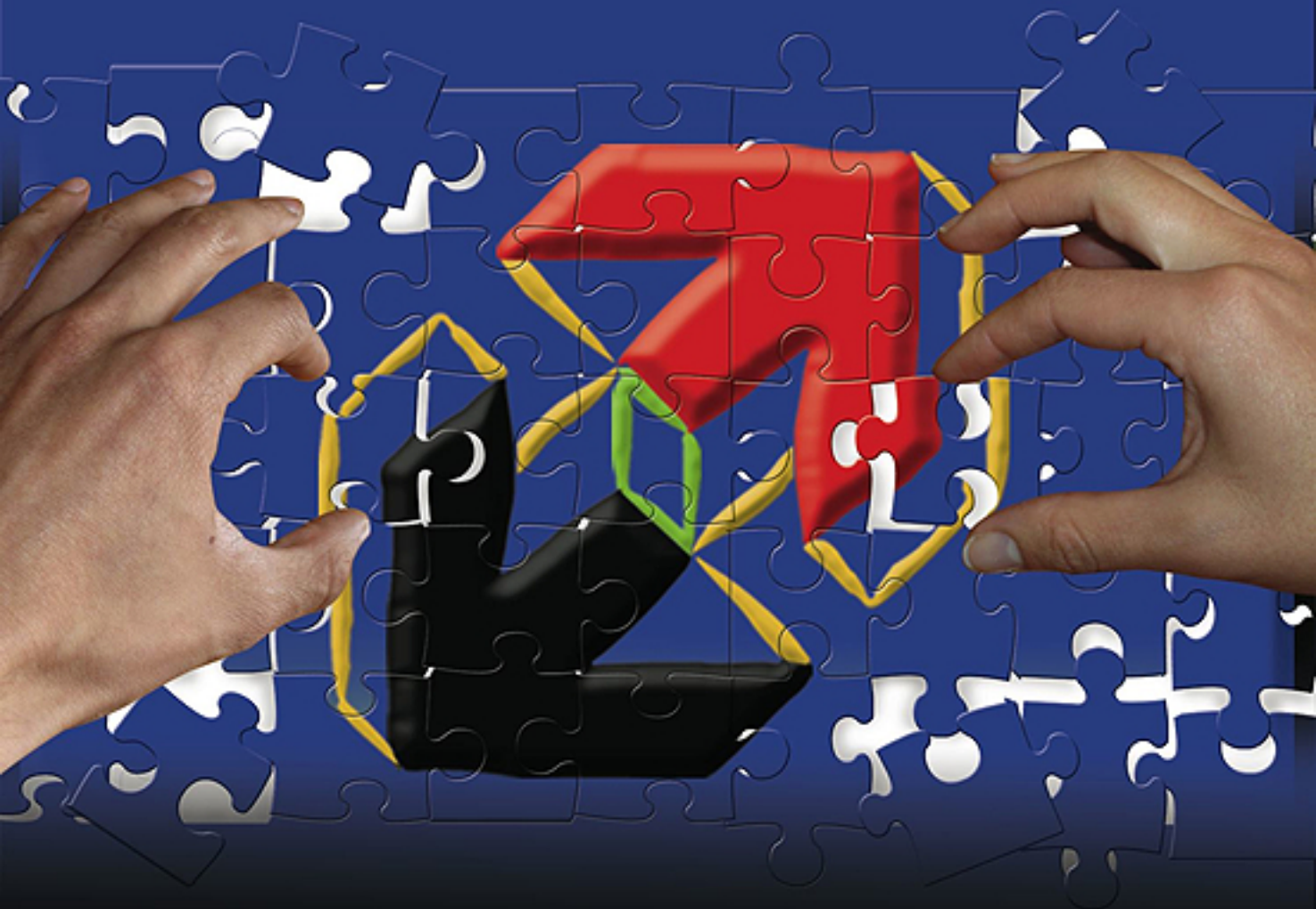
PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS

Quinta edición



Preparación y evaluación de proyectos

Quinta edición

Nassir Sapag Chain
Reinaldo Sapag Chain

Revisor Técnico
Álvaro Alfonso Moreno Suárez
Decano de Economía
Escuela Colombiana de Ingeniería
Presidente Asociación Colombiana de Facultades
y Departamentos de Economía - Afadeco
Bogotá, Colombia

BOGOTÁ • SANTIAGO • BUENOS AIRES • CARACAS • GUATEMALA • LISBOA • MADRID
MÉXICO • NUEVA YORK • PANAMÁ • SAN JUAN • SÃO PAULO • AUCKLAND • HAMBURGO
Londres · Milán · Montreal · Nueva Delhi ·París · San Francisco · Sidney
Singapur · St. Louis · Tokio · Toronto

Editora: Lily Solano Arévalo
Manufactura Colombia: Bibiana García
Diagramación: Yolanda Alarcón

Preparación y evaluación de proyectos. Quinta edición

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra, por cualquier medio, sin autorización escrita del editor.

McGraw-Hill Interamericana

DERECHOS RESERVADOS © 2008, respecto a la cuarta edición por McGraw-Hill Interamericana S.A.

Carrera 11 No. 93-46 oficina 301. Bogotá, D.C., Colombia.

ISBN 10: 956-278-206-9
ISBN 13: 978-956-278-206-7

Impreso en Colombia Printed in Colombia

5123468907 1234567890

Impreso en Colombia Printed in Colombia

A nuestras esposas, Cristina y Silvia, y a nuestros hijos, Álvaro, Andrea, Carolina, Claudio, José y Verónica, quienes aceptaron sacrificar tantas horas que les pertenecían y que les fueron sustraídas en la absorbente tarea de preparación de este proyecto.

A nuestro padre, Chucri,
un inmigrante llegado desde muy lejos, que dedicó hasta el último minuto de su vida a la realización de proyectos. De él aprendimos que el empuje, la dedicación e imaginación son tanto o más necesarios que el conocimiento teórico para el éxito de los proyectos.

A nuestra madre, Amelia,
símbolo de abnegación y apoyo incondicional, sin cuya ayuda ningún proyecto hubiera sido posible de concretar.

A nuestro hermano Manir, que no alcanzó a ver realizados sus proyectos y sus sueños.

Nuestro especial agradecimiento a todos los docentes por sus comentarios y sugerencias. Esta obra es el resultado de sus contribuciones.

Los autores

Contenido

Prólogo a la quinta edición xiii
Agradecimientos xv

Capítulo 1

El estudio de proyectos 1
1.1 Preparación y evaluación de proyectos 1
1.2 La toma de decisiones asociadas con un proyecto 4
1.3 Tipología de los proyectos 5
1.4 La evaluación de proyectos 7
1.5 Evaluación social de proyectos 9
1.6 Los proyectos en la planificación del desarrollo 10
Resumen 14
Preguntas y problemas 15
Bibliografía 17

Capítulo 2

El proceso de preparación y evaluación de proyectos 18
2.1 Alcances del estudio de proyectos 18
2.2 El estudio del proyecto como proceso cíclico 21
2.3 El estudio técnico del proyecto 24
2.4 El estudio del mercado 26
2.5 El estudio organizacional-administrativo-legal 28
2.6 El estudio financiero 29
2.7 El estudio del impacto ambiental 31
Resumen 37
Preguntas y problemas 38
Bibliografía 41

Capítulo 3

Estructura económica del mercado 42
3.1 Estructura del mercado ... 43
3.2 La demanda de un producto ... 44
3.3 La determinación del precio en los monopolios naturales ... 52
3.4 La oferta ... 55
Resumen ... 59
Preguntas y problemas ... 60
Bibliografía ... 62

Capítulo 4

El estudio de mercado 63
4.1 El mercado del proyecto ... 64
4.2 Objetivos del estudio de mercado ... 68
4.3 Etapas del estudio de mercado ... 69
4.4 El consumidor ... 71
4.5 Estrategia comercial ... 73
4.6 Análisis del medio ... 79
4.7 La demanda ... 81
Resumen ... 84
Preguntas y problemas ... 85
Bibliografía ... 88

Capítulo 5

Técnicas de proyección del mercado 89
5.1 El ámbito de la proyección ... 90
5.2 Métodos de proyección ... 90
5.3 Métodos cualitativos ... 91
5.4 Modelos causales ... 96
5.5 Modelos de series de tiempo ... 103
Resumen ... 112
Preguntas y problemas ... 113
Bibliografía ... 117

Capítulo 6

Estimación de costos 118
6.1 Información de costos para la toma de decisiones ... 118
6.2 Costos diferenciales ... 119
6.3 Costos futuros ... 121
6.4 Costos pertinentes de sustitución de instalaciones ... 123
6.5 Sustitución con aumento de capacidad ... 125
6.6 Elementos relevantes de costos ... 125
6.7 Costos sepultados ... 126
6.8 Costos pertinentes de producción ... 127
6.9 Funciones de costos de corto plazo ... 128
6.10 Análisis costo-volumen-utilidad ... 129
6.11 Costos contables ... 131
6.12 Tratamiento del costo IVA (Impuesto al Valor Agregado) ... 134
Resumen ... 137
Preguntas y problemas ... 138
Bibliografía ... 143

Capítulo 7

Antecedentes económicos del estudio técnico 144
7.1 Alcances del estudio de ingeniería ... 144
7.2 Proceso de producción ... 145
7.3 Efectos económicos de la ingeniería ... 146
7.4 Economías de escala ... 147
7.5 El modelo de Lange para determinar la capacidad productiva óptima ... 150
7.6 Inversiones en equipamiento ... 154
7.7 Valorización de las inversiones en obras físicas ... 158
7.8 Balance de personal ... 160
7.9 Otros costos ... 162
7.10 Elección entre alternativas tecnológicas ... 164
Resumen ... 172
Preguntas y problemas ... 173
Bibliografía ... 180

Capítulo 8

La determinación del tamaño 181
8.1 Factores que determinan el tamaño de un proyecto ... 181
8.2 Economía del tamaño ... 184
8.3 La optimización del tamaño ... 187
8.4 El tamaño de un proyecto con mercado creciente ... 190
8.5 El tamaño de un proyecto con demanda constante ... 193
Resumen ... 195
Preguntas y problemas ... 196
Bibliografía ... 201

Capítulo 9

Decisiones de localización 202
9.1 El estudio de la localización ... 203
9.2 Factores de localización ... 204
9.3 Métodos de evaluación por factores no cuantificables ... 208
9.4 Método cualitativo por puntos ... 209
9.5 El método de Brown y Gibson ... 210
9.6 Maximización del valor actual neto ... 214
9.7 La demanda y las áreas de influencia ... 215
Resumen ... 220
Preguntas y problemas ... 221
Bibliografía ... 225

Capítulo 10

Efectos económicos de los aspectos organizacionales 226
10.1 El estudio de la organización del proyecto ... 226
10.2 Efectos económicos de las variables organizacionales ... 228
10.3 Factores organizacionales ... 229
10.4 Inversiones en organización ... 232
10.5 Costos de la operación administrativa ... 233
10.6 La importancia de los sistemas y procedimientos administrativos en la preparación y evaluación de proyectos ... 235
10.7 Impacto de un proyecto sobre la estructura administrativa existente ... 237
10.8 Análisis de contratos en empresas en funcionamiento ... 237

Resumen 239
Preguntas y problemas 240
Bibliografía 243

Capítulo 11

Antecedentes económicos del estudio legal 244
11.1 La importancia del marco legal 244
11.2 Principales consideraciones económicas del estudio legal 246
11.3 Algunos efectos económicos del estudio legal 249
11.4 El ordenamiento jurídico de la organización social 251
11.5 Un ejemplo de la incidencia de los resultados de la preparación del proyecto en los aspectos legales 252
Resumen 255
Preguntas y problemas 256
Bibliografía 258

Capítulo 12

Las inversiones del proyecto 259
12.1 Inversiones previas a la puesta en marcha 259
12.2 Inversión en capital de trabajo 262
12.3 Método contable 263
12.4 Método del periodo de desfase 267
12.5 Método del déficit acumulado máximo 268
12.6 Inversiones durante la operación 269
Resumen 270
Preguntas y problemas 271
Bibliografía 274

Capítulo 13

Beneficios del proyecto 275
13.1 Tipos de beneficios 275
13.2 Valores de desecho 277
13.3 Políticas de precio 283
13.4 Análisis de rentabilidad para la fijación de precios 285

Resumen 286
Preguntas y problemas 287
Bibliografía 290

Capítulo 14

Construcción de flujos de caja 291
14.1 Elementos del flujo de caja 291
14.2 Estructura de un flujo de caja 294
14.3 Flujo de caja del inversionista 297
14.4 Flujos de caja de proyectos en empresas en marcha 303
14.5 EBITDA 306
Resumen 309
Preguntas y problemas 311
Bibliografía 313

Capítulo 15

Criterios de evaluación de proyectos 314
15.1 Fundamentos de matemáticas financieras 314
15.2 El criterio del valor actual neto (VAN) 321
15.3 El criterio de la tasa interna de retorno (TIR) 323
15.4 Tasa interna de retorno (TIR) *versus* valor actual neto (VAN) 326
15.5 Otros criterios de decisión 329
15.6 Efectos de la inflación en la evaluación del proyecto 335
Resumen 339
Preguntas y problemas 340
Bibliografía 342

Capítulo 16

Tasa de descuento 343
16.1 El costo de capital 344
16.2 El costo de la deuda 353
16.3 El costo del capital propio o patrimonial 354

16.4 Modelo de los precios de los activos de capital para determinar el costo del patrimonio 355
16.5 Tasa promedio de las empresas *versus* CAPM 364
16.6 El problema de agencia 365
Resumen 367
Preguntas y problemas 368
Bibliografía 370

Capítulo 17

Análisis de riesgo 371
17.1 El riesgo en los proyectos 371
17.2 La medición del riesgo 373
17.3 Métodos para tratar el riesgo 375
17.4 Dependencia e independencia de los flujos de caja en el tiempo 376
17.5 El método del ajuste a la tasa de descuento 379
17.6 El método de la equivalencia a certidumbre 381
17.7 Uso del árbol de decisión 383
17.8 Modelo de simulación de Monte Carlo 386
Resumen 394
Preguntas y problemas 395
Bibliografía 397

Capítulo 18

Análisis de sensibilidad 398
18.1 Consideraciones preliminares 399
18.2 Modelo unidimensional de la sensibilización del VAN 400
18.3 Modelo multidimensional de la sensibilización del VAN, simulación de Monte Carlo 403
18.4 Usos y abusos de la sensibilidad 406
Resumen 407
Preguntas y problemas 408
Bibliografía 410

Capítulo 19

Preparación y evaluación social de proyectos 411
19.1 Preparación y evaluación social de proyectos 413
19.2 Costos y beneficios sociales 415
19.3 Incidencia de los efectos indirectos o las externalidades 417
19.4 Incidencia de los efectos intangibles 418
19.5 Incidencia de la tasa social de descuento 419
19.6 Evaluación privada y social 420
19.7 Una aplicación 422
Resumen 435
Preguntas y problemas 436
Bibliografía 437

Índice 438

Prólogo a la quinta edición

Han transcurrido veinticuatro años desde 1983, año en el que se presentara por primera vez este libro con el patrocinio de la Universidad de Chile. Durante este tiempo hemos desarrollado una vasta actividad docente y académica, tanto en Chile como en todos los países de habla hispana.

La decisión de empezar a escribir esta obra para nuestros queridos alumnos de la Universidad de Chile nació en 1979, tiempo desde el cual hemos madurado y nos hemos exigido cada vez más. Por cierto, en esos momentos nunca sospechamos que nuestro esfuerzo y entrega a la docencia podrían entusiasmar a una de las más importantes editoriales del mundo, McGraw Hill Interamericana, a editar nuestro libro, el que hoy es utilizado en todos los países latinoamericanos y en España. Por ello, nuestro primer agradecimiento es para esta editorial.

Ese invaluable apoyo hace que nos sintamos obligados a entregar todas nuestras capacidades y experiencias con el fin de mejorar permanentemente este texto. Con él, todos los estudiosos dispondrán de un instrumental valioso que les permita no sólo conocer y estudiar las técnicas de preparación y evaluación de proyectos, sino, principalmente, poder utilizarlas y sentir que el esfuerzo destinado a conocer y a aprender de esta metodología investigativa les permitirá aplicarlas en su vida profesional y apreciar posteriormente cómo los proyectos han contribuido eficazmente al desarrollo de las empresas y, por ende, al desarrollo de sus respectivos países, generando empleo, bienestar y la satisfacción de las múltiples necesidades de la sociedad y de sus habitantes.

Hemos sostenido permanentemente que siempre nos quedaría mucho por estudiar, investigar y proponer. Lo decíamos en la primera edición de este libro y lo volvemos a repetir hoy día, veinticuatro años después, puesto que el conocimiento científico y tecnológico nunca podrá detenerse. Una vez más nuestro ánimo ha sido el de contribuir con nuevas propuestas, con el objetivo de que las decisiones requeridas en la asignación de recursos se adopten correctamente.

En nuestras múltiples y permanentes asesorías a empresas y proyectos concretos, hemos participado durante estos veinticuatro años en la aplicación completa y constante de las técnicas descritas en este libro, lo cual nos ha permitido tener una visión palpable de la utilización efectiva de las metodologías que se analizan en el texto, por lo que podemos asegurarle al lector que le estamos entregando herramientas útiles y de aplicación recurrente tanto para nuevos proyectos como para las empresas en funcionamiento.

Prácticamente todos los capítulos del libro han tenido modificaciones, consistentes en la incorporación de los nuevos conceptos que estimamos serán de gran utilidad para nuevos alumnos y estudiosos del tema. Así mismo, hemos trabajado en conjunto con el profesor José Manuel Sapag Puelma, autor del texto Evaluación de proyectos, guía de problemas y ejercicios –también editado recientemente por McGraw Hill Interamericana– y en el cual aparecen los ejercicios donde se aplican estas técnicas, con el fin de que éstos se incorporen en su texto, el que ha contado con nuestra revisión y aprobación.

Esta Guía de ejercicios del profesor Sapag Puelma constituye un complemento necesario a este texto. En cada capítulo de nuestro libro hacemos mención a los ejercicios, con su respectiva numeración, aplicables a cada materia tratada cuya respectiva solución aparece en el libro de ejercicios.

El esfuerzo que hemos desarrollado para actualizar y reformular algunos capítulos, como también el trabajo intelectual incorporado en la determinación de nuevas metodologías, nos obligan a reconocer las contribuciones y el apoyo que nos brindaron destacados profesores universitarios chilenos. Reiteramos nuestra deuda de gratitud para con el profesor Rodrigo Fuentes, de las Universidades de Chile y Central y al profesor José Manuel Sapag, de la Universidad Diego Portales, quienes siempre estuvieron disponibles para contribuir a mejorar el texto y a entregar sus conocimientos para que esta nueva edición pudiera concretarse de acuerdo con lo planificado.

También agradecemos al ingeniero Santiago Torres, de la Universidad de Chile, quien desde su cargo de gerente corporativo de Desarrollo Sustentable de la Corporación del Cobre de Chile (Codelco) contribuyó en los aspectos relativos a los estudios de impacto ambiental.

También deseamos reiterar los aportes que efectuaron en los cambios de la edición pasada los profesores Gregorio Donoso de la Universidad Gabriela Mistral y Andrés Toledo de la Universidad Adolfo Ibáñez.

Por último, tenemos que hacer extensiva nuestra deuda de gratitud a algunos de nuestros alumnos tesistas, hoy ingenieros comerciales, quienes desarrollaron algunas investigaciones cuyas conclusiones han sido incorporadas parcialmente en esta edición. Nos referimos a los señores Fernando González y Patricio Leiva, de la Universidad de Chile.

Agradecimientos

El esfuerzo que hemos desarrollado para actualizar y reformular algunos capítulos, como también el trabajo intelectual incorporado en las nuevas metodologías y en el capítulo agregado de evaluación social de proyectos, nos obligan a reconocer las contribuciones y el apoyo que nos brindaron destacados profesores universitarios chilenos. Agradecemos las largas horas entregadas con dedicación y entusiasmo por los profesores Gregorio Donoso, de la Universidad Gabriela Mistral, y José Manuel Sapag, de la Universidad Diego Portales, quienes siempre estuvieron disponibles para contribuir a mejorar el texto y a entregar sus conocimientos para que esta nueva edición pudiera concretarse de acuerdo a lo planificado. También tenemos que destacar los aportes y las revisiones que efectuaron los profesores Andrés Toledo, de la Universidad Adolfo Ibáñez, y Gabriel Bañera, de la Universidad Diego Portales. Otro tanto para Rodrigo Fuentes Díaz, de la Sociedad de Profesionales Sapag y Sapag Consultores Ltda., quien con dedicación y cariño se preocupó de la revisión y el mejoramiento de algunos de los originales.

Nuestra deuda de gratitud tenemos que hacerla extensiva a nuestras secretarias, Alejandra Ortega, del Centro de Investigación Aplicada para el Desarrollo de la Empresa (CÍADE), de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Chile, y Lorena Ahumada, de Sapag y Sapag Consultores Ltda, quienes con tenacidad y eficiencia contribuyeron significativamente en el delicado y laborioso trabajo de interpretación de algunos originales y su posterior traspaso y ordenamiento computacional.

Por último, queremos agradecer una vez más a nuestras familias las que, además de brindarnos con entusiasmo su apoyo, estímulo, tiempo y cariño, estuvieron también dispuestas a comprendernos por quitarles horas, tiempo y compañía que les pertenecían. Nuestras familias han ido creciendo con yernos, nueras y nietos, por lo que con esta edición nuestra gratitud nos compromete con más personas a las que tanto queremos.

Nassir Sapag Chain
Reinaldo Sapag Chain

Capítulo 1

El estudio de proyectos

La preparación y evaluación de proyectos se ha transformado en un instrumento de uso prioritario entre los agentes económicos que participan en cualquiera de las etapas de la asignación de recursos para implementar iniciativas de inversión.

El objetivo de este capítulo es introducir los conceptos básicos de una técnica que busca recopilar, crear y analizar, de manera sistemática, un conjunto de antecedentes económicos que permitan juzgar cualitativa y cuantitativamente las ventajas y desventajas de asignar recursos a una determinada iniciativa. Los alcances de la ciencia económica y de las distintas técnicas se han desarrollado para la medición adecuada de esas ventajas y desventajas constituyen los elementos básicos de análisis de este texto.

Para muchos, la preparación y evaluación de un proyecto es un instrumento de decisión que determina que si éste se muestra rentable debe implementarse, pero que si resulta no rentable debe abandonarse. Nuestra opción es que la técnica no debe ser tomada como decisional, sino como una posibilidad de proporcionar más información a quien debe decidir. Así, será posible rechazar un proyecto rentable y aceptar uno no rentable.

