

se incrementa la inversión y a esta inversión adicional debe corresponder un incremento en las ganancias, no es que esta inversión adicional genere todas las ganancias de la planta sino sólo una cantidad adicional. Por eso se llama **análisis incremental** y por eso es el método más apropiado en estos casos.

Por ejemplo, en el caso que se sigue en el texto, trabajando un solo turno (vea tabla 4.32), el flujo neto de efectivo anual se ha calculado como \$1 967 (miles de pesos). Suponga que han transcurrido determinado número de años, que la demanda ha crecido enormemente y que ahora la empresa trabaja tres turnos, que produce 3 000 ton anuales de producto y que genera un flujo neto de efectivo anual de \$6 143 (miles de pesos). Como la demanda de sus productos ha crecido bastante, considera seriamente la posibilidad de incrementar su capacidad de producción. Suponga que después de un análisis minucioso se determina que la empresa quiere elevar la capacidad instalada en 1 000 ton/año y que para ello requiere invertir una cantidad adicional de \$1 800 (miles de pesos) en activo fijo de producción. Al hacer un análisis sin inflación, esto es, que los precios tanto de las materias primas como el precio del producto terminado se han mantenido sin cambios a lo largo de n años, se puede decir en términos generales que el flujo neto de efectivo anual de toda la operación de la empresa se podría incrementar hasta unos \$8 000 (miles de pesos).

El análisis incremental debe considerar sólo la inversión adicional de \$1 800 y también el flujo neto de efectivo adicional, esto es, al nuevo ingreso calculado de \$8 000 habría que restar \$6 143, el ingreso que se genera antes de incrementar la capacidad instalada, y con estos datos incrementales calcular ya sea el ΔVPN o la ΔTIR , con las observaciones pertinentes de estos cálculos, lo cual incluye la determinación de un valor de salvamento apropiado, tanto del equipo usado así como el valor de salvamento de la nueva inversión, después de cierto número de años de uso. Aquí se puede observar por qué sería un error considerar que la inversión adicional de \$1 800 genera una ganancia neta anual de \$8 000 (miles de pesos) y calcular el VPN o la TIR para tomar una decisión. En el caso práctico que se muestra se harán determinaciones de la rentabilidad económica de la inversión adicional por medio del análisis incremental.

análisis incremental

análisis para el aumento de la capacidad productiva que sólo toma en cuenta la inversión adicional, a la cual debe corresponder una cantidad adicional en las ganancias

CASO PRÁCTICO

En el caso práctico que se presenta se hacen ciertas suposiciones sobre el incremento de la demanda en el futuro, pues ésta es una determinación clave. No se hace una determinación puntual para no forzar la obtención de una solución única y directa, sino más bien se tratará de aplicar el principio de *flexibilidad* de distribución de la planta para demostrar cómo se puede incrementar la capacidad instalada con una inversión inicial mínima, pero dejando abierta la posibilidad de crecimiento no sólo gradual sino con el mínimo esfuerzo e inversión.

Como caso de estudio se tomará a la misma empresa elaboradora de mermeladas que se ha venido tratando a lo largo de todo el texto, pues con esto ya se tiene una base de comparación y ya se cuenta con una serie de datos de mercado, tecnológicos y de costos.

Análisis de la demanda

Suponga que la capacidad de producción máxima actual de la empresa productora de mermeladas, es de 3 000 ton anuales con tres turnos de trabajo de lunes a sábado, que la demanda y la producción ya están en ese nivel, y que se quiere prever el crecimiento para los próximos 5 años, es decir, se debe instalar una nueva capacidad tal que en los próximos 5 años no se tengan problemas de saturación de capacidad instalada. Los propietarios de la empresa pretenden:

- Realizar la menor inversión posible para no arriesgar su dinero.

- No detener la producción de las instalaciones actuales, esto es, instalar y empezar a operar el nuevo equipo sin detener la producción en ningún momento.
- Dotar a las nuevas instalaciones de suficiente flexibilidad, de forma que si fuera necesario incrementar aún más la capacidad instalada se pueda lograr con la menor cantidad de esfuerzo y de inversión.

¿Cuál es el pronóstico de la demanda para los próximos 5 años? Suponga que la empresa cuenta con los elementos de análisis estadísticos suficientes y que realiza un análisis de regresión con los datos históricos que ha acumulado la empresa de sus propias ventas y se ha determinado la demanda futura.

Esto significa que cualquier empresa que realice un estudio para ampliar su capacidad instalada debe obtener una gráfica similar a la figura 7.3 con datos históricos propios y realizando una regresión con al menos tres variables, la primera variable sería el tiempo, la segunda la serie histórica de ventas de la empresa y la tercera una variable macroeconómica cuyo comportamiento histórico determine en buena medida el comportamiento de las ventas de la empresa, esto es, hay que realizar un análisis similar al mostrado en el caso práctico del capítulo dos. Los datos obtenidos, tomados de la figura 7.3 son aproximadamente los siguientes:

| Año | Producción mínima | Incremento anual (ton) | Producción máxima | Incremento anual (ton) |
|-----|-------------------|------------------------|-------------------|------------------------|
| 1 | 3 100 | 100 | 3 250 | 250 |
| 2 | 3 200 | 100 | 3 700 | 450 |
| 3 | 3 300 | 100 | 4 200 | 500 |
| 4 | 3 400 | 100 | 4 800 | 650 |
| 5 | 3 500 | 100 | 6 000 | 1 150 |

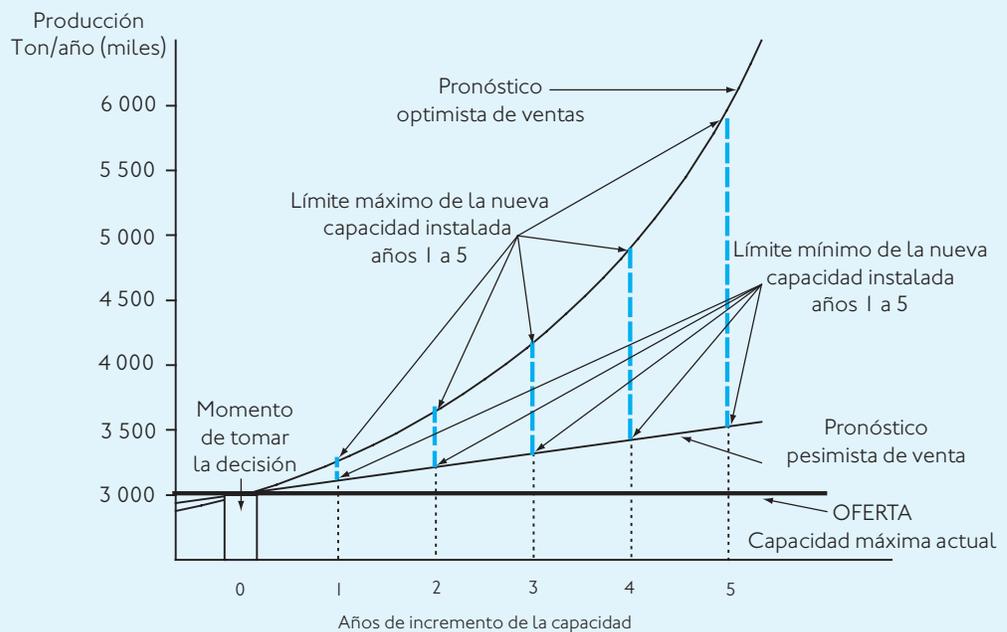


Figura 7.3 DPI optimista y pesimista de la empresa elaboradora de mermeladas.

En la figura 7.3 se observan los límites de la nueva capacidad instalada a través de los años, de acuerdo con los pronósticos optimista y pesimista de ventas. La decisión a la cual se enfrenta la empresa es incrementar la capacidad de acuerdo al pronóstico pesimista o de acuerdo al pronóstico optimista de ventas, aunque lo ideal sería instalar una capacidad adicional de acuerdo al pronóstico pesimista y tener la suficiente flexibilidad para incrementar con rapidez la capacidad y alcanzar a cubrir en muy poco tiempo la demanda optimista de ventas. Bajo los pronósticos pesimistas el crecimiento de las ventas en 5 años sería cercano a 17% (16.67%), en tanto que bajo los pronósticos optimistas el crecimiento en 5 años sería de 100%, al pasar de unas ventas de 3 000 ton/año a unas ventas de 6 000 ton/año. Sin embargo, todos son pronósticos y de lo que se tiene más certeza es que la demanda en los próximos 5 años estará dentro de los límites pronosticados, o *escenario del pronóstico de ventas*, tal como lo muestra la figura 7.3.

La empresa considera que puede alcanzar con relativa facilidad los pronósticos pesimistas de ventas y que, con una campaña publicitaria bien desarrollada, podría alcanzar los pronósticos optimistas aunque las condiciones macroeconómicas no fueran del todo halagadoras, de manera que considera que debe estar preparada para enfrentar esta situación invirtiendo y arriesgando lo menos posible.

Estudio técnico

DETERMINAR EL EQUIPO TOTAL ADICIONAL NECESARIO PARA EL INCREMENTO DESEADO

La tabla 7.1 es muy importante para tomar decisiones, declara los límites máximo y mínimo entre los cuales se deberá incrementar la capacidad instalada y esto determina directamente la cantidad y capacidad de equipos adicionales necesarios.

Como ya se declaró en el estudio técnico del capítulo tres, los equipos clave en el proceso de elaboración de mermeladas son la esterilizadora, la envasadora, la tapadora² y la etiquetadora. Las condiciones de trabajo actuales son 7 lotes por turno de producto, cada lote con 1 000 frascos de 500 g cada uno, de forma que la producción por turno es de 7 000 frascos, equivalente a 1 094 frascos/h. Si se trabajan 3 turnos, entonces la producción diaria es de 21 000 frascos. Con un promedio de 300 días laborables en el año, se están produciendo actualmente 63 millones de frascos de 500 g por año. Al expresar este resultado en toneladas, se tienen 3 150 ton/año. Suponga que la empresa al llegar a los tres turnos de trabajo continuo se da cuenta de que no es posible producir siempre al mismo ritmo de 7 000 frascos por turno, esto es, 21 000 frascos/día (6 700 frascos/turno) por lo que en vez de producir esa cantidad, ha determinado que sólo puede producir 20 000 frascos/día, lo que arroja un total de 3 000 ton/año, lo cual es 95.2% de las 3 150 ton/año teóricamente calculadas, y da un margen en la capacidad productiva que pueda absorber los imprevistos normales en la operación de una empresa de manufactura, que equivale a una tasa de procesamiento promedio de 1 042 frascos/h.

Por otro lado, también se sabe por el estudio técnico que las capacidades de los equipos clave disponibles en el mercado son: para la esterilizadora en múltiplos de m^3 , esto es de 2, 3, . . . , m^3 , para la envasadora y etiquetadora, sus capacidades crecen en rangos de 500 unidades por hora. Aunque no son considerados equipos clave por su costo, también es necesario analizar la capacidad de la lavadora de fruta y de los tanques de mezcla y de concentración, para determinar hasta dónde es posible que absorban más producción sin causar un cuello de botella. La caldera, que podría considerarse como un equipo clave, en el ejemplo que se sigue está muy sobrada de capacidad, por lo que no se analiza.

² Envasadora y tapadora están acopladas para que en seguida de que se envase el producto se coloque la tapa al frasco, como puede verse en la figura 3.17 y, desde luego, tienen la misma capacidad; en lo sucesivo, al hablar de envasadora se deberá entender que también está incluida la tapadora.

Todos los demás equipos necesarios para el proceso como tanques de acero inoxidable, tubería, banda transportadora, etc., se fabrican de acuerdo a las necesidades de la empresa. Es evidente que va a ser necesario adquirir más tanques e incluso instalar una nueva línea de producción si el espacio disponible y la demanda en el futuro lo permiten. Se puede observar que tanto la llenadora como la etiquetadora tienen la misma capacidad, lo cual es obvio pues son fabricados para que una adhiera etiquetas a los frascos que la otra recién ha envasado, formando una línea sin cuellos de botella. También de los datos mostrados en el estudio técnico se puede observar que la esterilizadora tiene una utilización de 92% y tanto la envasadora como la etiquetadora tienen una eficiencia de utilización de 66.7%.

Una vez calculado el crecimiento promedio anual de la demanda, ahora hay que transformar esas cifras en nuevas capacidades necesarias de los equipos. La tabla 7.2 muestra el incremento de la demanda y de la producción de acuerdo al número de turnos trabajados y al número y capacidades necesarias de los equipos a adquirir.

La forma en la cual se realizaron estos cálculos, de acuerdo a los datos mostrados en el estudio técnico, es la siguiente:

- El tiempo efectivo de labor en un turno de trabajo es de 80% (6.4 h), se producen 7 lotes por turno, en cada lote se producen 1 000 frascos de 500 g cada frasco, por lo que la producción es de 7 000 frascos/turno y teóricamente 21 000 frascos/día trabajando tres turnos. Al considerar 300 días laborables al año, esto genera 63 millones de frascos anualmente, lo que equivale a 3 150 ton/año. Se dice que en teoría pues en el tercer turno no se tiene el mismo rendimiento que en los dos primeros turnos, por lo que conservadoramente se considera una producción anual de 3 000 ton, lo cual hace disminuir la producción a 20 000 frascos/día a 6 700 frascos/turno en promedio.
- Si se considera que la demanda aumenta a 3 500 ton/año, esto equivale a 70 millones de frascos anuales (cada frasco de producto contiene 500 g), los cuales divididos entre 300 días laborables al año, arroja una producción diaria de 23 333 frascos, los que han sido redondeados a 23 300 frascos/día. Desde luego, si se trabaja un solo turno ésta sería la producción diaria, pero si se trabajan dos turnos se tendrían que elaborar 11 650 frascos/turno y si se trabajan tres turnos diarios, se tendrían que producir tan sólo 7 800 frascos/turno.
- Con esta nueva producción se hace el cálculo de la producción por turno, si se trabajan 1, 2 o 3 turnos, con un rango de crecimiento de la demanda desde 3 000 hasta 6 000 ton/año.

Estos datos ahora hay que transformarlos en piezas a procesar por turno, considerando que sólo se trabaja en forma efectiva 80% del tiempo disponible por turno y, por tanto, del día. Si bien es cierto que en todos los cálculos hechos en el estudio técnico ya se consideró un tiempo disponible por turno de 6.4 h, esto no implica que en los cálculos de la tabla 7.2 ya esté hecha esta consideración, esto es, para producir las cantidades señaladas sólo se dispone de 6.4 h por turno y un poco menos en el tercer turno. Otra consideración importante es la variación del

Tabla 7.2

| Producción | Millones de frascos/año | Fracos/día | Fracos/turno, con 3 turnos | Fracos/turno, con 2 turnos | Fracos/turno, con 1 turno |
|---------------|-------------------------|------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 3 000 ton/año | 60 | 20 000 | 6 700* | 10 000 | 20 000 |
| 3 500 ton/año | 70 | 23 300 | 7 800 | 11 650 | 23 300 |
| 4 000 ton/año | 80 | 26 700 | 8 900 | 13 350 | 26 700 |
| 4 500 ton/año | 90 | 30 000 | 10 000 | 15 000 | 30 000 |
| 5 000 ton/año | 100 | 33 000 | 11 100 | 16 500 | 33 000 |
| 5 500 ton/año | 110 | 36 700 | 12 200 | 18 350 | 36 700 |
| 6 000 ton/año | 120 | 40 000 | 13 300 | 20 000 | 40 000 |

* Recuerde que aunque en el capítulo tres y en el párrafo anterior se dice que la producción es de 7 800 frascos por turno, se hizo un ajuste de la producción anual de 3 150 a 3 000 ton/año, y por esta razón disminuyó el número de frascos por turno.

Tabla 7.3 Incremento de producción y necesidades de capacidad de esterilizadora

| Ton/año | 3 turnos | | | | 2 turnos | | | 1 turno | | |
|---------|------------|-----------|------------------|--------|-----------|------------------|--------|-----------|------------------|--------|
| | lote/turno | fcos/lote | m ³ | % efic | fcos/lote | m ³ | % efic | fcos/lote | m ³ | % efic |
| 3 500 | 7 | 1 114 | 2 m ³ | 55.70 | 1 644 | 2 m ³ | 82.20 | 3 328 | 4 m ³ | 83.20 |
| 4 000 | 7 | 1 271 | 2 m ³ | 63.55 | 1 907 | 2 m ³ | 95.35 | 3 814 | 4 m ³ | 95.30 |
| 4 500 | 7 | 1 428 | 2 m ³ | 71.40 | 2 143 | 3 m ³ | 71.43 | 4 285 | 5 m ³ | 85.70 |
| 5 000 | 7 | 1 585 | 2 m ³ | 79.25 | 2 357 | 3 m ³ | 78.56 | 4 714 | 5 m ³ | 94.28 |
| 5 500 | 7 | 1 742 | 2 m ³ | 87.10 | 2 621 | 3 m ³ | 87.37 | 5 242 | 6 m ³ | 87.36 |
| 6 000 | 7 | 1 900 | 2 m ³ | 95.00 | 2 857 | 3 m ³ | 95.23 | 5 714 | 6 m ³ | 95.23 |

Nota: La columna m³ significa la cantidad de m³ que es necesario tener disponible para obtener la cantidad de lotes y frascos que declara la columna respectiva, ya sea en 1, 2 o 3 turnos de trabajo.

tiempo de esterilización en una esterilizadora de mayor capacidad,³ para efectos de simplicidad se considera que el tiempo de esterilización es independiente del tamaño de la autoclave (esterilizadora), esto es, toma una hora esterilizar una autoclave llena de producto, cualquiera que sea su capacidad. Los datos de la tabla se calcularon como sigue: si la demanda es de 4 000 ton/año, entonces hay que producir 26 700 frascos/día, pero si sólo se dispone de un turno de trabajo (6.4 h), entonces la capacidad de los equipos será mucho mayor que si se dispone de dos turnos (12.8 h) para elaborar la misma cantidad de producto y, por supuesto, diferente capacidad si se dispone de 3 turnos de trabajo. Se considera que se pueden elaborar 7 lotes en el turno 1, 7 lotes en el turno 2 y 6 lotes en el turno 3.

