados de los años 70, la escuela de derecho comenzó a planear la construcción de un nuevo edificio y tuvo que elegir un emplazamiento adecuado. ¿Debía construirlo en el lugar en el que se hallaba en ese momento, en el cual seguiría encontrándose cerca de los bufetes situados en el centro de la ciudad de Chicago, o debería trasladarse a Evanston, donde se integraría físicamente en el resto de la universidad?

La primera opción tenía numerosos y destacados defensores. Estos sostenían, en parte, que era eficaz desde el punto de vista de los costes construir el nuevo edificio en la ciudad porque la universidad ya era propietaria del suelo. Si se quería construirlo en Evanston, habría que comprar una gran parcela. ¿Tiene sentido este argumento desde el punto de vista económico?

No. Frecuentemente se comete el error de no tener en cuenta los costes de oportunidad. Desde el punto de vista económico, sería muy caro construir el edificio en el centro de la ciudad porque el coste de oportunidad de los valiosos terrenos situados al borde del lago es alto: esa propiedad podría haberse vendido por suficiente dinero para comprar los terrenos de Evanston y todavía habría sobrado dinero.

Al final, Northwestern decidió mantener la escuela de derecho en Chicago. Esta decisión fue cara. Tal vez fuera acertada si la localización de Chicago era especialmente valiosa para la escuela de derecho, pero no lo era si se tomó suponiendo que el suelo del centro de la ciudad no tenía coste alguno.

Costes fijos y costes variables

Algunos costes de la empresa varían cuando varía la producción, mientras que otros no cambian mientras la empresa produzca algo. Esta distinción será importante cuando examinemos en el siguiente capítulo la elección del nivel de producción que maximiza el beneficio de la empresa. Dividimos, pues, el **coste total** (CT o C) —el coste económico total de producción— en dos componentes:

- **coste total (CT o C)**

Coste económico total de producción formado por los costes fijos y los costes variables.

- **coste fijo (CF)** Coste que no varía con el nivel de producción y que solo puede eliminarse cerrando.

- **coste variable (CV)** Coste que varía con el nivel de producción.

- El **coste fijo (CF)**: coste que no varía con el nivel de producción y que solo puede eliminarse cerrando.

- El **coste variable (CV)**: coste que varía cuando varía la producción.

Dependiendo de las circunstancias, los costes fijos pueden comprender los gastos en mantenimiento de la planta, seguro, calefacción y electricidad y quizá un número mínimo de trabajadores. Estos costes no varían independientemente de cuánto produzca la empresa. Los costes variables, que comprenden los gastos en sueldos, salarios y materias primas, aumentan cuando aumenta la producción.

El coste fijo no varía cuando varía el nivel de producción: debe pagarse incluso aunque no se produzca. *La única manera de que una empresa pueda eliminar sus costes fijos es cerrando.*



Cerrar Cerrar no significa necesariamente abandonar el sector. Supongamos que una empresa de confección tiene varias fábricas, su demanda está disminuyendo y quiere reducir la producción y los costes lo más posible en una de las fábricas. Reduciendo la producción de esa fábrica a cero, podría eliminar los costes de materias primas y una gran parte del trabajo, pero seguiría teniendo los costes fijos de pagar a los directivos de la fábrica, los vigilantes de seguridad y el mantenimiento. La única manera de eliminar esos costes fijos sería cerrar las puertas, apagar la electricidad y quizá incluso vender o achatar la maquinaria. La empresa seguiría estando en el sector y podría mantener abierto el resto de las fábricas. Podría incluso reabrir la fábrica cerrada, aunque podría tener costes si tuviera que comprar nueva maquinaria o modernizar la antigua.

¿Qué costes son fijos y cuáles son variables? ¿Cómo sabemos qué costes son fijos y cuáles son variables? La respuesta depende del horizonte temporal que estemos considerando. En un horizonte temporal muy breve —por ejemplo, uno o dos meses— la mayoría de los costes son fijos. En un horizonte tan breve, una empresa normalmente está obligada a recibir y pagar los envíos contratados de materias primas y no puede despedir fácilmente a ningún trabajador, independientemente de lo mucho o poco que produzca.

En cambio, en un horizonte largo —por ejemplo, dos o tres años— muchos costes se vuelven variables. En un largo horizonte, si la empresa quiere reducir su producción, puede reducir su plantilla, comprar menos materias primas y quizá vender incluso parte de su maquinaria. En un horizonte muy largo —por ejemplo, diez años— casi todos los costes son variables. Es posible despedir a los trabajadores y a los directivos (o reducir el empleo no reponiendo las bajas voluntarias) y una gran parte de la maquinaria puede venderse o no sustituirse cuando se queda obsoleta y se achatarra.

Saber qué costes son fijos y cuáles son variables es importante para la gestión de una empresa. Cuando una empresa planea aumentar o reducir su producción, quiere saber cómo afectará ese cambio a sus costes. Consideremos, por ejemplo, un problema que tuvo Delta Air Lines. Delta quería saber cómo variarían sus costes si redujera un 10 por ciento el número de vuelos programados. La respuesta depende de que se considere el corto plazo o el largo plazo. A corto plazo —por ejemplo, en un periodo de seis meses— la programación es fija y es difícil despedir a algunos trabajadores, por lo que la mayor parte de los costes a corto plazo de Delta son fijos y no disminuirán significativamente reduciendo el número de vuelos. A largo plazo —por ejemplo, en un periodo de dos años o más— la situación es muy distinta. Delta tiene tiempo suficiente para vender o para alquilar los aviones que no necesite y para despedir a los trabajadores innecesarios. En este caso, la mayoría de los costes de Delta son variables y, por tanto, pueden reducirse significativamente si se reduce un 10 por ciento el número de vuelos.

Costes fijos y costes irrecuperables

La gente suele confundir los costes fijos con los costes irrecuperables. Como acabamos de explicar, los costes fijos son costes que paga la empresa que está abierta, independientemente de la cantidad que produzca. Esos costes pueden comprender, por ejemplo, los sueldos de los ejecutivos clave y los gastos de su espacio de oficina y del personal auxiliar, así como el seguro y los costes de manteni-



miento de la planta. Los costes fijos pueden evitarse si la empresa cierra o abandona el sector: por ejemplo, ya no serán necesarios los ejecutivos clave y su personal auxiliar.

Los costes irre recuperables, en cambio, son costes en los que se ha incurrido y que *no pueden recuperarse*. Un ejemplo es el coste de I+D de una compañía farmacéutica para desarrollar y probar un nuevo medicamento y, después, si se ha demostrado que el medicamento es seguro y eficaz, el coste de comercializarlo. Independientemente de que el medicamento sea un éxito o un fracaso, estos costes no pueden recuperarse, por lo que son irre recuperables. Otro ejemplo es el coste de una planta de fabricación de chips que produce microprocesadores para computadoras. Como el equipo es demasiado especializado para poder utilizarlo en otra industria, la mayor parte, si no todo, de este gasto, es irre recuperable, es decir, no puede recuperarse (una parte del coste podría recuperarse si el equipo se vendiera como chatarra).

Supongamos, por el contrario, que una empresa hubiera acordado hacer aportaciones a un plan de jubilación de los trabajadores mientras estaba en funcionamiento, independientemente de su nivel de producción o de su rentabilidad. Estas aportaciones solo podrían cesar si la empresa cerrara. En este caso, las aportaciones anuales al plan de jubilación deberían considerarse costes fijos.

¿Por qué se distingue entre los costes fijos y los costes irre recuperables? Porque los costes fijos afectan a las futuras decisiones de la empresa, mientras que los costes irre recuperables no. Los costes fijos que son altos en relación con el ingreso y no pueden reducirse podrían llevar a una empresa a cerrar: eliminar esos costes fijos y obtener un beneficio nulo podría ser mejor que incurrir en pérdidas continuas. Incurrir en un elevado coste irre recuperable podría ser más tarde una mala decisión (por ejemplo, el desarrollo infructuoso de un nuevo producto), pero el gasto se ha realizado y no puede recuperarse cerrando. Naturalmente, un coste irre recuperable *en el que se prevé incurrir* es diferente y, como hemos señalado antes, afectaría desde luego a las futuras decisiones de la empresa (por ejemplo, ¿debe emprender la empresa el desarrollo de ese nuevo producto?).

Amortización de los costes irre recuperables En la práctica, muchas empresas no siempre distinguen entre los costes irre recuperables y los costes fijos. Por ejemplo, la compañía de semiconductores que gastó 600 millones de dólares en la planta de fabricación de chips (claramente un coste irre recuperable) podría **amortizar** el gasto en seis años y tratarlo como un coste fijo de 100 millones de dólares al año. Eso está bien siempre que los directivos de la empresa entiendan que cerrando no desaparecerá el coste anual de 100 millones de dólares. De hecho, amortizar los gastos de capital de esta forma —repartiéndolos en muchos años y tratándolos como costes fijos— puede ser una útil forma de evaluar la rentabilidad a largo plazo de la empresa.

La amortización de unos elevados gastos de capital y su concepción como costes fijos continuos también pueden simplificar el análisis económico del funcionamiento de una empresa. Por ejemplo, como veremos, concibiendo los gastos de capital de esta forma puede ser más fácil comprender la disyuntiva a la que se enfrenta la empresa entre el uso de trabajo y el uso de capital. Para simplificar el análisis, normalmente trataremos los costes irre recuperables de esta forma cuando examinemos las decisiones de producción de la empresa. Cuando la distinción entre los costes irre recuperables y los costes fijos sea esencial para el análisis económico, se lo haremos saber al lector.