1.1 Preparación y evaluación de proyectos

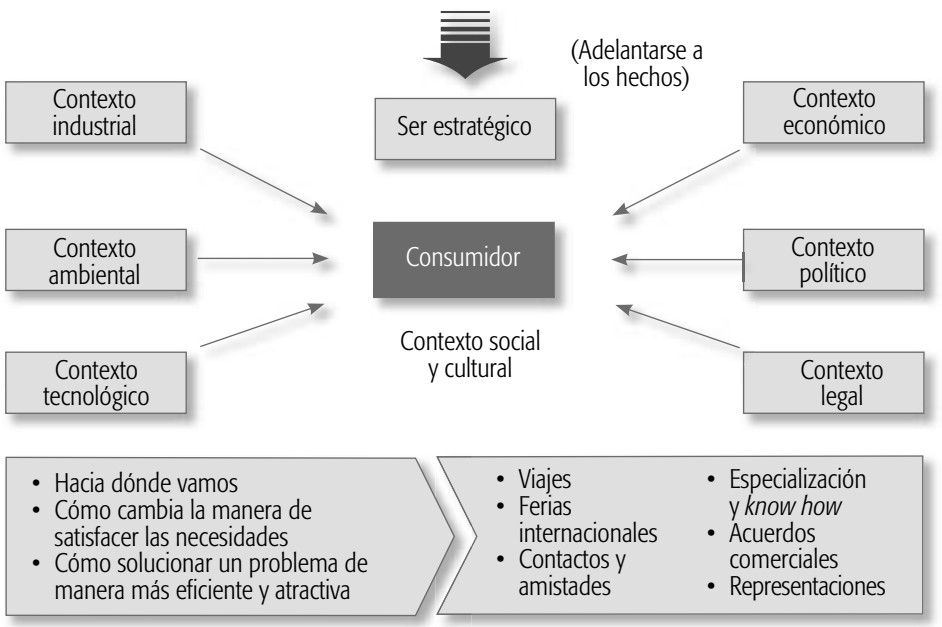
Un proyecto es, ni más ni menos, la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendiente a resolver, entre tantos, una necesidad humana. Cualquiera que sea la idea que se pretende implementar, la inversión, la

metodología o la tecnología por aplicar, ella conlleva necesariamente la búsqueda de proposiciones coherentes destinadas a resolver las necesidades de la persona humana.

El proyecto surge como respuesta a una "idea" que busca la solución de un problema (reemplazo de tecnología obsoleta, abandono de una línea de productos) o la manera de aprovechar una oportunidad de negocio. Ésta por lo general corresponde a la solución de un problema de terceros, por ejemplo, la demanda insatisfecha de algún producto, o la sustitución de importaciones de productos que se encarecen por el flete y los costos de distribución en el país.

Si se desea evaluar un proyecto de creación de un nuevo negocio, ampliar las instalaciones de una industria, o reemplazar su tecnología, cubrir un vacío en el mercado, sustituir importaciones, lanzar un nuevo producto, proveer servicios, crear polos de desarrollo, aprovechar los recursos naturales, sustituir producción artesanal por fabril o por razones de Estado y seguridad nacional, entre otros, ese proyecto debe evaluarse en términos de conveniencia, de manera que se asegure que resolverá una necesidad humana eficiente, segura y rentablemente (ver gráfico 1.1). En otras palabras, se pretende dar la mejor solución al "problema económico" que se ha planteado, y así conseguir que se disponga de los antecedentes y la información necesarios para asignar racionalmente los recursos escasos a la alternativa de solución más eficiente y viable frente a una necesidad humana percibida.

Gráfico 1.1 ¿Cómo generar una idea de proyecto?



La optimación de la solución, sin embargo, se inicia incluso antes de preparar y evaluar un proyecto. En efecto, al identificar un problema que se va a solucionar con el proyecto, o una oportunidad de negocios que se va a hacer viable con él, deberán prioritariamente, buscarse todas las opciones que conduzcan al objetivo. Cada opción será un proyecto.

En una primera etapa se preparará el proyecto, es decir, se determinará la magnitud de sus inversiones, costos y beneficios. En una segunda etapa, se evaluará el proyecto, en otras palabras, se medirá la rentabilidad de la inversión. Ambas etapas constituyen lo que se conoce como la preinversión.

En el éxito o fracaso de un proyecto influyen múltiples factores. En general se puede señalar que si el bien ofrecido o el servicio es rechazado por la comunidad, eso significa que la asignación de recursos adoleció de los defectos de diagnóstico o de análisis que lo hicieron inadecuado para las expectativas de satisfacción de las necesidades del conglomerado humano.

Las causas del fracaso o del éxito pueden ser múltiples y de diversa naturaleza. Un cambio tecnológico importante puede transformar un proyecto rentable en uno fallido. Cuanto más acentuado sea el cambio que produzca, mayor será el efecto sobre el proyecto.

Los cambios en el contexto político también pueden generar profundas transformaciones cualitativas y cuantitativas en los proyectos en marcha. La concepción de un proyecto destinado a llevar gas de Bolivia a Chile, por ejemplo, puede resultar económicamente rentable, pero políticamente inviable, como consecuencia de la situación de controversia que ha caracterizado las relaciones diplomáticas entre ambos países. Probablemente si se resolviese el problema de la demanda marítima boliviana, el proyecto de llevar gas podría ser implementado y generar rentabilidad para ambas naciones. De menor importancia pueden ser los cambios de gobierno o las variaciones de política económica en un país determinado. Pero, así mismo, cualquier cambio en la concepción del poder político en otras naciones puede afectar directamente algunos proyectos o tener repercusión indirecta en otros.

Los cambios en las relaciones comerciales internacionales también son importantes. Por ejemplo, ciertas restricciones no previstas implementadas por algún país para la importación de productos como los que elabora la empresa creada con el estudio de un proyecto, podrían hacer que ésta fracase.

La inestabilidad de la naturaleza, el entorno institucional, la normativa legal y muchos otros factores hacen que la predicción perfecta sea un imposible.

Lo anterior no debe servir de excusa para no evaluar proyectos. Por el contrario, con la preparación y evaluación será posible reducir la incertidumbre inicial respecto de la conveniencia de llevar a cabo una inversión. La decisión que se tome con más información siempre será mejor, salvo el azar, que aquella que se tome con poca información.

Los aspectos indicados señalan que no es posible calificar de malo un proyecto por el solo hecho de no haber tenido éxito práctico. Tampoco puede ser catalogado de bueno un proyecto que, teniendo éxito, ha estado sostenido mediante expedientes casuísticos. Los subsidios, en cualquiera de sus múltiples formas, pueden hacer viables proyectos que no debieran serlo al eliminarse los factores de subsidiariedad que los apoyaban.

Así, por ejemplo, en un país con barreras arancelarias, muchos proyectos resultan rentables por el hecho de existir trabas impositivas a la posible competencia externa. Al eliminarse estas barreras, el proyecto se transforma en inconveniente por este único hecho. Los tratados de libre comercio han traído como consecuencia que numerosos proyectos en marcha hayan tenido que estudiar la situación a la que se enfrentarían al cambiar las condiciones del entorno, generándose nuevas ideas de proyectos tendientes a buscar soluciones inteligentes en relación con el nuevo escenario.

Por otra parte, también existen cambios socioculturales que traen como consecuencia que los hábitos o costumbres de los consumidores tiendan a modificarse con el paso del tiempo, por lo que los gustos y preferencias generan demandas por nuevos productos o simplemente el abandono de otros que normalmente se consumían. En toda empresa en funcionamiento los cambios que puedan producirse afectarán, de una manera u otra, los flujos futuros, por lo que la aplicación de las técnicas de evaluación y preparación de proyectos adquiere una gran importancia para el análisis de los cambios que necesariamente todo proyecto conlleva.

¿Cuándo puede el proyecto ser calificado como bueno o malo? ¿Antes o después de que cambien las circunstancias políticas, sociales o económicas? Lo anterior lleva a determinar que un proyecto está asociado con una multiplicidad de circunstancias que lo afectan, las cuales, al variar, lógicamente producen cambios en su concepción y, por tanto, en la rentabilidad que se espera de él.

1.2 La toma de decisiones asociadas con un proyecto

Existen diversos mecanismos operacionales por los cuales un empresario decide invertir recursos económicos en un determinado proyecto. Los niveles decisorios son múltiples y variados, puesto que en el mundo moderno cada vez es menor la posibilidad de tomar decisiones de manera unipersonal. Regularmente, los proyectos están asociados interdisciplinariamente y requieren diversas instancias de apoyo técnico antes de ser sometidos a la aprobación de cada nivel.

No existe una concepción rígida definida en términos de establecer mecanismos precisos en la toma de decisiones asociadas con un proyecto. No obstante, resulta obvio señalar que la adopción de decisiones exige disponer de un sinnúmero de antecedentes que permitan que ésta se efectúe inteligentemente. Para ello se requiere la aplicación de técnicas asociadas con la idea que origina un proyecto, lo que con-

ceptualicen mediante un raciocinio lógico que implique considerar toda una gama de factores que participan en el proceso de concreción y puesta en marcha.

Toda toma de decisión implica un riesgo. Obviamente, algunas decisiones tienen un menor grado de incertidumbre y otras son muy riesgosas. Resulta lógico pensar que frente a decisiones de mayor riesgo, exista como consecuencia una opción de mayor rentabilidad. Sin embargo, lo fundamental en la toma de decisiones es que éstas se encuentren cimentadas en antecedentes básicos concretos que hagan que se adopten concienzudamente y con el más pleno conocimiento de las distintas variables que entran en juego. Éstas, una vez valoradas, permitirán en última instancia adoptar conscientemente las mejores decisiones posibles.

En el complejo mundo moderno, donde los cambios de toda índole se producen a una velocidad vertiginosa, resulta imperiosamente necesario disponer de un conjunto de antecedentes justificatorios que aseguren una acertada toma de decisiones y hagan posible disminuir el riesgo de equivocarse al decidir la ejecución de un determinado proyecto.

A ese conjunto de antecedentes justificatorios, mediante los cuales se establecen las ventajas y desventajas que tiene la asignación de recursos para una idea o un objetivo determinado, se denomina "evaluación de proyectos".

1.3 Tipología de los proyectos

En este texto la evaluación de proyectos se entenderá como un instrumento que provee información a quien debe tomar decisiones de inversión. Es obvio que para ello el inversionista tendrá que considerar una serie de variables, de tipo político, estratégico o ético, entre otras.

Uno de los primeros problemas que se observan al evaluar un proyecto es la gran diversidad de tipos que se pueden encontrar, dependiendo tanto del objetivo del estudio, como de la finalidad de la inversión.

Según el ***objetivo o la finalidad del estudio***, es decir, de acuerdo con lo que se espera medir con la evaluación, es posible identificar tres tipos de proyectos que obligan a conocer tres formas de obtener los flujos de caja para lograr el resultado deseado. Éstas son:

a) Estudios para medir la rentabilidad del proyecto, es decir, del total de la inversión, independientemente de dónde provengan los fondos.

b) Estudios para medir la rentabilidad de los recursos propios invertidos en el proyecto.

c) Estudios para medir la capacidad del propio proyecto para enfrentar los compromisos de pago asumidos en un eventual endeudamiento para su realización.

Para el evaluador de proyectos es necesario y fundamental diferenciar entre la *rentabilidad del proyecto* y la *rentabilidad del inversionista*. Mientras en el primer caso se busca medir la rentabilidad de un negocio, independientemente de quién lo haga, en el segundo interesa, contrariamente, medir la rentabilidad de los recursos propios del inversionista en la eventualidad de que se lleve a cabo el proyecto.

Aunque la evaluación de proyectos de inversión en empresas en marcha tiene diferencias significativas respecto de la evaluación de proyectos para medir la conveniencia de la creación de nuevos negocios, los fundamentos conceptuales básicos son comunes a ambos tipos de estudios.

Según la ***finalidad o el objeto de la inversión***, es decir, del objetivo de la asignación de recursos, es posible distinguir entre proyectos que buscan crear nuevos negocios o empresas y proyectos que buscan evaluar un cambio, mejora o modernización en una empresa ya existente. En el primer caso, la evaluación se concentrará en determinar todos los costos y beneficios asociados directamente con la inversión. En el segundo, sólo considerará aquellos que son relevantes para la decisión que se deberá tomar. Así, por ejemplo, si se evalúa el reemplazo de una ambulancia, el costo de la remuneración del chofer es irrelevante, por cuanto sin importar la marca por la que se opte, el sueldo será el mismo.

Entre los proyectos más frecuentes en las empresas en funcionamiento se identifican, por ejemplo, proyectos que involucran el *outsourcing*,[1] la internalización de servicios o elaboración de productos provistos por empresas externas, la ampliación de los niveles de operación de la empresa, el abandono de ciertas líneas de producción, o el simple reemplazo de activos que pueden o no implicar cambios en algunos costos, mas no en los ingresos ni en el nivel de operación de la empresa.

Una clasificación más profunda permitiría identificar varias opciones para un mismo proyecto. Por ejemplo, proyectos que enfrentan una ampliación mediante el reemplazo de equipos de menor a otros de mayor capacidad, o que solucionan la ampliación con una inversión complementaria que se adiciona a los activos actuales. Con ambas alternativas se soluciona el mismo problema de crecimiento, pero con fuertes y distintas implicancias sobre el trabajo del evaluador. De la misma manera, cada uno de los casos anteriores también se puede clasificar en función de su fuente de financiamiento, distinguiéndose entre aquellos financiados con *leasing*,[2] los financiados por endeudamiento con el sistema financiero o con proveedores, los financiados con recursos propios y los financiados con una combinación de estas fuentes.

---

[1] Corresponde a la externalización de ciertos procesos que actualmente se realizan dentro de la empresa.

[2] Es una manera de financiar la adquisición de un activo, mediante la cual se compromete una serie de pagos futuros, bajo la forma de un arrendamiento, con la opción de compra junto con el pago de la última cuota.

Un proyecto que involucra la ampliación de la capacidad de producción obliga necesariamente a considerar el impacto de dicha ampliación sobre las estructuras de costos y beneficios vigentes de la empresa.

Los proyectos se clasifican según la finalidad del estudio y según el objeto de la inversión (ver gráfico 1.2).

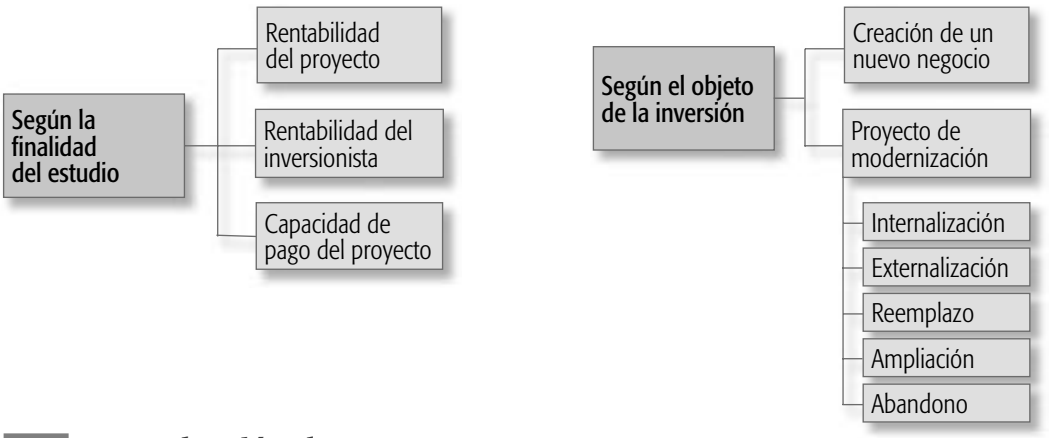
Según la finalidad del estudio, los proyectos se hacen para evaluar:

1. La rentabilidad del proyecto
2. La rentabilidad del inversionista
3. La capacidad de pago del proyecto

Según el objeto de la inversión, los proyectos se hacen para evaluar:

1. La creación de un nuevo negocio
2. Un proyecto de modernización. El cual puede incluir:
   - Externalización
   - Internalización
   - Reemplazo
   - Ampliación
   - Abandono

Gráfico 1.2 Clasificación de los proyectos



1.4 La evaluación de proyectos

Si se encarga la evaluación de un mismo proyecto a dos especialistas diferentes, seguramente ambos resultados serán distintos por el hecho de que la evaluación se basa en estimaciones de lo que se espera sean en el futuro los beneficios y costos que

se asocian con un proyecto. Más aún, el que evalúa el proyecto toma un horizonte de tiempo, normalmente diez años, sin conocer la fecha en que el inversionista desee y esté en condiciones de llevarlo a cabo, y "estima o simula" qué puede pasar en ese periodo: comportamiento de los precios, disponibilidad de insumos, avance tecnológico, evolución de la demanda, evolución y comportamiento de la competencia, cambios en las políticas económicas y otras variables del entorno, etcétera. Difícilmente dos especialistas coincidirán en esta apreciación del futuro. Pero aún si así fuera, todavía tienen que decidir qué forma tendrá el proyecto: elaborarán o comprarán sus insumos, arrendarán o comprarán los espacios físicos, usarán una tecnología intensiva en capital o en mano de obra, harán el transporte en medios propios o ajenos, se instalarán en una o más localizaciones, implantarán sistemas computacionales o manuales, trabajarán con un solo turno con más capacidad instalada o con dos turnos con menos inversión fija, determinarán cuál será el momento óptimo de la inversión y el de abandono, venderán a crédito o sólo al contado, aprovecharán los descuentos por volumen y pronto pago o no, etcétera.

La evaluación de proyectos pretende medir objetivamente ciertas magnitudes cuantitativas resultantes del estudio del proyecto, y dan origen a operaciones matemáticas que permiten obtener diferentes coeficientes de evaluación. Lo anterior no significa desconocer la posibilidad de que puedan existir criterios disímiles de evaluación para un mismo proyecto. Lo realmente decisivo es poder plantear premisas y supuestos válidos que hayan sido sometidos a convalidación a través de distintos mecanismos y técnicas de comprobación. Las premisas y supuestos deben nacer de la realidad misma en la que el proyecto estará inserto y en el que deberá rendir sus beneficios.

La correcta valoración de los beneficios esperados permitirá definir de manera satisfactoria el criterio de evaluación que sea más adecuado.

Por otra parte, la clara definición de cuál es el objetivo que se persigue con la evaluación constituye un elemento clave para tener en cuenta en la correcta selección del criterio evaluativo. Así, por ejemplo, algunos especialistas pueden definir que la evaluación se inserta dentro del esquema del interés privado y que la suma de estos intereses, reflejados por medio de las preferencias de los consumidores (como consecuencia de los precios del mercado), da origen al interés social. Por su parte, otros especialistas podrán sostener que los precios del mercado reflejan de manera imperfecta las preferencias del público o el valor intrínseco de los factores.

Un proyecto puede tener diferentes apreciaciones desde los puntos de vista privado y social. Por ejemplo, en el mundo no existen experiencias en torno a la construcción de un ferrocarril metropolitano de propiedad privada, pues no resultaría lucrativo desde un punto de vista financiero. No ocurre lo mismo desde una perspectiva social, conforme con la cual la comunidad se vería compensada directa e indirectamente por la asignación de recursos efectuada mediante un criterio de asignación que respete prioridades sociales de inversión.

El marco de la realidad económica institucional vigente en un país será lo que defina en mayor o menor grado el criterio imperante en un momento determinado para la evaluación de un proyecto. Sin embargo, cualquiera que sea el marco en el que el proyecto esté inserto, siempre será posible medir los costos de las distintas alternativas de asignación de recursos a través de un criterio económico que permita, en definitiva, conocer las ventajas y desventajas cualitativas y cuantitativas que implica la asignación de los recursos escasos a un determinado proyecto de inversión.

1.5 Evaluación social de proyectos

La evaluación social de proyectos compara los beneficios y costos que una determinada inversión pueda tener para la comunidad de un país en su conjunto. No siempre un proyecto que es rentable para un particular también es rentable para la comunidad, y viceversa.

Tanto la evaluación social como la privada usan criterios similares para estudiar la viabilidad de un proyecto, aunque difieren en la valoración de las variables determinantes de los costos y beneficios que se les asocien. A este respecto, la evaluación privada trabaja con el criterio de precios de mercado, mientras que la evaluación social lo hace con precios sombra o sociales. Estos últimos con el objeto de medir el efecto de implementar un proyecto sobre la comunidad, deben tener en cuenta los efectos indirectos y externalidades que generan sobre su bienestar; por ejemplo, la redistribución de los ingresos o la disminución de la contaminación ambiental.

Así mismo, existen otras variables que la evaluación privada incluye y que pueden ser descartadas en la evaluación social, como el efecto directo de los impuestos, subsidios u otros que, en relación con la comunidad, sólo corresponden a transferencias de recursos entre sus miembros.

Los precios privados de los factores se pueden corregir a precios sociales, ya sea por algún criterio particular a cada proyecto, o aplicando los factores de corrección que varios países definen para su evaluación social. Sin embargo, siempre se encontrará que los proyectos sociales requieren, por parte del evaluador, la definición de correcciones de los valores privados a valores sociales. Para ello, el estudio de proyectos sociales considera los costos y beneficios directos, indirectos e intangibles y, además, las externalidades que producen.

Los beneficios directos se miden por el incremento que el proyecto provocará en el ingreso nacional mediante la cuantificación de la venta monetaria de sus productos, en la cual el precio social considerado corresponde al precio del mercado ajustado por algún factor que refleje las distorsiones existentes en el mercado del producto. De igual manera, los costos directos corresponden a las compras de insumos, en las cuales el precio también se corrige por un factor que incorpore las distorsiones de los mercados de bienes y servicios demandados.

Los costos y beneficios sociales indirectos corresponden a los cambios que provoca la ejecución del proyecto en la producción y el consumo de bienes y servicios relacionados con éste. Por ejemplo, los efectos sobre la producción de insumos que demande o de los productos sobre los que podría servir de insumo –lo cual puede generar beneficios o costos sociales– dependen de la distorsión que exista en los mercados de los productos afectados por el proyecto.

Los beneficios y costos sociales intangibles, si bien no se pueden cuantificar monetariamente, se deben considerar cualitativamente en la evaluación, en consideración con los efectos que la implementación del proyecto que se estudia puede tener sobre el bienestar de la comunidad. Por ejemplo, la conservación de lugares históricos o los efectos sobre la distribución geográfica de la población, geopolíticos o de movilidad social, entre otros.

Son externalidades de un proyecto los efectos positivos y negativos que sobrepasan a la institución inversora, tales como la contaminación ambiental que puede generar el proyecto, o aquellos efectos redistributivos del ingreso que éste pudiera ocasionar.