La tabla 7.3 muestra estas consideraciones para los tres turnos. La primera columna a la izquierda muestra el aumento de la demanda y de la producción hasta 6 000 ton/año. La segunda columna está bajo el supuesto de que se elaboran 7 lotes de producción por turno, que es la misma suposición hecha en el estudio técnico. La tercera columna ya pertenece al encabezado de 3 turnos, lo cual significa trabajar en las mismas condiciones actuales, pero con un aumento de la demanda de 500 ton/año.

Evidentemente la planta ya está saturada en su capacidad productiva, si la demanda se elevara a tan sólo 3 500 ton/año (datos del primer renglón), ahora deberá producir 1 114 frascos por lote, en vez de los 1 000 actuales, pero como la capacidad de la esterilizadora ya es insuficiente, la columna de m³ dice que ahora es necesario contar, ya sea con dos esterilizadoras de 1 m³ o con una de 2 m³, esto es, se deberá contar con un mínimo de 2 m³ de capacidad de esterilización, la cual sería suficiente incluso si se llegara a una demanda de 6 000 ton/año, pero trabajando siempre 3 turnos. La quinta columna de izquierda a derecha dice cuál sería el porcentaje de utilización de una esterilizadora de 2 m³ o dos esterilizadoras de 1 m³ cada una, trabajando para satisfacer ese rango de producción anual. Recuerde que la esterilizadora es un equipo clave que sólo se vende en el mercado en múltiplos de m³. El resultado de esa columna es obvio, ya que si se ha comprado el doble de capacidad de esterilización, es necesario producir prácticamente el doble, de 3 000 ton/año en la actualidad hasta 6 000 ton/año, para que la o las esterilizadoras se ocupen a 95% de su capacidad. La misma interpretación de los datos del resto de las columnas se hace cuando se trabajan 2 y 1 turno, esto es, si se trabajan sólo dos turnos para producir la misma cantidad de producto, se deberá contar en equipo de mayor capacidad. Se puede observar cómo al producir 6 000 ton/año se requiere una capacidad de esterilización de 6 m³, ya sea en la forma de 6 esterilizadoras de 1 m³, 3 de 2 m³, etc., siempre que se trabaje un solo turno.

También se puede observar que la peor utilización de la capacidad de esterilización se obtiene al trabajar 3 turnos, y la mejor al trabajar 1 turno; sin embargo, la tabla 7.3 no dice toda

³ El proceso de esterilización con base en temperatura y presión con el uso de una autoclave, consiste en hacer llegar hasta el centro de la autoclave cargada con producto, la presión y temperatura apropiadas por determinado tiempo. A mayor dimensión de la autoclave podría tomar más tiempo hacer llegar las condiciones de esterilización hasta el centro de la misma, dado que contiene mayor cantidad de producto.

la historia, porque al trabajar un solo turno se aprovecha más la capacidad de esterilización en ese turno, pero el resto del día la esterilizadora permanecería inactiva. Por ejemplo, si se van a producir 6 000 ton/año trabajando un solo turno al día, la eficiencia de utilización diaria de la esterilizadora no sería de 95.23% sino una tercera parte, esto es, aproximadamente 32% de utilización, ya que durante dos turnos permanecerá inactiva.

Con estos datos no es tan sencillo saber cuál es la mejor alternativa para invertir, dependiendo de la demanda. Falta analizar de la misma forma los otros equipos clave que son la envasadora y la etiquetadora, el incremento de inversión, la construcción adicional necesaria para elaborar sin problema la nueva producción, cualquiera que sea el aumento de producción y, sobre todo, falta analizar cada alternativa desde el punto de vista de rentabilidad económica para tomar una decisión final integral y satisfactoria.

El análisis de los otros equipos clave, la envasadora y la etiquetadora, se analizan de manera similar y los resultados se muestran en la tabla 7.4. Recuerde que estos equipos se pueden adquirir en el mercado con capacidades que varían en rangos de 500 unidades/hora y que el equipo actual tiene una capacidad de 1 500 frascos/h de 500 g cada frasco y se está utilizando a 66.7% de su capacidad, si el tiempo efectivo de trabajo por turno es de 6.4 h y se producen actualmente 6 700 frascos/turno.

De una manera similar se han calculado los datos de la tabla 7.4. Observe cómo la eficiencia en el uso de estos equipos clave es mayor debido a que los rangos de las capacidades disponibles varían de forma más estrecha. Aún así, el mayor aprovechamiento de la envasadora y etiquetadora se obtiene trabajando un solo turno, pero al igual que con la esterilizadora, en realidad trabajar un solo turno es la peor opción, pues el equipo permanecería ocioso el resto del día.

Con los datos de las tablas 7.2 a 7.4 ya se pueden obtener algunas conclusiones y tomar algunas decisiones:

- Es una decisión de la empresa trabajar 1, 2 o 3 turnos. Suponga que se decide trabajar hasta tres turnos.
- Se hace una planeación para 5 años. Esto significa incrementar la capacidad productiva a un mínimo de 3 500 ton/año y a un máximo de 6 000 ton/año de acuerdo con los datos obtenidos del cálculo de la demanda potencial insatisfecha para un periodo de 5 años.

Por tanto, los datos de lectura de las tablas 7.2 a 7.4 estarán centrados en la columna de tres turnos y en las filas de 3 500 y 6 000 ton/año:

- Para el año 5 se debe tener capacidad en todos los equipos, incluyendo tanques, para elaborar entre 11 650 y 20 000 frascos/h. Esto implica que:
 - Para el quinto año de expansión se deberá contar con una capacidad de esterilización mínima de 2 m³. Esto significa tener al menos dos esterilizadoras de 1 m³ de capacidad cada una.

Tabla 7.4 Incremento de producción y necesidades de envasado y etiquetado

| Ton/año | 3 turnos | | | 2 turnos | | | 1 turno | | |
|---------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|---------|--------|--------|
| | fcos/h | Enva/h | % efic | fcos/h | Enva/h | % efic | fcos/h | Enva/h | % efic |
| 3 500 | 1 114 | 1 500 | 74.26 | 1 644 | 2 000 | 82.20 | 3 328 | 4 000 | 83.20 |
| 4 000 | 1 271 | 1 500 | 84.73 | 1 907 | 2 000 | 95.35 | 3 814 | 4 000 | 95.35 |
| 4 500 | 1 428 | 1 500 | 95.20 | 2 143 | 2 500 | 85.72 | 4 285 | 5 000 | 85.70 |
| 5 000 | 1 585 | 2 000 | 79.25 | 2 357 | 2 500 | 94.28 | 4 714 | 5 000 | 94.28 |
| 5 500 | 1 742 | 2 000 | 87.10 | 2 621 | 3 000 | 87.36 | 5 242 | 5 500 | 95.31 |
| 6 000 | 1 900 | 2 000 | 95.00 | 2 857 | 3 000 | 95.23 | 5 714 | 6 000 | 95.23 |

Nota: Enva/h significa capacidad de envasado por hora.

- Para el quinto año de expansión se deberá contar con una capacidad de envasado-tapado y etiquetado mínima de 2 000 frascos/h, ya sea en forma de una sola envasadora-tapadora y etiquetadora de esa capacidad, o bien comprar una adicional a la que ya se tiene, la cual tiene una capacidad de 1 500 frascos/h. La capacidad máxima deberá ser de 3 000 frascos/h, ya sea en la forma de dos envasadoras-tapadoras de 1 500 frascos/h, o de un solo equipo de esa capacidad. La capacidad mínima disponible en el mercado para envasadoras, tapadoras y etiquetadoras es de 1 000 frascos/h de 500 g cada frasco.

Como se tienen varias alternativas para incrementar la capacidad productiva, este análisis claramente permite aplicar el principio de *flexibilidad*. Se considera *a priori* que es mejor tener dos líneas de producción, la nueva línea idéntica a la original, que tener una sola con equipos de mayor capacidad. Con las conclusiones obtenidas se sabe que para el incremento de la capacidad instalada se requiere de la compra de al menos una esterilizadora adicional de 1 m³. También se sabe que será necesario tener desde el inicio de la expansión otra envasadora, otra tapadora y otra etiquetadora, como máximo de una capacidad igual a las máquinas que se tienen en la actualidad.

La flexibilidad radica en que no se debe instalar otra línea completa de producción desde un principio, sino hacerlo por partes para que, en caso que la demanda no crezca conforme a los pronósticos, no se haya hecho una inversión que sea improductiva. De acuerdo a la cantidad de equipo y a la distribución de planta original, que se muestra en la figura 3.17, en caso de producir el doble de la capacidad productiva actual, sería necesario tener seis tanques de acero inoxidable; uno de mezcla, tres tanques de escaldado y dos tanques de concentración, pero esta decisión está sujeta al análisis de rentabilidad económica de cada alternativa.

DETERMINACIÓN DEL POSIBLE INCREMENTO EN LA PRODUCCIÓN, DE ACUERDO A LAS ÁREAS DISPONIBLES

Alternativa 1

La primera opción de incremento de la capacidad instalada es la *utilización de las áreas de expansión*, si es que existen dentro de la empresa, y la *utilización de los espacios disponibles*, si los hubiere, dentro del área productiva de la empresa. De acuerdo con los datos del estudio técnico desarrollados en el capítulo tres se tiene que los espacios de la planta (vea las figuras 3.22 y 3.23), tal como fue diseñada, son los siguientes:

- Área total de terreno, 750 m², 25 m de frente y 30 m de fondo.
- Almacenes 125 m².
- Planta alta 175 m². Contiene oficinas y sanitarios.
- Jardines 189 m². Pueden considerarse como áreas de expansión.
- Caldera 20 m².
- Producción 216 m².
- El estacionamiento no se considera un área de expansión.

La planta sólo va a incrementar la capacidad instalada utilizando las áreas de expansión que tiene disponibles, se ha decidido no hacer construcciones adicionales, excepto techar las áreas de expansión.

Las áreas de expansión, de acuerdo a lo señalado en la tabla 3.15,⁴ son 189 m². Esto arroja un total de $216 + 189 = 405$ m². El área adicional disponible para producción se incrementó en 87.5% y fue posible gracias a que en el diseño inicial de la planta se consideraron áreas de expansión. La recomendación obvia es incrementar la capacidad instalada con la menor inver-

⁴ La planta tiene una superficie total de 750 m². De éstos, y sólo en la planta baja que es donde se mide el terreno, se tienen: 200 m² de estacionamiento, 125 m² de almacenes, 405 m² de producción, considerando áreas de expansión, y 20 m² de caldera, lo que totaliza los 750 m².

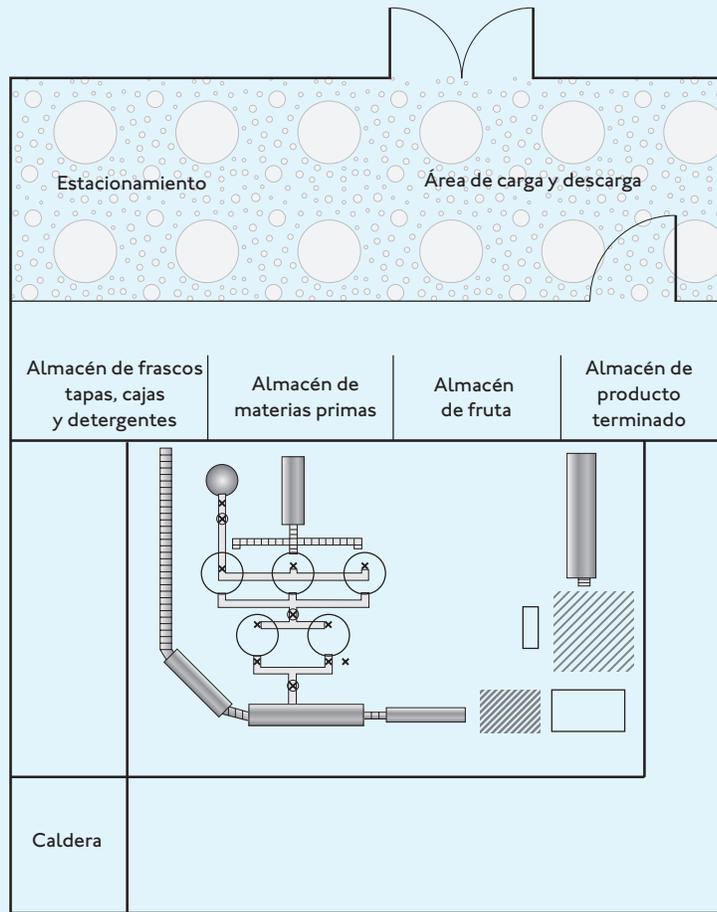


Figura 7.4 Distribución original de la planta.

sión posible y esto se produce cuando sólo se aprovechan las áreas de expansión y se compra más equipo, dejando el resto de las áreas de la planta tal como estaban inicialmente. Por tanto, la determinación que se deberá realizar es hasta qué punto se puede incrementar la capacidad instalada con 189 m² adicionales disponibles en el área de producción, sin olvidar que al generar mayor producción, seguramente va a ser necesaria mayor área de almacenes.

En la figura 7.4 se presenta la distribución original de la planta que es una réplica de la figura 3.17 pero con énfasis en el área de producción.

En la figura 7.5 se presenta una nueva distribución de la planta que considera los 189 m² adicionales en el área productiva en un croquis a escala, se elimina el área de estacionamiento y en lo sucesivo sólo se concentra en el área de producción.

La empresa tiene como premisas ineludibles:

- Debe hacer la expansión de la capacidad productiva al menor costo.
- Esto implica no desechar los equipos actuales y comprar nuevos de igual o mayor capacidad.
- No detener la producción actual para no perder clientes ni imagen.
- No mover los equipos actuales de su sitio original para no detener la producción.
- Si es absolutamente necesario mover alguno de los equipos actuales, será necesario instalar otro similar, hacerlo funcionar, y entonces cambiar de sitio a uno actual que esté en funcionamiento, pero la planta no se detendrá puesto que ya habrá un nuevo equipo instalado.

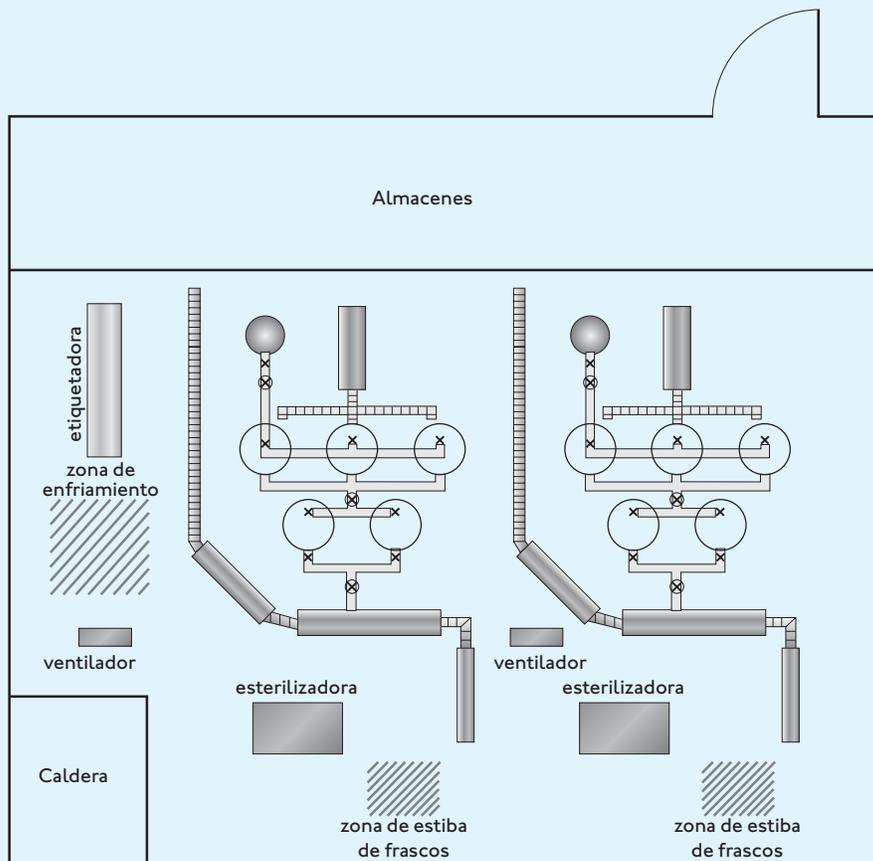


Figura 7.5 Alternativa de expansión I.