• **amortización** Política que consiste en tratar un gasto realizado una sola vez como un coste anual repartido en una serie de años.



EJEMPLO 7.2 Los costes irre recuperables, los costes fijos y los costes variables: las computadoras, los programas informáticos y las pizzas

A medida que avance el lector, verá que las decisiones de precios y de producción de una empresa —y su rentabilidad— dependen extraordinariamente de la estructura de sus costes. Es importante, pues, que los directivos comprendan las características de los costes de producción y que sean capaces de saber cuáles son fijos, cuáles variables y cuáles irre recuperables. Las magnitudes relativas de estos diferentes componentes del coste pueden variar considerablemente de unas industrias a otras. Buenos ejemplos son la industria de computadoras personales (en la que la mayoría de los costes son variables), la industria de programas informáticos (en la que la mayoría de los costes son irre recuperables) y el negocio de las pizzerías (en el que la mayoría de los costes son fijos). Veamos cada una de ellas por separado.

Algunas empresas como Dell, Gateway, Hewlett-Packard e IBM producen millones de computadoras personales todos los años. Como las computadoras son muy parecidas, la competencia es feroz y la rentabilidad depende principalmente de la capacidad para mantener bajos los costes. La mayoría de estos costes son variables: aumentan en proporción al número de computadoras producidas cada año. Lo más importante es el coste de los componentes: el microprocesador que realiza la mayor parte de las operaciones, los chips de memoria, los discos duros y otros dispositivos de almacenamiento, las tarjetas de vídeo y de sonido, etc. Normalmente, la mayor parte de estos componentes se compran a proveedores externos en cantidades que dependen del número de computadoras que se produzca.

Otra importante parte del coste variable para estas empresas es el trabajo, es decir, los trabajadores necesarios para montar las computadoras, empaquetarlas y enviarlas. Hay pocos costes irre recuperables, ya que las fábricas cuestan poco en relación con el valor de la producción anual de la empresa. Asimismo, hay pocos costes fijos, quizá los sueldos de los altos ejecutivos, algunos vigilantes de seguridad y la electricidad. Por tanto, cuando Dell y Hewlett-Packard piensan en la forma de reducir los costes, tratan principalmente de conseguir mejores precios para los componentes o de reducir la cantidad de mano de obra necesaria, factores ambos que reducen los costes variables.

¿Qué ocurre con los programas informáticos que se ejecutan en estas computadoras personales? Microsoft produce el sistema operativo Windows, así como toda una variedad de aplicaciones, como Word, Excel y PowerPoint. Pero otras muchas empresas —unas grandes y otras pequeñas— también producen programas informáticos para computadoras personales. Los costes de producción de esas empresas son muy distintos de los costes de producción de los fabricantes de equipos. En la producción de programas informáticos, la mayoría de los costes son *irre recuperables*. Normalmente, una empresa de programas informáticos gastará una gran cantidad de dinero en desarrollar un nuevo programa. Estos gastos no pueden recuperarse.

Una vez terminado el programa, la empresa puede tratar de recuperar su inversión (y de obtener también beneficios) vendiendo el mayor número posible de copias. El coste variable de producir copias del programa es muy bajo:



principalmente el coste de copiar el programa en CD y de empaquetar y enviar el producto. El coste fijo de producción también es pequeño. Como la mayoría de los costes son irrecuperables, entrar en la industria de programas informáticos puede ser considerablemente arriesgado. Hasta que no se gaste el dinero y se ponga a la venta el producto, es improbable que el empresario sepa cuántas copias puede vender y si podrá o no obtener un beneficio.

Pasemos, por último, a la pizzería de la esquina. Para una pizzería el mayor componente del coste es fijo. Los costes irrecuperables son bastante bajos porque los hornos, las sillas, las mesas y los platos pueden volver a venderse si la pizzería abandona el sector. Los costes variables también son bastante bajos: principalmente los ingredientes para hacer la pizza (la harina, la salsa de tomate, el queso y el salchichón para la típica pizza grande podrían costar 1 dólar) y quizá los salarios de un par de trabajadores para ayudar a producir, servir y repartir las pizzas. La mayor parte del coste es fijo: el coste de oportunidad del tiempo del propietario (podría trabajar normalmente entre 60 y 70 horas a la semana), el alquiler y la electricidad y el agua. Como consecuencia de estos elevados costes fijos, la mayoría de las pizzerías (que podrían cobrar 12 dólares por una pizza grande cuya producción tiene un coste variable de alrededor de 3 dólares) no obtienen muchos beneficios.

El coste marginal y el coste medio

Para completar nuestro análisis de los costes, pasamos a continuación a examinar la distinción entre el coste marginal y el coste medio. Para explicar esta distinción, utilizamos un ejemplo numérico concreto de una función de costes (la relación entre el coste y la producción) que representa la situación de los costes de muchas empresas y que se muestra en el Cuadro 7.1. Una vez explicados los conceptos de coste marginal y de coste medio, veremos la diferencia entre el análisis de los costes a corto plazo y a largo plazo.

• coste marginal (CM)

Aumento que experimenta el coste cuando se produce una unidad más.

El coste marginal (CM) El **coste marginal** —denominado a veces *coste incremental*— es el aumento que experimenta el coste cuando se produce una unidad más. Como el coste fijo no varía cuando varía el nivel de producción de la empresa, el coste marginal es igual al aumento que experimenta el coste variable o al aumento que experimenta el coste total cuando se produce una unidad más. Por tanto, puede expresarse de la siguiente manera:

$$CM = \Delta CV / \Delta q = \Delta CT / \Delta q$$

El coste marginal nos dice cuánto cuesta producir una unidad más. En el Cuadro 7.1 se calcula a partir del coste variable (columna 2) o del coste total (columna 3). Por ejemplo, el coste marginal de incrementar la producción de 2 a 3 unidades es de 20 dólares porque el coste variable de la empresa aumenta de 78 a 98 (el coste total de producción también aumenta en 20 dólares, pasando de 128 a 148; el coste total se diferencia solamente del coste variable en el coste fijo, que por definición no varía cuando varía el nivel de producción).

• coste total medio

(CTMe) Coste total de la empresa dividido por su nivel de producción.

El coste total medio (CTMe) El **coste total medio**, que se usa indistintamente con CMe y con el *coste económico medio*, es el coste total de la empresa dividido por

**CUADRO 7.1** Los costes a corto plazo de una empresa

Nivel de producción (unidades anuales)	Coste fijo (dólares anuales)	Coste variable (dólares anuales)	Coste total (dólares anuales)	Coste marginal (dólares por unidad)	Coste fijo medio (dólares por unidad)	Coste variable medio (dólares por unidad)	Coste total medio (dólares por unidad)
	(CF) (1)	(CV) (2)	(CT) (3)	(CM) (4)	(CFMe) (5)	(CVMe) (6)	(CTMe) (7)
0	50	0	50	—	—	—	—
1	50	50	100	50	50	50	100
2	50	78	128	28	25	39	64
3	50	98	148	20	16,7	32,7	49,3
4	50	112	162	14	12,5	28	40,5
5	50	130	180	18	10	26	36
6	50	150	200	20	8,3	25	33,3
7	50	175	225	25	7,1	25	32,1
8	50	204	254	29	6,3	25,5	31,8
9	50	242	292	38	5,6	26,9	32,4
10	50	300	350	58	5	30	35
11	50	385	435	85	4,5	35	39,5

su nivel de producción, CT/q . Así, por ejemplo, el coste total medio de producir cinco unidades es de 36 dólares, es decir, $180 \$/5$. El coste total medio nos dice básicamente cuál es el coste de producción por unidad.

El CTMe tiene dos componentes. El **coste fijo medio (CFMe)** es el coste fijo (columna 1 del Cuadro 7.1) dividido por el nivel de producción, CF/q . Por ejemplo, el coste fijo medio de producir 4 unidades es de 12,50 dólares ($50 \$/4$). Como el coste fijo es constante, el coste fijo medio disminuye cuando aumenta el nivel de producción. El **coste variable medio (CVMe)** es el coste variable dividido por el nivel de producción CV/q . El coste variable medio de producir 5 unidades es de 26 dólares, es decir, $130 \$/5$.

Hemos analizado todos los tipos de costes que son relevantes para las decisiones de producción tanto en los mercados competitivos como en los no competitivos. A continuación, pasamos a ver la diferencia entre los costes a corto plazo y a largo plazo. Esta distinción es especialmente importante en el caso de los costes fijos. Los costes que son fijos a muy corto plazo, por ejemplo, los salarios de los trabajadores que tienen un contrato indefinido, pueden no serlo a más largo plazo. Asimismo, los costes fijos de capital de planta y equipo se vuelven variables si el horizonte temporal es suficientemente largo para que la empresa pueda comprar nuevo equipo y construir una nueva planta. Sin embargo, los costes fijos no tienen por qué desaparecer, ni siquiera a largo plazo. Supongamos, por ejemplo, que una empresa ha estado cotizando a un programa de jubilación de los trabajadores. Sus obligaciones, que son fijas en parte, pueden mantenerse incluso a largo plazo; solo podrían desaparecer si se declarara en quiebra.