En el capítulo 19 de este libro se estudian en detalle los procedimientos más utilizados en la preparación y evaluación social de proyectos de inversión.

1.6 Los proyectos en la planificación del desarrollo

La planificación constituye un proceso mediador entre el futuro y el presente. Se ha señalado que el futuro es incierto, puesto que lo que ocurrirá mañana no es tan sólo una consecuencia de muchas variables cambiantes, sino que fundamentalmente dependerá de la actitud que adopten los hombres en el presente, pues ellos son, en definitiva, los que crean estas variables.

El futuro, construido por todos nosotros, incidirá en cada agente económico ahora, en el momento en que se debe efectuar el proceso de evaluar un proyecto cuyos efectos se esperan para mañana. Ese mañana afecta al presente, que es cuando se puede hacer algo para estar en condiciones de aprovechar las oportunidades del futuro. Por tanto, como señala el profesor Carlos Matus, "el primer argumento que hace necesaria la planificación reside en que un criterio para decidir qué debo hacer hoy se refiere a si esa acción de hoy será eficaz mañana para mí".[3]

Siguiendo este raciocinio, se puede concluir que explorar e indagar sobre el futuro ayuda a decidir anticipadamente de manera más eficaz. Si no se efectúa esa indagación y no se prevén las posibilidades del mañana, se corre el riesgo evidente de actuar tardíamente ante problemas ya creados u oportunidades que fueron desaprovechadas por no haberlas previsto con la suficiente antelación.

---

[3] C. Matus. *Adiós, Sr. Presidente*. Editorial Pomaire, 1987, p. 24.

Antes de emprender cualquier proyecto se debe decidir antes cuánto será el monto de la inversión que debe hacerse para su puesta en marcha. Sin embargo, esa decisión estará sustentada en proyecciones de mercado, crecimiento de la población, del ingreso, de la demanda, de las características propias del bien o servicio que se desea producir, etcétera. Sobre la base de esa exploración del futuro se adopta hoy una decisión la que en definitiva será más o menos acertada según sea la calidad y acuciosidad de la investigación y de sus proyecciones.

De esta manera, el mañana incierto depende, en su momento, de una multiplicidad de factores que se debe intentar proyectar. Por ejemplo, quizás no resulte muy complicado prever cuál podrá ser, dentro de cinco años más, el nivel de ingreso de la población y su distribución. Sin embargo, resultará mucho más difícil anticipar la actitud y las decisiones que adoptarán las personas dentro de cinco años con sus mismos ingresos. De lo anterior se desprende que la planificación debe prever cuantitativamente no sólo los resultados posibles del desarrollo global o sectorial, sino también el comportamiento de los distintos componentes de la sociedad.

Los indicadores que señalan el comportamiento de la economía de los países son diversos. La autoridad pública, política y económica resulta juzgada, en definitiva, por sus resultados, razón por la cual promover y procurar el desarrollo económico y social constituyen metas muy apreciadas de los planes de desarrollo. Sin embargo, el logro de resultados satisfactorios depende de una gran variedad de factores, de distinto origen y naturaleza, muchas veces imposibles de prever. La globalización de los mercados y de la economía ha creado un mundo interrelacionado en donde los resultados de unos afectan a los otros y viceversa. Las crisis económicas, políticas o sociales de una región o de un país determinado podrían llegar a tener importantes repercusiones en otros. De esta manera la globalización de las economías y de los mercados conlleva desafíos que es necesario considerar en cualquier proyecto, puesto que el marco preferencial en el que se pretenden incorporar las técnicas de preparación y evaluación de proyectos obligatoriamente estará influido por la estrategia de desarrollo que el país intenta llevar a cabo.

Por cierto que el marco político e institucional, las leyes, los reglamentos, las políticas tributarias y económicas se encuentran en permanente evolución y, por tanto, lo que resulta ser válido y coherente en el momento actual no lo será en el futuro. Sin embargo, en la preparación y evaluación de proyectos debe estimarse un horizonte donde se pueda vislumbrar un futuro cuyas situaciones necesariamente serán distintas a las actuales. El preparador y evaluador de proyectos siempre se encontrará inserto en una determinada realidad, en la cual los planes de desarrollo existentes influirán determinantemente en la búsqueda de las técnicas más adecuadas, capaces de entregar resultados en la construcción del flujo de fondos del proyecto, aun cuando al producirse posteriormente un cambio en la estrategia de desarrollo, dicha metodología y sus resultados no tengan la misma validez. Estos cambios, que también pueden influir en

los aspectos tecnológicos o en los gustos, las costumbres y los deseos de los consumidores, se encuentran incorporados en un marco de incertidumbre que puede afectar no sólo los proyectos sino la vida misma de todas las personas. Por ejemplo, el destino de un proyecto puede cambiar si el país entra en un conflicto bélico con su vecino.

En esa perspectiva, el raciocinio del profesor Carlos Matus adquiere de nuevo plena validez cuando señala: "Los procesos sociales, como procesos humanos ricos y complejos, están muy lejos de poder ser precisados y explicados con variables numéricas. La calidad y la cantidad se combinan para dar precisión a nuestras explicaciones y diseños. En la jerarquía de las precisiones está primero la calidad y después la cantidad como una condición a veces necesaria de la precisión, pero nunca como una condición suficiente. No podemos, por consiguiente, eliminar lo cualitativo de nuestros planes y disociarlo de lo cuantitativo con el pretexto de que lo no medible no influye".[4]

Planificar el desarrollo significa determinar los objetivos y las metas en el interior de un sistema económico para una forma de organización social y para una determinada estructura política en un horizonte de tiempo determinado. De esta manera, la planificación, y dentro de ella la preparación y evaluación de proyectos, tiene un carácter neutral y puramente técnico, ya que no puede considerársele como característica de un determinado sistema político, económico o social. Sin perjuicio de lo anterior, debe reconocerse que algunos modelos de desarrollo económico ofrecen una gama más amplia de instrumentos susceptibles de aplicarse en la planificación.

Por otra parte, todo gobernante intenta establecer programas sectoriales que redunden en resultados concretos para la población, en una integración que se advierte cada vez más sustentada en una mutua colaboración entre el Estado y los múltiples proyectos que el sector privado lleva a cabo en concordancia con las reglas de juego y la voluntad política para llevarlos a cabo. Así por ejemplo, si un programa de gobierno planea dotar a todas las escuelas públicas del país de textos de estudios de calidad e innovadores, de acuerdo con la realidad de los tiempos, la autoridad podría, mediante una licitación, solicitar al sector privado la preparación de dichos textos; así mismo podría adjudicar la impresión a otra empresa y la distribución nacional a otra empresa diferente, y así sucesivamente. De esta manera, el conocimiento de los planes de gobierno le permite generar al sector privado múltiples iniciativas tendientes a satisfacer esos requerimientos, para los que necesariamente se deberán utilizar las técnicas de preparación y evaluación de proyectos para decidir llevarlos a cabo.

Debido a lo anterior es que los organismos públicos destinados a planificar el desarrollo necesariamente deben utilizar y conocer la validez y riqueza que entregan las técnicas que se indican en este texto. Los conceptos que se desarrollarán en los capítulos siguientes constituyen un instrumento formidable tanto para los gobiernos como

---

[4] *Op. cit.*, p. 48.

para el sector privado, en la correcta asignación de los recursos escasos, de acuerdo con las prioridades políticas que obligatoriamente todo gobierno debe establecer.

Pretender señalar que la preparación privada de proyectos está divorciada de la evaluación social de proyectos y que los caminos y metodologías de una y otra técnica apuntan a resultados distintos, y quizás contrapuestos, constituye una aseveración no compatible con la realidad concreta de aplicación y decisión acerca de la correcta asignación de recursos. En las economías modernas tanto las autoridades de gobierno como el sector privado desempeñan roles complementarios en los cuales tanto unos como otros deben adoptar decisiones sustentadas en información confiable, la cual, debidamente proyectada en el tiempo y en concordancia con la situación que se desea satisfacer, entregue los resultados que, respaldados técnicamente, permitan a ambos adoptar y asumir la decisión que corresponda con la correcta asignación de los recursos.

En este orden de ideas resulta importante considerar la voluntad de las entidades públicas para mantener políticas estables de manera que las reglas del juego sean claramente percibidas en el sector privado y así actuar en concordancia con ellas. Las inversionistas adoptan sus decisiones observando las características de las políticas públicas, en especial las económicas y laborales que emanan de la autoridad, las cuales deberán apuntar a mantener y conducir al progreso y bienestar de la población.

La característica de neutralidad que asume el planificador requiere que a través de las técnicas de la planificación no se establezca ningún fin último implícito. Puede planificarse para la libertad o el sometimiento, para un sistema de libre mercado o para la centralización de las decisiones económicas. De esto se concluye que planificación e intervención estatal no son sinónimos.

La planificación del desarrollo obliga a concebir los objetivos de tal manera que pueda demostrarse que ellos son realistas y viables, que los medios son los óptimos y disponibles para lograr los objetivos trazados y que éstos son compatibles con aquéllos.

Los enfoques más modernos del desarrollo asignan a la cantidad y a la calidad de las inversiones un papel fundamental en el crecimiento de los países. Reconocen que éste se logra tanto ampliando la inversión como incrementando la rentabilidad de los proyectos. De aquí la necesidad de utilizar la técnica de la evaluación de proyectos como un instrumento para reasignar los recursos de inversiones menos rentables a otras de mayor rentabilidad.

Todas estas herramientas pretenden conseguir que la asignación de recursos se efectúe con criterios de racionalidad, de previsión de hechos, de fijación de metas coherentes y coordinadas. La preparación y evaluación de proyectos surge de la necesidad de valerse de un método racional que permita cuantificar las ventajas y desventajas que implica asignar recursos escasos y de uso optativo a una determinada iniciativa, la cual necesariamente deberá estar al servicio de la sociedad y del hombre que vive en ella.

Resumen

La evaluación de proyectos aborda el problema de la asignación de recursos de manera explícita, recomendando a través de distintas técnicas que una determinada iniciativa se lleve adelante por sobre otras alternativas de proyectos. Este hecho lleva implícita una responsabilidad social de hondas repercusiones, que afecta de una u otra manera a todo el conglomerado social, lo que obliga a utilizar adecuadamente patrones y normas técnicas que permitan demostrar que el destino que se pretende dar a los recursos es el óptimo.

Los proyectos surgen de las necesidades individuales y colectivas de las personas; son ellas las que importan, son sus necesidades las que se deben satisfacer por medio de una adecuada asignación de los recursos, teniendo en cuenta la realidad social, cultural y política en la que el proyecto pretende desarrollarse.

La evaluación de proyectos proporciona una información adicional para ayudar a tomar una decisión. En este sentido, es conveniente hacer más de una evaluación para informar tanto de la rentabilidad del proyecto como la del inversionista y de la capacidad de pago para enfrentar deudas. Por otra parte, debe diferenciarse entre la manera de evaluar la creación de un nuevo negocio y la de evaluar inversiones en empresas en marcha: *outsourcing*, reemplazo, ampliación, internalización y abandono.

Socialmente la técnica de la evaluación de proyectos busca medir el impacto que una determinada inversión tendrá sobre el bienestar de la comunidad. Por medio de la evaluación social se intenta cuantificar los costos y beneficios sociales directos, indirectos e intangibles, además de las externalidades que el proyecto pueda generar.

La planificación constituye un proceso mediador entre el futuro y el presente. El mañana nos afecta hoy, porque es hoy cuando podemos decidir hacer algo para estar en condiciones de aprovechar las oportunidades del mañana. Es por ello que en todo proyecto debe planificarse el futuro, para así poder determinar tanto las variables susceptibles de ser medidas numéricamente, como aquéllas de carácter cualitativo de indudable incidencia en el comportamiento del proyecto en el tiempo.

La puesta en marcha de los programas definidos se realiza mediante la elaboración de proyectos, los cuales deberán prepararse y evaluarse para ulteriormente aprobarse o rechazarse en función de su viabilidad económica y del cumplimiento de los objetivos establecidos en el programa.

El proyecto no puede entenderse como un objetivo en sí mismo; por el contrario, sólo será un medio para alcanzar los objetivos generales sobre los cuales se elaboró tanto el plan de desarrollo como el diseño de estrategias de solución de los problemas sectoriales.

El preparador y evaluador de proyectos tiene que ser neutral respecto a las políticas de contexto que se dan en un momento determinado, independientemente de cuál sea su posición frente a ellas.

Preguntas y problemas

1. Defina la problemática de la evaluación de proyectos y la importancia que puede asignársele a su preparación y evaluación como técnica de análisis.
2. Señale la utilidad que revisten los proyectos en la sociedad.
3. De acuerdo con la lectura de este capítulo, explique las limitaciones que le sugiere la técnica de evaluación.
4. ¿Por qué se dice que dos expertos que estudian un mismo proyecto independientemente obtienen resultados distintos? A su juicio, ¿resta esto valor a la técnica de preparación y evaluación de proyectos?
5. Describa cómo se clasifican los proyectos en función del objeto del estudio.
6. Describa cómo se clasifican los proyectos en función del objeto de la inversión.
7. ¿Qué es la evaluación social de proyectos y en qué difiere de la evaluación privada?
8. Explique el significado y alcance de los beneficios y costos sociales directos, indirectos e intangibles y de las externalidades.
9. Relacione la preparación y evaluación de proyectos con la planificación del desarrollo.

Comente las siguientes afirmaciones:

a. Dado que el entorno del proyecto es por definición cambiante, las técnicas de preparación y evaluación de proyectos nunca serán absolutamente confiables.

b. Una vez determinada la rentabilidad de un proyecto y habiéndose tomado la decisión de llevarlo a cabo, las técnicas de preparación y evaluación de proyectos no serán utilizadas en la gestión de la empresa, ya que en esta etapa la capacidad gerencial de ella deberá resolver los problemas que se presenten.

c. La rentabilidad del proyecto y la rentabilidad del inversionista nunca podrían ser iguales.

d. En el caso de que se desee efectuar una investigación para reemplazar un equipo actualmente en uso por otro que con el tiempo podría disminuir los costos de operación, todos los costos asociados a una u otra alternativa deberán ser considerados.

e. La preparación de un proyecto representa la identificación de técnicas que

Preguntas y problemas

permitan disponer de antecedentes cuantitativos para construir un flujo de fondos o de caja. La evaluación del proyecto representa la incorporación del valor del dinero en el tiempo para así actualizar los flujos y recomendar el mejor curso de acción a seguir.

f. El preparador y evaluador de proyectos sólo indaga acerca de los hechos futuros y actuales, ya que no dispone de herramientas que le permitan adelantarse a los hechos y la construcción de flujos.

g. Las técnicas de preparación y evaluación de proyectos sólo pueden utilizarse en los modelos de desarrollo de libre empresa, puesto que en los modelos de desarrollo de planificación central es el Estado el que determina la asignación de recursos.

h. La evaluación privada y la evaluación social de proyectos tienen fundamentos absolutamente contradictorios.

i. El rol del Estado y el del empresario privado son contradictorios entres sí, ya que el primero busca el bienestar de la sociedad en su conjunto, mientras que el segundo busca maximizar la rentabilidad de su inversión.

j. Los equilibrios macroeconómicos y la estabilidad en las políticas del Estado no tienen mayor repercusión en el estudio privado de un proyecto.

Bibliografía

Acec. *Metas y objetivos municipales; políticas, programas y proyectos*. Sociedad de profesionales Acec. Multicopiado, 1981.

Ahumada, Jorge. *La planificación del desarrollo*. Colección Universidad y Estudio. Santiago: Universidad Católica de Chile, 1972.

Contreras, Marco. *Formulación y evaluación de proyectos*. Bogotá: Unad, 1995.

Fontaine, Ernesto. *Evaluación social de proyectos*. Santiago: Universidad Católica de Chile, Instituto de Economía, 1997.

Ilpes. *Guía para la presentación de proyectos*. Santiago: Siglo Veintiuno – Editorial Universitaria, 1977.

Jansson, Axel. *Eficiencia y equidad en la evaluación social de proyectos*. Santiago: Publicaciones Editorial Gestión – Universidad de Chile, 1996.

——— *Fundamentos de evaluación social de proyectos*. Santiago: Universidad de Chile, 1998.

Keynes, J. Maynard. *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*. México: Fondo de Cultura Económica, 1971.

Martner, Gonzalo. *Planificación y presupuestos por programas*. México: Siglo Veintiuno, 1967.

Matus, Carlos. *Adiós, Señor Presidente*. Editorial Pomaire, 1987.

Mideplan. *Inversión pública, eficiencia y equidad*. Santiago, 1992.

Naciones Unidas. *Manual de proyectos de desarrollo económico* (publicación 5.58.11. G.5.). México, 1958.

Sapag, Nassir. *Criterios de evaluación de proyectos: cómo medir la rentabilidad de las inversiones*. Madrid: McGraw-Hill, 1993.

——— *Evaluación de inversiones en la empresa:* outsourcing, *reemplazo, abandono, ampliación e internalización*. Santiago: Ciade, 1998.

Smith, Adam. *La riqueza de las naciones*. Madrid: Aguilar, 1961.

Wonnacott, Paul y Wonnacott, R. *Economía*. Bogotá: McGraw-Hill, 1992.

Capítulo 2

El proceso de preparación y evaluación de proyectos

El objetivo de este capítulo es presentar, como un proceso, el esquema global de la preparación y evaluación de un proyecto individual. Aunque no existen probablemente dos proyectos de inversión iguales, el estudio de su viabilidad puede enmarcarse en una cierta rutina metodológica que, en general, se adapta casi a cualquier proyecto.

El estudio del proyecto pretende contestar el interrogante de si es o no conveniente realizar una determinada inversión. Esta recomendación sólo será posible si se dispone de todos los elementos de juicio necesarios para tomar la decisión.

Con este objetivo, el estudio de viabilidad debe simular con el máximo de precisión lo que sucedería con el proyecto si este fuese implementado, aunque difícilmente pueda determinarse con exactitud el resultado que se logrará. De esta manera, se estimarán los beneficios y costos que probablemente ocasionaría y, por tanto, pueden evaluarse.

En los acápites siguientes se analizan el proceso global y las interrelaciones entre las etapas de un estudio de viabilidad. Cada uno de los elementos tratados aquí se expone individualmente y con mayor detalle en los restantes capítulos de este libro.

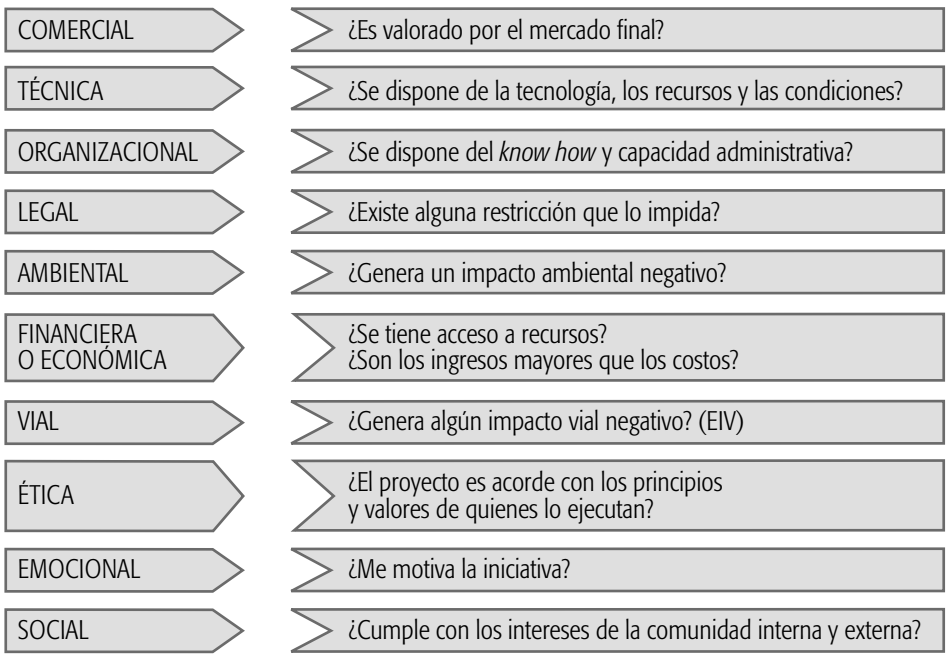
2.1 Alcances del estudio de proyectos

Si bien toda decisión de inversión debe responder a un estudio previo de las ventajas y desventajas asociadas con su implementación, la profundidad con que éste se realice dependerá de lo que aconseje cada proyecto en particular.

En términos generales, son varios los estudios particulares que deben realizarse para evaluar un proyecto: los de la viabilidad comercial, técnica, legal, organizacional, de impacto ambiental y financiera –si se trata de un inversionista privado– o económica –si se trata de evaluar el impacto en la estructura económica del país– (ver gráfico 2.1). Cualquiera de ellos que llegue a una conclusión negativa determinará que el proyecto no se lleve a cabo, aunque razones estratégicas, humanitarias u otras de índole subjetiva podrían hacer recomendable una opción que no sea viable financiera o económicamente.

Por lo regular, el estudio de una inversión se centra en la viabilidad económica o financiera, y toma al resto de las variables únicamente como referencia. Sin embargo, cada uno de los factores señalados puede, de una u otra manera, determinar que un proyecto no se concrete en la realidad.

Gráfico 2.1 Establecer la viabilidad de la idea



El estudio de la viabilidad comercial indicará si el mercado es o no sensible al bien producido o al servicio ofrecido por el proyecto y la aceptabilidad que tendría en su consumo o uso, permitiendo así determinar la postergación o el rechazo de un proyecto, sin tener que asumir los costos que implica un estudio económico completo. En muchos casos, la viabilidad comercial se incorpora al estudio de mercado en la viabilidad financiera.

El estudio de viabilidad técnica analiza las posibilidades materiales, físicas o químicas de producir el bien o servicio que desea generarse con el proyecto. Muchos proyectos nuevos requieren ser aprobados técnicamente para garantizar la capacidad de su producción, incluso antes de determinar si son o no convenientes desde el punto de vista de su rentabilidad económica; por ejemplo, si las propiedades de la materia prima nacional permiten la elaboración de un determinado producto, si el agua tiene la calidad requerida para la operación de una fábrica de cervezas o si existen las condiciones geográficas para la instalación de un puerto.

Un proyecto puede ser viable tanto por tener un mercado asegurado como por ser técnicamente factible. Sin embargo, podrían existir algunas restricciones de carácter legal que impedirían su funcionamiento en los términos que se pudiera haber previsto, haciendo no recomendable su ejecución; por ejemplo, limitaciones en cuanto a su localización o el uso del producto.