Con las técnicas modernas de computación ahora es posible simular a escala la distribución actual de la planta y sus posibles cambios debido a la expansión de la capacidad productiva.

La primera alternativa que se debe considerar por ser la más simple y la de más bajo costo, es aprovechar las áreas de expansión mencionadas, techarlas y adaptarlas como área productiva, y aprovechar las áreas disponibles dentro del área de producción.

Como ya se ha calculado, en el mejor de los casos la capacidad de la planta se incrementaría hasta 6 000 ton/año, lo cual implica instalar una línea adicional de producción idéntica a la original en el espacio extra disponible, lo cual se muestra en la figura 7.5 y trabajar tres turnos, pues si la línea actual ya produce 3 000 ton/año en tres turnos, una línea idéntica adicional podría elaborar otras 3 000 ton/año. Recuerde que la empresa quiere producir esa cantidad pero trabajando dos turnos.

La conclusión hasta este momento es que **no** es posible duplicar la capacidad instalada si se cuenta con 189 m² adicionales en el área productiva. Observe en la distribución de planta de la figura 7.5 que se ha tratado de replicar la línea de producción original, lo cual no es posible, pues aparte de redistribuir la zona de estiba, esterilizador, zona de enfriamiento y etiquetadora para la nueva línea de producción, ya no hay espacio suficiente para un nuevo ventilador, una nueva zona de enfriamiento para la nueva línea de producción y una nueva etiquetadora. También observe que los tanques y el área productiva en general, tienen mucho menos áreas libres y de tránsito, lo cual contradice algunos principios básicos de la distribución de planta. Incluso en esta primera alternativa no se ha considerado un incremento en el área de los almacenes, donde, con un cálculo simplista, en el capítulo tres se hizo un cálculo del área óptima del alma-

cén de 125 m² y se lograron elaborar 3 000 ton/año, si se agrega una nueva línea productiva de igual capacidad, se necesitarán 250 m² de área para el nuevo almacén.

Alternativa 2

Si bien es cierto que en 189 m² no hay espacio para otra línea completa de producción que sea exactamente igual en capacidad a la línea de producción original, tal vez sea posible operar una línea de producción de menor capacidad que la original. Esta alternativa se muestra en la figura 7.6; observe que hay espacio suficiente para un pequeño incremento de la capacidad, pues en esta alternativa se instala una nueva lavadora de frutas y sólo un tanque de mezcla, uno de escaldado, uno de concentración y el restante equipo normal, esto es, una envasadora de 1 500 frascos/h, una tapadora de 1 500 frascos/h, una esterilizadora de 1 m³ y una etiquetadora de 1 500 frascos/h.

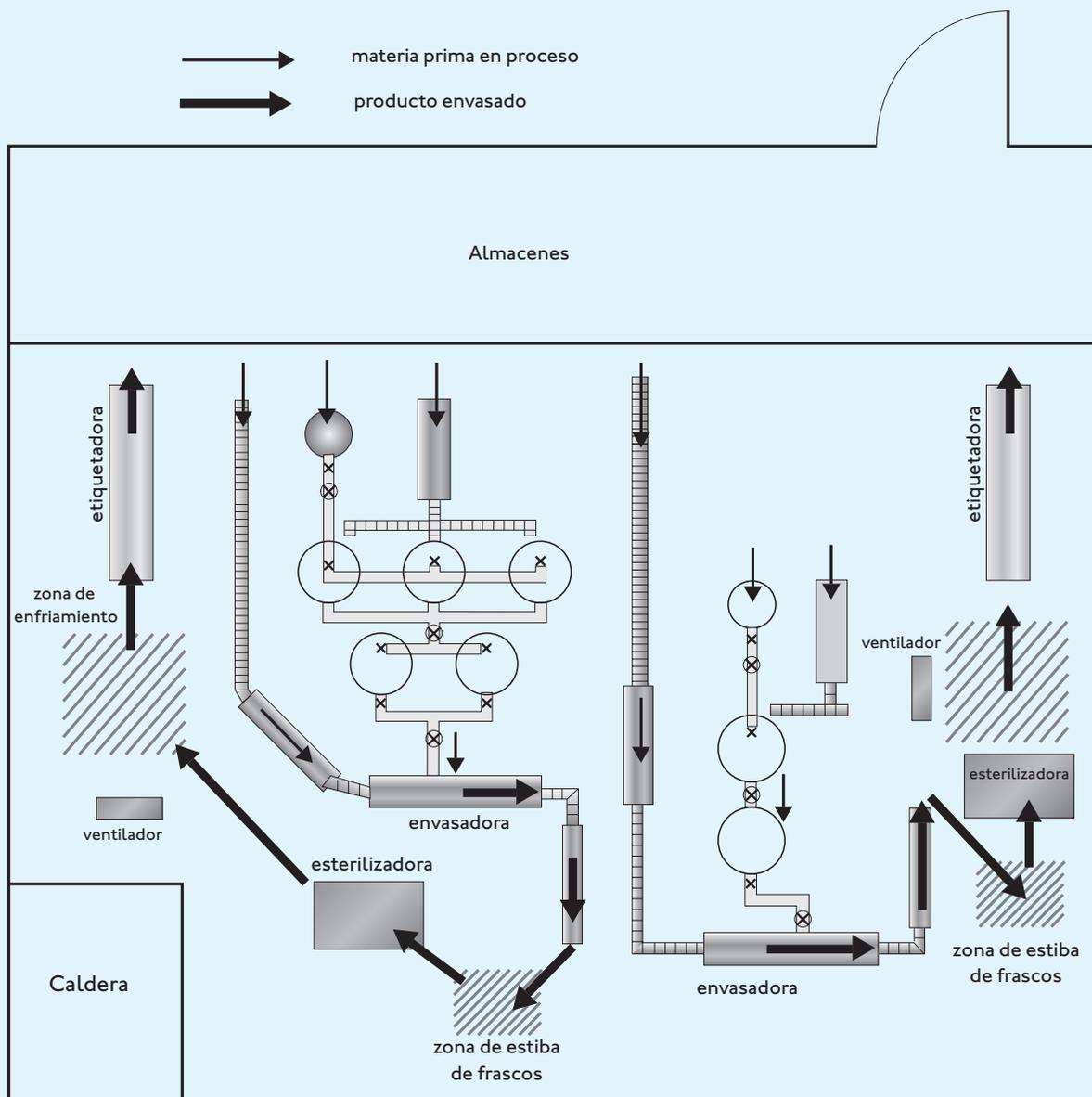


Figura 7.6 Alternativa de expansión 2. Flujo de materiales en ambas líneas de producción.

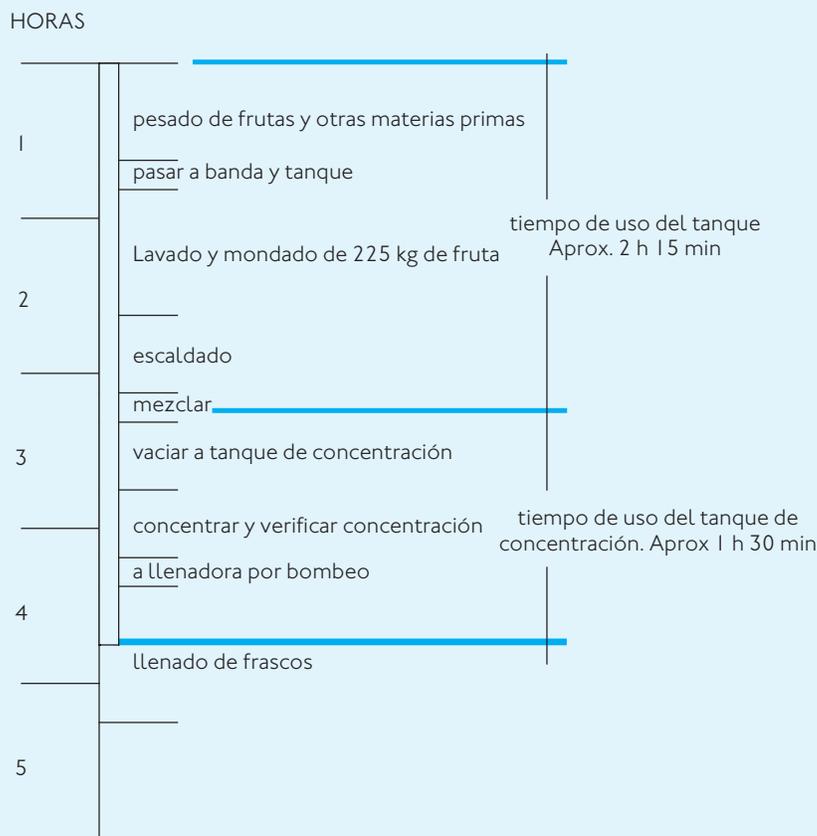


Figura 7.7 Tiempo de utilización del equipo con la alternativa 2.

En esta alternativa habría que mover de su sitio original la tapadora de frascos, la esterilizadora y la etiquetadora, pero es posible no detener el funcionamiento de la planta si antes de mover este equipo se instalan sus similares en la nueva línea productiva, de forma que cuando los nuevos equipos ya estén instalados y funcionando, se puedan mover los equipos originales a su nueva ubicación.

También es importante que en esta nueva distribución se considere un incremento a la capacidad productiva de la nueva línea, de manera que si se instala equipo adicional, ya no exista necesidad de mover lo que ya ha sido instalado, y la distribución mostrada en la figura 7.6 tiene esta característica.

El siguiente cálculo es determinar la cantidad que se incrementa la producción con esta línea. Para este cálculo se utiliza un diagrama de usos múltiples (figura 7.7) similar al presentado en la figura 3.18, pero ahora sólo analiza la producción y tiempo sobre un tanque de escaldado y un tanque de concentración de las mismas capacidades que los originales.

De acuerdo con los datos presentados en el capítulo tres y en específico con los mostrados en la figura 3.16, se sabe que un solo tanque con su respectivo tanque de concentración puede elaborar 500 kg de producto, 1 000 frascos en un lote. Si de acuerdo a las figuras 3.18 y 7.7 el procesamiento de un lote de producción, utilizando un tanque de escaldado durante 2 h 15 min y un tanque de concentración consume un tiempo por lote de 1 h 30 min, y considerando que el tiempo efectivo disponible por turno de trabajo es de 6.4 h (6 h con 24 min), entonces un solo tanque sería suficiente para elaborar 2 000 frascos por turno (1 ton/turno), esto es, procesar un lote toma 2.15 h, procesando más lotes a la misma tasa de producción se tiene:

Tabla 7.5 Incremento de la capacidad con la alternativa 2

| Número de lotes | Tiempo consumido | Número de turnos | Producción por día (ton) | Producción anual (ton) |
|-----------------|------------------|------------------|--------------------------|------------------------|
| 1 | 2 h 15 min | 1 | 0.5 | |
| 2 | 4 h 30 min | 1 | 1 | 300 |
| 3 | 6 h 45 min | 2 | 1.5 | |
| 4 | 9 h 0 min | 2 | 2 | |
| 5 | 11 h 15 min | 2 | 2.5 | 750 |
| 6 | 13 h 30 min | 3 | 3 | |
| 7 | 15 h 45 min | 3 | 3.5 | |
| 8 | 18 h 0 min | 3 | 4 | 1 200 |

Se puede observar en la tabla 7.5 que un turno no tiene tiempo suficiente para tres lotes, pero considerando dos turnos de trabajo se podrían elaborar hasta 5 lotes, equivalentes a 5 000 frascos/día o 2.5 ton/día y trabajando tres turnos con una línea de un solo tanque se pueden elaborar hasta 4 ton/día. La última columna a la derecha se calcula considerando que se trabajan 300 días por año, entonces el incremento de la capacidad es: hasta 300 ton trabajando un turno, hasta 750 ton trabajando dos turnos y hasta 1 200 ton trabajando tres turnos. Con esta nueva línea se podría cubrir la demanda potencial pesimista dentro de 5 años y un poco más.

Alternativa 3

Una alternativa intermedia es instalar una nueva línea que opere con dos tanques de escaldado y dos de concentración, el resto del equipo permanece igual, esto es, se va a agregar una línea igual a la alternativa 2; por los demás equipos no debe haber problema de capacidad, pues se estarían utilizando equipos clave de capacidad igual a los originales. Ahora habrá que analizar si el espacio con que se cuenta es suficiente para realizar esta instalación. Esta alternativa se muestra en la figura 7.8.

La enorme ventaja que tendría la alternativa 3 es que para incrementar sustancialmente su capacidad productiva, basta instalar un tanque de escaldado adicional y un tanque de concentración adicional, y no hay necesidad de cambiar de lugar ningún equipo que ya está instalado en esta nueva línea.

Como ahora hay dos tanques de mezcla y dos tanques de concentración, prácticamente se está duplicando la capacidad de la alternativa 2. El aumento de la capacidad de la alternativa 3 trabajando 1, 2 y 3 turnos se muestra en la tabla 7.6.

Se puede observar en la figura 7.9, al igual que en la figura 7.7, una zona oscura a lo largo de la línea de las horas, para indicar el tiempo que se ocupan los tanques. En la alternativa 3, como se cuentan con dos tanques, no es necesario esperar a que se desocupe el tanque 1 para empezar a utilizar el tanque 2. Se puede observar, además, que con esta alternativa casi se alcanzan a procesar 4 lotes con los dos tanques. También que para procesar 2 lotes con los dos tanques se toma un tiempo de 5 h 45 min, pero después de eso cada hora se genera un nuevo lote. Con este dato en mente se construye una tabla similar a la tabla 7.5, pero ahora para la alternativa 3. Tome en cuenta que hay capacidad sobrada en el esterilizador y en el resto de los equipos clave. También considere que un turno tiene 6.4 h (6 h 25 min), 2 turnos tienen 12.8 h (12 h 50 min) y 3 turnos tienen 19.2 h (19 h 12 min).

La producción se incrementaría 450 ton/año trabajando un turno la alternativa 3; 1 500 ton/año trabajando 2 turnos y hasta 2 400 ton trabajando 3 turnos, lo cual, agregado a la producción actual de 3 000 ton/año trabajando tres turnos la línea de producción original, puede hacer que la producción crezca hasta 3 450, 4 500 y 5 400 ton/año. Con un tercer tanque de mezcla, pero con dos tanques de concentración se tendría la línea original de producción, pero ese tercer tanque de mezcla sólo logra producir 600 ton/año, más para alcanzar las 3 000 ton anuales, que es la capacidad máxima de la línea de producción. Esto obedece a la forma en que

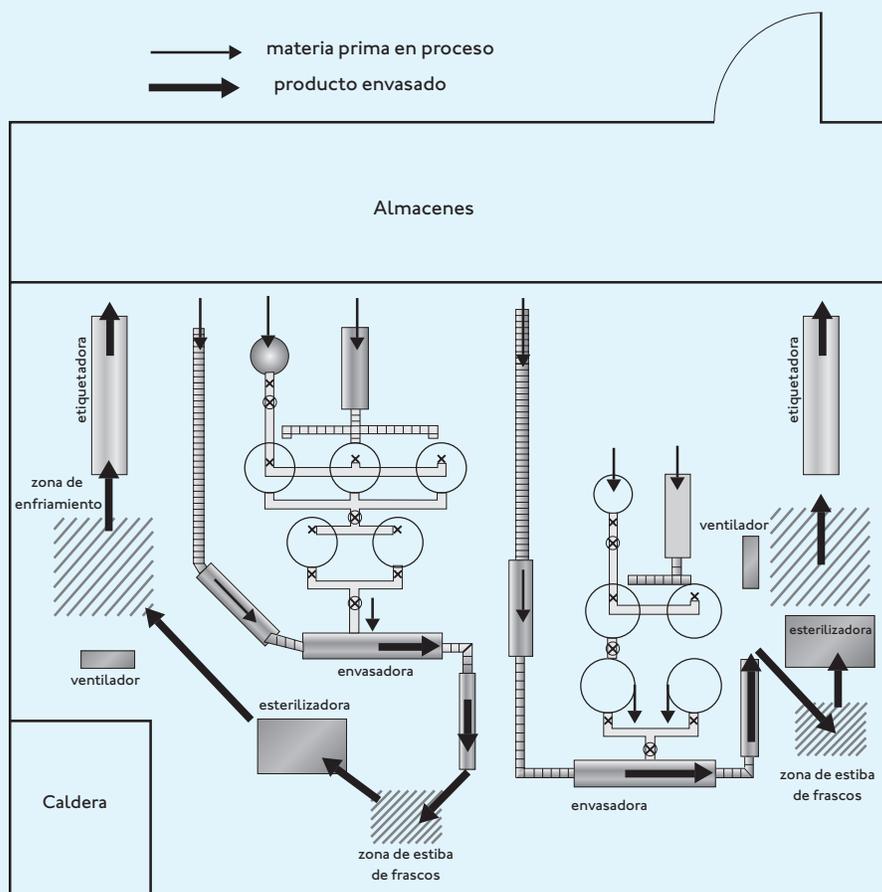


Figura 7.8 Alternativa de expansión 3, con flujo de materiales para ambas líneas de producción.