• **coste fijo medio (CFMe)**
Coste fijo dividido por el nivel de producción.

• **coste variable medio (CVMe)**
Coste variable dividido por el nivel de producción.



7.2 EL COSTE A CORTO PLAZO

En este apartado, centramos la atención en los costes a corto plazo. En el Apartado 7.3, analizamos los costes a largo plazo.

Los determinantes del coste a corto plazo

Los datos del Cuadro 7.1 muestran que los costes variables y los costes totales aumentan cuando aumenta la producción a corto plazo. El ritmo de aumento de estos costes depende de la naturaleza del proceso de producción y, en particular, del grado en que los factores variables que intervienen en la producción muestren rendimientos decrecientes. Recuérdese que en el Capítulo 6 vimos que el trabajo muestra rendimientos marginales decrecientes cuando el producto marginal del trabajo es decreciente. Si el trabajo es el único factor, qué ocurre cuando elevamos el nivel de producción de la empresa? Para producir más, la empresa tiene que contratar más trabajo. En ese caso, si el producto marginal del trabajo disminuye cuando se incrementa la cantidad contratada de trabajo (debido a los rendimientos decrecientes) deben realizarse unos gastos cada vez mayores para producir al ritmo más rápido. Como consecuencia, los costes variables y los costes totales aumentan rápidamente a medida que se eleva el nivel de producción. En cambio, si el producto marginal de trabajo solo disminuye levemente cuando se incrementa la cantidad de trabajo, el coste no aumenta tan deprisa cuando se incrementa el nivel de producción¹.

Examinemos más detalladamente la relación entre la producción y el coste centrando la atención en los costes de una empresa que puede contratar tanto trabajo como desee a un salario fijo w . Recuérdese que el coste marginal CM es la variación que experimenta el coste variable cuando la producción varía en una unidad (es decir, $\Delta CV / \Delta q$). Pero la variación del coste variable es el coste unitario del trabajo adicional, w , multiplicado por la cantidad de trabajo adicional necesaria para producir la cantidad adicional, ΔL . Dado que $\Delta CV = w\Delta L$,

$$CM = \Delta CV / \Delta q = w\Delta L / \Delta q$$

Recuérdese que en el Capítulo 6 vimos que el producto marginal del trabajo, PM_L , es la variación que experimenta el nivel de producción cuando la cantidad varía en una unidad, o sea, $\Delta q / \Delta L$. Por tanto, el trabajo adicional necesario para obtener una unidad más de producción es $\Delta L / \Delta q = 1 / PM_L$. Así pues,

$$CM = w / PM_L \quad (7.1)$$

La ecuación (7.1) establece que cuando solo hay un factor variable, el coste marginal es igual al precio del factor dividido por su producto marginal. Supongamos, por ejemplo, que el producto marginal del trabajo es 3 y el salario es de 30 dólares por hora. En ese caso, una hora de trabajo elevará la producción en 3 unidades, por lo que una unidad de producción necesitará $1/3$ de hora más de trabajo y costará 10 dólares. El coste marginal de producir esa unidad es de 10

En el Apartado 6.2, explicamos que los rendimientos marginales son decrecientes cuando la utilización de más factores provoca unos incrementos menores de la producción.

El producto marginal del trabajo se analiza en el Apartado 6.2.

¹ Estamos suponiendo implícitamente que como el trabajo se contrata en mercados competitivos, el pago por unidad de trabajo utilizada es el mismo independientemente del nivel de producción de la empresa.



dólares, que es igual al salario, 30 dólares, dividido por el producto marginal del trabajo, 3. Cuando el producto marginal del trabajo es bajo, se necesita una gran cantidad de trabajo adicional para obtener un nivel de producción más alto, lo que hace, a su vez, que el coste marginal sea elevado. En cambio, cuando el producto marginal es alto, se necesita poco trabajo y el coste marginal es bajo. En términos más generales, siempre que disminuye el producto marginal del trabajo, el coste marginal de producción aumenta y viceversa ².

Los rendimientos marginales decrecientes y el coste marginal La presencia de rendimientos marginales decrecientes significa que el producto marginal del trabajo disminuye cuando aumenta la cantidad de trabajo empleada. Como consecuencia, cuando hay rendimientos marginales decrecientes, el coste marginal aumenta cuando aumenta la producción. Esta relación puede observarse examinando los datos sobre los costes marginales del Cuadro 7.1. En los niveles de producción comprendidos entre 0 y 4, el coste marginal es decreciente; sin embargo, en los niveles de producción comprendidos entre 4 y 11, el coste marginal es creciente, debido a la presencia de rendimientos marginales decrecientes.

Las formas de las curvas de costes

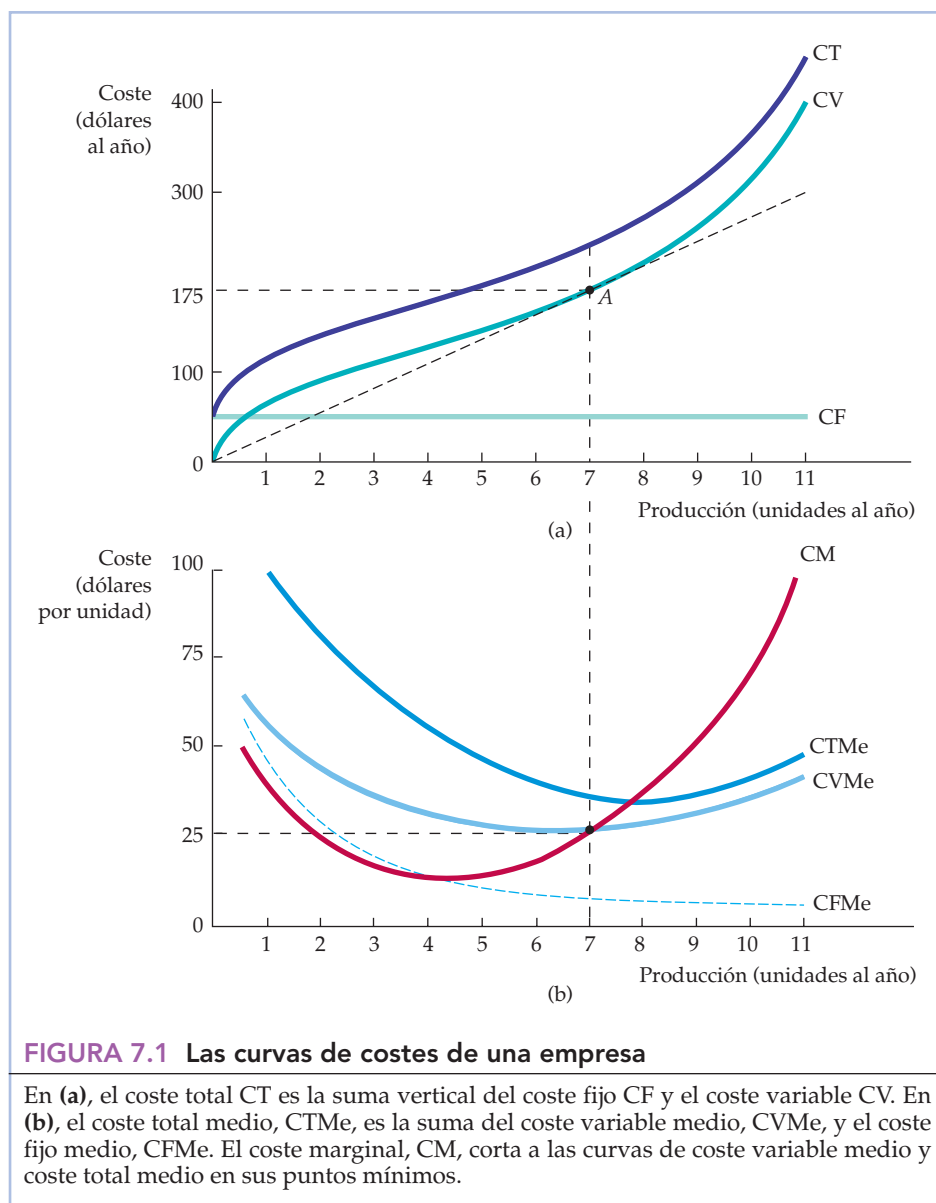
La Figura 7.1 muestra cómo varían diversas medidas de los costes cuando varía la producción. La parte superior muestra el coste total y sus dos componentes: el coste variable y el coste fijo; la parte inferior muestra el coste marginal y los costes medios. Estas curvas de costes, que se basan en el Cuadro 7.1, suministran un tipo de información diferente.

Obsérvese en la Figura 7.1(a) que el coste fijo, CF, no varía cuando varía el nivel de producción y se representa por medio de una línea recta horizontal en 50 dólares. El coste variable, CV, es cero cuando el nivel de producción es cero y, a continuación, aumenta continuamente a medida que se incrementa la producción. La curva de coste total, CT, se obtiene sumando verticalmente la curva de coste fijo a la curva de coste variable. Como el coste fijo es constante, la distancia vertical entre las dos curvas siempre es de 50 dólares.