El estudio de la viabilidad organizacional es el que normalmente recibe menos atención, a pesar de que muchos proyectos fracasan por falta de capacidad administrativa para emprenderlo. El objetivo de este estudio es, principalmente, definir si existen las condiciones mínimas necesarias para garantizar la viabilidad de la implementación, tanto en lo estructural como en lo funcional. La importancia de este aspecto hace que se revise la presentación de un estudio de viabilidad financiera con un doble objetivo: estimar la rentabilidad de la inversión y verificar si existen incongruencias que permitan apreciar la falta de capacidad de gestión. Los que así actúan plantean que si durante la etapa de definición de la conveniencia de un negocio se detectan inconsistencias, probablemente el inversionista podría actuar con la misma liviandad una vez que el proyecto esté en marcha.

El estudio de la viabilidad financiera de un proyecto determina, en último término, su aprobación o rechazo. Éste mide la rentabilidad que retorna la inversión, todo medido con bases monetarias.

Un estudio de viabilidad que en los últimos años ha ganado cada vez más importancia se refiere al del impacto ambiental del proyecto. En la evaluación de un proyecto, concebida ésta como una herramienta que provee información, pueden y deben incluirse consideraciones de carácter ambiental, no sólo por la conciencia creciente que la comunidad ha adquirido en torno a la calidad de vida presente y futura, sino por los efectos económicos que dichas consideraciones introducen en un proyecto.

Estos efectos se derivan de la necesidad de cumplir con las normas impuestas en materia de regulación ambiental para prevenir futuros impactos negativos derivados de una eventual compensación del daño causado por una inversión. El cumplimiento de estas normas puede influir tanto en los costos operacionales como en las inversiones que deberán realizarse.

La profundidad con que se analice cada uno de los anteriores factores dependerá, como se señaló atrás, de las características de cada proyecto. Obviamente, la mayoría de ellos requerirá más estudios económicos o técnicos; sin embargo, ninguno de los factores restantes debe obviarse en el estudio de factibilidad de un proyecto.

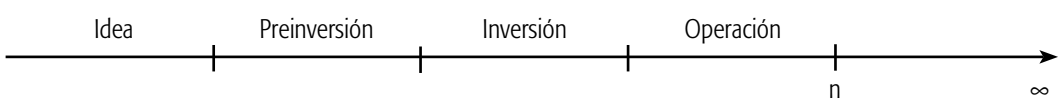
Este libro se ocupa fundamentalmente del estudio de factibilidad financiera. Aunque no se analizan las viabilidades comercial, técnica, legal, de impacto ambiental y organizacional, se tratan sus respectivos estudios con el objetivo de definir con la mayor exactitud posible sus consecuencias económicas; es decir, más que con el objetivo de verificar su viabilidad respectiva, se efectuarán estudios de mercado, técnicos, legales, de impacto ambiental y organizacionales para extraer los elementos monetarios que permitirán evaluar financieramente el proyecto.

2.2 El estudio del proyecto como proceso cíclico

Para efectos de este texto, el proceso de un proyecto reconoce cuatro grandes etapas: idea, preinversión, inversión y operación.

La etapa de *idea* puede enfrentarse sistemáticamente bajo una modalidad de gerencia de beneficios; es decir, donde la organización está estructurada operacionalmente bajo un esquema de búsqueda permanente de nuevas ideas de proyecto. Para ello, identifica ordenadamente problemas que pueden resolverse y oportunidades de negocios que puedan aprovecharse. Los diferentes modos de solucionar un problema o aprovechar una oportunidad constituirán las ideas de proyecto. Por ejemplo, frente a un problema de fallas frecuentes de la maquinaria, surgen los proyectos de reemplazar la maquinaria, de cerrar la planta para subcontratar el servicio e, incluso, de seguir con la situación actual si fuese mejor que las otras opciones. Así mismo, podrán aprovecharse oportunidades de negocio vendiendo materiales de desecho que podrían estar botándose, o también procesándolos para darles algún valor agregado y poder venderlos. De aquí que pueda afirmarse que la idea de un proyecto, más que una ocurrencia afortunada de un inversionista, generalmente representa la realización de un diagnóstico que identifica distintas vías de solución (ver gráfico 2.2).

Gráfico 2.2 Ciclo de proyectos



En la etapa de *preinversión* se realizan los tres estudios de viabilidad: perfil, prefactibilidad y factibilidad. Como ya se señaló, en el resto de este texto se analizará sólo la viabilidad financiera, por lo que la explicación de esta etapa se concentrará exclusivamente en estos aspectos.

El estudio inicial es el denominado "perfil", el cual se elabora a partir tanto de la información existente, como del juicio común y de la opinión que da la experiencia. En términos monetarios, sólo presenta estimaciones muy globales de las inversiones, costos o ingresos, sin entrar en investigaciones de terreno.

En este análisis es fundamental efectuar algunas consideraciones previas acerca de la situación "sin proyecto"; es decir, intentar proyectar qué pasará en el futuro si no se pone en marcha el proyecto antes de decidir si conviene o no su implementación. Por ejemplo, podría ser muy atractiva la idea de construir un edificio de locales comerciales si en un momento dado se detecta una gran demanda por ellos. Sin embargo, es posible que, al investigar sobre los permisos de construcción otorgados, se descubra que la competencia que enfrentará el proyecto al terminarse la edificación será tan alta que más vale abandonar la idea antes de iniciar su construcción.

En el estudio de perfil, más que calcular la rentabilidad del proyecto, se busca determinar si existe alguna razón que justifique el abandono de una idea antes de que se destinen recursos, a veces de magnitudes importantes, para calcular la rentabilidad en niveles más acabados de estudio, como la prefactibilidad y la factibilidad. Por otra parte, en este nivel frecuentemente se seleccionan aquellas opciones de proyectos que se muestran más atractivas para la solución de un problema o el aprovechamiento de una oportunidad.

Otro estudio de viabilidad es el llamado de "prefactibilidad"; éste profundiza en la investigación, y se basa principalmente en información de fuentes secundarias para definir, con cierta aproximación, las variables principales referidas al mercado, a las alternativas técnicas de producción y a la capacidad financiera de los inversionistas, entre otras. En términos generales, se estiman las inversiones probables, los costos de operación y los ingresos que demandará y generará el proyecto.

Este estudio se caracteriza fundamentalmente por descartar soluciones con mayores elementos de juicio. Para ello se profundizan los aspectos señalados preliminarmente como críticos por el estudio de perfil, aunque sigue siendo una investigación basada en información secundaria, no demostrativa. Así, por ejemplo, el cálculo de las inversiones en obra física puede efectuarse con costos promedios de construcción del metro cuadrado, o la determinación de la demanda de pasajes aéreos en función de la tasa de crecimiento de la población. Ambas, sin embargo, no representan la mejor manera de medición de las variables que se desea cuantificar. De todas maneras, se da un proceso de selección de alternativas.

La aproximación de las cifras hace recomendable la sensibilización de los resultados obtenidos, o sea, medir cómo cambia la rentabilidad ante modificaciones en el comportamiento de las variables.

Como resultado de este estudio, surge la recomendación de su aprobación, su continuación a niveles más profundos de estudios, su abandono o su postergación hasta que se cumplan determinadas condiciones mínimas que deberán explicarse.

El estudio más acabado, denominado de "factibilidad", se elabora sobre la base de antecedentes precisos obtenidos mayoritariamente a través de fuentes de información primarias. Las variables cualitativas son mínimas, comparadas con las de los estudios anteriores. El cálculo de las variables financieras y económicas debe ser lo suficientemente demostrativo para justificar la valoración de los distintos ítems.

Este estudio constituye el paso final de la etapa de preinversión. Por tal motivo, entre las responsabilidades del evaluador, más allá del simple estudio de viabilidad, está la de velar por la optimación de todos aquellos aspectos que dependen de una decisión de tipo económico como, por ejemplo, el tamaño, la tecnología o la localización del proyecto, entre otros.

El estudio de proyectos, cualquiera sea la profundidad con que se realice, distingue dos grandes etapas: la de formulación y preparación, y la de evaluación. La primera tiene dos objetivos: definir todas las características que tengan algún grado de efecto en el flujo de ingresos y egresos monetarios del proyecto, y calcular su magnitud. La segunda etapa, con metodologías muy definidas, busca determinar la rentabilidad de la inversión en el proyecto.

En muchos casos será necesario efectuar evaluaciones durante la etapa de formulación y preparación del proyecto. Por ejemplo, para decidir si se compran o fabrican los envases, si se construye o arriendan las oficinas o si se hace una o más plantas, entre muchas otras decisiones. Lo más común es realizar estudios de perfil para seleccionar la combinación de factores que dé la configuración definitiva al proyecto, aun cuando en algunos casos se haga más recomendable un estudio en profundidad para uno o más de los interrogantes que deberán resolverse durante la formulación de un proyecto.

En la etapa de formulación y preparación se reconocen, a su vez, dos subetapas: una que se caracteriza por recopilar información (o crear la no existente), y otra que se encarga de sistematizar, en términos monetarios, la información disponible. Esta sistematización se traduce en la construcción de un flujo de caja proyectado, que servirá de base para la evaluación del proyecto.

Si bien comúnmente se habla de "el flujo de caja", es posible distinguir tres tipos distintos en función del objeto de la evaluación. De esta manera, habrá un flujo de caja para medir la rentabilidad de toda la inversión, independientemente de sus fuentes de financiamiento; otro para medir la rentabilidad sólo de los recursos aportados por el inversionista, y otro para medir la capacidad de pago, es decir, si, independientemente

de la rentabilidad que pudiera tener el proyecto, puede cumplir con las obligaciones impuestas por las condiciones del endeudamiento.

Por otra parte, en la etapa de evaluación es posible distinguir tres subetapas: la medición de la rentabilidad del proyecto, el análisis de las variables cualitativas y la sensibilización del proyecto.

Cuando se calcula la rentabilidad, se hace sobre la base de un flujo de caja que se proyecta, a su vez, sobre la base de una serie de supuestos. El análisis cualitativo complementa la evaluación realizada con todos aquellos elementos no cuantificables que podrían incidir en la decisión de realizar o no el proyecto.

A la identificación de los aspectos más débiles del proyecto evaluado debe darse una dedicación especial; así, la última subetapa se podrá abocar a sensibilizar sólo aquellos aspectos que podrían, al tener mayores posibilidades de un comportamiento distinto al previsto, determinar cambios importantes en la rentabilidad calculada.

El análisis completo de un proyecto requiere, por lo menos, la realización de cuatro estudios complementarios: de mercado, técnico, organizacional-administrativo-legal y financiero. Mientras los tres primeros proporcionan fundamentalmente información económica de costos y beneficios, el último, además de generar información, construye los flujos de caja y evalúa el proyecto. Junto con los estudios anteriores se debe considerar un estudio o análisis de impacto ambiental, estudio transversal al estudio de la viabilidad económica de un proyecto. El cuadro 2.1 esquematiza lo señalado.

Cuadro 2.1 Estudio de viabilidad económica

2.3 El estudio técnico del proyecto

En el análisis de la viabilidad financiera de un proyecto, el estudio técnico tiene por objeto proveer información para cuantificar el monto de las inversiones y de los costos de operación pertinentes a esta área.

Técnicamente existirían diversos procesos productivos opcionales, cuya jerarquización puede diferir de la que pudiera realizarse en función de su grado de perfección financiera. Por lo general, se estima que deben aplicarse los procedimientos y tecnologías más modernos, solución que puede ser óptima técnicamente, pero no serlo financieramente.

Una de las conclusiones de este estudio es que se deberá definir la función de producción que optimice el empleo de los recursos disponibles en la producción del bien o servicio del proyecto. De aquí podrá obtenerse la información de las necesidades de capital, mano de obra y recursos materiales, tanto para la puesta en marcha como para la posterior operación del proyecto.

En particular, con el estudio técnico se determinarán los requerimientos de equipos de fábrica para la operación y el monto de la inversión correspondiente. Del análisis de las características y especificaciones técnicas de las máquinas se precisará su disposición en planta, la que a su vez permitirá hacer una dimensión de las necesidades de espacio físico para su normal operación, en consideración con las normas y principios de la administración de la producción.

El análisis de estos mismos antecedentes hará posible cuantificar las necesidades de mano de obra por especialización, y asignarles un nivel de remuneración para el cálculo de los costos de operación. De igual manera, deberán deducirse los costos de mantenimiento y reparaciones, así como el de reposición de los equipos.

La descripción del proceso productivo posibilitará, además, conocer las materias primas y los insumos restantes que éste demandará. Como ya se mencionó, el proceso productivo se elige por medio tanto del análisis técnico, como del análisis económico de las alternativas existentes.

La definición del tamaño del proyecto es fundamental para la determinación de las inversiones y los costos que se derivan del estudio técnico. Para un mismo volumen de producción se obtienen resultados económicos muy diferentes si, por ejemplo, el tamaño considera la operación de dos plantas a un solo turno cada una, o de una planta a dos turnos. Normalmente, durante esta etapa del estudio puede optarse por una alternativa de tamaño y proceso específicos para el proyecto. Sin embargo, cuando existen dudas entre dos o más posibilidades, parece conveniente no tomar una decisión en una etapa tan preliminar. En este caso, deberán desarrollarse los estudios de las distintas posibilidades técnicas, postergando, si fuera preciso, la decisión hasta la última etapa de su evaluación.

Esto parece más obvio cuando se consideran otras variables de efectos interrelacionados con los anteriores, por ejemplo, la localización. Cuando ésta no se encuentra predeterminada, debe elegirse mediante un proceso integral de análisis que permita su compatibilización, entre otros factores, con el tamaño. Los efectos de la disyuntiva de tener una o dos plantas sobre la decisión de localización son más complejos de lo que parece, puesto que incorporan restricciones técnicas a un análisis económico ya

influido fuertemente por los costos del transporte, la cercanía de las fuentes de materias primas y del mercado consumidor, la disponibilidad y el precio relativo de los insumos, las expectativas de variaciones futuras en la situación vigente y otros. Todo esto debe analizarse de manera combinada con los factores determinantes del tamaño, como la demanda actual y esperada, la capacidad financiera y las restricciones del proceso tecnológico, entre otros.

Las interrelaciones entre decisiones de carácter técnico se complican al tener que combinarse con decisiones derivadas de los restantes estudios particulares del proyecto. Por ejemplo, al describirse qué tan perecedera es la materia prima o el producto terminado, no sólo se proporciona información interna al estudio técnico, sino que se condicionan algunas decisiones de mercado o financieras, como las relativas a distribución del producto final, adquisición de la materia prima o inversión en existencias.

2.4 El estudio del mercado

Uno de los factores más críticos en el estudio de proyectos es la determinación de su mercado, tanto por el hecho de que aquí se define la cuantía de su demanda e ingresos de operación, como por los costos e inversiones implícitos.

El estudio de mercado es más que el análisis y la determinación de la oferta y demanda, o de los precios del proyecto. Muchos costos de operación pueden preverse simulando la situación futura y especificando las políticas y los procedimientos que se utilizarán como estrategia comercial. Pocos proyectos son los que explican, por ejemplo, la estrategia publicitaria, la cual tiene en muchos casos una fuerte repercusión, tanto en la inversión inicial –cuando la estrategia de promoción se ejecuta antes de la puesta en marcha del proyecto– como en los costos de operación, cuando se define como un plan concreto de acción.

El mismo análisis puede realizarse para explicar la política de distribución del producto final. La cantidad y calidad de los canales que se seleccionan afectarán el calendario de desembolsos del proyecto. La importancia de este factor se manifiesta al considerar su efecto sobre la relación oferta-demanda del proyecto. Basta agregar un canal adicional a la distribución del proyecto, para que el precio final se incremente en el margen que recibe este canal. Con ello, la demanda puede verse disminuida con respecto a los estudios previos. Opcionalmente podría bajarse el precio de entrega al distribuidor para que el producto llegue al consumidor al precio previsto, con lo cual los ingresos del proyecto también se verían disminuidos.

Ninguno de estos elementos, que a veces pueden ser considerados secundarios, puede dejar de ser estudiado. Decisiones como el precio de introducción, las inversiones para fortalecer una imagen, el acondicionamiento de los locales de venta en función de los requerimientos observados en el estudio de los clientes potenciales

y las políticas de crédito recomendadas por el mismo estudio, entre otros, pueden constituirse en variables pertinentes para el resultado de la evaluación. Metodológicamente, los aspectos que deben estudiarse son cuatro, a saber:

a) El consumidor y las demandas del mercado y del proyecto, actuales y proyectadas.

b) La competencia y las ofertas del mercado y del proyecto, actuales y proyectadas.

c) La comercialización del producto o servicio generado por el proyecto.

d) Los proveedores y la disponibilidad y el precio de los insumos, actuales y proyectados.

El análisis del consumidor tiene por objeto caracterizar a los consumidores actuales y potenciales, identificando sus preferencias, hábitos de consumo, motivaciones, etcétera, para obtener un perfil sobre el cual pueda basarse la estrategia comercial. El análisis de la demanda cuantifica el volumen de bienes o servicios que el consumidor podría adquirir de la producción del proyecto. La demanda se asocia con distintos niveles de precio y condiciones de venta, entre otros factores, y se proyecta en el tiempo, diferenciando claramente la demanda deseada, de la real.

La principal dificultad de esta situación radica en definir la proyección de la demanda global y aquella parte que podrá captar el proyecto; sin embargo, existen diversas técnicas y procedimientos que permiten obtener una aproximación, la mayoría de las veces confiable.

El estudio de la competencia es fundamental por varias razones. La estrategia comercial que se defina para el proyecto no puede ser indiferente a ésta. Es preciso conocer las estrategias que sigue la competencia para aprovechar sus ventajas y evitar sus desventajas; al mismo tiempo, ella se constituye en una buena fuente de información para calcular las posibilidades de captarle mercado y también para el cálculo de los costos probables involucrados.

La determinación de la oferta suele ser compleja, por cuanto no siempre es posible visualizar todas las alternativas de sustitución del producto del proyecto o la potencialidad real de la ampliación de la oferta, si no se conoce la capacidad instalada ociosa de la competencia o sus planes de expansión o los nuevos proyectos en curso.

El análisis de la comercialización del proyecto es quizá uno de los factores más difíciles de precisar, por cuanto la simulación de sus estrategias se enfrenta al problema de estimar reacciones y variaciones del medio durante la operación del proyecto.

Son muchas las decisiones que se adoptarán respecto de la estrategia comercial del proyecto, las cuales deben basarse en los resultados obtenidos en los análisis señalados en los párrafos anteriores. Las decisiones aquí tomadas tendrán repercusión directa en la rentabilidad del proyecto por las consecuencias económicas que se manifiestan en sus ingresos y egresos.

Una de estas decisiones es la política de venta, que no sólo implica la generación de ingresos al contado o a plazos, sino que también determina la captación de un mayor o menor volumen de ventas. Junto con esta decisión debe estudiarse la política de plazo del crédito, los intereses, el monto del pie, etcétera. Las combinaciones posibles son múltiples y cada una determinará una composición diferente de los flujos de caja del proyecto. Tan importantes como ésta son las decisiones sobre precio, canales de distribución, marca, estrategia publicitaria, inversiones en creación de imagen, calidad del producto, servicios complementarios, estilos de venta, características exigidas y capacitación de la fuerza de venta.

Cada una de estas decisiones originará una inversión, un costo o un ingreso de operación que es necesario estudiar para alcanzar las aproximaciones más cercanas a lo que sucederá cuando el proyecto sea implementado.

El mercado de los proveedores puede llegar a ser determinante en el éxito o en el fracaso de un proyecto. De ahí la necesidad de estudiar si existe disponibilidad de los insumos requeridos y cuál es el precio que deberá pagarse para garantizar su abastecimiento. Como se verá más adelante, la información que se obtenga de los proveedores podrá influir hasta en la selección de la localización del proyecto.

2.5 El estudio organizacional-administrativo-legal

Uno de los aspectos que menos se tienen en cuenta en el estudio de proyectos es aquel que se refiere a los factores propios de la actividad ejecutiva de su administración: organización, procedimientos administrativos y aspectos legales.

Para cada proyecto es posible definir la estructura organizativa que más se adapte a los requerimientos de su posterior operación. Conocer esta estructura es fundamental para definir las necesidades de personal calificado para la gestión y, por tanto, estimar con mayor precisión los costos indirectos de la mano de obra ejecutiva.

Al igual que en los estudios anteriores, es preciso simular el proyecto en operación. Para ello deberán definirse, con el detalle que sea necesario, los procedimientos administrativos que podrían implementarse junto con el proyecto. Pueden existir diferencias sustanciales, entre los costos de llevar registros normales frente a los computacionales, y mientras en algunos proyectos convenga la primera modalidad, en otros puede ser más adecuada la segunda.

La decisión de desarrollar internamente actividades que pudieran subcontratarse influye directamente en los costos por la mayor cantidad de personal que pudiera necesitarse, la mayor inversión en oficinas y equipamiento y el mayor costo en materiales y otros insumos. Como puede apreciarse, una decisión que pareciera ser secundaria lleva asociada una serie de inversiones y costos que ningún estudio de proyectos podría obviar.

Bastaría un análisis muy simple para dejar de manifiesto la influencia de los procedimientos administrativos sobre la cuantía de las inversiones y los costos del proyecto. Los sistemas y procedimientos contable-financieros, de información, de planificación y presupuesto, de personal, adquisiciones, crédito, cobranzas y muchos más van asociados con los costos específicos de operación.

Los sistemas y procedimientos que definen a cada proyecto en particular también determinan la inversión en estructura física. La simulación de su funcionamiento permitirá definir las necesidades de espacio físico para oficinas, pasillos, estacionamiento, jardines, vías de acceso, etcétera.

Ninguna de estas consideraciones puede dejarse al azar. De su propio análisis se derivarán otros elementos de costos que, en suma, podrían hacer no rentable un proyecto que, según estimaciones preliminares, haya parecido conveniente de implementar.

Casos típicos de esto son los mecanismos de comunicación interna, el equipamiento de implementos de prevención (incendios y riesgos en general) o la inclusión de la variable de retiro y recontratación de personal, por nombrar sólo algunos.

Tan importante como los aspectos anteriores es el estudio legal. Aunque no responde a decisiones internas del proyecto, como la organización y los procedimientos administrativos, influye indirectamente en ellos y, en consecuencia, sobre la cuantificación de sus desembolsos.

Los aspectos legales pueden restringir la localización y obligar a mayores costos de transporte, o bien pueden otorgar franquicias para incentivar el desarrollo de determinadas zonas geográficas donde el beneficio que obtendría el proyecto superaría los mayores costos de transporte.