| Tabla 7.6 Incremento de la capacidad con la alternativa 3 | | | | |
|---|------------------|------------------|--------------------------|------------------------|
| Número de lotes | Tiempo consumido | Número de turnos | Producción por día (ton) | Producción anual (ton) |
| 2 | 4 h 45 min | 1 | 1 | |
| 3 | 5 h 45 min | 1 | 1.5 | 450 |
| 4 | 6 h 45 min | 2 | 2 | |
| 5 | 7 h 45 min | 2 | 2.5 | |
| 6 | 8 h 45 min | 2 | 3 | |
| 7 | 9 h 45 min | 2 | 3.5 | |
| 8 | 10 h 45 min | 2 | 4 | |
| 9 | 11 h 45 min | 2 | 4.5 | |
| 10 | 12 h 45 min | 2 | 5 | 1 500 |
| 11 | 13 h 45 min | 3 | 5.5 | |
| 12 | 14 h 45 min | 3 | 6 | |
| 13 | 15 h 45 min | 3 | 6.5 | |
| 14 | 16 h 45 min | 3 | 7 | |
| 15 | 17 h 45 min | 3 | 7.5 | |
| 16 | 18 h 45 min | 3 | 8 | 2 400 |

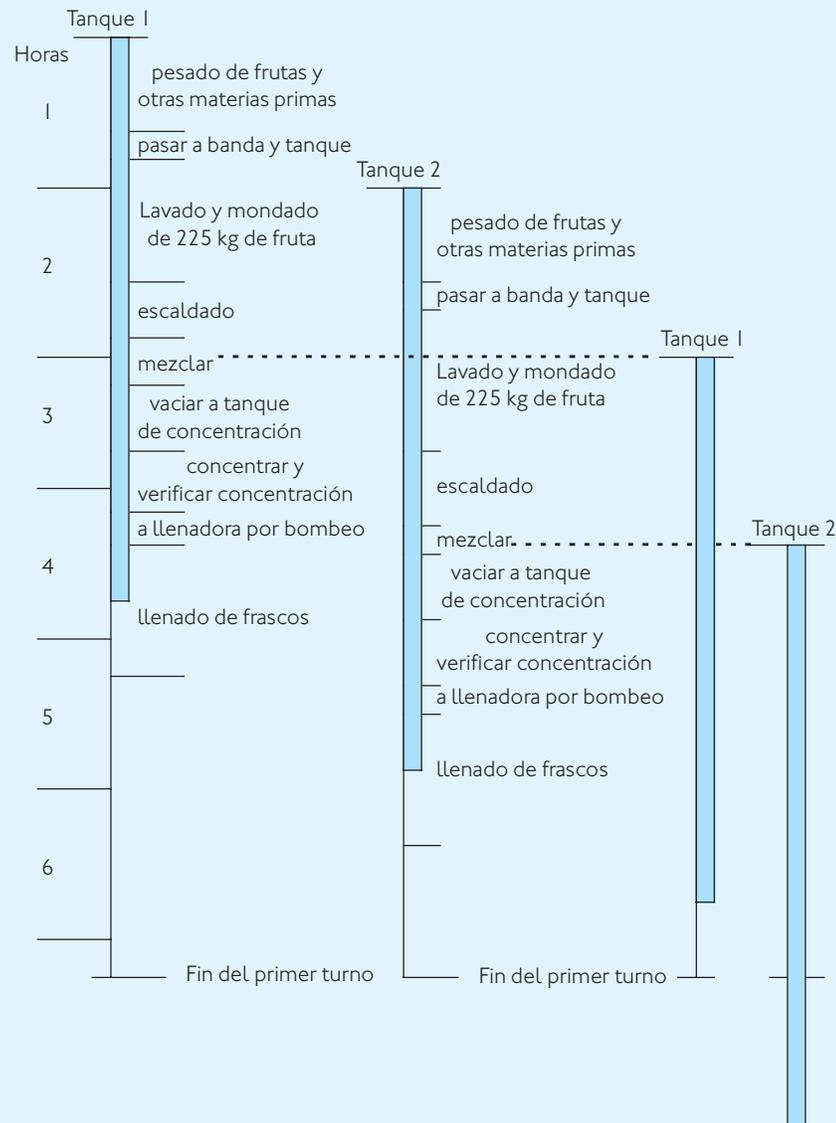


Figura 79 Tiempo de utilización del equipo con la alternativa 3.

se utilizan tanto los tanques de mezcla como los de concentración, lo cual se mostró en la figura 3.18 del capítulo tres.

Así como está planteada, esta alternativa también tiene la desventaja del almacén que ya no tiene espacio para manejar de manera óptima más materia prima ni producto terminado. En un cálculo simplista, si se requieren 125 m^2 para manejar $3\,000 \text{ ton/año}$ en un almacén ya saturado, para manejar hasta $2\,400 \text{ ton/año}$ se requieren al menos 225 m^2 que ya no tiene disponible la planta.

Alternativa 4. Construir un segundo nivel en la planta

La planta decide hacer construcciones adicionales, lo que incluye utilizar las áreas de expansión. La aplicación del principio para la distribución de la planta de *utilización del espacio cúbico*, implica que las instalaciones de la planta crezcan hacia arriba. En la distribución original de la planta sólo se aprovecha el segundo nivel de la planta construyendo oficinas arriba de los almacenes. Esta segunda alternativa de incremento de la capacidad instalada contempla eliminar los almacenes de la planta baja y construir oficinas y almacenes en un segundo nivel,

además de aprovechar las áreas de expansión. La altura del área productiva y de los almacenes es de 4 m. La altura de las oficinas es de 3 m. Un corte transversal de la planta se muestra en la figura 7.10.

Pero si desde un principio la empresa hizo la consideración de una expansión de la capacidad instalada, entonces debió haber previsto una cimentación suficiente en todo el edificio para soportar un segundo nivel y, principalmente, en los almacenes del segundo nivel, pues soportan una gran carga, de otra forma habrá que construir una cimentación especial pues los almacenes en esta opción se instalan en la planta alta. Las alternativas se muestran en las figuras 7.10 a 7.12 donde aparece la planta en un corte transversal.

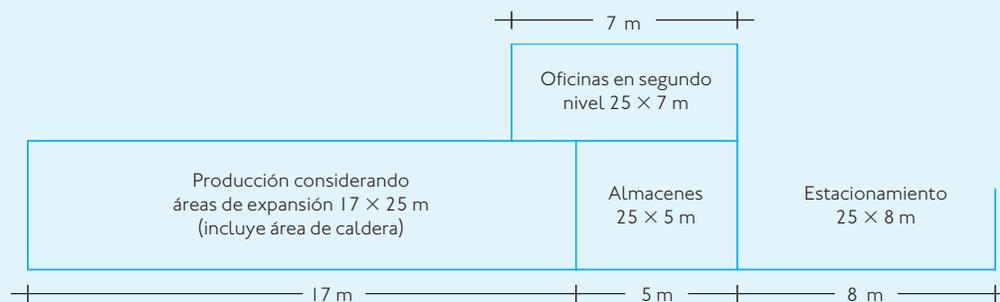


Figura 7.10 Corte transversal de la planta original.

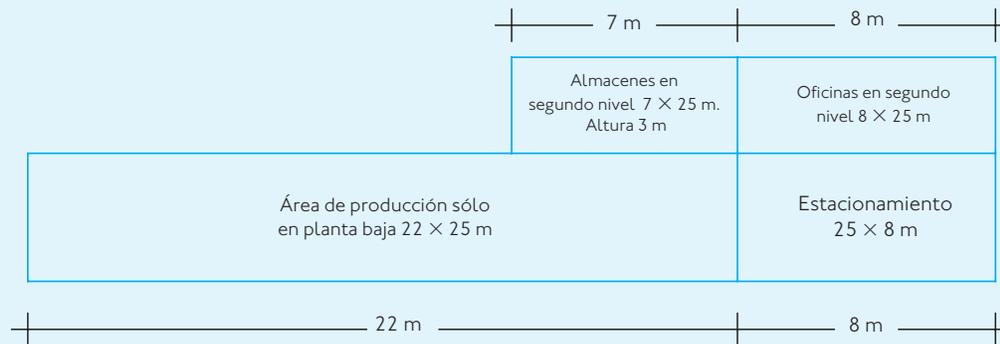


Figura 7.11 Corte transversal de nueva distribución construyendo exclusivamente arriba del estacionamiento.

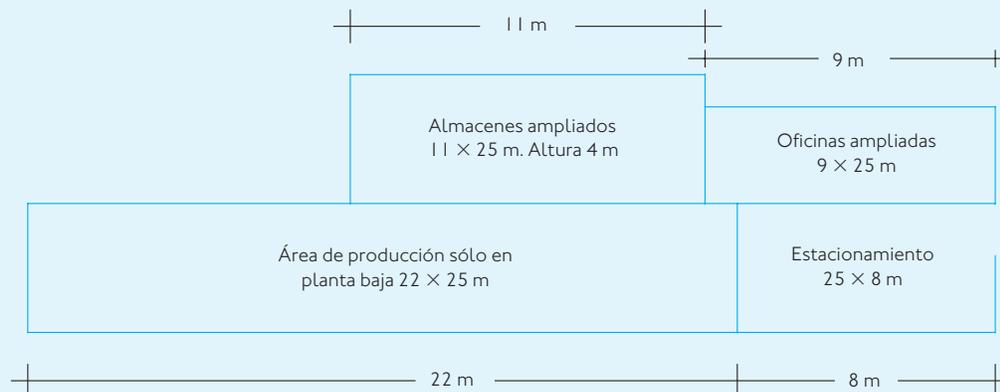


Figura 7.12 Corte transversal de nueva distribución con ampliación de áreas de almacenes y oficinas en el segundo nivel.

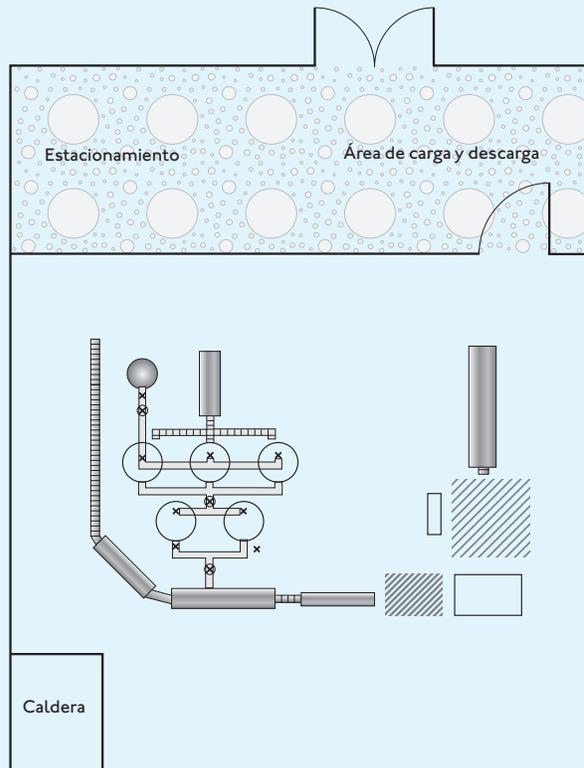


Figura 7.13 Nueva área disponible para producción pasando los almacenes al nivel superior.

Si originalmente la empresa no consideró la necesidad de expansión, entonces lo más conveniente es construir los nuevos almacenes sobre los almacenes actuales y ampliarlos. Las oficinas se construirían sobre el estacionamiento. La nueva distribución de áreas se muestra en la figura 7.13. Observe que el área productiva puede incrementarse hasta 550 m^2 , incluyendo el área de caldera y en esta alternativa el área de almacenes se va directamente al área que ocupaban las oficinas, incrementando el área de $5 \times 25 = 125 \text{ m}^2$ hasta $7 \times 25 = 175 \text{ m}^2$, pero a diferencia de la altura de 4 m que tenían los almacenes en la planta baja, en la planta alta tendría una altura de 3 m, lo cual puede ser muy importante en la capacidad de un almacén al estibar las materias primas y productos. Las oficinas se construirían sobre el estacionamiento y pasarían de un área de $7 \times 25 = 175 \text{ m}^2$ a un área de $8 \times 25 = 200 \text{ m}^2$.

Desde el punto de vista de la construcción, esta alternativa es atractiva pues sólo se derriba el muro que divide a producción de almacenes y la nueva construcción se hace fuera de la planta, es decir, no se interrumpe la producción. En esta alternativa falta el cálculo del área óptima para los almacenes, pues aquí se sabe que esta área se incrementa en 50 m^2 , pero no se sabe si esto es suficiente.

Esta alternativa, aunque es más costosa, es mucho más versátil, ya que al momento de modificar los espacios en la planta superior, se pueden hacer las adaptaciones necesarias, por ejemplo, se puede ampliar el espacio de las oficinas y el área de almacén no sólo se puede ampliar, sino también se puede incrementar la altura del mismo. En la figura 7.12 se muestran unas dimensiones de las instalaciones del nivel superior, pero en realidad se puede construir lo que se necesite.

En ambas alternativas la cimentación del nuevo almacén es lo más costoso, pero ambas tienen la ventaja de que la producción no se interrumpe con las nuevas construcciones.

En la figura 7.13 se muestra el área de producción ampliada con cualquiera de las alternativas anteriores, lo cual arroja un área de 550 m², incluyendo área de caldera. También los almacenes han sido ampliados hasta un área de $11 \times 25 = 275$ m², lo cual es más que suficiente para manejar el doble de la producción que la planta original, esto es, 6 000 ton/año. Aquí el principio de *flexibilidad* implica adaptarse rápidamente a los cambios al menor costo y sin perder continuidad en las operaciones.

No detener la producción significa que la distribución original del equipo permanece igual y que sobre ésta se instalará y operará poco a poco el nuevo equipo. Al menor costo significa que no es necesario hacer una instalación inmediata para una capacidad de 6 000 ton/año, sino que la capacidad instalada pueda crecer conforme a la demanda, lo cual también implica que no es necesario un desembolso monetario cuantioso al principio y en una sola ocasión. La logística conlleva las actividades que se deben realizar conforme a un programa para lograr los objetivos anteriores. Recuerde que la operación de la planta no debe detenerse. Los pasos de la logística para ampliar la capacidad de la planta con *flexibilidad* en la alternativa 4 son los siguientes:

- Determinar y construir todas las áreas que son externas al área productiva. Por tanto, se deberán construir las nuevas oficinas sobre el estacionamiento. Hacer el cambio de oficinas. Suponga que se decide construir unas oficinas sobre el estacionamiento de 9×25 m y que decide construir los nuevos almacenes de 11×25 m.
- Construir los nuevos almacenes sobre la planta, utilizando el espacio dejado por las oficinas en el segundo nivel. Estos almacenes se pueden ampliar en área y en altura. Si no se considera conveniente construir oficinas sobre el área de carga y descarga, la distribución, tal como se muestra en la figura 7.14 puede construirse sobre la planta, sin olvidar un

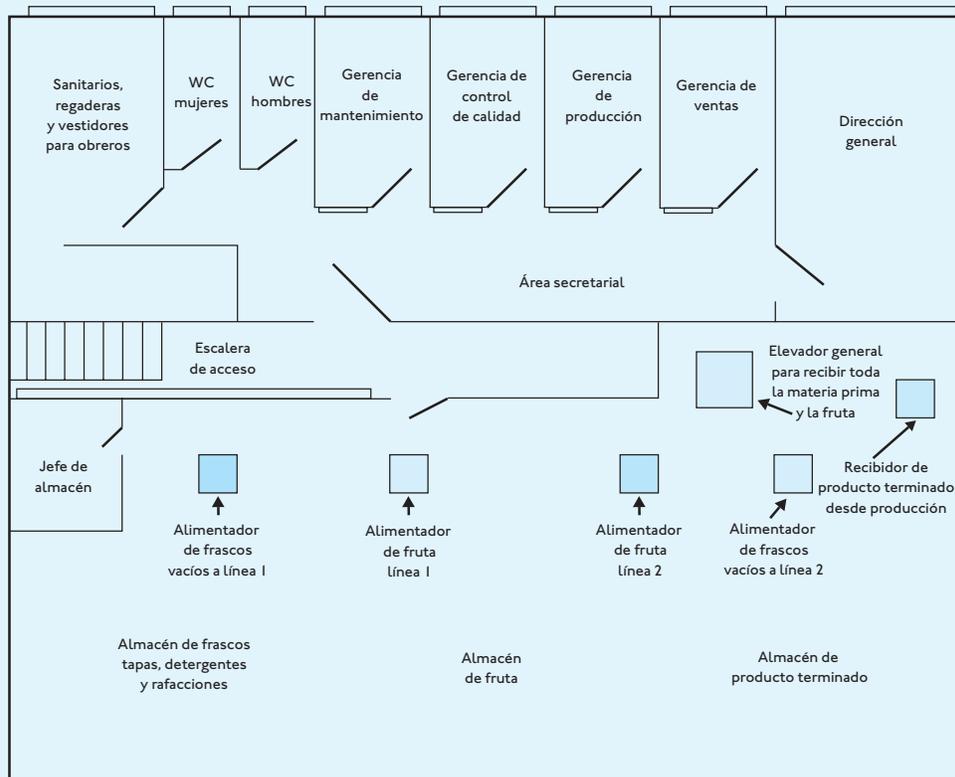


Figura 7.14 Alternativa 4. Nuevas áreas y nueva distribución de la planta alta.

huevo al aire libre para la caldera. Ahora los almacenes son de 11×25 m y las oficinas de 9×25 m.