La Figura 7.1(b) muestra el conjunto correspondiente de curvas de coste variable marginal y medio ³. Como el coste fijo total es de 50 dólares, la curva de coste fijo medio, CFMe, desciende ininterrumpidamente de 50, cuando la producción es 1, a cero, cuando es muy elevada. La forma de las curvas restantes viene determinada por la relación entre la curva de coste marginal y la de coste medio. Siempre que el coste marginal se encuentra por debajo del coste medio, la curva de coste medio es descendente. Siempre que se encuentra por encima, la curva de coste medio es ascendente. Cuando el coste medio es mínimo, el coste marginal es igual al coste medio.

² Cuando hay dos o más factores variables, la relación es más compleja. Sin embargo, sigue cumpliéndose el principio básico: cuanto mayor es la productividad de los factores, menor es el coste variable en que debe incurrir la empresa para obtener un determinado nivel de producción.

³ Las curvas no coinciden exactamente con las cifras del Cuadro 7.1. Como el coste marginal representa la variación del coste correspondiente a una variación de la producción, hemos representado la curva CM correspondiente a la primera unidad de producción suponiendo que el nivel de producción es igual a $1/2$, el correspondiente a la segunda unidad suponiendo que el nivel de producción es igual a $1\frac{1}{2}$, etc.



La relación medio-marginal El coste marginal y el coste medio son otro ejemplo de la relación entre los conceptos «medio» y «marginal» que describimos en el Capítulo 6 (cuando hablamos del producto marginal y medio). Por ejemplo, con un nivel de producción de 5 en el Cuadro 7.1, el coste marginal de 18 dólares es inferior al coste variable medio de 26 dólares; por tanto, la media disminuye cuando aumenta la producción. Pero cuando el coste marginal es de 29 dólares, que es mayor que el coste variable medio (25,5 dólares), la media aumenta cuando aumenta la producción. Por último, cuando el coste marginal (25 dólares) y el coste variable medio (25 dólares) son casi iguales, el coste variable medio solo aumenta levemente.



La curva CTMe muestra el coste total medio de producción. Dado que es la suma del coste variable medio y el coste fijo medio y la curva CFMe descende en todos los puntos, la distancia vertical entre la curva CTMe y la CVMe disminuye a medida que aumenta la producción. La curva de coste CVMe alcanza su punto mínimo en un nivel de producción más bajo que la CTMe, debido a que $CM = CVMe$ en su punto mínimo y $CM = CTMe$ en su punto mínimo. Como CTMe siempre es mayor que CVMe y la curva de coste marginal CM es ascendente, el punto mínimo de la curva CTMe debe encontrarse por encima y a la derecha del punto mínimo de la curva CVMe.

Otra manera de examinar la relación entre las curvas de coste total y las curvas de coste medio y marginal es considerar la línea que va desde el origen hasta el punto A de la Figura 7.1(a). En esa figura, la pendiente de la línea mide el coste variable medio (un coste total de 175 dólares dividido por un nivel de producción de 7, o sea, un coste por unidad de 25 dólares). Como la pendiente de la curva CV es el coste marginal (mide la variación que experimenta el coste variable cuando el nivel de producción aumenta en 1 unidad), la tangente a la curva CV en el punto A es el coste marginal de producción cuando el nivel de producción es de 7. En el punto A, este coste marginal de 25 dólares es igual al coste variable medio de 25, ya que el coste variable medio se minimiza en ese nivel de producción.

El coste total como un flujo Obsérvese que el nivel de producción de la empresa se mide como un flujo: la empresa produce un determinado número de unidades *al año*. Por tanto, su coste total es un flujo, por ejemplo, un determinado número de unidades monetarias al año (sin embargo, el coste medio y el marginal se expresan en unidades monetarias *por unidad*). Para simplificar, a menudo omitimos la referencia temporal y nos referimos al coste total en unidades monetarias y a la producción en unidades. Pero el lector debe recordar que la producción y el gasto de costes de una empresa se producen en un determinado periodo de tiempo. También utilizamos a menudo el concepto de *coste* (C) para referirnos al coste total. Asimismo, a menos que se indique lo contrario, empleamos el término *coste medio* (CMe) para referirnos al coste total medio.

El coste marginal y el coste medio son conceptos muy importantes. Como veremos en el Capítulo 8, son fundamentales en la elección del nivel de producción de la empresa. El conocimiento de los costes a corto plazo es especialmente importante para las empresas que producen en un entorno en el que las condiciones de la demanda fluctúan considerablemente. Si la empresa está produciendo actualmente un nivel de producción cuyo coste marginal es acusadamente creciente y la demanda puede aumentar en el futuro, es posible que la dirección quiera expandir su capacidad de producción para evitar un incremento de los costes.

EJEMPLO 7.3

El coste a corto plazo de la fundición de aluminio

El aluminio es un metal versátil y ligero que tiene numerosas aplicaciones, entre las cuales se encuentran los aviones, los automóviles, el envasado y los materiales de construcción. Su producción comienza con la extracción de la bauxita en países como Australia, Brasil, Guinea, Jamaica y Surinám. La bauxita es un mineral que contiene una concentración relativamente alta de alúmina (óxi-



do de aluminio), que se separa de la bauxita por medio de un proceso químico. La alúmina se convierte entonces en aluminio por medio de un proceso de fundición en el que se utiliza una corriente eléctrica para separar los átomos de oxígeno de las moléculas de óxido de aluminio. Es este proceso de fundición —que es el paso más caro en la producción de aluminio— en el que centramos aquí la atención.

Todos los grandes productores de aluminio, entre los que se encuentran Alcoa, Alcan, Reynolds, Alumax y Kaiser, tienen plantas de fundición. Una planta de fundición representativa tiene dos líneas de producción, cada una de las cuales produce entre 300 y 400 toneladas de aluminio al día. Centraremos la atención en el coste de producción a corto plazo. Consideraremos, pues, el coste de funcionamiento de una planta existente porque no hay tiempo suficiente a corto plazo para construir nuevas plantas (se tarda alrededor de cuatro años en planear, construir y equipar totalmente una planta de fundición de aluminio).

Aunque el coste de una planta de fundición es considerable (más de mil millones de dólares), supondremos que la planta no puede venderse y, por tanto, que el gasto es irrecuperable, por lo que podemos prescindir de él. Por otra parte, como los costes fijos, que son en gran parte, gastos administrativos, son relativamente bajos, también prescindiremos de ellos. Podemos centrar, pues, la atención enteramente en los costes variables a corto plazo. El Cuadro 7.2 muestra los costes medios de producción (por tonelada) de una fundición de aluminio representativa ⁴. Las cifras de costes se refieren a una planta que tiene dos turnos al día y produce 600 toneladas diarias de aluminio. Si los precios fueran suficientemente altos, la empresa podría establecer tres turnos diarios pidiendo a los trabajadores que realizaran horas extraordinarias. Sin embargo, los costes de salarios y de mantenimiento probablemente aumentarían al-

CUADRO 7.2 Costes de producción de la fundición de aluminio (dólares por tonelada) (basados en una producción de 600 toneladas diarias)

Costes por tonelada que son constantes en todos los niveles de producción	Producción ≤ 600 toneladas al día	Producción > 600 toneladas al día
Electricidad	316 \$	316 \$
Alúmina	369	369
Otras materias primas	125	125
Energía y combustible de la planta	10	10
Subtotal	820 \$	820 \$
Costes por tonelada que aumentan cuando la producción es superior a 600 toneladas diarias		
Trabajo	150 \$	225 \$
Mantenimiento	120	180
Transporte	50	75
Subtotal	320 \$	480 \$
Costes totales de producción por tonelada	1.140 \$	1.300 \$

⁴ Este ejemplo se basa en Kenneth S. Corts, «The Aluminum Industry in 1994», Harvard Business School Case N9-799-129, abril, 1999.



rededor de un 50 por ciento en este tercer turno, ya que sería necesario pagar unos salarios más altos por las horas extraordinarias. Hemos dividido los componentes del coste del Cuadro 7.2 en dos grupos. El primero comprende los costes que no variarían cualquiera que fuese el nivel de producción y el segundo comprende los costes que aumentarían si la producción fuera superior a 600 toneladas diarias.

Obsérvese que el mayor componente del coste de una fundición de aluminio es la electricidad y el coste de la alúmina; juntos representan alrededor de un 60 por ciento de los costes totales de producción. Como la electricidad, la alúmina y otras materias primas se utilizan en proporción directa a la cantidad producida de aluminio, representan costes de producción por tonelada que se mantienen constantes con respecto al nivel de producción. Los costes del trabajo, el mantenimiento y el transporte también son proporcionales al nivel de producción, pero solo cuando la planta tiene dos turnos diarios. Para producir más de 600 toneladas al día, sería necesario un tercer turno, lo que elevaría un 50 por ciento los costes por tonelada del trabajo, el mantenimiento y el transporte.