Uno de los efectos más directos de los factores legales y reglamentarios se refiere a los aspectos tributarios. Normalmente existen disposiciones que afectan de manera diferente a los proyectos, dependiendo del bien o servicio que produzcan. Esto se manifiesta en el otorgamiento de permisos y patentes, en las tasas arancelarias diferenciadas para tipos distintos de materias primas o productos terminados, o incluso en la constitución de la empresa que llevará a cabo el proyecto, la cual tiene exigencias impositivas distintas según sea el tipo de organización que se seleccione.

Otro de los efectos lo constituye la determinación de los desembolsos que representa la concreción de las opciones seleccionadas como las más convenientes para el proyecto. Por ejemplo, los gastos en que se deberá incurrir por la confección de un contrato para encargar una tecnología que debe hacerse a pedido. Así mismo, es posible identificar una serie de otros efectos económicos vinculados con variables legales.

2.6 El estudio financiero

La última etapa del análisis de viabilidad financiera de un proyecto es el estudio financiero. Los objetivos de esta etapa son ordenar y sistematizar la información de

carácter monetario que proporcionaron las etapas anteriores, elaborar los cuadros analíticos y datos adicionales para la evaluación del proyecto y evaluar los antecedentes para determinar su rentabilidad.

La sistematización de la información financiera consiste en identificar y ordenar todos los ítems de inversiones, costos e ingresos que puedan deducirse de los estudios previos. Sin embargo, y debido a que no se ha proporcionado toda la información necesaria para la evaluación, en esta etapa deben definirse todos aquellos elementos que debe suministrar el propio estudio financiero. El caso clásico es el cálculo del monto que debe invertirse en capital de trabajo o el valor de desecho del proyecto.

Las inversiones del proyecto pueden clasificarse, según corresponda, en terrenos, obras físicas, equipamiento de fábrica y oficinas, capital de trabajo, puesta en marcha y otros. Puesto que durante la vida de operación del proyecto puede ser necesario incurrir en inversiones para ampliaciones de las edificaciones, reposición del equipamiento o adiciones de capital de trabajo, será preciso presentar un calendario de inversiones y reinversiones que puede elaborarse en dos informes separados, correspondientes a la etapa previa a la puesta en marcha y durante la operación. También se deberá proporcionar información sobre el valor residual de las inversiones.

Los ingresos de operación se deducen de la información de precios y demanda proyectada, calculados en el estudio de mercado, de las condiciones de venta, de las estimaciones de venta de residuos y del cálculo de ingresos por venta de equipos cuyo reemplazo está previsto durante el periodo de evaluación del proyecto, según antecedentes que pudieran derivarse de los estudios técnicos (para el equipo de fábrica), organizacional (para el equipo de oficinas) y de mercado (para el equipo de venta).

Los costos de operación se calculan con la información de prácticamente todos los estudios anteriores. Existe, sin embargo, un ítem de costo que debe calcularse en esta etapa: el impuesto a las ganancias, ya que este desembolso es consecuencia directa de los resultados contables de la empresa, que pueden ser diferentes de los resultados efectivos obtenidos de la proyección de los estados contables de la empresa responsable del proyecto.

La evaluación del proyecto se realiza sobre la estimación del flujo de caja de los costos y beneficios. La existencia de algunas diferencias en ciertas posiciones conceptuales en cuanto a que la rentabilidad del proyecto *per se* puede ser distinta de la rentabilidad para el inversionista, por la incidencia del financiamiento, hace que más adelante se dedique un análisis especial al tema.

El resultado de la evaluación se mide por medio de distintos criterios que, más que optativos, son complementarios entre sí. La improbabilidad de tener certeza de la ocurrencia de los acontecimientos considerados en la preparación del proyecto, hace necesario considerar el riesgo de invertir en él. Se han desarrollado muchos métodos para incluir el riesgo y la incertidumbre de la ocurrencia de los beneficios que se esperan del proyecto, algunos de los cuales incorporan directamente el efecto del

riesgo en los datos del proyecto, mientas que otros determinan la variabilidad máxima que podrían experimentar algunas de las variables para que el proyecto siga siendo rentable. Este último criterio corresponde al análisis de sensibilidad.

Evaluar un proyecto a un plazo fijo puede llevar a conclusiones erradas respecto del mismo. Muchas veces se adopta como norma que un proyecto debe evaluarse a diez años. Sin embargo, es posible que la rentabilidad de un proyecto sea mayor si su puesta en marcha se posterga por algunos periodos. No todos los proyectos rentables deben implementarse de inmediato, aun cuando existan los recursos necesarios, si se maximiza su rentabilidad postergando su iniciación.

Siguiendo el mismo raciocinio anterior, puede concluirse que un proyecto es más rentable si se abandona antes de la fecha prevista en la evaluación. Es decir, al igual que debe analizarse la postergación de la puesta en marcha, así también debe considerarse el abandono antes de la finalización prevista. Incluso, aun cuando el proyecto haya sido evaluado, aprobado e implementado, es posible que surja alguna alternativa de inversión que haga recomendable el abandono de la inversión en marcha.

Por último, otra variable que complementa la información posible de proveer a quien debe tomar una decisión se relaciona con el financiamiento. Cuando se incluye su efecto en un flujo de caja, ya sea por la contratación de un *leasing* o de una deuda para financiar parte de la inversión, deja de medirse la rentabilidad del proyecto, y se determina la rentabilidad de los recursos propios invertidos en él, la cual puede ser sustancialmente distinta a la del proyecto. Obviamente, el inversionista tomará una decisión sobre bases más documentadas, si se le proporcionan ambas rentabilidades.

2.7 El estudio del impacto ambiental

Un enfoque de la gestión ambiental sugiere introducir en la evaluación de proyectos las normas ISO 14000, las cuales consisten en una serie de procedimientos asociados con dar a los consumidores una mejora ambiental continua de los productos y servicios que proporcionará la inversión, asociada con los menores costos futuros de una eventual reparación de los daños causados sobre el medio ambiente. Éstos se diferencian de las normas ISO 9000, que sólo consideran las normas y procedimientos que garanticen a los consumidores que los productos y servicios que provee el proyecto cumplen y seguirán cumpliendo con determinados requisitos de calidad.

Al igual que en la gestión de calidad se exige a los proveedores un insumo de calidad para elaborar a su vez un producto final que cumpla con los propios estándares de calidad definidos por la empresa, en la gestión del impacto ambiental se tiende a la búsqueda de un proceso continuo de mejoramiento ambiental de toda la cadena de producción, desde el proveedor hasta el distribuidor final que lo entrega al cliente. Es decir, el evaluador de proyectos debe preocuparse cada vez más del ciclo de producción completo que generará la inversión, determinando el impacto ambiental que

ocasionará tanto el proveedor de los insumos por la extracción, producción, transporte o embalaje de la materia prima, como el sistema de distribución del producto en su embalaje, transporte y uso.

También es posible anticipar eventuales costos futuros mayores derivados de variables ambientales en evolución, como la pertenencia de la empresa a un sector industrial con mala imagen ambiental, lo que haría esperar mayores costos y menor competitividad por tener que cumplir con normas ambientales más estrictas; la determinación de la mejor ubicación económica en un sector de creciente valor ecológico o recreativo que podría, en el mediano o largo plazo, determinar su traslado por presiones de la comunidad, y la pertenencia a un sector industrial donde los consumidores hacen cada vez mayores exigencias ambientales (fábricas de cemento, molinos, etcétera), entre otros.

Si bien es posible afirmar que el desarrollo y los efectos ambientales negativos coexisten simultáneamente, también es posible conocer que la prevención y el control oportunos de éstos permitirán un crecimiento económico sostenible. Esto no debe interpretarse como la conservación absoluta del medio ambiente que impida la identificación de proyectos de inversión que pudieran generar beneficios superiores al costo que se asume respecto del ambiente, ante la necesidad de avanzar y mejorar, en definitiva, la calidad de vida de la población.

El estudio del impacto ambiental como parte de la evaluación económica de un proyecto no ha sido lo suficientemente tratado, aunque se observan avances sustanciales en el último tiempo. Una tipología de estudios de impacto ambiental permite identificar tres tipos: cualitativos, cualitativo-numéricos y cuantitativos.

Los métodos cualitativos identifican, analizan y explican los impactos positivos y negativos que podrían ocasionarse en el ambiente con la implementación del proyecto. Tanto la jerarquización como la valorización de estos efectos se basan comúnmente en criterios subjetivos, por lo que su uso está asociado con estudios de viabilidad que se realizan en el estudio de perfil.

Los métodos cualitativo-numéricos relacionan factores de ponderación en escalas de valores numéricos a las variables ambientales. Uno de estos métodos, el de Brown y Gibson –que se explica en el capítulo 9–, señala que para determinar la localización de un proyecto es necesario considerar la combinación de factores posibles de cuantificar (el costo de un sistema de control de emanaciones tóxicas, por ejemplo) con factores de carácter subjetivo (como la satisfacción de un paisaje limpio) asignándoles una calificación relativa a cada una de estas variables.

Los métodos cuantitativos determinan tanto los costos asociados con las medidas de mitigación total o parcial como los beneficios de los daños evitados, incluyendo ambos efectos dentro de los flujos de caja del proyecto que se evalúa. Según estos métodos, las medidas de mitigación de daños ambientales se adelantan hasta el punto en que el valor marginal del daño evitado se iguala con el costo marginal del control

de los daños. De acuerdo con un criterio económico, estos métodos buscan minimizar el costo total del proyecto, para lo cual es permisible un cierto nivel de daño ambiental residual, el cual en muchos casos no tiene un carácter permanente.

Como se mencionó en el capítulo anterior, cuando se evalúa socialmente un proyecto, lo que se busca es medir los costos que ocasiona y los beneficios que recibe la sociedad como un todo por la realización de un proyecto. Una de las principales diferencias que tiene respecto de la evaluación privada es que considera las externalidades, tanto positivas como negativas, que genera la inversión. Mientras las externalidades positivas corresponden a los beneficios generados por un proyecto y percibidos por agentes económicos distintos a los que pagan por los bienes y servicios que el proyecto ofrece, las externalidades negativas son los costos que asumen miembros de la sociedad distintos a los que se benefician de dichos bienes y servicios. Un análisis más detallado de este tema se desarrolla en el capítulo final de este libro.

El impacto ambiental de muchas decisiones de inversión es un claro ejemplo de las externalidades que puede producir un proyecto, al afectar el bienestar de la población. Si bien muchas externalidades no tienen el carácter de económicas, pueden afectar la calidad de vida de la comunidad; por ejemplo, la contaminación de un lago cuyo entorno sea utilizado con fines recreativos. Por otra parte, externalidades que no tienen carácter económico se asocian con un costo cuando se busca subsanar el daño ocasionado.

Desde la perspectiva de la medición de la rentabilidad social de un proyecto, el evaluador debe cuantificar los beneficios y costos ambientales que la inversión ocasionará. Para ello, puede recurrir a distintos métodos que permiten incorporar el factor monetario al efecto ambiental como los métodos de valoración contingente, de costo evitado o de precios hedónicos.[1]

El ***método de valoración contingente*** busca determinar la disposición a pagar de las personas por los beneficios que se espera produzca el proyecto. Por ejemplo, por el derecho de uso de las vías exclusivas que hagan el tráfico más expedito o por ver las aguas de un lago descontaminadas para recuperar un espacio de recreación. Muchas variables determinan esta disposición a pagar; por ejemplo, el nivel de ingreso de la población o la cercanía y capacidad de acceso a las zonas mejoradas.

El ***método del costo evitado*** considera que el costo asociado con una externalidad debe ser asumido por el proyecto que la ocasiona, para lo cual incorpora dentro de los costos el gasto de subsanar el daño causado o, dentro de los beneficios, el costo que la inversión evitaría al resto de la comunidad.

---

[1] Una detallada exposición sobre los métodos de valoración ambiental se encuentra en Diego Azqueta. Valoración económica de la calidad ambiental. Madrid: McGraw-Hill, 1994, pp. 75-191.

El ***método de los precios hedónicos*** busca determinar todos los atributos de un bien que podrían explicar el precio que las personas están dispuestas a pagar por él. Es decir, considera que el precio refleja, entre otras cosas, la calidad del ambiente que se verá afectado por el proyecto. Por ejemplo, al pavimentar una calle de tierra, las viviendas de esa calle suben sustancialmente de precio, en términos relativos, que aquellas viviendas donde se repavimenta su calle, a pesar de que probablemente el costo de repavimentar sea superior al de pavimentar.

Desde la perspectiva de la evaluación privada de proyectos, lo que interesa es medir los costos y beneficios que con mayor probabilidad enfrentará el inversionista. Si el proyecto puede afrontar la posibilidad de un desembolso futuro para compensar el daño causado, éste valor deberá incorporarse en el proyecto.

Si existen normas concretas que restrinjan la formulación del proyecto, como por ejemplo el impedimento de construir un edificio para arriendo de estacionamientos por el impacto vial que ocasiona sobre la calle, el evaluador deberá investigar la existencia de otras opciones. Si la demanda hace recomendable, desde el punto de vista de la rentabilidad privada, la construcción de ochocientos estacionamientos y existe una restricción establecida al tamaño por el impacto vial negativo que este proyecto ocasionará, se deberá estudiar la conveniencia de un tamaño inferior, con salidas a distintas calles, pero que cumpla con la norma, o el traslado de la ubicación a otro lugar.

Entre otros efectos ambientales directos, la evaluación privada deberá incluir, entre otros, los siguientes costos: para cumplir con las normas de control de las emanaciones de gases o contaminación de aguas; para eliminar, reciclar o biodegradar residuos sólidos que no pueden ser depositados en lugares bajo control y autorizados para tales fines; para acceder a materias primas que cumplan con las normas ambientales en cuanto a los residuos de embalaje o transporte; para cumplir con las normas ambientales vinculadas con la comercialización del producto elaborado por el proyecto, como las restricciones de algunos países a aceptar la importación de productos en embalajes no reciclables, reutilizables o no biodegradables, etc.

Con un adecuado Estudio del Impacto Ambiental (EIA), se confeccionará un documento que describa pormenorizadamente las características de un proyecto o actividad que se pretenda llevar a cabo, o su modificación. Dicho documento debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación de su impacto ambiental y describir la o las acciones que se ejecutarán para impedir o minimizar sus efectos significativamente adversos.

Junto con lo anterior, deberá considerarse una declaración de impacto ambiental (DIA), la cual es un documento descriptivo de una actividad o proyecto que se pretende realizar, o de las modificaciones que se introducirán, otorgado bajo juramento por el respectivo titular, cuyo contenido permita al organismo competente evaluar si su impacto ambiental se ajusta a las normas ambientales vigentes.

Para implementar un proyecto, se deberá contar con una Resolución de Calificación Ambiental (RCA), documento que contiene disposiciones de los organismos gubernamentales de control ambiental.

Los objetivos del EIA consisten en definir mecanismos y responsabilidades que aseguren las siguientes acciones:

a) La identificación preventiva de los peligros, la evaluación de los riesgos, las medidas de control y la verificación del cumplimiento oportuno de todas las situaciones susceptibles de provocar daño a las personas, al medio ambiente, a la comunidad del entorno y a los bienes físicos durante todo el ciclo de vida de los proyectos.

b) La identificación, aplicación y verificación del cumplimiento del marco regulatorio aplicable, obligatorio y voluntario, interno y externo según los distintos países en los que se produce o exporta. Por ejemplo, al exportar salmones de Chile a Europa, se requiere cumplir con las normas ambientales tanto de Chile (interno), como de Europa (externo).

c) La protección de las personas, el medio ambiente, la comunidad del entorno y los bienes físicos durante el desarrollo de los proyectos, su construcción, montaje, puesta en marcha y operación.

El reconocimiento oportuno de los peligros y la evaluación de los riesgos e impacto a que se exponen las personas, el medio ambiente, la comunidad del entorno y los bienes físicos a causa de los proyectos que se desarrollan y la adopción, en consecuencia, de medidas preventivas que tengan como finalidad el control de estos riesgos, entregan un importante valor al proyecto, que con esto, da cumplimiento a la legislación vigente y evita destinar recursos para mitigar daños ya causados, además de fortalecer su imagen corporativa y mantener la certificación de los sistemas de gestión.

Alcance del estudio

La metodología de estudio de impacto ambiental debería de ser aplicada a todos los proyectos, independientemente de su fuente de financiamiento, de sus modalidades de administración y/o tipo de contrato, para su desarrollo y ejecución, en cualquiera de las etapas de idea, preinversión, inversión y operación.

El estudio debería incluir todos los peligros, riesgos e impactos asociados con las personas, el medio ambiente, la comunidad del entorno y los bienes físicos donde se inserta el proyecto. Los resultados se deben incorporar en los eventuales procesos de licitación y/o cotización en los respectivos contratos de los proyectos, para ser aplicados en las etapas correspondientes.

Está fuera del alcance de este estudio el análisis de riesgos asociados con aspectos financieros, de gestión y los propios del negocio, tales como cambios en la actividad económica, inflación, política monetaria y fiscal, restricciones de comercio, cambios de costos esperados, pérdidas de mercado y cambio de leyes, entre otros.

Transcurrido un tiempo prudente de operaciones, corresponderá realizar la posevaluación del proyecto. Ésta debe considerar la verificación del cumplimiento de los compromisos de la DIA y del EIA, los cumplimientos de las acciones correctivas, preventivas y no conformidades entregadas durante el proceso de traspaso de la etapa de ejecución a la etapa de operación, en los ámbitos de las personas, el medio ambiente, la comunidad del entorno y los bienes físicos.

Por otra parte, cuando se considera el cierre de un proyecto, se deberá tener en cuenta un plan de mitigación de posibles efectos ambientales. Por ejemplo, en un proyecto de vertedero, además de preocuparse durante la operación de las externalidades negativas y mitigaciones ambientales, al término de su vida útil deberá considerarse un plan de recuperación de suelo, a través de la entrega de áreas verdes a la comunidad. Los costos que involucra esta iniciativa deberán ser considerados en el valor de desechos del proyecto, lo cual perfectamente podría implicar que este último valor termine siendo negativo. Es decir, se debe pagar por salir del proyecto.

Resumen

En este capítulo se sintetiza el proceso de la preparación y evaluación de un proyecto de inversión. El resto del libro se dedica a analizar en detalle cada uno de los factores que influyen en la medición de la rentabilidad del proyecto.

Muchas son las variables que se pueden y se deben cuantificar en la preparación del proyecto. Sólo la simulación precisa de cómo operaría el proyecto una vez puesto en marcha permitirá determinar las consecuencias económicas que de ellas se deriven.

Los estudios particulares que deberán realizarse para disponer de toda la información relevante para la evaluación son seis: técnico, de mercado, administrativo, financiero organizacional–administrativo–legal y ambiental.

El objetivo de cada uno de ellos es proveer información para la determinación de la viabilidad financiera de la inversión. Si bien no se pretende realizar estudios de viabilidad técnica, comercial, administrativa, legal u otra, cuando en cada una de estas áreas exista más de una alternativa razonable viable, sí se deberá evaluar cuál de ellas es la óptima desde el punto de vista de la racionalidad económica.

Muchas veces podrá suceder que subsistan dudas acerca de los méritos financieros de más de una alternativa, sea ésta técnica, comercial o administrativa. En estos casos, no debe optarse por una de ellas, sino que las más relevantes se deben desarrollar en toda su magnitud para elegir la mejor en la evaluación financiera misma del proyecto. Abandonar una alternativa tecnológica en el estudio técnico, basándose para ello en aproximaciones económicas, puede llevar a desechar una alternativa que, combinada con las proyecciones organizativas, comerciales, legales, administrativas y financieras, pueda llevar a una rentabilidad mayor.

El estudio de factibilidad financiera no sólo consiste en determinar si el proyecto es o no rentable, sino que debe servir para discernir entre alternativas de acción para estar en condiciones de recomendar la aprobación o el rechazo del proyecto en virtud de una operación en el grado óptimo de su potencialidad real.

El estudio de impacto ambiental como parte de la evaluación de un proyecto se observa como un elemento cada vez más necesario, tanto por el cambio en la cultura ambientalista de la sociedad como por el efecto directo sobre los costos o beneficios que una determinada iniciativa de inversión pudiera tener. La teoría dispone de tres tipos de instrumentos para medir estos costos y beneficios: los métodos cualitativos, los cualitativo-numéricos y los cuantitativos.

El estudio económico del impacto ambiental adquiere especial importancia en la evaluación social de proyectos por las externalidades que se le pueden asociar. Entre los principales métodos para valorizar estas externalidades están el de valoración contingente, el del costo evitado y el de los precios hedónicos. En la evaluación privada del proyecto, las restricciones para el control de daños ambientales obliga al evaluador a incluir los costos de prevención o los necesarios para subsanar el daño que pudiera ocasionar el proyecto.

Preguntas y problemas

1. ¿En qué se diferencian el estudio de la viabilidad técnica y el estudio técnico de la viabilidad financiera?
2. Describa la información que deberá proporcionar el estudio técnico para la evaluación financiera del proyecto.
3. Defina un proyecto no productivo y explique en qué consistiría su estudio técnico.
4. Describa algunos ítems de inversiones que podrían derivarse del estudio del mercado del proyecto.
5. ¿Cómo podría el análisis de la competencia del proyecto inducir algunos costos de operación?
6. Explique cómo la estructura organizativa de un proyecto y el diseño de los procedimientos administrativos pueden afectar la composición de los costos de operación del proyecto y de las inversiones previas a la puesta en marcha y durante la ejecución del proyecto.
7. El estudio financiero del proyecto debe preparar información para su evaluación. Identifique las principales decisiones que deben tomarse al respecto.
8. Explique qué diferencia a los estudios en las etapas de perfil, prefactibilidad y factibilidad.
9. Explique la importancia de las variables ambientales en un proyecto de inversión.
10. ¿Son similares los efectos cuantitativos asociados con el impacto ambiental de un proyecto que se evalúa social y privadamente?
11. Describa los métodos para cuantificar los efectos ambientales de un proyecto.
12. Un inversionista dispone de un terreno del cual desea obtener la mayor ganancia posible. De acuerdo con sus expectativas, dentro de los próximos diez años la construcción de nuevas carreteras y vías de acceso en el entorno inmediato harán del terreno un lugar más atractivo. Adicionalmente, mientras espera la consolidación de dichos proyectos de infraestructura vial, tiene la posibilidad de montar una granja educativa o entregar en arriendo la explotación de las 10 hectáreas para uso agrícola. Tomando en consideración la situación particular de este inversionista, ¿cuál debe ser el enfoque metodológico correcto desde el punto de vista de la preparación y evaluación de proyectos, que permita efectuar una recomendación adecuada? ¿Qué elementos debe incluir en su evaluación?
13. Existen algunos factores que son determinantes para la aplicación de las técnicas de preparación y evaluación de proyectos, las que a su vez no dependen en su evolución del responsable de la investigación. Menciónelos y explíquelos.