- Adaptar las áreas de expansión. Colocar piso y techar.
- Instalar los dispositivos de transporte de materiales entre almacén y producción y entre almacén y carga-descarga. Pueden ser grúas, bandas, montacargas, etc. En el caso práctico se sugieren unas bandas inclinadas que conecten a producción con almacenes y que transporten tanto materia prima como producto terminado o elevadores de cangilones. Se requieren al menos seis bandas o elevadores de cangilones, dos para enviar a producción envases vacíos a cada una de las líneas de producción, otras dos para enviar fruta a cada una de las líneas de producción, una más para enviar a almacén el producto terminado y una general para recibir toda la materia prima y fruta desde el área de carga-descarga. La figura 7.14 muestra la ubicación de estos dispositivos de transporte en el segundo nivel y en la figura 7.16 se muestra la distribución de los dispositivos de transporte en el área de producción, y la idea de su funcionamiento se muestra en la figura 7.15; ahora las áreas de transporte de materiales son muy pequeñas, pues todo el transporte entre almacén y área productiva es vertical.
- Trasladar el almacén al piso superior y empezar a operarlo. Hay que observar aquí que el almacén tiene varias modificaciones respecto al presentado en la figura 3.17. Básicamente se está empleando el principio de *aprovechamiento del espacio cúbico*, pues los materiales se van a transportar en forma vertical, del almacén que está en el piso superior al área productiva que está en la planta baja y viceversa. Esto genera un enorme aprovechamiento de área pues basta con hacer unos huecos en el piso del almacén (techo del área productiva), para el transporte de todos los materiales y productos implicados en la elaboración de los productos.

Además, este tipo de almacén ya no tiene áreas separadas, pues el traslado de materiales debe hacerse hacia dos líneas de producción y se determinó que era mucho más sencillo alimentar directamente a cada línea de producción que tener una sola línea de alimentación hacia el área de producción y de ahí distribuir los materiales hacia cada línea.

- Derribar el muro que divide al almacén del área productiva. Observe que hasta este momento la producción no tiene porqué detenerse.
- Determinar la capacidad máxima que podría tener la planta con la nueva área disponible. La figura 7.16 muestra la nueva distribución, pero ahora con un área productiva disponible de 550 m^2 y dos líneas de producción.

Desde el punto de vista estrictamente de ingeniería y aplicando el principio de *flexibilidad*, es mucho mejor contar con dos líneas de producción de la misma capacidad que contar con una sola línea con equipos de mayor capacidad. Si se tiene una sola línea de producción, en caso de avería de cualquiera de los equipos de la línea, la producción se detendría por completo, en tanto que con dos líneas de producción esto nunca llegará a suceder. Además, se puede elaborar producto de dos sabores distintos al mismo tiempo sin detener la producción, en tanto que con una sola línea, si fuera necesario cambiar el sabor

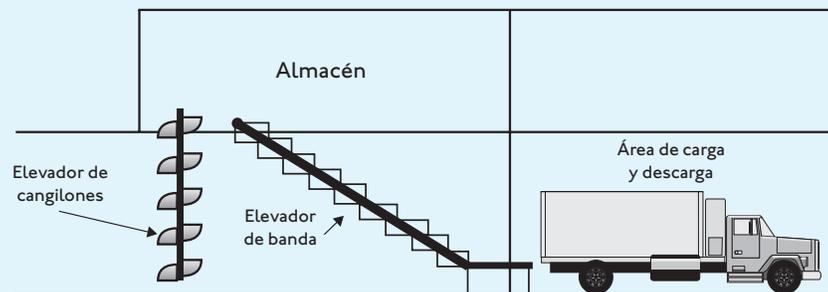


Figura 7.15 Transporte almacén-producción y almacén-carga y descarga.

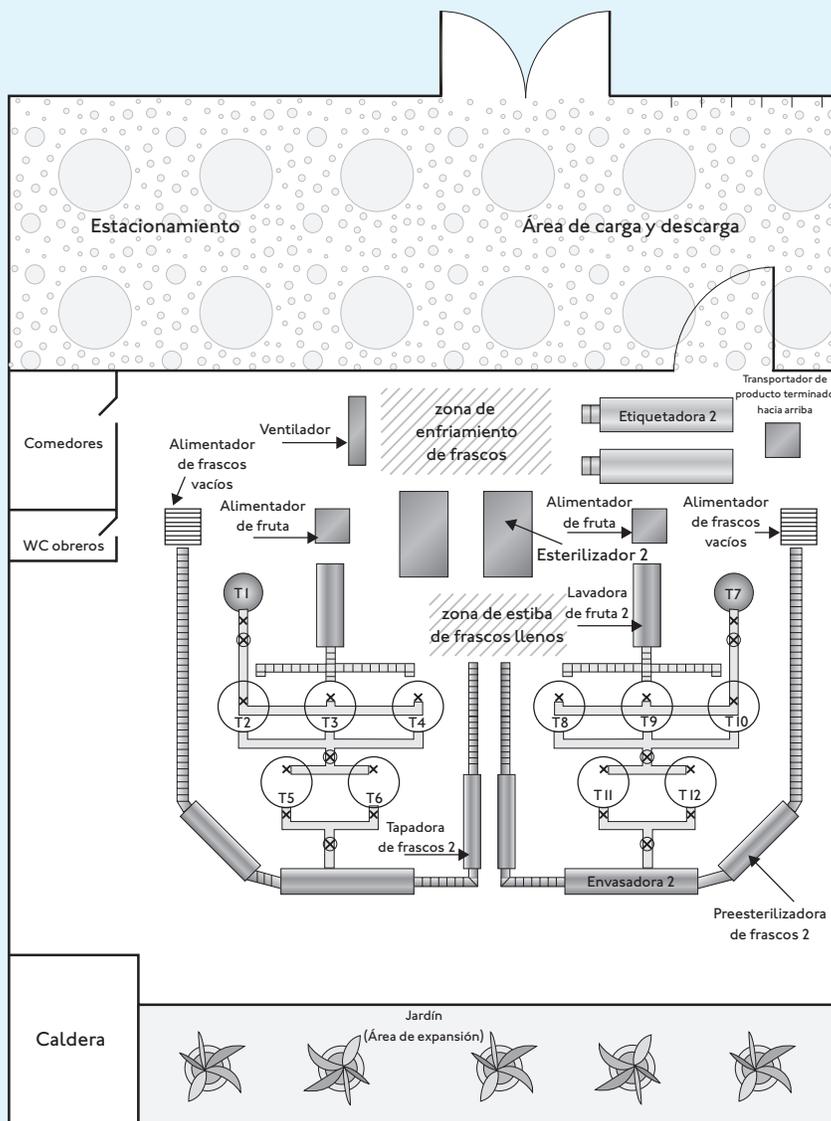


Figura 7.16 Alternativa 4. Capacidad máxima de la planta con la nueva área disponible.

del producto o cualquier otra característica durante el mismo día laboral, sería necesario detener la producción, lavar el equipo y hacer el cambio.

De acuerdo con los equipos mostrados en la figura 7.16, la empresa ahora tendría una capacidad de producción de 6 000 ton/año trabajando tres turnos las dos líneas productivas. La lógica de esta ampliación de capacidad es que los tanques T1 a T6 son la instalación original y no se mueven, incluyendo a todos los equipos clave. La flexibilidad y el menor costo viene determinando la conveniencia de que, si la demanda insatisfecha no es muy elevada, se instalen, por ejemplo, sólo los tanques T7, T8 y T11 en una primera etapa de ampliación, sabiendo que en la segunda línea de producción la lavadora de fruta, la envasadora, la tapadora, la etiquetadora y la esterilizadora van a estar muy subutilizadas.

Se sabe que la capacidad máxima instalada es de 6 000 ton/año, pues la alternativa 4 tiene dos líneas de producción idénticas, cada una con una capacidad de 3 000 ton/año trabajando 3 turnos.

Otras alternativas

Es posible generar otras alternativas, por ejemplo, si existe un terreno aledaño a la planta de un tamaño suficiente como para instalar una nueva línea de producción... y aún más; pero el análisis de este tipo de alternativas es muy especulativo y muy sencillo, pues equivale a instalar o construir una planta nueva, de manera que la conclusión del análisis anterior es que bajo las condiciones de infraestructura actual y limitantes de espacio que tiene la planta, trabajando a su máxima capacidad, que es tres turnos diarios seis días a la semana, se pueden elaborar 6 000 ton/año. Además, es posible instalar la nueva línea de producción de forma escalonada para ir cubriendo la demanda potencial insatisfecha, ya sea la optimista o la pesimista, conforme ésta crece, sin necesidad de hacer una inversión fuerte al momento de tomar la decisión de incrementar la capacidad instalada.

Análisis económico

El objetivo de este análisis es representar en forma monetaria todas las decisiones tomadas en el estudio técnico. Por tanto, se realiza el análisis económico de tres alternativas, en virtud de que la primera alternativa presentada en el estudio técnico no fue viable. Como ya se había comentado en el apartado teórico de Análisis económico, este tipo de análisis en estudios de reemplazo no es exactamente igual a un análisis económico en un estudio de factibilidad para la instalación de una nueva planta.

La presentación y análisis de estos datos puede ser objeto de confusión. Se debe entender que la planta originalmente estudiada, ya ha estado en operación por cierto número de años y que después de cierto periodo largo, sus ventas se han elevado a tal grado que su capacidad productiva se ha saturado. Como esto es lo que sucede en la realidad, las cifras de ingresos y costos ya se han modificado bastante al momento de tomar la decisión de expansión, respecto de aquellas originalmente planteadas, debido a la inflación que haya tenido la economía en cada año.

El análisis incremental utilizado en la evaluación económica requiere restar cifras actuales de ingresos y costos de aquellas que se obtendrán con la nueva inversión. Si en este texto se tomaran cifras reales del desempeño actual de la empresa para este fin, tendrían que recalcularse todas las cifras de operación de la empresa. Para evitar este cálculo enorme que sólo es manipulación de cifras económicas afectadas por la inflación, *se ha decidido mantener las cifras monetarias del estudio original, lo cual por una parte es imposible obtener en la realidad, pero por otra resulta ser un método eficaz para fines didácticos*. Se hace la aclaración de que en estudios reales de análisis de incremento de la capacidad instalada, se deberán tomar las cifras de operación vigentes en el momento en que se toma la decisión, sin importar las cifras monetarias históricas. *Justamente lo contrario de lo que se hará en esta presentación didáctica*.

Los puntos que serán tratados en el análisis económico de las alternativas 2, 3 y 4 son:

- Inversión inicial. Está formada por activo fijo y activo diferido. El activo fijo comprende la compra de equipo de producción nuevo, que incluye bombas centrífugas para el transporte de fluidos, tubería de acero inoxidable, sistemas verticales de transporte (bandas inclinadas o elevador de cangilones), mobiliario para la ampliación de las nuevas oficinas, muebles para los sanitarios, computadoras y materiales de construcción. Por su parte, el activo diferido comprende la supervisión y dirección de la construcción, instalación, pruebas de arranque y puesta en marcha de la nueva línea de producción.
- Depreciación y amortización. Para cada rubro de inversión se calculan los cargos, ya sea de depreciación o amortización, se asignan los porcentajes respectivos de acuerdo con las leyes hacendarias vigentes en el momento de tomar la decisión.
- Los costos totales incrementales.
- Ingresos incrementales.
- Determinación de la nueva *TMAR* de la empresa.
- Estado de resultados incremental.

Tabla 7.7 Activo fijo de la alternativa 2

| Activo fijo | Cantidad | Precio unitario | Costo total |
|---------------------------------------|----------|-----------------|--------------------|
| Banda de preesterilizadora de frascos | 18 m | 26 250 | 472 500 |
| Preesterilizadora de frascos | 1 | 201 700 | 211 785 |
| Envasadora | 1 | 163 350 | 171 518 |
| Tapadora | 1 | 108 100 | 113 050 |
| Esterilizadora | 1 | 482 900 | 507 045 |
| Etiquetadora | 1 | 122 400 | 128 520 |
| Lavadora de fruta | 1 | 115 500 | 121 275 |
| Tanque de mezcla AI | 1 | 61 000 | 64 050 |
| Tanque de escaldado AI | 1 | 84 800 | 89 040 |
| Tanque de concentración AI | 1 | 248 100 | 260 505 |
| Válvula de paso de AI | 2 | 6 500 | 13 000 |
| Bomba de 2 pulg. AI | 3 | 16 900 | 50 700 |
| Banda de lavadora de fruta | 5 m | 25 000 | 26 250 |
| Estibas para esterilizadora | — | 3 900 | 3 900 |
| Tubería 2 pulg AI | 6 m | 2 800 | 16 800 |
| Montacargas | 1 | 84 800 | 89 040 |
| Ventilador | 1 | 5 500 | 5 775 |
| Equipo de cómputo | — | 42 500 | 42 500 |
| Vehículos | 1 | 160 000 | 160 000 |
| Total | | | \$2 547 253 |

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA ALTERNATIVA 2

Inversión inicial

En esta alternativa ya empieza a haber problemas con el espacio de almacenes, sobre todo cuando se trabajan 3 turnos. A pesar de esto, se hace la suposición de que el espacio de almacenamiento actual aún es suficiente. Si se hace una inversión adicional en vehículos de reparto del producto, pues se adquiere uno más.

El costo total de los equipos ya incluye un cargo de 5% de fletes y seguros. Los equipos que no tienen este cargo son las válvulas, las bombas y las estibas para esterilizadora. La tabla 7.7 no es igual que la tabla 4.18 pues esta última incluye equipos que ya no es necesario comprar para la segunda línea de producción, tales como un sistema de purificación de agua, equipo para verificar vacío y herramientas para mantenimiento. Note también que en la alternativa 2 no hay construcciones adicionales ni de oficinas ni de sanitarios, por tanto, no hay inversión en estos rubros, excepto tres computadoras y una impresora, que refiere el rubro de equipo de cómputo.

Por otro lado, sí hay activo diferido, cuyo contenido y costo aparece en la tabla 7.8.

Tabla 7.8 Activo diferido de la alternativa 2

| Activo diferido | Costo |
|--|-----------------|
| Mover e instalar etiquetadora original | 28 500 |
| Mover e instalar esterilizadora original | 37 400 |
| Mover e instalar tapadora original | 30 000 |
| Total | \$95 900 |

Tabla 7.9 Depreciación y amortización de la alternativa 2

| Concepto | Valor | % | Cargo anual. Años 1 a 5 | VS fin de año 5 |
|-------------------|-------------|----|----------------------------|--------------------|
| Activo fijo | 2 344 753 | 8 | 293 094 | 879 282 |
| Activo diferido | 95 900 | 10 | 9 590 | 47 950 |
| Vehículos | 1 60 000 | 25 | 40 000 | 0 |
| Equipo de cómputo | 42 500 | 35 | 14 875 | 0 |
| | \$2 643 153 | | \$357 554 | \$927 232 |

Depreciación y amortización

Para cada rubro de inversión se calculan los cargos, ya sea de depreciación o amortización, los cuales se muestran en la tabla 7.9. Los porcentajes de depreciación no son iguales a los presentados en la tabla 4.24, ya que estos valores los fija el Ministerio de Hacienda de cada país, y dependiendo de las condiciones económicas y de la tecnología de cada activo, estos porcentajes varían con el paso del tiempo.

Es importante notar que la tabla de depreciación tiene un error. Los cargos anuales anotados sólo se mantienen en ese valor por 3 años, ya que el equipo de cómputo se deprecia al 35% anual, esto significa que al final de 3 años este equipo está totalmente depreciado, de forma que el cargo para el cuarto año, sería $357\,554 - 14\,875 = 342\,679$. Lo mismo sucede para el cargo del quinto año, ya que los vehículos se deprecian a una tasa de 25%, lo que significa que al final del cuarto año los vehículos estarán totalmente depreciados y el cargo real para el quinto año sería el cargo del año anterior (342 679) menos el cargo de \$40 000 que ya no se debería hacer.

Sin embargo, no sólo en esta tabla sino en las tablas 7.17 y 7.25 se cometen intencionalmente los mismos errores. Se advierte que se cometen estos errores con el fin de simplificar los cálculos en el estado de resultados, pues si se quisiera ser totalmente objetivo entonces se tendrían que tomar los cargos anuales de depreciación en cada uno de los años de los estados de resultados con los valores señalados, pero la precisión que se ganaría en los resultados no se elevaría sustancialmente. El uso básico de los *FNE* provenientes del estado de resultados es para la evaluación económica, y si el lector analiza la diferencia de resultados en los *FNE* obtenidos considerando estrictamente los cargos de depreciación contra aquellos obtenidos cometiendo los errores señalados, se dará cuenta que la diferencia de la rentabilidad obtenida en cada caso es insignificante. Sin embargo, esto no implica dejar de señalar los errores.