La Figura 7.2 muestra las curvas de coste marginal y de coste variable medio a corto plazo de la planta de fundición. En el caso de un nivel de producción q de hasta 600 toneladas al día, el coste variable total es de $1.140q$, por lo

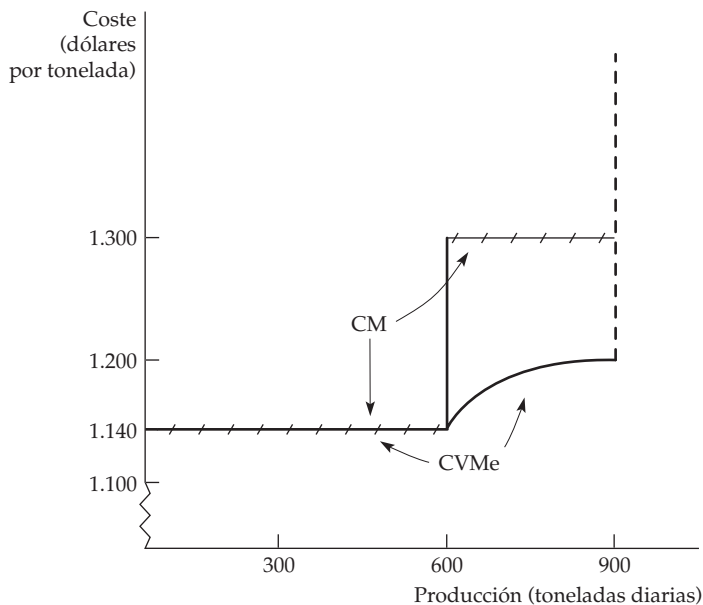


FIGURA 7.2 Los costes variables a corto plazo de la fundición de aluminio

El coste variable medio a corto plazo de la fundición es constante en los niveles de producción para los que se necesitan hasta dos turnos de trabajo. Cuando se añade un tercer turno, el coste marginal y el coste variable medio aumentan hasta que se alcanza la capacidad máxima.



que el coste marginal y el coste variable son constantes e iguales a 1.140 dólares por tonelada. Si producimos más de 600 toneladas al día estableciendo un tercer turno, el coste marginal del trabajo, el mantenimiento y el transporte aumenta de 320 dólares por tonelada a 480, lo que hace que el coste marginal en su conjunto aumente de 1.140 dólares por tonelada a 1.300.

¿Qué ocurre con el coste variable medio cuando se producen más de 600 toneladas al día? Cuando $q > 600$, el coste total variable es igual a:

$$CVT = (1.140)(600) + 1.300(q - 600) = 1.300q - 96.000$$

Por tanto, el coste variable medio es igual a

$$CVMe = 1.300 - \frac{96.000}{q}$$

Como muestra la Figura 7.2, cuando la producción alcanza las 900 toneladas al día, la capacidad absoluta llega a su límite, momento en el que el coste marginal y el coste medio de producción se vuelven infinitos.

7.3 EL COSTE A LARGO PLAZO

A largo plazo, una empresa tiene mucha más flexibilidad. Puede ampliar su capacidad expandiendo las fábricas existentes o construyendo otras nuevas; puede aumentar o reducir su plantilla y, en algunos casos, puede cambiar el diseño de sus productos o introducir otros nuevos. En este apartado, **mostramos cómo elige la combinación de factores que minimiza el coste de un determinado nivel de producción. También examinamos la relación entre el coste a largo plazo y el nivel de producción.** Comenzamos examinando atentamente el coste que tiene para la empresa la utilización de equipo de capital. A continuación, mostramos cómo entra este coste, junto con el coste del trabajo, en la decisión de producción.

El coste de uso del capital

Las empresas suelen alquilar o arrendar equipo, edificios y demás capital que utilizan en el proceso de producción. Otras veces, el capital se compra. En nuestro análisis, sin embargo, será útil tratar el capital como si se alquilara, aun cuando, en realidad, se compre. Resultará útil un ejemplo para explicar cómo y por qué partimos de este supuesto. Supongamos que Delta Airlines está considerando la posibilidad de comprar un nuevo avión Boeing 777 por 150 millones de dólares. Aunque Delta pagaría una gran cantidad de dinero por el avión hoy, por razones económicas el precio de compra puede repartirse o *amortizarse* a lo largo de toda la vida del avión. Eso permite a Delta comparar sus *flujos anuales* de ingresos y costes. Supondremos que el avión dura 30 años; el coste amortizado es, pues, de 5 millones de dólares al año. Estos 5 millones pueden concebirse como la *depreciación económica anual* del avión.

Hasta ahora hemos prescindido del hecho de que si la empresa no comprara el avión, podría obtener intereses por sus 150 millones de dólares. Estos intereses perdidos constituyen un *coste de oportunidad* que debe tenerse en cuenta. Por



tanto, **el coste de uso del capital** —el coste anual de poseer y utilizar el avión en lugar de venderlo o no comprarlo nunca— es la suma de la depreciación económica y los intereses (es decir, el rendimiento financiero) que podrían obtenerse si el dinero se invirtiera de otra forma⁵. En términos formales,

$$\text{Coste de uso del capital} = \text{Depreciación económica} + (\text{tipo de interés}) (\text{valor del capital})$$

• coste de uso del capital

Coste anual de poseer y utilizar un activo de capital, igual a la depreciación económica más los intereses perdidos.

En nuestro ejemplo, la depreciación económica del avión es de 5 millones de dólares al año. Supongamos que Delta puede obtener un rendimiento del 10 por ciento si invierte su dinero de otra forma. En ese caso, el coste de uso del capital es 5 millones de dólares + (0,10)(150 millones de dólares – depreciación). Como el avión se deprecia con el tiempo, su valor disminuye y lo mismo ocurre con el coste de oportunidad del capital financiero que se invierte en él. Por ejemplo, en el momento de la compra, pensando en el primer año, el coste de uso del capital es 5 millones de dólares + (0,10)(150 millones de dólares) = 20 millones de dólares. En el décimo año de propiedad, el avión, que se habrá depreciado en 50 millones de dólares, valdrá 100 millones. En ese momento, el coste de uso del capital será igual a 5 millones de dólares + (0,10)(100 millones de dólares) = 15 millones de dólares al año.

También podemos expresar el coste de uso del capital como una *tasa* por dólar de capital:

$$r = \text{tasa de depreciación} + \text{tipo de interés}$$

En el ejemplo del avión, la tasa de depreciación es $1/30 = 3,33$ por ciento al año. Si Delta puede obtener una tasa de rendimiento del 10 por ciento al año, su coste de uso del capital será $r = 3,33 + 10 = 13,33$ por ciento al año.

Como ya hemos señalado, a largo plazo la empresa puede alterar todos sus factores. A continuación, mostraremos cómo elige la combinación de factores que minimiza el coste de producir una determinada cantidad, dada la información sobre los salarios y el coste de uso del capital, y examinaremos la relación entre el coste a largo plazo y el nivel de producción.

La elección de los factores que minimizan los costes

Pasamos a continuación a analizar un problema fundamental que tienen todas las empresas: **cómo seleccionar los factores para obtener un determinado nivel de producción con el menor coste posible**. Para simplificar, utilizamos dos factores variables: trabajo (medido en horas de trabajo al año) y capital (medido en horas de uso de maquinaria al año).

La cantidad de trabajo y de capital que utiliza la empresa depende, por supuesto, de los precios de estos factores. Supondremos que como hay mercados competitivos de ambos factores, lo que hace la empresa no afecta a sus precios (en el Capítulo 14 examinaremos los mercados de trabajo que no son competitivos). En este caso, el precio del trabajo es simplemente el *salario*, w . Pero ¿cuál es el precio del capital?

⁵ Más concretamente, el rendimiento financiero debería reflejar una inversión de riesgo similar. El tipo de interés, pues, debería incluir una prima por el riesgo. En el Capítulo 15, analizaremos esta cuestión. Obsérvese también que el coste de uso del capital no se ajusta para tener en cuenta los impuestos; cuando se tienen en cuenta los impuestos, los ingresos y los costes deben medirse después de impuestos.



El precio del capital A largo plazo, la empresa puede ajustar la cantidad de capital que utiliza. Aunque el capital comprenda maquinaria especializada que no puede utilizarse para otros fines, los gastos realizados en esta maquinaria aún no son irre recuperables y deben tenerse en cuenta; la empresa está decidiendo la cantidad de capital que tendrá *en el futuro*. Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre con el gasto en trabajo, es necesario hacer inicialmente grandes gastos en capital. Para comparar el gasto de la empresa en capital con su coste laboral, expresamos este gasto de capital como un *flujo*, por ejemplo, en dólares al año. Para eso debemos amortizar el gasto repartiéndolo durante la vida del capital y debemos tener también en cuenta los intereses perdidos que podría haber obtenido la empresa invirtiendo el dinero de otra manera. Como acabamos de ver, eso es exactamente lo que hacemos cuando calculamos el *coste de uso del capital*. El **precio del capital** es, al igual que antes, su *coste de uso*, que viene dado por $r = \text{tasa de depreciación} + \text{tipo de interés}$.

• **tasa de alquiler** Coste anual de alquilar una unidad de capital.

Tasa de alquiler del capital Como hemos señalado, a menudo el capital se alquila en lugar de comprarse. Un ejemplo es el espacio de oficina de un gran edificio de oficinas. En este caso, el precio del capital es su **tasa de alquiler**, es decir, el coste anual de alquilar una unidad de capital.

¿Significa eso que debemos distinguir entre el capital que se alquila y el que se compra cuando determinamos el precio del capital? No. Si el mercado de capital es competitivo (como hemos supuesto), *la tasa de alquiler debe ser igual al coste de uso, r* . ¿Por qué? Porque en un mercado competitivo, las empresas que poseen capital (por ejemplo, el propietario del gran edificio de oficinas) esperan obtener un rendimiento competitivo cuando lo alquila, a saber, la tasa de rendimiento que podría obtener invirtiendo el dinero de otra forma, más una cantidad para compensar la depreciación del capital. *Este rendimiento competitivo es el coste de uso del capital*.