Preguntas y problemas

Comente las siguientes afirmaciones:

a. La preparación y evaluación de proyectos desarrolla técnicas y metodologías que permiten cuantificar con precisión un calendario tanto de inversiones como de ingresos y egresos de su operación, los cuales, llevados a un flujo de fondos, permitirá decidir la conveniencia o inconveniencia de asignar los recursos a la idea del proyecto.

b. La decisión de aplicar las técnicas de preparación y evaluación de proyectos surgen cuando se dispone de una idea de creación de una nueva empresa cuyos posibles resultados no son conocidos. Es por ello que se deberá efectuar un proceso de simulación que permita obtener información acerca del comportamiento actual de la demanda, de los aspectos técnicos, organizativos y financieros. La evaluación de todos estos antecedentes permitirá adoptar la decisión correcta.

c. Para la construcción del flujo del proyecto deberá sistematizarse la información obtenida en los distintos estudios del análisis de preinversión. Para ello se determinarán las inversiones del proyecto previas a su operación, los ingresos y los egresos operacionales residuales.

d. Los estudios de mercado, técnico, organizacional-administrativo-legal y financiero son independientes entre sí, de manera que el estudio de mercado proporciona información relevante del comportamiento de los consumidores, proveedores, competidores y distribuidores; el estudio técnico proporciona antecedentes económicos relativos a los costos de fabricación, inversión en tecnología y otros aspectos relevantes. Lo mismo ocurre en los otros estudios. Esta información se sistematiza en un flujo de caja, el cual se somete a técnicas de evaluación sustentadas en el valor del dinero en el tiempo.

e. Los estudios de perfil, prefactibilidad y factibilidad tienen un carácter secuencial. Toda idea de proyecto, antes de ser implementada, debe pasar por estos tres escenarios de preparación.

f. Las ideas de proyecto nacen o surgen como consecuencia de diversos hechos que ocurren en la sociedad. Una vez identificada la idea deberá encargarse el estudio de preparación y evaluación del proyecto al especialista, con el fin de que determine su rentabilidad.

g. El ciclo de un proyecto surge con la idea, continúa con la preinversión, posteriormente con la inversión y finalmente con la operación. En todas las etapas del ciclo, al preparador y evaluador de proyectos le corresponderá aplicar las técnicas propias de su quehacer.

Preguntas y problemas

h. Antes de ser implementada, toda idea de proyecto deberá ser estudiada al máximo nivel de profundidad.

i. A todos los estudios de un proyecto deberá realizársele el estudio de factibilidad.

j. Preparar un proyecto significa recopilar la información existente con el fin de construir con ella los flujos de caja respectivos.

k. Al final de la preparación de un proyecto, sólo se podrá construir un flujo de caja, ya que la existencia de diversos flujos puede conllevar a resultados disímiles, lo cual imposibilita la recomendación pertinente en la asignación de recursos.

l. El estudio financiero permitirá construir el flujo de caja respectivo al sistematizar toda la información obtenida en los estudios de un proyecto y además, buscar la mejor alternativa de financiamiento para llevar a cabo la inversión.

m. La proyección de los flujos no es confiable, puesto que es imposible la predicción perfecta.

n. Todos los estudios de un proyecto deberán ser estudiados a un mismo nivel de profundidad, ya que todos ellos presentan alternativas susceptibles de ser evaluadas.

ñ. El impacto medioambiental de un proyecto sólo deberá estudiarse en la medida en que las normas legales vigentes en un país dispongan cláusulas que reglamenten ese impacto. En caso contrario, será necesario efectuar un estudio de impacto medioambiental.

o. Un proyecto que al evaluarse muestra una rentabilidad positiva, debe implementarse inmediatamente si existen los recursos suficientes para ello.

Bibliografía

Azqueta, Diego. *Valoración económica de la calidad ambiental*. Madrid: McGraw-Hill, 1994.

Baum, Warren C. *El ciclo de los proyectos*. En: Finanzas y desarrollo. 7(2), 1970.

Contreras, Marco. *Formulación y evaluación de proyectos*. Bogotá: Unad, 1995.

Deslandes, H. *Las ocho etapas de un estudio de factibilidad*. En: Administración de empresas. 6(61), 1975.

Duvigneau Ch. and Prasad R. *Guidelines for calculating financial and economic rates of return for DFC projects*. In: *World Technical Paper*. No 33. Washington D.C., 1984.

Fontaine, Ernesto. *El proyecto y su ciclo de gestación*. En: Preparación de proyectos. Curso Interamericano de Preparación y Evaluación de Proyectos: Lecturas Seleccionadas, vol. VI. Santiago, Chile. Odeplan, Universidad Católica de Chile, 1985.

Guadagni, A.A. *El problema de la optimización del proyecto de inversión: consideración de sus diversas variantes*. En: BID-Odeplan. Programa de adiestramiento en preparación y evaluación de proyectos. Vol V. Santiago, 1976.

Ilpes. *Guía para la presentación de proyectos*. Santiago: Siglo Veintiuno, Editorial Universitaria, 1977.

Naciones Unidas. *Manual de proyectos de desarrollo económico* (publicación 5.58.11. G.5.). México, 1958.

Mideplan. *Inversión pública, eficiencia y equidad*. Santiago, 1992.

Miranda, Juan José. *Los proyectos: la unidad operativa de los negocios*. Santafé de Bogotá: Esap, 1994.

Oecd. *Manual of Industrial Project Analysis in Developing Countries*. Paris: Development Centre of the Organization for Economic Cooperation and Development, 1972.

Parro, Nereo. *El proyecto de fábrica como base de la productividad*. En: Administración de empresas. 2(22) y 2(23), 1972.

Sapag, Nassir. *Criterios de evaluación de proyectos*: *Cómo medir la rentabilidad de las inversiones*. Madrid, McGraw-Hill, 1993.

Sapag, Nassir. *Evaluación de inversiones en la empresa*: *Outsourcing, reemplazo, abandono, internalización y ampliación*. Santiago: Universidad de Chile, 1998

Squire, Lyn y VAN DER TAK, H.G. *Economic Analysis of Projects*. World Bank Research Publication. Baltimore: The Johns Hopkings University Press, 1976.

Capítulo 3

Estructura económica del mercado

El comportamiento futuro de los factores económicos de un proyecto es afectado fuertemente por la estructura actual y esperada del mercado. El mercado está conformado por la totalidad de los compradores y vendedores potenciales del producto o servicio que se vaya a elaborar según el proyecto, la estructura del mercado y el tipo de ambiente competitivo donde operan tanto los oferentes como los compradores de un bien o servicio.

El propósito de este capítulo es descubrir las características generales del mercado, las cuales deben ser conocidas y medidas para evaluar el proyecto. Es en el mercado donde las personas reflejan sus intereses, deseos y necesidades. Allí el ser humano pone de presente la jerarquización de sus necesidades y establece su propia identidad en relación con los bienes que desea poseer o adquirir.

El conocimiento del mecanismo del mercado resulta imperiosamente necesario para el evaluador de proyectos, para realizar el proceso mediante el cual podrá recomendar o rechazar la asignación de los recursos escasos a una determinada iniciativa. Este conocimiento resultará determinante en la definición posterior de la investigación de mercado, cuyo objetivo será obtener información para la construcción del flujo de caja. En efecto, la investigación de mercado entrega información histórica y actual tanto del comportamiento de los consumidores, proveedores, competidores, como de los canales de distribución para la comercialización del producto del proyecto. Esta información será básica tanto para la elección de las técnicas de proyección de mercado más adecuadas, como para efectuar las proyecciones mismas.

La interacción entre la oferta y la demanda en cada uno de los submercados indicados puede ser distinta. Así por ejemplo, el preparador y evaluador de un proyecto puede verse enfrentado a una investigación en la cual la demanda del bien se encuentra claramente identificada, y además cautiva, por lo que se podría conocer su comportamiento futuro. No le ocurre lo mismo con un determinado insumo del submercado proveedor, del cual deberá hacer una investigación muy profunda debido a la importancia que este producto tiene en los costos del proyecto. Otro tanto puede ocurrir respecto de la calidad y validez de la información disponible, la cual puede variar según los distintos bienes y servicios, como el submercado respectivo, lo que podría afectar la investigación del mercado.

De esta manera, se daría en un mismo proyecto que el comportamiento del mercado para una determinada materia prima sea muy distinto que para otra. Lo mismo ocurre para los diferentes submercados del proyecto. De ahí la importancia de conocer cómo se estructura el funcionamiento efectivo de ellos, con el fin de poder adecuar y dirigir la investigación de mercado con pleno conocimiento de lo que se quiere investigar. Sólo al determinarse cuáles son los comportamientos de la interacción entre oferta y demanda que hacen posible la existencia de los mercados, podrían definirse las metodologías que resultan más adecuadas para efectuar la investigación de cada uno de ellos.

3.1 Estructura de mercado

El ambiente competitivo en que se desenvolverá el proyecto, en caso de ser implementado, puede adquirir una de las siguientes cuatro formas generales: competencia perfecta, monopolio, competencia monopólica y oligopolio.

La competencia perfecta se caracteriza porque en el mercado de un determinado producto existen muchos compradores y vendedores que, dado que la participación de cada uno de ellos en el mercado es muy pequeña, no pueden influir en el precio; el producto es idéntico y homogéneo; existe movilidad perfecta de los recursos; no hay barreras a la entrada o salida y los agentes económicos están perfectamente informados de las condiciones del mercado.

Existe monopolio cuando un solo proveedor vende un producto para el que no hay sustitutos perfectos, y las dificultades para ingresar a esa industria son grandes.

La competencia monopólica se caracteriza porque existen numerosos vendedores de un producto diferenciado y porque, en el largo plazo, no hay dificultades para entrar o salir de esa industria.

Una estructura de mercado oligopólica existe cuando hay pocos vendedores de un producto homogéneo o diferenciado, y el ingreso o salida de la industria es posible, aunque con dificultades.

En los tres últimos casos existe poder de mercado por parte de los oferentes del producto, excepto en el largo plazo para el caso de la competencia monopolística.

3.2 La demanda de un producto

El análisis de la demanda constituye uno de los aspectos centrales del estudio de proyectos, por la incidencia de ella en los resultados del negocio que se implementará con la aceptación del proyecto.

De acuerdo con la teoría de la demanda, la cantidad demandada de un producto o servicio depende del precio que se le asigne, del ingreso de los consumidores, del precio de los bienes sustitutos o complementarios y de las preferencias del consumidor

En términos generales, la cantidad demandada de un bien aumenta al bajar el precio del producto, al aumentar el precio de los bienes sustitutos o reducirse el de los complementarios, al aumentar el ingreso del consumidor y al aumentar las preferencias del consumidor por ese producto.

En el estudio de la viabilidad de un proyecto es vital la definición adecuada de la naturaleza de la demanda del bien que se producirá, así como de las variables que la modifican y de la magnitud de la reacción ante cambios en ciertos parámetros que se consideren apropiados.

La teoría económica indica que la relación funcional entre precio y cantidad demandada es inversa, es decir, al subir el precio disminuye la cantidad demandada. Los estudios económicos han sido determinantes en señalar la evidencia de esta relación para la gran mayoría de los bienes llamados "normales". Con otro tipo de bienes, la relación puede ser directa, como es el caso de los bienes de lujo.

En todo proyecto es de vital importancia conocer la magnitud de la reacción de la cantidad demandada ante un cambio en el precio; esto se conoce como la elasticidad de la demanda o elasticidad-precio, que se define como el porcentaje en que varía la cantidad demandada como consecuencia de los cambios porcentuales que se producen en el precio, manteniéndose constantes los valores de todas las demás variables de la función de demanda.

La determinación de la elasticidad de la demanda o elasticidad-precio de la demanda permitirá cuantificar el cambio relativo en las cantidades vendidas ante una variación en los precios, y se mide como el cambio porcentual en la cantidad demandada dividido entre el cambio porcentual en el precio. Esto es:

3.1

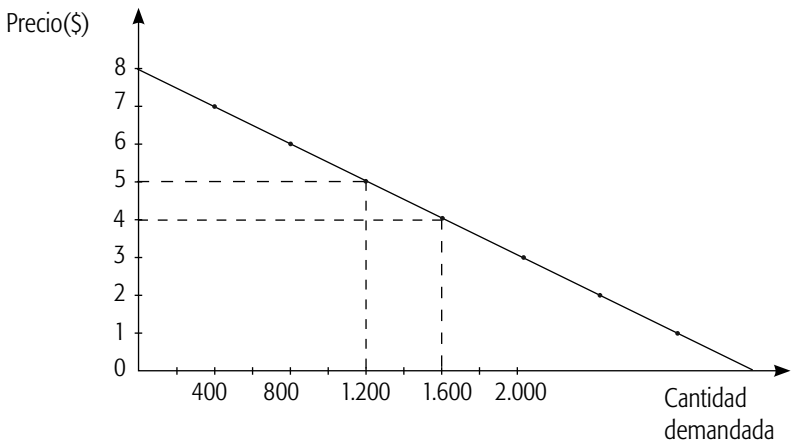
$$E_p = \frac{\Delta Q / Q}{\Delta P / P} = \frac{\Delta Q}{\Delta P} * \frac{P}{Q}$$

donde Q es la cantidad demandada, P el precio y ΔQ y ΔP se refieren a los cambios en la cantidad y en el precio, respectivamente. El valor $\Delta Q/\Delta P$ es negativo porque el

precio y la cantidad se mueven en direcciones contrarias: al subir el precio baja la cantidad demandada y viceversa.

La cantidad demandada se ilustra con una curva de demanda como la que se muestra en el gráfico 3.1.

Gráfico 3.1 Curva de demanda



En el gráfico se observa que a un precio de $5, la cantidad demandada esperada es de 1.200 unidades, pero si baja a $4, la cantidad demandada aumenta a 1.600 unidades. El aumento se explica porque el consumidor sustituye este bien, que en términos relativos es más barato, por otros que consumía antes; esto se conoce como ***efecto sustitución***. Por otra parte, al bajar el precio del producto, el consumidor puede, con el mismo ingreso, comprar más de él, lo cual se denomina ***efecto ingreso***. El cambio dentro de una curva de demanda ocasionada por una variación en el precio se conoce como ***cambio en la cantidad demandada***. El desplazamiento de toda la curva de demanda, motivada por cambios en otros factores distintos al precio, se denomina ***cambio en la demanda***.

La ecuación 3.1 permite determinar la elasticidad en un punto determinado de la curva de demanda, por lo que se conoce como elasticidad-precio punto de la demanda. Sin embargo, lo más frecuente es medir la elasticidad entre dos puntos de la curva de demanda, lo cual se conoce como ***elasticidad arco precio de la demanda*** y se calcula corrigiendo la ecuación 3.1, al incorporar la media de los dos precios y la media de las cantidades para evitar obtener diferentes resultados que dependen de cómo varíe el precio:

3.2

$$E_p = \frac{\Delta Q}{\Delta P} * \frac{(P_2 + P_1)/2}{(Q_2 + Q_1)/2} = \frac{Q_2 - Q_1}{P_2 - P_1} * \frac{P_2 + P_1}{Q_2 + Q_1}$$

Por ejemplo, si la función de demanda de un producto fuese Q = 400 – 40P, se tendrían los siguientes resultados de cantidad demandada por precio:

Cuadro 3.1

Precio (P)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cantidad demandada (Q)	360	320	280	240	200	160	120	80	40	0

Para calcular la elasticidad-precio punto de la demanda en cada nivel de precio, se aplica la ecuación 3.1 y se obtiene:[1]

Cuadro 3.2

P	Ep	
10	– 40 × 10/0 =	– ∞
9	– 40 × 9/40 =	–9,00
8	– 40 × 8/80 =	–4,00
7	– 40 × 7/120 =	–2,33
6	– 40 × 60/160 =	– 1,50
5	– 40 × 5/200 =	– 1,00
4	– 40 × 4/240 =	–0,67
3	– 40 × 3/280 =	–0,43
2	– 40 × 2/320 =	–0,25
1	– 40 × 1/360 =	– 0,11

Con la aplicación de la ecuación 3.2 se calcula la elasticidad arco de la demanda para, por ejemplo, en los puntos donde el precio es 3 y 4, de la siguiente forma:

$$E_p = -40\frac{(4+3)}{(240+280)} = -0,54$$

En una curva de demanda no elástica, un aumento proporcional de 1 en el precio provocará un cambio menor a 1 en las cantidades demandadas, de tal manera que el gasto total de los consumidores en el bien aumenta para mantener la misma cantidad demandada.

En una curva de demanda elástica, la reacción de la cantidad demandada será mayor que 1 ante un aumento de una unidad en el precio, así que el gasto total en el bien por parte de los consumidores disminuirá, porque la reducción en la cantidad demandada es proporcionalmente mayor al aumento del precio.

---

[1] En todos los puntos ΔQ/ΔP = -40. Luego, Ep = -40 P/Q

Este instrumento sirve para analizar el efecto de un cambio en los precios sobre el ingreso total. Dado que el ingreso total es igual al producto del precio por la cantidad vendida, una baja en los precios no necesariamente llevará a una disminución del ingreso total. Al disminuir el precio, el ingreso total del productor ($P \times Q$) aumenta si la demanda es elástica; permanece constante si la demanda es unitaria y disminuye si la demanda es no elástica. La demanda es elástica cuando el valor absoluto de la elasticidad-precio ($|Ep|$) es mayor que 1; es unitaria si $|Ep|$ es igual que 1, y es no elástica si $|Ep|$ es menor que 1.

Si por ejemplo el precio baja en 1% y la elasticidad-precio es igual a 1, la cantidad demandada aumentará en 1%, dejando sin variación al ingreso total. Sin embargo, si la elasticidad-precio fuese menor que 1, la cantidad demandada aumentará menos que 1% si el precio baja 1%. En este caso, el ingreso total que se deriva de un aumento en la cantidad no alcanza a compensar la rebaja ocasionada por la reducción del precio, haciendo que el ingreso total baje. Por otra parte, si el precio baja 1%, y la elasticidad-precio es mayor que 1, el aumento en la cantidad demandada será mayor que 1% haciendo que el ingreso total suba.

Si la empresa está operando en condiciones de competencia perfecta, es decir, que existen muchas empresas produciendo el mismo bien, o éste es importado (de manera que el precio del bien está determinado exógenamente), se estima que la elasticidad-precio de la demanda relevante para la empresa es infinita, o sea, si la empresa sube el precio, los consumidores no le demandarán nada, pues hay sustitutos perfectos en el mercado con un precio inferior.

A la inversa, si la empresa constituye un monopolio, la elasticidad-precio de la curva de demanda relevante para la empresa será la de la curva de demanda del mercado respecto a este bien.

En este caso, el ingreso marginal se determina por la siguiente expresión:

3.3

$$IM_g = P\left(1+\frac{1}{E_p}\right)$$

Con la información del ejemplo anterior se puede deducir el siguiente ingreso marginal, por cada peso que se reduzca el precio:

Cuadro 3.3

P	Q	Ep	IT = PxQ	$IM_g = \frac{\Delta IT}{\Delta Q}$	IM_g Monopolio
10	0	– ∞	0	–	–
9	40	– 9,00	360	9	8
8	80	– 4,00	640	7	6
7	120	– 2,33	840	5	4
6	160	– 1,50	960	3	2
5	200	– 1,00	1.000	1	0
4	240	– 0,67	960	– 1	– 2
3	280	– 0,43	840	– 3	– 4
2	320	– 0,25	640	– 5	– 6
1	360	– 0,11	360	– 7	– 8

Si la demanda es elástica, cuando baja el precio aumenta el ingreso total; cuando la demanda es unitaria, el ingreso total se hace máximo y cuando la demanda es no elástica, el ingreso total disminuye. El ingreso marginal calculado mide la variación en el ingreso total por cada unidad adicional vendida. Al calcular el ingreso marginal por la ecuación 3.3 resulta, para cualquier precio, –2. La diferencia se explica porque con esta ecuación se mide el cambio en el ingreso total entre diferentes niveles de producción.

De acuerdo con lo que se señaló, la curva de demanda se obtiene suponiendo constantes una serie de parámetros. El analista debe predeterminar los posibles cambios seculares en los gustos de los consumidores del bien que ofrece y la estabilidad de la demanda del bien.

Un cambio en los gustos de los consumidores producirá un desplazamiento de la curva de demanda. En efecto, si aumenta la preferencia por el bien, la curva de demanda se desplazará de tal manera que al mismo precio los consumidores estarán dispuestos a comprar una cantidad mayor del bien. Si disminuye la preferencia por el bien, la curva de demanda se desplaza de tal manera que, a un precio dado, las cantidades que los consumidores están dispuestos a comprar son menores.

Por otra parte, existen bienes que se caracterizan por tener una demanda pasajera; en un periodo están "de moda", pero posteriormente, al cambiar los gustos, dejan de ser demandados. En otros casos se produce un efecto similar por una alta rotación, derivada del avance tecnológico, que genera bienes sustitutos de mejor calidad. El evaluador del proyecto debe ser capaz de prever la longitud temporal de la demanda que está utilizando para evaluar el proyecto.

Así mismo, existen cambios seculares en los gustos, que pueden desplazar levemente, pero de manera continua, la curva de demanda. En este punto es importante

que el producto tenga un cierto margen de flexibilidad que le permita adaptarse a los cambios en las preferencias de los consumidores, de manera que contrarreste esa tendencia.

En un país en crecimiento, el nivel de ingreso de los consumidores aumenta y, dentro de esta tendencia, los ingresos relativos de los distintos individuos sufren modificaciones. La manera como se distribuye este ingreso también tendrá influencias en la demanda. Por esta razón, el analista del proyecto debe examinar la tendencia esperada en el nivel de ingreso de los consumidores potenciales del bien.

Cualquier cambio en el nivel de ingreso también desplazará la curva de demanda. Sin embargo, este análisis debe considerar los dos tipos de bienes: los ***bienes normales***, que se definen como aquellos cuya cantidad consumida aumenta junto con el nivel de ingreso del consumidor (el efecto ingreso es positivo), y los ***bienes inferiores***, que se definen como aquéllos cuya cantidad demandada disminuye al aumentar el nivel de ingreso del consumidor.

La magnitud de la reacción de la cantidad demandada ante un cambio en el ingreso puede medirse a través de la elasticidad-ingreso de la curva demandada. Este cambio es mensurable dividiendo el cambio porcentual en la demanda entre el cambio porcentual en los ingresos, manteniéndose constantes todos los otros parámetros. Si el valor de esta operación resulta positivo, el bien queda incluido en el grupo de los bienes normales. Si, por el contrario, el resultado de la división fuera negativo, el bien será considerado inferior.