Los costos totales incrementales

En el caso práctico del capítulo seis del texto ya se demostró que es exactamente igual trabajar con o sin considerar la inflación, por lo que los costos y, en general, las cifras económicas de este caso práctico se manipularán sin inflación. Las cifras van a cambiar debido al volumen de producción, no debido a la inflación. Las cifras que se toman como base fueron presentadas en la tabla 4.18, las cuales se reproducen en la tabla 7.10 y aparecen en la primera columna correspondiendo a un volumen de producción original de 1 050 ton/año, trabajando 6 días a la semana durante 300 días por año y elaborando 7 lotes de producción en un solo turno de trabajo, con un costo unitario de \$11.25 por cada frasco de producto de 500 g. La segunda columna presenta los costos de la producción de 2 100 ton/año trabajando 2 turnos y la columna 3 presenta los costos de la producción de 3 000 ton/año trabajando 3 turnos. Se consideró que los costos de producción son directamente proporcionales a la cantidad elaborada, y que los costos de administración y ventas aumentan tan sólo 10% respecto al año anterior, por las razones ya señaladas. Esto ocasiona que el precio unitario de venta disminuya ligeramente conforme se produce más, lo cual es lógico porque se está produciendo mucho más sin

gran inversión adicional. De la misma forma, las columnas 4, 5 y 6 presentan la producción acumulada de la línea original trabajando 3 turnos más la alternativa 2 trabajando 1, 2 y 3 turnos, con su respectivo nivel de producción (vea los datos de la alternativa 2). En este caso se volvió a considerar que los costos de producción son directamente proporcionales a la cantidad elaborada de producto y que los costos de administración y ventas se elevan 10% cada año, respecto al año anterior. La tabla 7.10 muestra un estimado de los costos totales respecto a un nivel creciente de producción, si la tecnología y los métodos de trabajo son similares a aquellos mostrados en el capítulo tres.

También se comentó en el capítulo seis que los costos totales no son una función lineal del nivel de producción, tal vez los costos de producción son los únicos que tienen esta característica. Por ejemplo, dentro de los costos de producción aparece el rubro de depreciación; hay que recordar que para elaborar la nueva producción se realizó una inversión adicional y que por este hecho los cargos anuales de depreciación también se incrementaron, pero una vez hecha la inversión los cargos no varían con la cantidad producida, tampoco se puede decir que el mantenimiento, el control de calidad y la mano de obra indirecta sean una función lineal de la cantidad elaborada de producto; probablemente los costos de producción tengan una linealidad de 97% o aún más respecto al nivel de producción, pero no son 100% lineales. Por supuesto, los costos de ventas y de administración tienen mayor independencia respecto al nivel de producción, esto es, no se van a tener dos gerentes generales con dos turnos de trabajo ni tres gerentes con tres turnos; sólo podrán tener un mejor sueldo las personas que ya tengan estos cargos. Lo mismo sucede con los demás puestos administrativos y de ventas.

Se hacen estas aclaraciones pues se debe elaborar un estado de resultados proyectado a 5 años, a partir del momento en que la empresa decide iniciar el proyecto de expansión de la capacidad instalada y como cada alternativa de expansión tiene diferentes niveles de producción, se tendrán que calcular los ingresos y los costos para cada nivel productivo. Por tanto, las estimaciones que se hagan no serán una función lineal de la tabla 7.10. Recuerde que toda estimación económica que se haga es para el futuro y que mientras éste sea más lejano, más error se tendrá, pero también, mientras se tengan bases más sólidas para esa estimación, el error cometido será menor.

Ingresos incrementales

A pesar de que el costo unitario del producto disminuye ligeramente respecto del costo unitario original y que esto se debe a una mayor utilización de la capacidad instalada, el precio de venta del producto no varía. Como se está trabajando con un enfoque sin inflación, entonces el precio de venta original de \$12.62 por frasco de 500 g no varía a través de los años. Con esto se construye la tabla 7.11 que muestra los ingresos a los diferentes niveles de producción para

Tabla 7.10 Costos totales de la alternativa 2 (redondeados a miles de pesos)

| Concepto | Costo | Costo | Costo | Costo | Costo | Costo |
|--------------------|---------------|------------|------------|-----------|------------|------------|
| Cantidad producida | 1 050 ton/año | 2 100 | 3 000 | 3 300 | 3 750 | 4 200 |
| Alternativa | O 1 turno | O 2 turnos | O 3 turnos | O+1 turno | O+2 turnos | O+3 turnos |
| Producción | \$22 329 | \$44 658 | \$63 797 | \$70 177 | \$79 747 | \$89 317 |
| Administración | 453 | 544 | 598 | 658 | 724 | 796 |
| Ventas | 844 | 928 | 1 021 | 1 123 | 1 235 | 1 359 |
| Costo total | \$23 626 | \$46 130 | \$65 416 | \$71 958 | \$81 706 | \$91 472 |
| Costo unitario | \$11.25 | \$10.98 | \$10.90 | \$10.90 | \$10.89 | \$10.89 |

Nota: O significa original o datos del ejemplo original presentado en los capítulos 2 al 6.

O+1 turno significa los datos originales trabajando 3 turnos (3 000 ton/año), más la alternativa 2 trabajando 1 turno; **O+2** turnos significan los datos originales trabajando 3 turnos (3 000 ton/año) más la alternativa 2 trabajando 2 turnos y **O+3** turnos significa la alternativa original más la alternativa 2 trabajando 3 turnos.

| Producción ton/año | Número de frascos | Precio unitario | Ingreso total |
|--------------------|-------------------|-----------------|---------------|
| 3 000 | 6 000 000 | \$12.62 | \$75 720 000 |
| 3 000 + 300 | 6 600 000 | 12.62 | 83 292 000 |
| 3 000 + 750 | 7 500 000 | 12.62 | 94 650 000 |
| 3 000 + 1 200 | 8 400 000 | 12.62 | 106 008 000 |

la alternativa 2. Esta tabla no muestra los años de operación después de realizar la inversión de la capacidad instalada, sino el ingreso que se obtendría a los diferentes niveles de producción de la alternativa 2.

Determinación de la nueva *TMAR* de la empresa

El concepto de *TMAR* que se mostró en el capítulo cuatro que debe aplicarse en un proyecto de una empresa de nueva creación es:

$$TMAR = \text{inflación} + \text{premio al riesgo}$$

Si se trabaja con un enfoque sin inflación, entonces la *TMAR* viene a ser la prima de riesgo del proyecto, pero en el caso de un proyecto de incremento de la capacidad instalada, este concepto cambia radicalmente. La empresa ha permanecido en el mercado de manera exitosa por cierto número de años y se ha acostumbrado a ganar cierta rentabilidad. Para cada nueva inversión que realice dentro de la misma empresa, deberá obtener la misma rentabilidad. Ya enfrentó y superó el riesgo de penetrar y ganar mercado. Ya enfrentó el riesgo de no operar correctamente la tecnología de producción y superó ese riesgo. Para las nuevas inversiones hechas al interior de la propia empresa *ahora corre el riesgo de no ganar la misma rentabilidad*, por tanto, la nueva *TMAR* sin inflación es el porcentaje que acostumbra ganar en la operación diaria de la empresa, sin considerar inflación.

De acuerdo a los resultados de la evaluación económica presentados en el capítulo cinco, la empresa puede ganar 27.7 % trabajando un solo turno, 74% trabajando 2 turnos y hasta 95% trabajando 3 turnos, todas estas cifras sin considerar inflación. Estas cifras fueron tomadas de la tabla 6.6, en la cual se calcula la rentabilidad económica sin considerar inflación, trabajando 1, 2 y 3 turnos. La empresa decide tomar la tasa de referencia de 95%, pues considera que ha ganado un lugar importante en el mercado por la calidad de sus productos.

Estado de resultados incremental

Como ya se anotó en la parte teórica de este capítulo, en un análisis incremental se deben restar las cifras de la alternativa de mayor inversión menos las cifras de la alternativa de menor inversión. La alternativa de menor inversión siempre es la alternativa que ya está funcionando, esto es, la empresa tal y como funciona en 3 turnos ya tiene una inversión, unos costos y un ingreso. Luego se hace una inversión adicional que es la inversión en la alternativa 2, y su operación va a generar otros ingresos, otros costos y otra ganancia. Las tablas 7.12 a 7.14 presentan los estados de resultados incrementales de la situación actual que es trabajar 3 turnos diarios produciendo 3 000 ton/año, incrementando la producción con la alternativa 2, en 1, 2 y 3 turnos. Los datos de depreciación se tomaron de las tablas 4.24 y 7.9. Observe que el cargo de depreciación de la alternativa (O3 + 1 turno) es la suma de los cargos de depreciación que aparecen en ambas tablas.

En el cálculo de los *FNE* del estado de resultados se comete otro error. Seguramente el cargo anual de depreciación de la alternativa actual, que es la planta original trabajando 3 turnos, no es \$443 (miles de pesos), pues se está bajo el supuesto de que esa planta original ha estado trabajando por n años de manera exitosa, y que al cabo de ese tiempo la demanda de sus productos ha sido tal que su capacidad productiva ya es insuficiente; esto significa que al

Tabla 7.12 Alternativa 2 trabajando 1 turno (cifras redondeadas a miles)

| Concepto | O3 + 1 turnos – O3 | FNE incremental, años 1 a 5 |
|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Producción | 3 300 ton/año – 3 000 ton/año | 300 ton/año |
| + Ingreso (vea tabla 7.11) | 83 292 – 75 720 | 7 572 |
| – Costo total (vea tabla 7.10) | –71 958 – (–65 413) | –6 545 |
| = UAI | 11 334 – 10 307 | 1 027 |
| – Impuesto 47%* | –5 327 – (–4 844) | –483 |
| = UDI | 6 007 – 5 463 | 544 |
| + Depreciación | 801 – 443 | 358 |
| = FNE | 6 808 – 5 906 | 902 |

*Como es sabido, la tasa impositiva cambia con el tiempo y actualmente en México esta tasa es mucho menor. Sin embargo, para fines de comparación con las condiciones originales se mantiene la misma tasa de impuestos.

Tabla 7.13 Alternativa 2 trabajando 2 turnos (cifras redondeadas a miles)

| Concepto | O3 + 2 turnos – O3 | FNE incremental, años 1 a 5 |
|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Producción | 3 750 ton/año – 3 000 ton/año | 750 ton/año |
| + Ingreso (vea tabla 7.11) | 94 650 – 75 720 | 18 930 |
| – Costo total (vea tabla 7.10) | –81 706 – (–65 413) | –16 293 |
| = UAI | 12 944 – 10 307 | 2 637 |
| – Impuesto 47%* | –6 084 – (–4 844) | –1 240 |
| = UDI | 6 860 – 5 463 | 1 397 |
| + Depreciación | 801 – 443 | 358 |
| = FNE | 7 661 – 5 906 | 1 755 |

*Ídem.

Tabla 7.14 Alternativa 2 trabajando 3 turnos (cifras redondeadas a miles)

| Concepto | O3 + 3 turnos – O3 | FNE incremental, años 1 a 5 |
|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Producción | 4 200 ton/año – 3 000 ton/año | 1 200 ton/año |
| + Ingreso (vea tabla 7.11) | 106 008 – 75 720 | 18 930 |
| – Costo total (vea tabla 7.10) | –91 472 – (–65 413) | –26 059 |
| = UAI | 14 536 – 10 307 | 4 229 |
| – Impuesto 47%* | –6 832 – (–4 844) | –1 998 |
| = UDI | 7 704 – 5 463 | 2 241 |
| + Depreciación | 801 – 443 | 358 |
| = FNE | 8 505 – 5 906 | 2 599 |

*Ídem.

haber pasado n años de operación, muchos de sus equipos están totalmente depreciados, por lo que el cargo de depreciación debería ser, no cero, pero tampoco un valor tan alto como los primeros 4 o 5 años de operación.

En la contabilidad existe un concepto que en algunos países se llama *crédito comercial*. Su significado es que, si existiera una industria exitosa como la que se está ejemplificando y se intentara calcular su valor en el mercado, seguramente la referencia no sería el valor en libros de sus activos, pues éstos con el paso del tiempo ya han disminuido su valor. Una empresa de este tipo, que ha sido exitosa durante n años, tiene un valor considerable en el mercado por

el prestigio que ha adquirido, por la forma en que ha sido y está siendo administrada y por la calidad de sus productos. Eso es precisamente lo que trata de reflejar el cargo de depreciación de \$443 (miles de pesos) más que el valor real de sus activos al momento de tomar la decisión de inversión.

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA ALTERNATIVA 3

Inversión inicial

Se puede notar en la figura 7.8 que la única diferencia de la alternativa 2 con la alternativa 3 es que se agregan 2 tanques, uno de escaldado y uno de concentración. El resto de los equipos en esta nueva línea de producción ya se habían adquirido en la alternativa 1 y estaban muy sobrados en capacidad. Se insiste en que tanto en la alternativa 1 como en la 2, ya se tendrían problemas con los almacenes, para los cuales prácticamente ya no hay espacio en la planta, por lo que sería necesario o construir más espacio sobre la planta actual, o bien rentar almacenes en algún sitio cercano a la planta, básicamente para el producto terminado, desde luego con un costo adicional. En el análisis económico se hace esta suposición. También se hace la adquisición de dos vehículos extra para reparto del producto.

El costo total de los equipos ya incluye un cargo de 5% de fletes y seguros. Los equipos que no tienen este cargo son las válvulas, las bombas y las estibas para esterilizadora. Note también que en la alternativa 3 no hay construcciones adicionales ni de oficinas ni de sanitarios, por tanto, no hay inversión en estos rubros, excepto tres computadoras y una impresora, que refiere el rubro de equipo de cómputo. Por otro lado, sí hay activo diferido, cuyo contenido y costo aparece en la tabla 7.16.

Depreciación y amortización

Para cada rubro de inversión se calculan los cargos, ya sea de depreciación o de amortización, los cuales se muestran en la tabla 7.17. Los porcentajes de depreciación no son iguales a los presentados en la tabla 4.24, ya que estos valores los fija el Ministerio de Hacienda de cada país, y dependiendo de las condiciones económicas y de la tecnología de cada activo, estos porcentajes varían con el paso del tiempo.

Los costos totales incrementales

En este análisis ya se sabe que la línea de producción original trabaja 3 turnos, lo cual se muestra en la columna de la extrema izquierda de la tabla 7.18 y, al igual que en la tabla 7.10, las siguientes 3 columnas muestran la producción y costos de la línea original más los costos de la alternativa 3 trabajando 1, 2 y 3 turnos. Para el cálculo de los costos se hacen consideraciones similares a aquellas hechas en la tabla 7.10, aunque en esta alternativa se supone que se renta un almacén para producto terminado, por lo que los costos de administración se elevan en \$360 (miles) al año, independientemente del incremento anual de los costos de administración y ventas que se generan en forma natural al manejar una mayor producción, así, el costo para una producción de 3 450 ton/año es de 598 más 10% más 360:

Ingresos incrementales

Se hacen las mismas consideraciones realizadas en la alternativa 2.

Determinación de la nueva *TMAR* de la empresa

Misma suposición hecha en el apartado de Los costos totales incrementales de la alternativa 2.

Estado de resultados incremental

Para el cálculo de este rubro se hacen las mismas consideraciones hechas en el cálculo de las tablas 7.12, 7.13 y 7.14.

Tabla 7.15 Activo fijo de la alternativa 3

| Activo fijo | Cantidad | Precio unitario | Costo total |
|---------------------------------------|----------|-----------------|---------------------|
| Banda de preesterilizadora de frascos | 18 m | 26 250 | 472 500 |
| Preesterilizadora de frascos | 1 | 201 700 | 211 785 |
| Envasadora | 1 | 163 350 | 171 518 |
| Tapadora | 1 | 108 100 | 113 050 |
| Esterilizadora | 1 | 482 900 | 507 045 |
| Etiquetadora | 1 | 122 400 | 128 520 |
| Lavadora de fruta | 1 | 115 500 | 121 275 |
| Tanque de mezcla AI | 1 | 61 000 | 64 050 |
| Tanque de escaldado AI | 2 | 84 800 | 178 800 |
| Tanque de concentración AI | 2 | 248 100 | 521 010 |
| Válvula de paso de AI | 3 | 6 500 | 19 500 |
| Bomba de 2 pulg AI | 3 | 16 900 | 50 700 |
| Banda de lavadora de fruta | 5 m | 25 000 | 26 250 |
| Estibas para esterilizadora | | 3 900 | 3 900 |
| Tubería 2 pulg. AI | 12 m | 2 800 | 33 600 |
| Montacargas | 1 | 84 800 | 89 040 |
| Ventilador | 1 | 5 500 | 5 775 |
| Equipo de cómputo | — | 42 500 | 42 500 |
| Vehículos | 3 | 160 000 | 480 000 |
| | | Total | \$ 3 240 818 |

Tabla 7.16 Activo diferido de alternativa 3

| Activo diferido | Costo |
|--|------------------|
| Mover e instalar etiquetadora original | 28 500 |
| Mover e instalar esterilizadora original | 37 400 |
| Mover e instalar tapadora original | 30 000 |
| Total | \$ 95 900 |

Como ya se anotó en la parte teórica de este capítulo, en un análisis incremental se deben *restar las cifras de la alternativa de mayor inversión menos las cifras de la alternativa de menor inversión*. La alternativa de menor inversión siempre es la alternativa que ya está en funcionamiento, esto es, la empresa tal y como funciona en 3 turnos ya tiene una inversión, unos costos y un ingreso. Luego se hace una inversión adicional que es la inversión en la alternativa 2, y su operación va a generar otros ingresos, otros costos y otra ganancia. Las tablas 7.12 a 7.14 presentan los estados de resultados incrementales de la situación actual que es trabajar 3 turnos

Tabla 7.17 Depreciación y amortización

| Concepto | Valor | % | Cargo anual. Años 1 a 5 | VS fin de año 5 |
|-------------------|--------------------|----|----------------------------|--------------------|
| Activo fijo | 2 718 318 | 8 | 339 790 | 1 019 368 |
| Activo diferido | 95 900 | 10 | 9 590 | 47 950 |
| Vehículos | 480 000 | 25 | 120 000 | 0 |
| Equipo de cómputo | 42 500 | 35 | 14 875 | 0 |
| | \$3 336 718 | | 484 255 | \$1 067 318 |

Tabla 7.18 Costos totales de la alternativa 3 (cifras redondeadas a miles de pesos)

| Concepto | Costo | Costo | Costo | Costo |
|--------------------|------------|-----------|------------|------------|
| Cantidad producida | 3 000 | 3 450 | 4 500 | 5 400 |
| Alternativa | O 3 turnos | O+1 turno | O+2 turnos | O+3 turnos |
| Producción | \$63 797 | \$ 73 367 | \$95 696 | \$ 114 835 |
| Administración | 598 | 1 018 | 1 084 | 1 156 |
| Ventas | 1 021 | 1 123 | 1 235 | 1 359 |
| Costo total | \$65416 | \$75 508 | \$98 015 | \$ 117 350 |
| Costo unitario | \$10.90 | \$10.94 | \$10.89 | \$10.87 |

Nota: O significa original o datos del ejemplo original presentado en los capítulos del 2 a 6.