Muchos libros de texto suponen simplemente que todo el capital se alquila a una tasa de alquiler r . Como acabamos de ver, este supuesto es razonable. Sin embargo, el lector ya debería comprender *por qué* es razonable: *el capital que se compra puede tratarse como si se alquilara a una tasa de alquiler igual al coste de uso del capital*.

En el resto de este capítulo, supondremos, pues, que la empresa alquila todo su capital a una tasa de alquiler o «precio», r , exactamente igual que contrata trabajo a un salario o «precio», w . También supondremos que las empresas tratan cualquier coste irre recuperable de capital como un coste fijo que se reparte a lo largo del tiempo. Por tanto, no tenemos que preocuparnos de los costes irre recuperables. Ahora podemos ver cómo tiene en cuenta una empresa estos precios cuando decide la cantidad de capital y de trabajo que va a utilizar ⁶.

• **recta isocoste** Gráfico que muestra todas las combinaciones posibles de trabajo y capital que pueden comprarse con un coste total dado.

La recta isocoste

Comenzamos examinando el coste de contratar factores, que puede representarse por medio de las rectas isocoste de una empresa. **Una recta isocoste** muestra todas las combinaciones posibles de trabajo y capital que pueden comprarse con

⁶ Es posible, desde luego, que los precios de los factores suban cuando aumenta la demanda debido a las horas extraordinarias o a una escasez relativa de equipo de capital. En el Capítulo 14, analizamos la posibilidad de que exista una relación entre el precio de los factores y las cantidades demandadas por la empresa.



un coste total dado. Para ver cómo es una recta isocoste, recuérdese que el coste total C de producir una cantidad cualquiera viene dado por la suma del coste laboral de la empresa wL y su coste de capital rK :

$$C = wL + rK \quad (7.2)$$

La ecuación (7.2) describe las rectas isocoste correspondientes a diferentes niveles de coste total. Por ejemplo, en la Figura 7.3 la recta isocoste C_0 describe todas las combinaciones posibles de trabajo y capital cuyo alquiler cuesta un total de C_0 .

Si reformulamos la ecuación de coste total como la ecuación correspondiente a una línea recta, tenemos que

$$K = C/r - (w/r)L$$

La recta isocoste tiene, pues, una pendiente de $\Delta K/\Delta L = -(w/r)$, que es el cociente entre el salario y el coste de alquiler del capital. Obsérvese que esta pendiente es similar a la de la recta presupuestaria a la que se enfrenta el consumidor (porque es determinada únicamente por los precios de los bienes en cuestión, ya sean factores o productos). Nos dice que si la empresa renunciara a una unidad de trabajo (y recuperara w dólares de coste) para comprar w/r unidades de capital con un coste de r dólares por unidad, su coste total de producción seguiría siendo el mismo. Por ejemplo, si el salario fuera de 10 dólares y el coste de alquiler del ca-

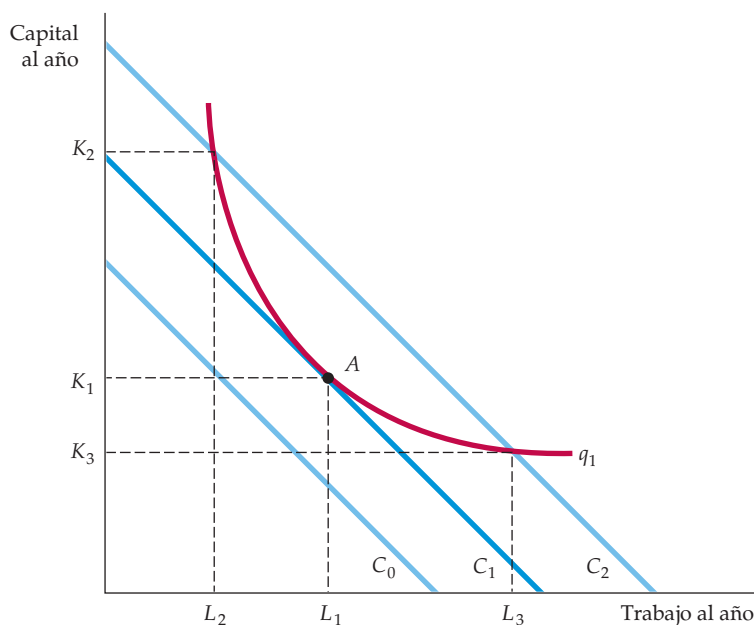


FIGURA 7.3 La obtención de un determinado nivel de producción con un coste mínimo

Las curvas isocoste describen la combinación de factores de producción que cuestan lo mismo a la empresa. La curva isocoste C_1 es tangente a la isocuanta q_1 en el punto A y muestra que el nivel de producción q_1 puede obtenerse con un coste mínimo con la cantidad de trabajo L_1 y la cantidad de capital K_1 . Otras combinaciones de factores $-L_2, K_2$ y L_3 y K_3- generan el mismo nivel de producción con un coste más alto.



pital de 5, la empresa podría sustituir una unidad de trabajo por dos de capital, sin que variara el coste total.

La elección de los factores

Supongamos que deseamos producir la cantidad q_1 . ¿Cómo podemos producirla con un coste mínimo? Examinemos la isocuanta de producción de la empresa denominada q_1 en la Figura 7.3. El problema consiste en elegir el punto de esta isocuanta que minimiza el coste total.

La Figura 7.3 muestra la solución de este problema. Supongamos que la empresa gastara C_0 en factores. Desgraciadamente, no es posible comprar ninguna combinación de factores con un gasto C_0 que permita a la empresa lograr el nivel de producción q_1 . Sin embargo, este puede lograrse con un gasto de C_2 , bien utilizando K_2 unidades de capital y L_2 de trabajo, bien utilizando K_3 unidades de capital y L_3 de trabajo. Pero C_2 no es el coste mínimo. Este mismo nivel de producción q_1 puede obtenerse de un modo más barato: con un coste de C_1 utilizando K_1 unidades de capital y L_1 de trabajo. En realidad, la recta isocoste C_1 es la más baja que permite obtener el nivel de producción q_1 . El punto de tangencia de la isocuanta q_1 y la recta isocoste C_1 en el punto A nos indica la elección de factores minimizadora de los costes, L_1 y K_1 , que puede hallarse observando directamente el gráfico. En este punto, las pendientes de la isocuanta y de la recta isocoste son exactamente iguales.

Cuando se incrementa el gasto en todos los factores, la pendiente de la recta isocoste no varía porque no han variado los precios de los factores. Sin embargo, la ordenada en el origen aumenta. Supongamos que subiera el precio de uno de los factores, como el trabajo. En ese caso, la pendiente de la recta isocoste $-(w/r)$ aumentaría y la recta isocoste se volvería más inclinada. La Figura 7.4 lo muestra. Inicialmente, la recta isocoste es la C_1 y la empresa minimiza sus costes de producir q_1 en el punto A utilizando L_1 unidades de trabajo y K_1 de capital. Cuando sube el precio del trabajo, la recta isocoste se vuelve más inclinada. La C_2 refleja la subida del precio del trabajo. Ante este precio más alto, la empresa minimiza su coste de producir q_1 produciendo en el punto B , utilizando L_2 unidades de trabajo y K_2 de capital. La empresa ha respondido al precio más alto del trabajo sustituyendo trabajo por capital en el proceso de producción.

¿Qué relación existe entre la recta isocoste y el proceso de producción de la empresa? Recuérdesse que en nuestro análisis de la tecnología de producción, mostramos que la relación marginal de sustitución técnica RMST de capital por trabajo es la negativa de la pendiente de la isocuanta y es igual al cociente entre los productos marginales del trabajo y el capital.

$$\text{RMST} = -\Delta K / \Delta L = \text{PM}_L / \text{PM}_K \quad (7.3)$$

Antes hemos señalado que la recta isocoste tiene una pendiente de $\Delta K / \Delta L = -w/r$. Por tanto, cuando una empresa minimiza el coste de producir una determinada cantidad, se cumple la siguiente condición:

$$\text{PM}_L / \text{PM}_K = w/r$$

Reordenando levemente esta condición,

$$\text{PM}_L / w = \text{PM}_K / r \quad (7.4)$$

En el Apartado 6.3, explicamos que la RMST es la cantidad en que puede reducirse el capital cuando se utiliza una unidad más de trabajo, de tal manera que la producción se mantiene constante.

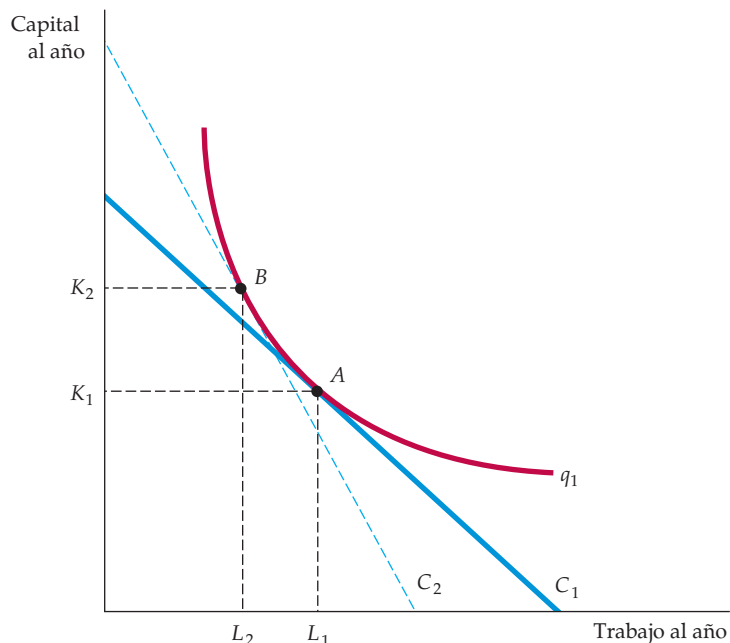


FIGURA 7.4 La sustitución de los factores cuando varía el precio de uno de ellos

Con una curva isocoste C_1 , la empresa produce la cantidad q_1 en el punto A utilizando L_1 unidades de trabajo y K_1 de capital. Cuando sube el precio del trabajo, las curvas isocoste se vuelven más inclinadas. Ahora el nivel de producción q_1 se obtiene en el punto B de la curva isocoste C_2 utilizando L_2 unidades de trabajo y K_2 de capital.