Sobra señalar que la cuantificación de este fenómeno permitirá predecir con mayor precisión la evolución de la demanda.

Es preciso tener en cuenta que la evolución de los precios de otros bienes distintos a los del proyecto puede tener una gran influencia sobre la demanda del bien objeto de la evaluación. De acuerdo con esto, se distinguen tres tipos de bienes, según se expone a continuación:

a) ***Bienes sustitutos***: Son aquellos bienes que satisfacen una necesidad similar a la del bien del proyecto y, por tanto, el consumidor podrá optar por el consumo de ellos en lugar de consumir el bien del proyecto, si éste subiera de precio.

Un ejemplo de la situación anterior se aprecia entre la mantequilla y la margarina. Un pote de mantequilla es diferente a un pote de margarina, y así lo entienden los consumidores que optan por uno u otro bien, pero si la mantequilla sube de precio, un sector de los consumidores preferirá cambiar de bien y adquirir margarina. Este movimiento puede graficarse como un desplazamiento de la curva de demanda de margarina, provocado por un cambio en el precio de un bien distinto. Así, al mismo precio, la cantidad vendida de margarina aumenta, porque se han incorporado a su mercado nuevos consumidores.

El analista debe estudiar la estructura de demanda de los bienes sustitutos del bien del proyecto que existen en el mercado. Si el bien no tiene sustitutos de ningún tipo, la empresa podrá fijarle el precio y modificarlo según le convenga con mucha más libertad. El efecto de ello estará determinado exclusivamente por la elasticidad-precio de la demanda. Si el bien, en cambio, tiene sustitutos cercanos, un cambio en el precio tendrá efectos mayores.

La elasticidad también permite analizar la relación de sustitución entre productos. Por ejemplo, si se desea investigar la competencia entre tres productos Pa, Pb y Pc, podría hacerse un experimento de prueba en un grupo de establecimientos que ofrezcan los tres productos y permitan efectuar cambios en sus precios para ver el efecto en la cantidad demandada durante un periodo determinado. Supóngase que el resultado de esta investigación permitió concluir las relaciones de demanda que se muestran en el cuadro 3.4.

Cuadro 3.4

Cambio de 1% en el precio de:	Cambio porcentual en las ventas		
	Pa	Pb	Pc
Pa	– 4,01	+ 2,48	+ 0,03
Pb	+ 2,17	– 3,12	+ 0,12
Pc	+ 0,31	+ 0,10	– 2,26

La elasticidad-precio aparece en la diagonal del cuadro 3.4; los números restantes corresponden a las elasticidades cruzadas de los productos, entendiéndose la elasticidad cruzada como el cambio porcentual en la demanda de un bien ante el cambio porcentual en el precio de otro. En el ejemplo, las elasticidades-precio de los tres productos son muy altas, aunque el producto Pc manifiesta una respuesta de su demanda inferior a las de Pa y Pb ante las fluctuaciones de precio. Las elasticidades cruzadas entre Pa y Pc son positivas y significativas, mostrando que los consumidores opinan que ambos productos son sustitutos semejantes y que ante un cambio en el precio de uno de ellos trasladan su consumo al otro. Sin embargo, las elasticidades cruzadas con Pc son muy pequeñas, lo cual muestra que los consumidores no las consideran sustitutos semejantes.

b) ***Bienes complementarios***: Son aquellos que se consumen de manera conjunta y, por tanto, si aumenta la cantidad consumida de uno de ellos, necesariamente aumenta la cantidad consumida del otro, y viceversa.

Un ejemplo de la situación anterior lo constituye el caso de los autos y la gasolina. Si baja el precio de los autos, los consumidores comprarán más autos. Esto despla-

za la curva de demanda de gasolina. Es decir, los consumidores demandarán una cantidad mayor de gasolina al mismo precio, porque han aumentado los requerimientos de gasolina en la economía.

Se aprecia entonces que es necesario proyectar la evolución de las cantidades consumidas de los bienes complementarios al definir la evolución de la curva de demanda del proyecto.

Obviamente, la existencia de bienes sustitutos y complementarios afecta tanto el movimiento de las curvas como a la elasticidad.

c) ***Bienes independientes***: Son aquellos que no tienen ninguna relación entre sí, de modo que un cambio en el precio de un bien independiente no afectará la demanda del otro bien.

El análisis que se ha efectuado hasta el momento muestra el comportamiento que tradicionalmente se les atribuye a los consumidores de acuerdo con la teoría económica. Existen, sin embargo, una serie de reacciones adicionales como consecuencia de la interacción social de los distintos individuos que conforman el conglomerado social. Es por ello que deberán estudiarse todos aquellos factores que necesariamente debe considerar el analista del proyecto, quien debe definir el comportamiento del mercado del bien para el cual se está efectuando la evaluación.

Así, considerar únicamente la conducta actual de los individuos es un error que se suele cometer. Para solucionar este problema deben tomarse en consideración las tendencias de las personas que al comprar, consumir o usar bienes o servicios, lo hacen tal como el resto, y las tendencias de algunos consumidores a ser exclusivos en lo que compran, consumen o usan.[2]

---

[2] La teoría económica sistematiza el problema en tres "efectos" principales denominados *band wagon*, *snob* y *Veblen*. El *efecto band wagon* consiste en que la demanda de un bien aumenta porque otros están consumiendo el mismo bien.
El análisis teórico para esta situación parte del supuesto de que la cantidad demandada por un consumidor es función del precio del bien y de la demanda total del mercado, *céteris páribus* (*céteris*, voz del latín, significa literalmente "otras cosas" y *páribus*, también latín, significa "igual" o "inalterado". La expresión *céteris páribus*, entonces, denota la condición de que no haya cambio en el resto de las circunstancias).
El efecto precio ordinario (es decir, si se supone que los individuos no se afectan entre sí al consumir) sería de un aumento de la cantidad consumida. Pero el efecto *band wagon* hace que un número adicional de consumidores se incorpore al mercado. Este último efecto señalaría un aumento de consumo del bien.
El *efecto snob* consiste en que la demanda de un bien de consumo disminuye porque otros están consumiendo o incrementando el consumo del mismo bien. Es decir, hay individuos que requieren la exclusividad (a lo menos en cierta medida) del consumo del bien en cuestión.
Para efectos de análisis se supone que la demanda individual está negativamente relacionada con la demanda del mercado.
Si baja el precio de un bien, la cantidad demandada debería aumentar. Pero los snobs, al ver que la cantidad demandada aumenta, reaccionan abandonando el mercado. Por tanto, el efecto snob hace que la cantidad demandada disminuya en alguna proporción ante la baja de precios.
El *efecto Veblen* se produce cuando la demanda de un bien aumenta porque tiene un precio más alto que bajo. Para fines de análisis se definen los conceptos de "precio real", que representa el

En todo proceso de evaluación de proyectos es muy importante desarrollar el estudio analítico de la demanda. En muchos aspectos el factor más importante para determinar la rentabilidad de un proyecto estará dado por la demanda de los bienes que se desean producir y los servicios que se desean prestar. La proyección de la demanda de un bien constituye un elemento clave en la planificación de mediano y largo plazo, por lo que el conocimiento conceptual del comportamiento de la demanda constituye un caudal teórico necesario que debe comprenderse por el evaluador.

3.3 La determinación del precio en los monopolios naturales

En el mundo real existe una serie de imperfecciones en los distintos mercados. Una de ellas consiste en que las empresas partícipes en ellos obtienen ganancias extranormales y, dado que se ponen barreras de entrada, se trunca el ingreso de nuevos competidores, haciendo posible que dichas ganancias extranormales perduren en el tiempo, con lo cual se genera una ineficiente asignación de recursos y se ocasiona, de paso, pérdida de bienestar social.

La ineficiente asignación de recursos que suele ocurrir en mercados imperfectos se produce básicamente por el hecho de que no existe suficiente presión a ser eficientes, como consecuencia de las barreras de entrada. Esto no ocurre en un mercado perfectamente competitivo, en el cual las empresas ineficientes pueden ser reemplazadas por otros agentes. Esta ineficiencia en la asignación de recursos trae consigo mayores tarifas, debido a que los costos son más altos, comparados con los de una situación competitiva.

El caso que más preocupa a las autoridades es el relativo a los monopolios naturales, que generalmente entregan servicios básicos a sus usuarios, como por ejemplo el caso del agua y la electricidad. En estos mercados, la ineficiencia en la asignación de recursos puede generar su impacto en el alza de las tarifas, la cual, por tratarse de servicios básicos que llegan a todos los consumidores, suele ser una variable que

---

precio efectivamente pagado por el consumidor, y "precio conspicuo", que representa el precio que el consumidor piensa que otras personas creen que él pagó.
Las demandas se construyen sobre la base de distintas alternativas de precio que los consumidores creen que son los precios conspicuos.
En otras palabras, es posible determinar las cantidades demandadas a precios de alternativa si todos los consumidores creen que el precio conspicuo es un precio determinado. A distintos precios se producirán distintas demandas, existiendo para cada alternativa de precio una determinada demanda y llegándose a establecer distintos puntos de equilibrio para cada alternativa.
Las curvas de demanda construidas a través del *efecto Veblen* permiten visualizar que la cantidad demandada disminuye frente a bajas en el precio. Dicho de otra manera, el *efecto Veblen* se produce por el hecho de que, al bajar el precio de un bien, hay personas que dejan de consumirlo porque éste se ha hecho "demasiado popular".
La demanda del bien sujeto a este efecto puede tener magnitudes diversas, dependiendo de la actitud de los consumidores frente a los precios conspicuos y las características del bien.

repercute negativamente en la población. Por tanto, el organismo regulador debe generar incentivos para que dichas empresas sean eficientes y traspasen esa eficiencia a sus consumidores, por medio de la tarifa.

En teoría, lo que el organismo regulador debe hacer es simular una competencia perfecta donde ella no existe, lo cual implica insertar supuestos de esta teoría, con el propósito de que en el largo plazo estas empresas obtengan ganancias normales, eliminando distorsiones y la posible pérdida de bienestar social.

Para lograr lo anterior, el organismo regulador crea una empresa ficticia –denominada *empresa modelo*–, la cual opera eficientemente en la asignación de recursos, con el fin de que la empresa real compita con ésta y, por ende, obtenga incentivos para operar eficientemente. Para construir la empresa modelo se utilizan criterios de eficiencia en el largo plazo, que corresponden a criterios de dimensionamiento, de valorización y de seguridad. Es así como este criterio establece un nivel de demanda óptimo y se construye de acuerdo con las necesidades de capacidad que se requieran para abastecer la demanda. El criterio de valorización recomienda la utilización de precios comerciales en la cuantía monetaria de los activos, teniendo presente algunas otras consideraciones, tanto de tipo contable como económico que pudiesen presentarse. Finalmente, el criterio de seguridad debe considerar la flexibilidad que debiera incorporarse en los contratos, como consecuencia del normal y correcto funcionamiento de la empresa, en el desarrollo de las actividades necesarias que permitan satisfacer los requerimientos de la demanda.

La tarificación de la empresa regulada, una vez incentivada a operar eficientemente, se realiza mediante el criterio marginalista, que consiste en determinar una tarifa que le permita al inversionista recuperar la inversión, cubrir sus costos totales de operación y proporcionarle un retorno sobre el capital invertido (por medio de la tasa de descuento o costo alternativo), independientemente de la fuente de financiamiento. Lo anterior es equivalente a decir que el resultado de la gestión de la empresa debe alcanzar para cubrir el costo de capital. Mediante este criterio se asegura que la empresa regulada obtenga ganancias normales en el largo plazo, dado que la tarifa debe permitir que el VAN calculado sea igual a cero, lo que equivale a decir que las ganancias en el largo plazo sean normales de acuerdo con el mercado.

Actualmente, y cada vez con mayor frecuencia, las empresas de mayor envergadura están utilizando el sistema conocido con el nombre de *outsourcing*, el cual consiste en el traspaso de funciones de una empresa a un participante externo, mediante un contrato de prestación de servicios. La externalización de algunas tareas internas trae consigo aspectos tanto positivos como negativos, los cuales es necesario analizar y estudiar tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo.

El *outsourcing* no resuelve necesariamente con mayor eficiencia lo que se pretende entregar a un tercero, por más especialista que éste sea en el área específica de las tareas susceptibles de ser externalizadas. Es por ello que cualquier decisión que

se quiera adoptar al respecto tiene que estar suficientemente respaldada por estudios técnicos que permitan proyectar en el futuro la situación actual frente a la posible situación futura. Por otra parte, la tarifa que cobre el contratista también debe ser determinada, mediante el criterio marginalista.

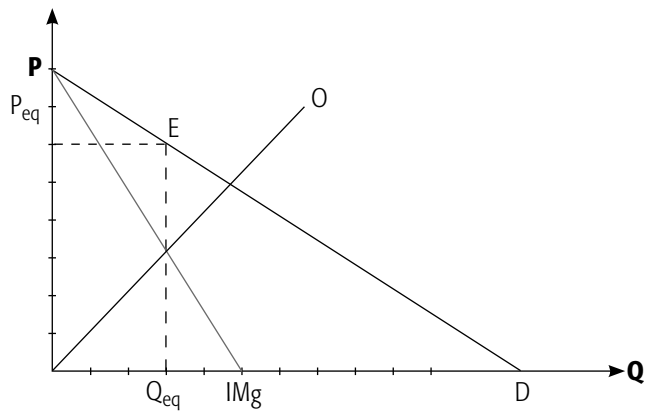
Finalmente, a partir del modelo de empresa eficiente, y como consecuencia de los estudios anteriormente señalados, se pueden evaluar alternativas de elaboración de bases de licitación, para la correcta implementación de la externalización de algunas tareas internas de la organización, permitiendo así una asignación y distribución de los recursos de manera óptima y eficiente con respecto a sus costos.

Como consecuencia de lo anterior, los contratos que ulteriormente se suscribirán con aquellos externos que resulten ganadores en los procesos de licitación, necesariamente deberán incluir tanto las responsabilidades como derechos existentes entre la empresa y los contratistas.

Maximización de beneficios de un monopolio

La situación de equilibrio del monopolio se presenta en el gráfico 3.2.

Gráfico 3.2 Equilibrio del monopolio



La teoría indica que para maximizar beneficios, el monopolio decidirá cuánto producir en el punto en el cual el ingreso marginal sea igual al costo marginal. Dado que el monopolista enfrenta la curva de demanda y, por tanto, inclinada hacia abajo, a diferencia de una empresa perfectamente competitiva (su demanda es horizontal), el ingreso marginal será inferior al precio de mercado. Para vender una unidad adicional, el monopolio deberá bajar el precio de todas las unidades que va a vender, con el fin de generar la demanda adicional necesaria para absorber esa unidad adicional. El punto de equilibrio sucede cuando:

$$Img = Cmg$$

Por tanto, donde se iguala el ingreso marginal con el costo marginal, el monopolio generará un nivel de producción, en el cual el precio será superior al costo marginal.

En cuanto a la curva de oferta que enfrenta un monopolista, ésta no existe, y sólo está representada por un punto, en el cual el ingreso marginal es igual al costo marginal.

Los beneficios de la empresa monopolista serán positivos si el precio de mercado excede al costo medio total. Como existen barreras de entrada, estos beneficios pueden existir incluso a largo plazo.

3.4 La oferta

El término oferta se puede definir como el número de unidades de un determinado bien o servicio que los vendedores están dispuestos a ofrecer a determinados precios. Obviamente, el comportamiento de los oferentes es distinto al de los compradores; un alto precio les significa un incentivo para producir y vender más de ese bien. A mayor incremento en el precio, mayor será la cantidad ofrecida.

El término oferta se aplica tanto a la curva como a la tabla de oferta. Lo mismo ocurre en la demanda. La conjunción de ambas curvas determina el precio de equilibrio y la cantidad de equilibrio. De esta manera, el punto de conjunción o punto de equilibrio es aquel en el que, a un precio determinado, se igualan las cantidades ofrecidas y demandadas (todos los que quieren comprar o vender lo pueden hacer a ese precio). Ante un aumento en el precio, la cantidad ofrecida aumenta y la cantidad demandada disminuye. Al ocurrir lo anterior, la competencia entre los vendedores hará que el precio caiga hasta llegar a un nuevo equilibrio. De mismo modo, ante una baja en el precio, la cantidad ofrecida disminuye y la cantidad demandada se incrementa por la presión de los compradores, lo que hace posible un aumento en el precio hasta llegar a un nuevo equilibrio.

La teoría de la oferta es similar a la teoría de la demanda. Se pretende mostrar los efectos que tendrán los precios exclusivamente sobre la cantidad ofrecida, por lo que el supuesto *céteris páribus* se utiliza también en este caso.

Al igual que en la demanda, existen algunos factores que pueden producir cambios en la oferta, a saber, el valor de los insumos, el desarrollo de la tecnología, las variaciones climáticas y el valor de los bienes relacionados o sustitutos.

Resulta obvio concluir que si el precio de los insumos aumenta, los productores de un determinado bien que requiera de esos insumos no querrán seguir produciendo el bien al mismo precio al que lo ofrecían antes del alza en el precio de los insumos, por lo que se produciría un incremento en el precio del bien como consecuencia de este hecho.

Por otra parte, el desarrollo de la tecnología puede significar una disminución en los costos de producción. A diferencia del caso anterior, los productores estarán dispuestos a entregar una mayor cantidad del bien al mismo precio que lo ofrecían antes del cambio tecnológico que les permitió bajar su costo productivo.

Para el caso de la oferta de productos agrícolas, la situación se complica por el hecho de que una vez efectuadas las plantaciones y obtenida la cosecha, la oferta tiende a ser no elástica, afectando así mismo a la oferta para periodos posteriores. De esta manera, se produce un efecto intertemporal que sólo podrá corregirse en periodos futuros de plantación.

Las condiciones climáticas (sequías, inundaciones o heladas) especialmente adversas en el sector agrícola, llevan aparejada una disminución en la cantidad ofrecida del bien que se vio afectado por el fenómeno climático.

Del mismo modo, la existencia de bienes complementarios o sustitutos en la producción de un bien puede significar una disminución en la cantidad ofrecida de uno con respecto a otro. Si, por ejemplo, el precio de un bien sustituto aumenta, los productores del otro bien relacionado, que no subió de precio, tenderán a cambiar su producción por el sustituto que varió de precio. Lo anterior es especialmente válido en el caso de cultivos agrícolas, en donde el precio de un bien sustituto varía en el mercado. Existe un sentido similar cuando el avance tecnológico genera bienes sustitutos de mejor calidad.

La unidad básica de producción es la empresa. Allí los productores transforman los insumos y los factores productivos en bienes y servicios destinados a satisfacer las necesidades y la demanda de ellos. Los productores suministran diferentes bienes a distintos costos de producción. Por tanto, la oferta refleja los costos y la curva de oferta refleja el costo marginal, que es el incremento que se produce en el costo total causado por la producción de la unidad adicional.[3]

Los costos totales de la empresa crecen a medida que su producción aumenta. El costo total de producción es la suma de los costos fijos, que definen como aquellos que no varían, cualquiera sea la cantidad producida, y los costos variables, que son aquellos que varían según la cantidad producida.

La curva de oferta de corto plazo de una empresa está dada por su curva de corto marginal de corto plazo, siempre y cuando el precio sea de un nivel tal, que le permita cubrir sus costos variables de corto plazo.

El costo marginal no siempre determina la cantidad ofrecida, puesto que una empresa no puede producir una cantidad ilimitada.

Para producir eficientemente, la unidad de producción debe combinar sus factores de una manera determinada. Por una parte, el mayor uso a cada factor implicará

---

[3] Este planteamiento es sustentado en Wonnacott, Paul y Ronald, *Economía*. Bogotá: McGraw-Hill, 1997.

un aumento en la producción. Por otra, el uso de cantidades adicionales de factores producirá un aumento en el costo total de la producción. La empresa utilizará una combinación óptima de factores cuando el aumento en la producción, generado por cada peso gastado en contratar factores adicionales, sea en una proporción igual a la del incremento de los factores.

La cantidad óptima de producción será aquella que eleve al máximo el ingreso neto de la empresa; esto se producirá en el punto en que el ingreso recibido por la venta de la última unidad producida sea igual al costo adicional de esa última unidad (ingreso marginal igual a costo marginal).

Las ganancias empresariales, con la exclusión del pago al capital, estarán determinadas por la diferencia entre el ingreso percibido por las ventas y el costo de producción.

Para medir los costos de una empresa es necesario incluir todos los gastos que afecten al negocio. Dentro de ellos se encuentran los costos implícitos o costos de oportunidad, que corresponden a la rentabilidad alternativa en el uso de los recursos. El costo de oportunidad también indica aproximadamente cuánto debe pagarse por un insumo para mantenerlo en su empleo actual. Así, los costos de una empresa pueden diferenciarse entre explícitos e implícitos. Dentro de estos últimos se puede señalar el beneficio normal sobre el capital invertido en la empresa.

Después de que los costos implícitos o de oportunidad hayan sido cubiertos por el proyecto, cualquier beneficio remanente indicará la ganancia adicional que esta actividad significa con respecto a otras alternativas. De esta manera, se define el beneficio económico como aquel beneficio extraordinario que resulta cuando se tienen en cuenta los costos de oportunidad.

Cuando esto ocurra, otras empresas se interesarán por incorporarse al área de influencia del proyecto. De este modo, en el largo plazo, definido éste como el tiempo suficiente para que puedan instalarse y comenzar a operar otras empresas competitivas, la oferta del bien en el mercado se incrementará, lo cual hará bajar el precio, y con ello disminuirán los beneficios económicos o extraordinarios.

El analista de un proyecto que espera obtener beneficios extraordinarios debe evaluar el tiempo que podrá operar en las condiciones que le son favorables antes de que otras empresas se incorporen al mercado.

El conocimiento de la oferta y su comportamiento en relación con el bien o servicio que el proyecto desea producir constituyen elementos de análisis imperativos en el proceso de evaluación de proyectos de inversión.

Entre la información básica para hacer un mejor estudio de la oferta se destaca: cantidad de productores, localización, capacidad instalada y utilizada, calidad y precio de los productos, planes de expansión, servicios que se ofrecen junto con el producto, grados de participación de mercado, canales de distribución, entre otros.

El estudio del comportamiento esperado de la oferta establece el marco de la competencia futura que enfrentará el proyecto una vez se encuentre en funcionamiento. La oferta actual del producto evaluado por el proyecto puede enfrentar cambios una vez que el producto se haya insertado en el mercado. En este sentido, es válido analizar la situación histórica y actual de la oferta para determinar variables que puedan emplearse en pronosticar su comportamiento futuro, tanto en la situación proyectada sin producto, como en la que podría esperarse en reacción a la aparición del producto.