O+1 turno significa los datos originales trabajando 3 turnos (3 000 ton/año), más la alternativa 3 trabajando 1 turno; O+2 turnos significan los datos originales trabajando 3 turnos (3 000 ton/año) más la alternativa 3 trabajando 2 turnos y O+3 turnos significa los datos originales más la alternativa 3 trabajando 3 turnos.

Tabla 7.19 Ingreso de alternativa 3

| Producción ton/año | Número de frascos | Precio unitario | Ingreso total |
|--------------------|-------------------|-----------------|---------------|
| 3 000 | 6 000 000 | \$12.62 | \$ 75 720 000 |
| 3 000 + 450 | 6 900 000 | 12.62 | 87 078 000 |
| 3 000 + 1 500 | 9 000 000 | 12.62 | 113 580 000 |
| 3 000 + 2 400 | 10 800 000 | 12.62 | 136 296 000 |

Tabla 7.20 Alternativa 3 trabajando 1 turno (cifras redondeadas a miles)

| Concepto | O3+1 turnos – O3 | FNE incremental, años 1 a 5 |
|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Producción | 3 450 ton/año – 3 000 ton/año | 1 500 ton/año |
| + Ingreso (vea tabla 7.19) | 87 078 – 75 720 | 11 358 |
| - Costo total (vea tabla 7.18) | -75 508 – (-65 413) | -10 095 |
| = UAI | 11 570 – 10 307 | 1 263 |
| - Impuesto 47%* | -5 438 – (-4 844) | -594 |
| = UDI | 6 132 – 5 463 | 669 |
| + Depreciación | 927 – 443 | 484 |
| = FNE | 7 059 – 5 906 | 1 153 |

*Como es sabido, la tasa impositiva cambia con el tiempo y actualmente en México es mucho menor. Sin embargo, para fines de comparación con las condiciones originales se mantiene la misma tasa de impuestos.

Tabla 7.21 Alternativa 3 trabajando 2 turnos (cifras redondeadas a miles)

| Concepto | O3+2 turnos – O3 | FNE incremental, años 1 a 5 |
|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Producción | 4 500 ton/año – 3 000 ton/año | 450 ton/año |
| + Ingreso (vea tabla 7.19) | 113 580 – 75 720 | 37 860 |
| - Costo total (vea tabla 7.18) | -98 015 – (-65 413) | -32 602 |
| = UAI | 15 565 – 10 307 | 5 258 |
| - Impuesto 47%* | -7 316 – (-4 844) | -2 471 |
| = UDI | 8 249 – 5 463 | 2 787 |
| + Depreciación | 927 – 443 | 484 |
| = FNE | 9 176 – 5 906 | 3 271 |

*Ídem.

Tabla 7.22 Alternativa 3 trabajando 3 turnos (cifras redondeadas a miles)

| Concepto | O3+3 turnos – O3 | FNE incremental, años 1 a 5 |
|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Producción | 5 400 ton/año – 3 000 ton/año | 2 400 ton/año |
| + Ingreso (vea tabla 7.19) | 136 296 – 75 720 | 60 576 |
| - Costo total (vea tabla 7.18) | - 117 350 – (-65 413) | 51 937 |
| = UAI | 18 946 – 10 307 | 8 639 |
| - Impuesto 47%* | - 8 905 – (-4 844) | -4 060 |
| = UDI | 10 041 – 5 463 | 4 579 |
| + Depreciación | 927 – 443 | 484 |
| = FNE | 10 968 – 5 906 | 5 063 |

*Ídem.

Tabla 7.23 Inversión inicial de alternativa 4

| Activo fijo | Cantidad | Precio unitario | Costo total |
|---------------------------------------|----------|-----------------|-------------------|
| Banda de preesterilizadora de frascos | 18 m | 26 250 | 472 500 |
| Preesterilizadora de frascos | 1 | 201 700 | 211 785 |
| Envasadora | 1 | 163 350 | 171 518 |
| Tapadora | 1 | 108 100 | 113 050 |
| Esterilizadora | 1 | 482 900 | 507 045 |
| Etiquetadora | 1 | 122 400 | 128 520 |
| Lavadora de fruta | 1 | 115 500 | 121 275 |
| Tanque de mezcla AI | 1 | 61 000 | 64 050 |
| Tanque de escaldado AI | 3 | 84 800 | 267 120 |
| Tanque de concentración AI | 2 | 248 100 | 521 010 |
| Válvula de paso de AI | 3 | 6 500 | 19 500 |
| Bomba de 2 pulg AI | 3 | 16 900 | 50 700 |
| Banda de lavadora de fruta | 5 m | 25 000 | 26 250 |
| Estibas para esterilizadora | | 3 900 | 3 900 |
| Tubería 2 pulg AI | 12 m | 2 800 | 33 600 |
| Montacargas | 1 | 84 800 | 89 040 |
| Ventilador | 1 | 5 500 | 5 775 |
| Equipo de cómputo | — | 70 000 | 70 000 |
| Vehículos | 5 | 160 000 | 800 000 |
| Muebles de oficina | — | 25 000 | 25 000 |
| Materiales para obra civil | — | 485 000 | 485 000 |
| Nuevos sistemas de transporte | 6 | 172 500 | 172 500 |
| | | Total | \$4359 138 |

diarios produciendo 3 000 ton/año, incrementando la producción con la alternativa 2, en uno, 2 y 3 turnos. Los datos de depreciación se tomaron de las tablas 4.24 y 7.9.

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA ALTERNATIVA 4

Inversión inicial

El estudio técnico de la alternativa 4 consiste de una nueva línea de producción idéntica a la línea original, pero en esta nueva línea productiva sí hay necesidad de hacer las siguientes modificaciones estructurales a la construcción original:

Tabla 7.24 Activo diferido de alternativa 4

| Activo diferido | Costo |
|--|-------------------|
| Mover e instalar etiquetadora original | 28 500 |
| Mover e instalar esterilizadora original | 37 400 |
| Mover e instalar tapadora original | 30 000 |
| Supervisión de la obra | 128 000 |
| Instalar nuevos equipos y sistemas de transporte | 35 000 |
| Total | \$ 258 900 |

- Derribar los muros del almacén original.
- Acondicionar todas las áreas que eran jardines, lo cual implica techar y cambiar el piso.
- Construir un almacén de 11×25 m sobre el área productiva actual y construir oficinas de 9×25 m sobre el estacionamiento. Desde luego que se aprovecharía la construcción que ya existe en la planta alta y que actualmente es utilizada como oficinas.
- Se va a suponer que se requiere de una cimentación especial para instalar el almacén en la planta alta.
- Se compran más muebles de oficina.
- Se compra más equipo de cómputo.
- Se compran 5 elevadores de cangilones (o bandas inclinadas) para transportar materia prima y producto terminado entre el almacén (en el nivel superior) y el área productiva (en el nivel inferior), además de instalar un elevador inclinado de banda, para transportar toda la materia prima del área de descarga hacia el almacén y el producto terminado del almacén hacia el área de carga.
- En la nueva línea de producción sólo se compra un tanque de escaldado adicional.
- Se compran dos vehículos más para el reparto de producto terminado.
- Ya no se considera la renta de un almacén externo.

La inversión en activo diferido consiste en la supervisión de la obra y la instalación de los nuevos equipos de transporte.

Depreciación y amortización

Tabla 7.25 Depreciación y amortización

| Concepto | Valor | % | Cargo anual. Años 1 a 5 | VS fin de año 5 |
|-------------------|---------------------|----|----------------------------|---------------------|
| Activo fijo | 3 004 138 | 8 | 375 517 | 1 126 552 |
| Activo diferido | 258 900 | 10 | 25 890 | 129 450 |
| Vehículos | 800 000 | 25 | 200 000 | 0 |
| Equipo de cómputo | 70 000 | 35 | 24 500 | 0 |
| Obra civil | 485 000 | 5 | 24 250 | 363 750 |
| | \$ 4 618 038 | | 650 157 | \$ 1 619 752 |

Costos incrementales

La tabla 7.26 se construye bajo las mismas suposiciones que las anteriores tablas referidas a los costos totales de las alternativas 2 y 3. En el estudio técnico del ejemplo de esta parte se puede observar que la alternativa 4 consiste de una línea de producción de idéntica capacidad a la línea original, por tanto, sus costos también se considerarán una réplica de los costos de la línea original.

Tabla 7.26 Costos totales de la alternativa 4 (cifras redondeadas a miles de pesos)

| Concepto | Costo | Costo | Costo | Costo |
|--------------------|------------|-----------|------------|------------|
| Cantidad producida | 3 000 | 4 050 | 5 100 | 6 000 |
| Alternativa | 0 3 turnos | 0+1 turno | 0+2 turnos | 0+3 turnos |
| Producción | \$63 797 | \$86 126 | \$108 455 | \$127 594 |
| Administración | 598 | 658 | 724 | 796 |
| Ventas | 1 021 | 1 123 | 1 235 | 1 359 |
| Costo total | \$65413 | \$87 907 | \$110 414 | \$129 749 |
| Costo unitario | \$10.90 | \$10.85 | \$10.82 | \$10.81 |

Ingresos incrementales**Tabla 7.27 Ingreso de alternativa 4**

| Producción ton/año | Número de frascos | Precio unitario | Ingreso total |
|--------------------|-------------------|-----------------|---------------|
| 3 000 | 6 000 000 | \$12.62 | \$ 75 720 000 |
| 3 000 + 1 050 | 8 100 000 | \$12.62 | 102 222 000 |
| 3 000 + 2 100 | 10 200 000 | 12.62 | 128 724 000 |
| 3 000 + 3 000 | 12 000 000 | 12.62 | 151 440 000 |

Tabla 7.28 Alternativa 4 trabajando 1 turno (cifras redondeadas a miles)

| Concepto | O3+1 turno – O3 | FNE incremental, años 1 a 5 |
|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Producción | 4 050 ton/año – 3 000 ton/año | 1 050 ton/año |
| + Ingreso (vea tabla 7.27) | 102 222 – 75 720 | 26 502 |
| – Costo total (vea tabla 7.26) | –87 907 – (–65 413) | –22 494 |
| = UAI | 14 315 – 10 307 | 4 008 |
| – Impuesto 47%* | –6 728 – (–4 844) | –1 884 |
| = UDI | 7 587 – 5 463 | 2 124 |
| + Depreciación | 1 093 – 443 | 650 |
| = FNE | 8 680 – 5 906 | 2 774 |

*Como es sabido, la tasa impositiva cambia con el tiempo y actualmente en México es mucho menor. Sin embargo, para fines de comparación con las condiciones originales se mantiene la misma tasa de impuestos.

Tabla 7.29 Alternativa 4 trabajando 2 turnos (cifras redondeadas a miles)

| Concepto | O3+2 turnos – O3 | FNE incremental, años 1 a 5 |
|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Producción | 5 100 ton/año – 3 000 ton/año | 2 100 ton/año |
| + Ingreso (vea tabla 7.27) | 218 724 – 75 720 | 53 004 |
| – Costo total (vea tabla 7.26) | –110 414 – (–65 413) | –45 001 |
| = UAI | 18 310 – 10 307 | 8 003 |
| – Impuesto 47%* | –8 606 – (–4 844) | –3 761 |
| = UDI | 9 704 – 5 463 | 4 241 |
| + Depreciación | 1 093 – 443 | 650 |
| = FNE | 10 797 – 5 906 | 4 891 |

*Como es sabido, la tasa impositiva cambia con el tiempo y actualmente en México es mucho menor. Sin embargo, para fines de comparación con las condiciones originales se mantiene la misma tasa de impuestos.

Tabla 7.30 Alternativa 4 trabajando 3 turnos (cifras redondeadas a miles)

| Concepto | O3+3 turnos - O3 | FNE incremental, años 1 a 5 |
|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Producción | 6 000 ton/año - 3 000 ton/año | 3 000 ton/año |
| + Ingreso (vea tabla 7.27) | 151 400 - 75 720 | 75 720 |
| - Costo total (vea tabla 7.26) | - 129 749 - (-65 413) | 64 336 |
| = UAI | 21 691 - 10 307 | 11 384 |
| - Impuesto 47%* | - 10 195 - (-4 844) | -5 351 |
| = UDI | 11 496 - 5 463 | 6 033 |
| + Depreciación | 1 093 - 443 | 650 |
| = FNE | 12 589 - 5 906 | 6 683 |

*Ídem.

TMAR de la alternativa 4

Misma suposición hecha en el apartado de los costos totales incrementales de la alternativa 2.

Estado de resultados incremental

Para su cálculo se toman los mismos supuestos que en los cálculos previos.

EVALUACIÓN ECONÓMICA POR ANÁLISIS INCREMENTAL Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

La evaluación económica de cada uno de los diferentes niveles de producción de cada alternativa siempre se realizan calculando ya sea el *VPN* (valor presente neto) o la *TIR* (tasa interna de rendimiento), pero en este caso tanto la inversión inicial, así como los *FNE* y el valor de salvamento, son valores incrementales, por tanto, independientemente del valor que tenga la empresa original al momento de tomar la decisión de incrementar la capacidad instalada, la inversión incremental de cada alternativa es justamente la inversión realizada en esa alternativa; los *FNE* incrementales son los valores obtenidos en cada una de las tablas correspondientes y el *VS* incremental es también aquel mostrado en cada una de las tablas donde se ha calculado la depreciación y amortización de la nueva inversión; observe que este valor aparece en la columna de la extrema derecha de esas tablas.