PM_L/w es la producción adicional que se obtiene gastando un dólar más en trabajo. Supongamos que el salario es de 10 dólares y que añadiendo un trabajador al proceso de producción se producen 20 unidades más. La producción adicional por dólar gastado en un trabajador más será $20/10 = 2$ unidades de producción por dólar. Asimismo, PM_K/r es la producción adicional generada por el gasto de un dólar más en capital. Por tanto, la ecuación (7.4) nos indica que una empresa minimizadora de los costes debe elegir sus cantidades de factores de tal forma que el último dólar gastado en cualquier factor que incorpore al proceso de producción genere la misma cantidad de producción adicional.

¿Por qué debe cumplirse esta condición para minimizar los costes? Supongamos que además del salario de 10 dólares, la tasa de alquiler del capital es de 2. Supongamos también que añadiendo una unidad de capital se producen 20 unidades más. En ese caso, la producción adicional por dólar de capital sería $20/2 \$ = 10$ unidades de producción por dólar. Como un dólar gastado en capital es cinco veces más productivo que un dólar gastado en trabajo, la empresa querrá utilizar más capital y menos trabajo. Si reduce el trabajo y aumenta el capital, su producto marginal del trabajo aumentará y su producto marginal del capital disminuirá. Finalmente, se alcanzará un punto en el que la producción de una unidad más cueste lo mismo independientemente de qué factor adicional se utilice. En ese punto, la empresa minimiza su coste.

**EJEMPLO 7.4****La influencia de las tasas sobre los vertidos en la elección de los factores de producción**

Las acerías suelen construirse en o cerca de los ríos. Los ríos son medios de transporte fácilmente accesibles y baratos tanto del mineral de hierro que se utiliza en el proceso de producción como del propio acero acabado. Desgraciadamente, también constituyen un barato método para deshacerse de los subproductos del proceso de producción, llamados *vertidos*. Por ejemplo, una

acería procesa su mineral de hierro para utilizarlo en sus altos hornos triturando los yacimientos de taconita hasta que esta tiene una fina consistencia. Durante este proceso, el mineral de hierro se extrae por medio de un campo magnético a medida que una corriente de agua y mineral de hierro fino pasa por la acería. Uno de los subproductos de este proceso —las finas partículas de taconita— puede verterse al río sin apenas costes para la empresa. Los demás métodos de eliminación o plantas privadas de tratamiento son relativamente caros.

Como las partículas de taconita son un residuo no degradable que puede ser perjudicial para la flora y la fauna, la Environmental Protection Agency (Agencia de Protección del Medio Ambiente) de Estados Unidos (EPA) ha impuesto una tasa sobre los vertidos, es decir, una tasa por unidad que debe pagar la acería por los vertidos que arroja al río. ¿Cómo debe responder el gerente de una acería a la imposición de esta tasa sobre los vertidos para minimizar los costes de producción?

Supongamos que sin una tasa sobre los vertidos la acería produce 2.000 toneladas de acero al mes utilizando 2.000 horas-máquina de capital y 10.000 galones de agua (que contiene partículas de taconita cuando vuelve al río). El gerente estima que una hora-máquina cuesta 40 dólares y que el vertido de cada galón de agua de residuos en el río le cuesta 10. Por tanto, el coste total de producción es de 180.000 dólares: 80.000 por el capital y 100.000 por el agua de residuos. ¿Cómo debe responder el gerente a la tasa sobre los vertidos de 10 dólares por galón de agua vertida impuesta por la EPA? El gerente sabe que existe una cierta flexibilidad en el proceso de producción. Si la empresa instala un equipo de tratamiento de los vertidos más caro, puede conseguir la misma producción con menos vertidos.

La Figura 7.5 muestra la respuesta que minimiza los costes. El eje de ordenadas mide la cantidad de capital de la empresa en horas-máquina al mes y el de abscisas la cantidad de agua residual en galones mensuales. Examinemos primero el nivel en el que produce la empresa cuando no hay una tasa sobre los vertidos. El punto *A* representa la cantidad de capital y el nivel de agua residual que permite a la empresa producir su cuota de acero con el menor coste posible. Como la empresa minimiza los costes, el punto *A* se encuentra en la recta isocoste *FC*, que es tangente a la isocuanta. La pendiente de la recta isocoste es igual a $-10 \$ / 40 \$ = -0,25$ porque una unidad de capital cuesta cuatro veces más que una de agua de residuos.

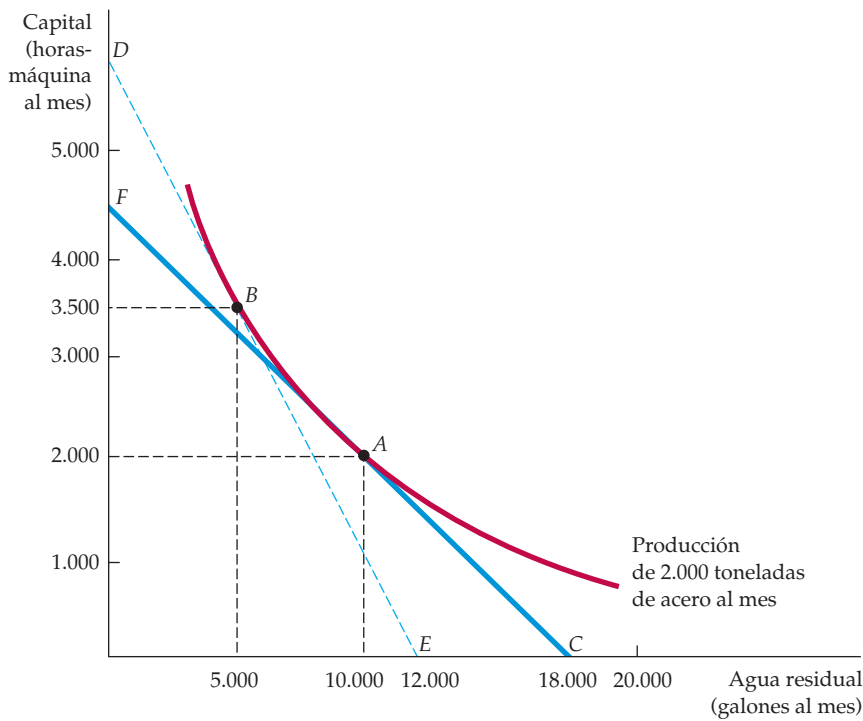


FIGURA 7.5 La respuesta minimizadora de los costes a una tasa sobre los vertidos

Cuando la empresa no paga por verter su agua residual al río, decide producir una cantidad para la que utiliza 10.000 galones de agua residual y 2.000 horas-máquina de capital en el punto A. Sin embargo, una tasa sobre los vertidos eleva el coste del agua residual, desplaza la curva isocoste de FC a DE y lleva a la empresa a producir en el punto B, proceso que genera muchos menos vertidos.

Cuando se establece una tasa sobre los vertidos, el coste del agua residual aumenta de 10 dólares por galón a 20: por cada galón de agua residual (que cuesta 10 dólares), la empresa tiene que pagar al Estado otros 10 dólares. La tasa sobre los vertidos aumenta, pues, el coste del agua residual en relación con el capital. Para obtener el mismo nivel de producción con el menor coste posible, el gerente debe elegir la recta isocoste que tenga una pendiente de $-20 \$ / 40 \$ = -0,5$, que es tangente a la isocuenta. En la Figura 7.5, DE es la recta isocoste adecuada y B indica la elección adecuada de capital y agua residual. El movimiento de A a B muestra que con una tasa sobre los vertidos la utilización de otra tecnología de producción que requiera más capital (3.500 horas-máquina) y produzca menos agua residual (5.000 galones), es más barata que el proceso original, que no ponía el acento en el reciclaje. Obsérvese que el coste total de producción ha aumentado a 240.000 dólares: 140.000 por el capital, 50.000 por el agua de residuos y 50.000 por la tasa sobre los vertidos.

Cabe extraer dos lecciones de esta decisión. En primer lugar, cuanto más fácil es sustituir los factores en el proceso de producción, es decir, cuanto más



fácil es para la empresa resolver el problema de sus partículas de taconita sin utilizar el río para verter los residuos, más eficaz es la tasa para reducir los vertidos. En segundo lugar, cuanto mayor es el grado de sustitución, menos tiene que pagar la empresa. En nuestro ejemplo, la tasa sería de 100.000 dólares si la empresa no alterara sus factores. Sin embargo, la acería solo paga una tasa de 50.000 trasladando la producción de A a B.

La minimización de los costes cuando se altera el nivel de producción

En el apartado anterior, hemos visto cómo selecciona una empresa minimizadora de los costes una combinación de factores para obtener un determinado nivel de producción. Ahora ampliamos este análisis para mostrar que los costes de la empresa dependen de su nivel de producción. Para ello averiguamos las cantidades de factores minimizadoras de los costes de la empresa correspondientes a cada nivel de producción y calculamos el coste resultante.

El ejercicio de minimización de los costes da el resultado que muestra la Figura 7.6. Hemos supuesto que la empresa puede contratar trabajo L a $w = 10$ dólares por hora y alquilar una unidad de capital K por $r = 20$ dólares por hora. Dados estos costes de los factores, hemos trazado tres de las rectas isocoste de la empresa. Cada una viene dada por la siguiente ecuación:

$$C = (10 \$ \text{ por hora})(L) + (20 \$ \text{ por hora})(K)$$

En la Figura 7.6(a), la recta más baja (que no tiene rótulo) representa un coste de 1.000 dólares; la intermedia representa un coste de 2.000 y la más alta representa un coste de 3.000.

El lector puede ver que cada uno de los puntos A, B, y C de la Figura 7.6(a) es un punto de tangencia entre una curva isocoste y una isocuanta. Por ejemplo, el punto B muestra que la manera de producir 200 unidades con un coste mínimo es utilizar 100 unidades de trabajo y 50 de capital; esta combinación se encuentra en la recta isocoste 2.000 dólares. Asimismo, la manera de producir 100 unidades con un coste mínimo (la isocuanta más baja que no tiene rótulo) es 1.000 dólares (en el punto A, $L = 50$, $K = 25$); la manera de producir 300 unidades con un coste mínimo es 3.000 dólares (en el punto C, $L = 150$, $K = 75$).

La curva que pasa por los puntos de tangencia de las rectas isocoste de la empresa y sus isocuantas es su *senda de expansión*. La **senda de expansión** describe las combinaciones de trabajo y capital que elige la empresa para minimizar los costes en cada nivel de producción. En la medida en que la utilización tanto de trabajo como capital aumente a medida que aumenta la producción, la curva tendrá pendiente positiva. En este caso concreto, podemos calcular fácilmente la pendiente de la recta. Cuando la producción aumenta de 100 a 200 unidades, el capital aumenta de 25 a 50, mientras que el trabajo aumenta de 50 a 100 unidades. Para cada nivel de producción, la empresa utiliza la mitad de capital que de trabajo. Por tanto, la senda de expansión es una línea recta cuya pendiente es igual a

$$\Delta K / \Delta L = (50 - 25) / (100 - 50) = \frac{1}{2}$$

- **senda de expansión**

Curva que pasa por los puntos de tangencia de las rectas isocoste de una empresa y sus isocuantas.

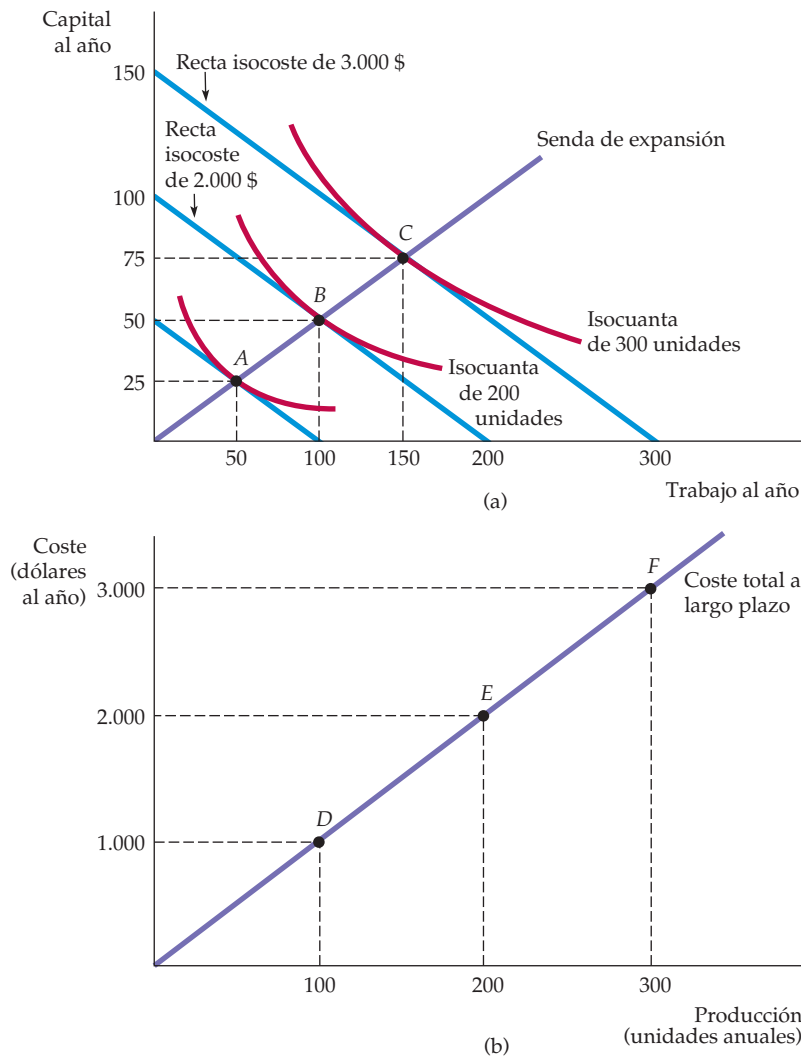


FIGURA 7.6 La senda de expansión de una empresa y la curva de coste total a largo plazo

En (a), la senda de expansión (que parte del origen y pasa por los puntos A, B y C) muestra las combinaciones de trabajo y capital de menor coste que pueden utilizarse para obtener cada nivel de producción a largo plazo, es decir, cuando es posible alterar ambos factores de producción. En (b), la curva de coste total a largo plazo correspondiente (que parte del origen y pasa por los puntos D, E y F) mide el coste mínimo de obtener cada nivel de producción.

La senda de expansión y los costes a largo plazo

La senda de expansión de la empresa contiene la misma información que su curva de coste total a largo plazo, $C(q)$, como puede verse en la Figura 7.6(b). Para pasar de la senda de expansión a la curva de costes, seguimos tres pasos:



1. Elegimos un nivel de producción representado por una isocuanta en la Figura 7.6(a). A continuación, hallamos el punto de tangencia de esa isocuanta con una recta isocoste.
2. A partir de la recta isocoste elegida hallamos el coste mínimo de producción de la cantidad seleccionada.
3. Representamos gráficamente la combinación de producción y coste en la Figura 7.6(b).

Supongamos que comenzamos con un nivel de producción de 100 unidades. El punto de tangencia de la isocuanta de 100 unidades con una recta isocoste es el punto *A* de la Figura 7.6(a). Como *A* se encuentra en la recta isocoste de 1.000 dólares, sabemos que el coste mínimo de producir 100 unidades a largo plazo es de 1.000 dólares. Representamos esta combinación de 100 unidades de producción y 1.000 dólares de coste por medio del punto *D* en la Figura 7.6(b). El punto *D* representa, pues, el coste de 1.000 dólares de producir 100 unidades. Asimismo, el punto *E* representa el coste de 2.000 dólares de producir 200 unidades, que corresponde al punto *B* de la senda de expansión. Por último, el punto *F* representa el coste de 3.000 dólares de 300 unidades correspondiente al punto *C*. Repitiendo estos pasos con cada nivel de producción, obtenemos la *curva de coste total a largo plazo* de la Figura 7.6(b), es decir, el coste a largo plazo mínimo de obtener cada nivel de producción.

En este ejemplo concreto, la curva de coste total a largo plazo es una línea recta. ¿Por qué? Porque hay rendimientos constantes de escala en la producción: cuando aumentan los factores proporcionalmente, también aumenta el nivel de producción. Como veremos en el siguiente apartado, la forma de la senda de expansión suministra información sobre cómo varían los costes con la escala de operaciones de la empresa.

7.4 LAS CURVAS DE COSTES A LARGO PLAZO Y A CORTO PLAZO

Hemos visto antes (véase la Figura 7.1) que las curvas de coste medio a corto plazo tienen forma de U. Veremos que las curvas de coste medio a largo plazo también pueden tener forma de U, pero son diferentes los factores económicos que explican la forma de estas curvas. En este apartado, analizamos las curvas de coste medio y marginal a largo plazo y destacamos las diferencias entre estas curvas y las curvas a corto plazo.

La rigidez de la producción a corto plazo

Recuérdese que a largo plazo todos los factores de la empresa son variables. A largo plazo, su horizonte de planificación es suficientemente largo para poder alterar el tamaño de la planta. Esta flexibilidad adicional permite a la empresa producir con un coste medio menor que a corto plazo. Para ver por qué, podemos comparar la situación en la que el capital y el trabajo son flexibles con la situación en la que el capital es fijo a corto plazo.

La Figura 7.7 muestra las isocuantas de producción de la empresa. La *senda de expansión a largo plazo* de la empresa es la línea recta que parte del origen y que corresponde a la senda de expansión de la Figura 7.6. Supongamos ahora que el