Alternativa 2

Todos los datos están en miles:

- Producción incremental = 300 ton/año; $P = 2\ 643$; $VS = 927$; $FNE = 902$; $TMAR = 95\%$

$$VPN = -2\ 643 + 902 \left[\frac{((1.95))^5 - 1}{(0.95)((1.95))^5} \right] + 927 / ((1.95))^5$$

$$VPN = -1\ 694.32$$

Para calcular la *TIR* se iguala $VPN = 0$ y se determina la i por tanteo. ***TIR* = 26.43%**

- Producción incremental = 750 ton/año; $P = 2\ 643$; $VS = 927$; $FNE = 1\ 755$; $TMAR = 95\%$

$$VPN = -2\ 643 + 1\ 755 \left[\frac{((1.95))^5 - 1}{(0.95)((1.95))^5} \right] + 927 / ((1.95))^5$$

$$VPN = -828.27$$

Para calcular la *TIR* se iguala $VPN = 0$ y se determina la i por tanteo. ***TIR* = 62.47%**

- Producción incremental = 1 200 ton/año; $P = 2\,643$; $VS = 927$; $FNE = 2\,599$; $TMAR = 95\%$

$$VPN = -2\,643 + 2\,599[\frac{((1.95))^5 - 1}{(0.95)((1.95))^5}] + 927/((1.95))^5$$

$$VPN = 28.63$$

Para calcular la TIR se iguala $VPN = 0$ y se determina la i por tanteo. $TIR = 96.10\%$

Alternativa 3

Todos los datos están en miles:

- Producción incremental = 450 ton/año; $P = 3\,337$; $VS = 1\,067$; $FNE = 1\,153$; $TMAR = 95\%$

$$VPN = -3\,337 + 1\,153[\frac{((1.95))^5 - 1}{(0.95)((1.95))^5}] + (1\,067)/((1.95))^5$$

$$VPN = -2\,128.5$$

Para calcular la TIR se iguala $VPN = 0$ y se determina la i por tanteo. $TIR = 26.5\%$

- Producción incremental = 1 500 ton/año; $P = 3\,337$; $VS = 1\,067$; $FNE = 3\,271$; $TMAR = 95\%$

$$VPN = -3\,337 + 3\,271[\frac{((1.95))^5 - 1}{(0.95)((1.95))^5}] + (1\,067)/((1.95))^5$$

$$VPN = 21.88$$

Para calcular la TIR se iguala $VPN = 0$ y se determina la i por tanteo. $TIR = 95.67\%$

- Producción incremental = 2 400 ton/año; $P = 3\,337$; $VS = 1\,067$; $FNE = 5\,063$; $TMAR = 95\%$

$$VPN = -3\,337 + 5\,063[\frac{((1.95))^5 - 1}{(0.95)((1.95))^5}] + (1\,067)/((1.95))^5$$

$$VPN = 1\,841.29$$

Para calcular la TIR se iguala $VPN = 0$ y se determina la i por tanteo. $TIR = 150.67\%$

Alternativa 4

Todos los datos están en miles:

- Producción incremental = 1 050 ton/año; $P = 4\,618$; $VS = 1\,620$; $FNE = 2\,774$; $TMAR = 95\%$

$$VPN = -4\,618 + 2\,774[\frac{((1.95))^5 - 1}{(0.95)((1.95))^5}] + (1\,620)/((1.95))^5$$

$$VPN = -1\,744.1$$

Para calcular la TIR se iguala $VPN = 0$ y se determina la i por tanteo. $TIR = 55.62\%$

- Producción incremental = 2 100 ton/año; $P = 4\,618$; $VS = 1\,620$; $FNE = 4\,891$; $TMAR = 95\%$

$$VPN = -4\,618 + 4\,891[\frac{((1.95))^5 - 1}{(0.95)((1.95))^5}] + (1\,620)/((1.95))^5$$

$$VPN = -405.272$$

Para calcular la TIR se iguala $VPN = 0$ y se determina la i por tanteo. $TIR = 103.94\%$

- Producción incremental = 3 000 ton/año; $P = 4\,618$; $VS = 1\,620$; $FNE = 6\,683$; $TMAR = 95\%$

$$VPN = -4\,618 + 6\,683 \left[\frac{((1.95))^5 - 1}{(0.95)((1.95))^5} \right] + (1\,620) / ((1.95))^5$$

$$VPN = 2\,224.69$$

Para calcular la *TIR* se iguala $VPN = 0$ y se determina la *i* por tanteo. ***TIR* = 143.61%**

Los resultados dicen que ninguna de las alternativas es mala en cuanto a rentabilidad, pues al parecer la tecnología se utiliza de manera adecuada, ya que la mínima tasa de rendimiento es de 26.43%. La suposición es que los propietarios de la empresa han decidido que ya tienen el suficiente prestigio y calidad reconocida en el mercado, como para que cada nueva inversión que hagan en la propia empresa les proporcione al menos una ganancia de 95%, y desde este punto de vista sólo cuatro de las seis alternativas de producción cumplen con el requisito de superar esa tasa de ganancia.

La decisión final de inversión radica en la certeza que tenga la propia empresa sobre las ventas que puede lograr en el futuro. Es claro que para cualquier alternativa mientras más se utilice la inversión hecha en esa alternativa, el rendimiento económico va a aumentar. Para aclarar más la base sobre la cual se tomará la decisión se construyen unas gráficas como las que se muestran en las figuras 7.17, 7.18 y 7.19. Las gráficas muestran cómo se comporta la producción y la rentabilidad obtenida respecto al tiempo. Las demandas pronosticadas, optimista y pesimista fueron tomadas de la figura 7.3. Las flechas que señalan el incremento de producción, indican que ese nivel de producción se alcanza cuando se trabaja el turno completo; lo mismo sucede con la rentabilidad, por ejemplo, en la alternativa 2 se obtiene una rentabilidad de 26.43% si se trabaja todo un turno completo, se alcanza 62.17% de rentabilidad si se trabajan 2 turnos completos y se obtiene 96.10% al trabajar tres turnos completos.

Lo que dice la figura 7.17 es que si se invirtiera en la alternativa 2, trabajando un solo turno, más o menos al final del tercer año ya no se alcanzaría a cubrir ni siquiera la demanda pesimista por lo que habría que empezar a trabajar otro turno el cual, para el quinto año de operación, estaría trabajando a 50% y el rendimiento sería cercano a 50%. La conclusión de la alternativa 2 es que no se debe invertir en ella, porque en caso de que la demanda creciera a los niveles de los pronósticos optimistas, la alternativa sería insuficiente para cubrir esta demanda para el año 5. Aun trabajando 3 turnos, al final del tercer año se saturaría totalmente la capacidad productiva de esta alternativa.

En la alternativa 3 existe un fenómeno interesante de analizar y es que el área que cubren 2 turnos de trabajo es mucho mayor que el área cubierta trabajando sólo 1 turno o trabajando 3 turnos. Esto se debe al cambio de tecnología descrito en el estudio técnico, donde se recordará que se introduce un nuevo tanque de escaldado y un nuevo tanque de concentración, que al utilizarse de manera más intensiva con dos turnos de trabajo se incrementa sustancialmente la rentabilidad. No sucede lo mismo con el tercer turno, pues siempre se trabajan menos horas en la noche y esto hace que disminuya la rentabilidad.

Observe que en esta alternativa al trabajar un turno en los 5 años se cubre casi el total de la demanda pesimista pronosticada y con 3 turnos de trabajo se cubre 80% de la demanda optimista pronosticada (2 400 de 3 000 ton). Incluso trabajando 3 turnos es la alternativa que presenta la mayor rentabilidad de todas las alternativas con un rendimiento de 150.67%. Otra ventaja que presenta esta alternativa es que no es necesario construir prácticamente nada, excepto el aprovechamiento de las áreas de expansión, lo cual está considerado en todas las alternativas. Esto significa que en caso de que la demanda pronosticada no llegara a los niveles de la demanda optimista, se podría ya no rentar los almacenes externos, esto es, no se compromete tanto capital invertido como en la alternativa 4.

Esta alternativa es la más riesgosa de todas, ya que es donde se realiza la mayor inversión, esperando alcanzar las ventas de la máxima demanda optimista pronosticada. Si esto no sucede se quedaría una buena inversión ociosa en construcción y en equipo, pues podría ser necesario trabajar sólo 1 o 2 turnos para cubrir la demanda real que se presente en los años futuros y se puede observar que el rendimiento económico bajaría sustancialmente.

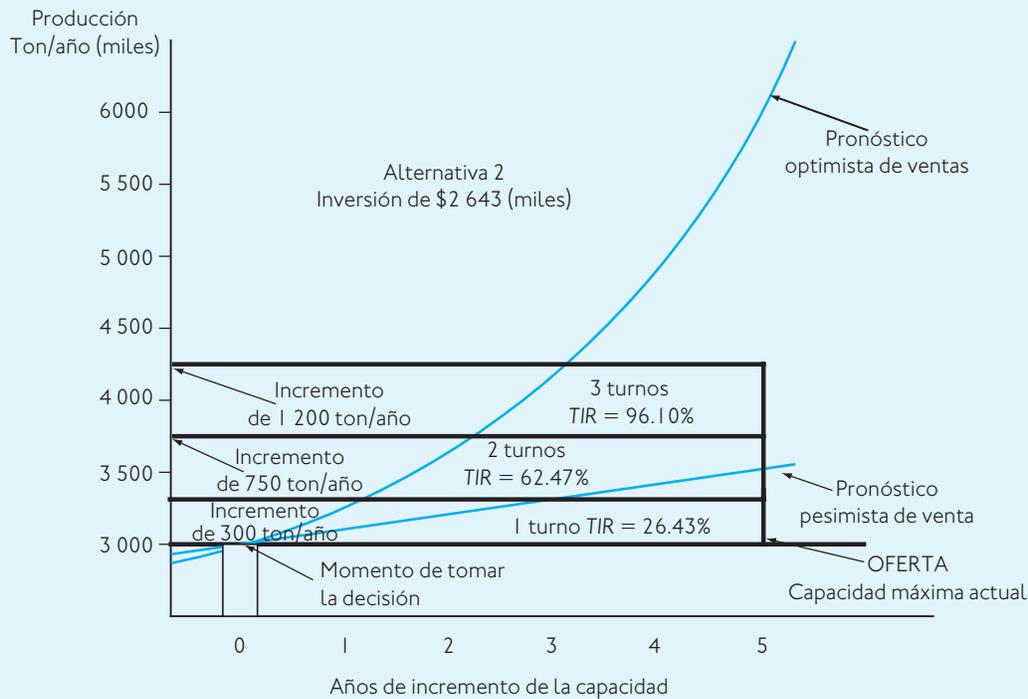


Figura 7.17 Alternativa 2 y los rendimientos económicos obtenidos.

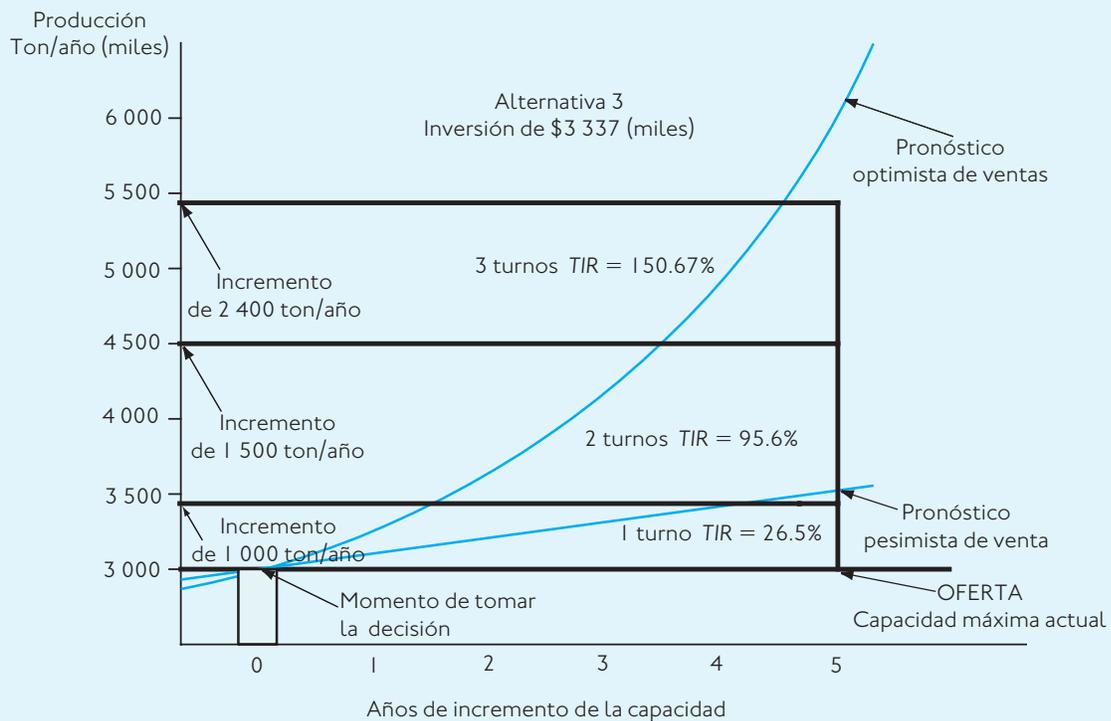


Figura 7.18 Alternativa 3 y los rendimientos económicos obtenidos.

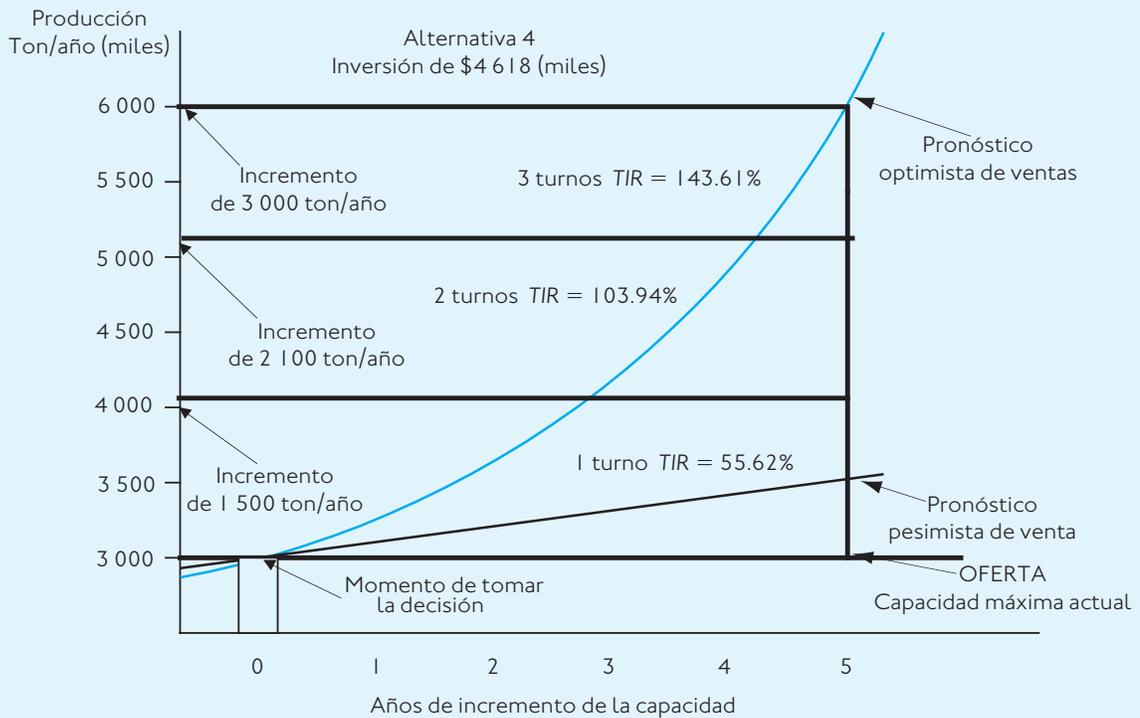


Figura 7.19 Alternativa 4 y los rendimientos económicos obtenidos.

La conclusión general es seleccionar la alternativa 3 por:

- No tener una inversión tan elevada, lo que disminuye el riesgo de la inversión.
- Ser mucho más flexible en el sentido de que si la demanda futura no es tan elevada, se puede dejar de rentar los almacenes.
- Presenta la alternativa con mayor rentabilidad.

Conclusiones generales de la metodología

El objetivo de una metodología es mostrar una serie de pasos (o métodos), que conduzcan a alguien con un problema específico a obtener una solución razonada, en términos de los métodos empleados para la solución del problema. En este caso, el problema planteado inicialmente es confrontarse con una decisión de inversión para incrementar la capacidad instalada de una empresa de manufactura, y que actualmente no existen metodologías específicas para tomar este tipo de decisiones de forma adecuada.

De todo el análisis presentado, el método propuesto se puede resumir en los siguientes pasos:

- Con base en los registros históricos de las ventas de la empresa, se debe construir una gráfica que muestre la capacidad de producción máxima actual, a la cual se le llamará *oferta*. Calcular un estimado optimista y pesimista de la demanda de los productos que tendrá la empresa; el horizonte del pronóstico debe ser al menos de 5 años. Calcular la magnitud anual de la *demanda potencial insatisfecha*, entendida como la diferencia entre la capacidad de producción máxima de la empresa y la demanda calculada en el futuro. Vea la figura 7.3
- Hacer un análisis exhaustivo de la tecnología en uso y disponible en el mercado para:
- No detener la producción actual mientras se realizan las obras físicas de expansión de la capacidad productiva.

- Aprovechar todas las áreas de expansión que pudieran existir en la empresa y dentro del área de producción.
- En la medida de lo posible, ir adquiriendo equipos y maquinaria de producción, conforme se incrementa la demanda a través de los años. Esto evitaría hacer fuertes inversiones en equipos de gran capacidad y que estuvieran con bajo aprovechamiento durante los primeros años.
- Determinar el incremento de la producción por turno de trabajo.
- Observar con especial interés la necesidad de incrementar la capacidad del espacio de almacenes dado el incremento de la producción.
- Determinar el flujo neto de efectivo incremental para cada una de las alternativas generadas.
- Determinar la rentabilidad incremental ya sea en forma de *VPN* incremental o de *TIR* incremental.
- Elaborar una gráfica final por cada alternativa, que muestre cómo dicha alternativa cubre la demanda potencial insatisfecha, optimista y pesimista, a través de los años y cuál es la rentabilidad económica obtenida en cada caso. Vea las figuras 7.17 a 7.19.

Preguntas y problemas

1. ¿Cómo procedería al cálculo de la *DPI* de una empresa que quiere incrementar su capacidad de producción si no se tienen registros históricos de sus ventas?
2. Mencione al menos dos estrategias que sería conveniente adoptar para llegar a cumplir los pronósticos optimistas de ventas.
3. Discuta por qué no es conveniente calcular el punto de equilibrio en estudios de incremento de la capacidad instalada.
4. Para la alternativa 4 del ejemplo mostrado, sugiera otros métodos de transporte de materiales y proponga una nueva distribución de planta para los mismos.
5. Sugiera al menos otra alternativa para incrementar la capacidad productiva de la empresa elaboradora de mermeladas, que implique la compra de equipos de otras capacidades distintas a las señaladas.