Resumen

En el proceso de especialización de la producción se plantean tres interrogantes fundamentales: qué, cómo y cuánto producir.

Existen distintos mecanismos de respuesta a las interrogantes planteadas. Fundamentalmente, existen dos grandes modelos de concepción de la economía que responden a las preguntas básicas. Por una parte, se conoce la economía liberal de mercado y, por otra, el modelo de planificación central. Sin embargo, estos dos grandes modelos no constituyen las únicas opciones. Cada vez más y a pesar de las diferentes concepciones políticas que se encuentran involucradas, la mezcla de decisiones del mercado y del gobierno central también dan respuestas compartidas.

Al evaluar un proyecto de inversión se deberá tener en cuenta la estructura de funcionamiento del mercado, sus condiciones, sus limitaciones y sus proyecciones, con el fin de poder entregar oportuna y correctamente los antecedentes que se requieren para la construcción de las proyecciones de demanda.

Es importante definir adecuadamente la naturaleza de la demanda del bien que el proyecto producirá, así como las variables que la modifican.

La teoría económica indica que la relación funcional entre precio y cantidad demandada es inversa. Por otra parte, el preparador y evaluador de proyectos deberá predeterminar los posibles cambios seculares en los gustos de los consumidores del bien que ofrecerá el proyecto y la estabilidad de la demanda respectiva.

Es preciso estudiar los bienes sustitutos, complementarios e independientes, cuya evaluación pueda tener una gran influencia sobre la demanda del bien evaluado por el proyecto.

También resulta necesario que se estudie la oferta de los bienes para comprobar los efectos que podrían tener los precios sobre la cantidad ofrecida. El valor de los insumos, el desarrollo de la tecnología, las variaciones climáticas y el valor de los bienes relacionados pueden producir cambios en la oferta de los bienes y servicios.

El análisis de los costos también es un instrumento que el evaluador debe tener presente al efectuar el estudio del mercado, de la demanda y de la oferta. Después de que los gastos implícitos hayan sido cubiertos por el proyecto, cualquier beneficio remanente indicará la ganancia adicional que esta actividad significa con respecto a otras alternativas.

Preguntas y problemas

1. ¿Qué entiende por mercado?
2. ¿De qué modo los diferentes sistemas económicos resuelven las interrogantes qué, cómo y para quién producir?
3. ¿Cuál es, a su juicio, la importancia de conocer las distintas elasticidades del bien que se pretende producir?
4. ¿De qué modo condicionan los diferentes sistemas económicos la viabilidad de un proyecto de inversión?
5. ¿Qué variables intervienen en la determinación de la demanda de un bien?
6. Explique: a) *efecto band wagon*, b) *efecto snob*, c) *efecto Veblen*.
7. Analice los posibles efectos sobre el mercado de los insumos que tendrá la puesta en marcha de un proyecto determinado. Suponga diversas situaciones en cuanto a oferta actual y futura de los insumos.
8. Explique los factores que determinan cambios en la oferta.
9. Desde el punto de vista económico, ¿en qué punto se logra el máximo ingreso para la empresa?

Comente las siguientes afirmaciones:

a. En la medida en que se disponga de información histórica acerca del comportamiento de los distintos submercados de un proyecto, el estudio de mercado podrá ser más o menos acucioso.

b. El estudio del mercado consumidor es el más importante de los estudios del mercado, puesto que a través del consumidor y su comportamiento se podrá establecer el precio y la cantidad demandada.

c. La elasticidad-precio de la demanda y la elasticidad-ingreso de la demanda no tienen mayor incidencia en el estudio de un proyecto. Con el fin de proyectar las cifras, lo más importante será estudiar siempre el precio actual que podría pagar el consumidor del bien o servicio que entregará el proyecto.

d. Siempre será necesario estudiar y proyectar el efecto sustitución en todo tipo de proyectos.

e. Los gustos y las preferencias de los consumidores deberán estudiarse mediante el comportamiento histórico de ellos, puesto que conociéndolos se podrán proyectar las cifras con un alto grado de certeza en cuanto al comportamiento futuro.

f. Un bien es considerado como inferior cuando su cantidad demandada permanece constante al producirse un cambio porcentual en los ingresos.

Preguntas y problemas

g. El estudio de mercado de un proyecto identifica cómo actúa la demanda frente a ciertos estímulos de precio o de una estrategia comercial adecuada, sin producirse otros hechos que podrían afectar a los flujos del proyecto.

h. Sólo los cambios tecnológicos son capaces de producir un cambio en la oferta de bienes o servicios.

i. La existencia de bienes complementarios o sustitutos sólo tendrá incidencia en el estudio de mercado de un proyecto en la medida en que los precios de ellos cambien al introducir el bien del proyecto al mercado. Si ello no ocurre, será necesario estudiar su comportamiento.

j. El conocimiento de la oferta de un bien en el mercado, y su comportamiento, sólo será útil en el estudio de un proyecto, en la medida en que se disponga de un sistema de libertad de precios. Si los precios son fijados por la autoridad, el estudio de la oferta no tendrá mayor relevancia.

k. Al estudiar el mercado basta con analizar el mercado del bien final, ya que de éste dependen los ingresos que generará el proyecto.

l. El alza general de los ingresos de las personas de un país implica necesariamente que la demanda de todos y cada uno de los bienes aumenta.

m. La demanda del bien que produce una empresa determinada no sufrirá variaciones al cambiar el precio de otros bienes, cualquiera que éstos sean.

n. Si la elasticidad-precio de las bebidas gaseosas fuese igual a 0,8, un alza en sus precios hará que se gaste más dinero en ellas.

Bibliografía

Ackely, Gardner. *Teoría macroeconómica*. México: Uteha, 1965.

Ahumada, Jorge. *En vez de la miseria,* Santiago: Editorial del Pacífico, 1958.

Blair, R. y Kenny, L. *Microeconomía con aplicaciones en las empresas*. España: McGraw-Hill, 1983.

Boulding, Kenneth. *Principios de política económica*. Madrid: Aguilar, 1963.

Brigham, E. y Pappas, J. *Economía y Administración*. México: Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.U., 1978.

Fischer, S. y Dornbush, R. *Economía*. México: McGraw-Hill, 1990.

Keynes, J. Maynard. *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*. México: Fondo de la Cultura Económica, 1971.

Salvatore, Dominick. *Economía y Empresa*. México: McGraw-Hill, 1993.

Samuelson, P. y W. Nordhaus. *Economía*. México: McGraw-Hill, 1996.

Stonier, A. y Hague, D. *Manual de teoría económica*. Madrid: Aguilar, 1963.

Wonnacott, Paul y Wonnacott, Ronald. *Economía*. Bogotá: McGraw-Hill, 1997.

Capítulo 4

El estudio de mercado

En el capítulo anterior se analizaron las variables económicas que explican el comportamiento del mercado en términos generales. En este capítulo se investiga el mercado desde la perspectiva del preparador de proyectos; es decir, más que el análisis de los conceptos y las técnicas generales de la comercialización, se estudiarán los aspectos económicos específicos que repercuten, de una u otra manera, en la composición del flujo de caja del proyecto.

Por lo general, el concepto de estudio de mercado se identifica con la definición tanto del precio al que los consumidores están dispuestos a comprar, como a la demanda. En este capítulo se aplica el concepto a las variables que condicionan el comportamiento de los distintos agentes económicos, cuya actuación afectará el desempeño financiero de la empresa que podría generarse con el proyecto.

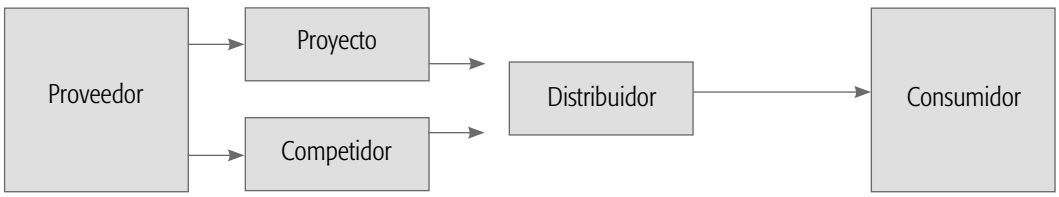
Los objetivos particulares del estudio de mercado serán ratificar la posibilidad real de colocar el producto o servicio que elaboraría el proyecto en el mercado, conocer los canales de comercialización que usan o podrían usarse en la comercialización de ellos, determinar la magnitud de la demanda que podría esperarse y conocer la composición, las características y la ubicación de los potenciales consumidores.

Obviamente, la proyección de las variables futuras del mercado, tanto del entorno como del propio proyecto, pasa a tener un papel preponderante en los resultados de la evaluación. La importancia de este tema es la razón por la cual el mismo se excluye de este capítulo, para ser tratado de manera particular y detallada en el siguiente.

4.1 El mercado del proyecto

Al estudiar el mercado de un proyecto es preciso reconocer los agentes que, con su actuación, tendrán algún grado de influencia sobre las decisiones que se tomarán al definir su estrategia comercial. En este sentido, son cinco los submercados que se reconocerán al realizar un estudio de factibilidad, a saber: proveedor, competidor, distribuidor, consumidor y externo (ver gráfico 4.1). Este último puede descartarse y sus variables incluirse, según corresponda, en cada uno de los cuatro anteriores.

Gráfico 4.1 Submercados de un estudio de factibilidad



El mercado proveedor constituye muchas veces un factor tanto o más crítico que el mercado consumidor. Muchos proyectos tienen una dependencia extrema de la calidad, cantidad, oportunidad de la recepción y costo de los materiales. No son pocos los proyectos que basan su viabilidad en este mercado. Es el caso, por ejemplo, de un proyecto de fabricación de pectinas[1] que usaba como materia prima la cáscara de limón que resultaba como residuo en la fabricación de aceites esenciales derivados del limón fresco. En este proyecto, la disponibilidad de materias primas, que tenían un costo casi de cero (sólo recolección), dependía principalmente de la operación de la planta de aceites esenciales, ya que ésta determinaba la cantidad de los residuos que requería el proyecto. Esta situación obligó a estudiar el mercado de los aceites esenciales, y se detectó que no habría problema alguno en la venta del producto, pues existía una demanda altamente insatisfecha; sin embargo, sí podrían presentarse inconvenientes en su mercado proveedor, es decir, el de los limones frescos, lo cual hizo necesario estudiar dicho mercado. Se detectó que frente a las heladas y los altos calores que azotaron ese año a Estados Unidos y México, el precio del limón fresco tenía altas probabilidades de alza, ya que el precio internacional tendría que subir y el agricultor nacional se enfrentaba a la opción de vender en el mercado internacional. Afortunadamente para el proyecto de las pectinas, los márgenes de utilidad de sus proveedores, las fábricas de aceites esenciales, eran tan elevados que podían absorber fácilmente el aumento que se proyectó en los precios del limón.

---

[1] Sapag, Nassir y otros. *Estudio de factibilidad de la elaboración de pectinas*. Lima: Esan-Ministerio de Industrias del Perú, 1981.

Existen situaciones en las cuales el estudio del mercado proveedor es más complejo y, por tanto, más difícil de realizar. Es el caso de un proyecto llevado a cabo en Lima por Induperú para elaborar papel periódico a partir de la cáscara (bagazo) de la caña de azúcar. Para realizar este proyecto se diseñó toda una tecnología que permitía producir un papel liviano (que abarataba el costo de transporte), resistente y más blanco que el papel tradicional. Sin embargo, el alza del precio del petróleo hizo que éste se reemplazara en muchas industrias por la energía generada mediante la quema de bagazo de la caña de azúcar, lo cual determinó que los productores de caña le pusieran un precio que hizo no rentable el proyecto del papel, el cual, a pesar de ya haberse implementado, fue necesario abandonarlo.

No son pocos los proyectos que, por su dependencia de otros, hacen que estudie primero uno no solicitado. Cuando se realizó el estudio para determinar la viabilidad de reabrir el aeropuerto de Chamonate,[2] en Copiapó, se hizo necesario estudiar previamente la rentabilidad que tendría para una línea aérea operar con ese aeropuerto, ya que la reapertura sólo sería posible si una o más líneas aéreas iniciaban vuelos desde y hacia esa ciudad.

El estudio del mercado proveedor es más complejo de lo que parece, ya que deberán estudiarse todas las alternativas de obtención de materias primas, así como sus costos, condiciones de compra, sustitutos, durabilidad, necesidad de infraestructura especial para su bodegaje, oportunidad y demoras en la recepción, disponibilidad, seguridad en la recepción, etcétera.

Para definir lo anterior es necesario, más que un estudio vigente o histórico del mercado proveedor, conocer sus proyecciones a futuro. Como en el caso de las pectinas, la disponibilidad de materias primas vigente al momento del estudio dejó de ser pertinente ante la duda de la disponibilidad futura que se derivaba de los cambios proyectados en los precios internacionales del limón.

En la edición de un boletín informativo diario, por ejemplo, el hecho de que los proveedores otorgaran un plazo de sesenta días para pagar su impresión fue fundamental en la determinación de su viabilidad. De no haberse detectado este crédito de proveedores, se habría estimado el pago de contado, lo que habría determinado una inversión de tal importancia en capital de trabajo que incluso podría haber mostrado un resultado negativo.

La disponibilidad de insumos será fundamental para la determinación del procedimiento de cálculo del costo de abastecerse. Como se verá en el capítulo 9, si hay disponibilidad de recursos se podrá trabajar con el costo medio, pero si no la hay, deberá considerarse el costo marginal.

---

[2] Acec. *Estudio de factibilidad económica de la reapertura del aeropuerto Chamonate*. Copiapó: Secretaría Regional de Planificación de la Región de Atacama, 1979.

El precio también será importante en la definición tanto de los costos como de la inversión en capital de trabajo. Por ello, al estudiar el precio de los insumos se tendrá que incluir su concepto amplio, es decir, agregar las condiciones de pago que establece el proveedor, sus políticas de crédito y las de descuento.

Asímismo, los alcances del mercado competidor trascienden más allá de la simple competencia por la colocación del producto. Si bien esto es primordial, muchos proyectos dependen sobremanera de la competencia con otros productos. Por ejemplo, una fábrica de mantequilla en una zona no industrializada depende en gran parte del servicio de arrendamiento de bodegas de refrigeración de que puede disponer. Sin embargo, podría tener que competir con pescadores que deseen congelar y almacenar mariscos en esa misma bodega, o con los agricultores que también necesitan congelar y guardar, por ejemplo, frutillas. Cuando las materias primas no son suficientes, se tendrá que competir por ellas en el mercado proveedor y, en otros casos, cuando los medios de transporte sean escasos, la competencia por ellos será prioritaria.

El mercado competidor directo, entendiendo por ello las empresas que elaboran y venden productos similares a los del proyecto, también tiene otras connotaciones importantes que es necesario considerar en la preparación y evaluación. Será imprescindible conocer la estrategia comercial que éstas desarrollen para enfrentar de la mejor manera su competencia en el mercado consumidor. Cada antecedente que se conozca de ellas se utilizará en la definición de la propia estrategia comercial del proyecto. Así, por ejemplo, conocer los precios a los que venden, las condiciones, los plazos y costos de los créditos que ofrecen, los descuentos por volúmenes y pronto pago, el sistema promocional, la publicidad, los canales de distribución que emplean para colocar sus productos, la situación financiera de corto y largo plazo, entre otros aspectos, facilitará la determinación de estas variables para el proyecto.

En muchos casos la viabilidad de un proyecto dependerá de la capacidad de aprovechar algunas oportunidades que ofrece el mercado. Por ello es importante reconocer que el producto o servicio que venderá el proyecto no siempre corresponde con lo que compra el consumidor. Por ejemplo, al evaluarse la construcción del puerto de Calderilla para el embarque de la fruta de exportación que empezó a producirse en la zona, se debía competir con los puertos de Coquimbo y Valparaíso. Sin embargo, se reconoció la posibilidad de cobrar tarifas superiores a las de éstos, ya que si bien el proyecto vendía el servicio portuario, el cliente comparaba este costo con el ahorro en los fletes hacia los puertos alternativos; es decir, mientras el proyecto ofrecía el servicio portuario, el cliente compraba éste, más un flete menor.

De igual manera es posible apreciar que muchos competidores potenciales del proyecto han tenido una mayor demanda derivada de algún complemento promocional al producto, como por ejemplo un envase que permite un uso posterior, un regalo por la compra de un producto, o muchos tamaños opcionales para un mismo bien. Si se observa una situación como ésta, el proyecto probablemente deba considerar

desembolsos especiales para ofrecer un producto competitivo con los disponibles en el mercado.

El mercado distribuidor es, quizá, el que requiere el estudio de un menor número de variables, aunque no por ello deja de ser importante. En efecto, la disponibilidad de un sistema que garantice la entrega oportuna de los productos al consumidor, en muchos proyectos adquiere un papel definitivo. Es el caso de los productos perecederos, en el cual un retraso mínimo puede ocasionar pérdidas enormes a la empresa. No sucede así con los productos no perecederos y cuya distribución puede programarse con holgura sin afectar la rentabilidad del negocio. Los costos de distribución son, en todos los casos, factores importantes que se deben considerar, ya que son determinantes en el precio al que llegará el producto al consumidor y, por tanto, en la demanda que deberá enfrentar el proyecto.

El mercado consumidor es probablemente el que más tiempo requiere para su estudio. La complejidad del consumidor hace que se tornen imprescindibles varios estudios específicos sobre él, ya que así podrán definirse diversos efectos sobre la composición del flujo de caja del proyecto. Los hábitos y las motivaciones de compra serán determinantes al definir tanto al consumidor real (el que toma la decisión de compra) como la estrategia comercial que deberá diseñarse para enfrentarlo en su papel de consumidor, ante la posible multiplicidad de alternativas en su decisión de compra. Este punto será analizado con más detalle en las páginas siguientes.

Existe un quinto mercado, el externo, que por sus características puede ser estudiado separadamente o inserto en los estudios anteriores. Recurrir a fuentes externas de abastecimiento de materias primas obliga a consideraciones y estudios especiales que se diferencian del abastecimiento en el mercado local. Por ejemplo, la demora en la recepción de la materia prima puede no compensar algunos ahorros de costo que se obtienen importándola; la calidad puede compensar menores precios internos; se puede esperar que el tipo de cambio y la política arancelaria suban y dejen de hacer conveniente la importación, etcétera. De igual manera, existen variables en los mercados competidor, distribuidor, consumidor y externos que deben estudiarse por su efecto esperado sobre las variables del proyecto.

Ninguno de estos mercados puede analizarse exclusivamente sobre la base de lo que ya existe. Siempre podrá haber proveedores que la competencia directa no haya tenido en cuenta, o competidores potenciales que hoy no lo son,[3] o nuevos sistemas de distribución no utilizados, e incluso mercados consumidores no cubiertos hasta el momento.

---

[3] En el proyecto de las pectinas, lo más aconsejable sería que los fabricantes de aceites esenciales se instalaran en la fábrica de pectina, ya que ellos tendrían el monopolio de la materia prima (y gratis), obligando a cualquier competidor a adquirir el limón fresco como sustituto, sin ninguna opción de competir por la diferencia de costos que se produciría.

Por ejemplo, el caso de la fabricación de redes de pesca industriales en el país, importadas hasta la fecha de Corea. Si bien las redes nacionales iban a tener un costo mayor, éste se compensaba con la posibilidad que daba a las compañías pesqueras el tener un menor inventario gracias a la cercanía de la fuente proveedora. Con esto lograba reducir su inversión en capital de trabajo.

4.2 Objetivos del estudio de mercado

Las variables que se señalaron en el apartado anterior para cada uno de los mercados definidos adquieren mucha más importancia cuando lo que se busca es la implantación del proyecto. Sin embargo, para fines de la preparación del proyecto, el estudio de cada una de esas variables va dirigido principalmente a la recopilación de la información de carácter económico que repercuta en la composición del flujo de caja del proyecto.

Así es como, por ejemplo, muchas veces el estudio de la promoción que podría resultar del proyecto que deberá realizar la empresa se puede reducir a calcular el costo de una inversión razonable en ella, más que la determinación exacta del sistema promocional. Una manera usual de obtener esta información es mediante la solicitud de una cotización a una empresa publicitaria especializada. En este caso, el procedimiento se justifica, ya que el objetivo es cuantificar el monto de la inversión inicial de este ítem para poder incluirlo en el flujo de caja. Distinto habría sido si el objetivo fuera la implementación, ya que para fines operativos se necesitaría conocer el programa promocional. Obviamente, en muchos casos será imprescindible diseñar la estrategia promocional para cuantificar su costo. Sin embargo, esto se hará con el fin de determinar el monto de la inversión y no porque se desee conocer la estrategia por sí misma.

Planteado el objetivo del estudio de mercado como la reunión de antecedentes para determinar su influencia en el flujo de caja, cada actividad del mismo deberá justificarse por proveer información para calcular algún ítem de inversión, de costo de operación o de ingreso.

Como se verá con detalle en el capítulo 12, todos los desembolsos que se realicen previamente a la puesta en marcha del proyecto serán considerados como inversión inicial. En este sentido, la promoción constituye uno de los más claros ejemplos de un ítem de inversión que el estudio de mercado debe definir. Otros casos usuales en los que a este estudio le cabe un papel preponderante en la cuantificación de las inversiones, es la determinación del número de locales de venta al público, su mobiliario, letreros y todo tipo de equipamiento o embellecimiento y terminaciones que condicionen la imagen corporativa de la empresa. Igual efecto deberá tener respecto a las oficinas de atención al público, vehículos de reparto y cualquier otra variable que involucre la imagen tanto del producto como de la empresa.

La publicidad, que a diferencia de la promoción tiene un carácter más permanente y de tipo recordatorio de un mensaje, no constituye una inversión, sino un gasto de operación. También para esto se puede recurrir a la cotización de una empresa de publicidad, que entregue información respecto al costo de la campaña, más que a sus características. Otros antecedentes de costos de operación que debe proveer el estudio de mercado son los de las materias primas y sus condiciones de pago, de la distribución de los productos, de las comisiones a los vendedores y cualquier otro aspecto que se relacione con alguno de los mercados.

Quizá es en los ingresos donde este estudio tiene mayor importancia. La viabilidad o no de un proyecto reside principalmente en el mercado consumidor, que será quien decida la adquisición del producto que genere la empresa creada por el proyecto. En este sentido, el estudio del consumidor requiere el máximo esfuerzo para determinar la existencia de una demanda real para el producto en términos de su precio, volumen y periodicidad, en un lugar y tiempo determinados.

La necesidad de estimar el monto exacto en que se producen los ingresos y desembolsos proyectados obliga, además, a investigar las condiciones crediticias en que el consumidor está dispuesto a comprar.

Al existir, como en todo orden de ideas, opciones entre las cuales elegir, el estudio de mercado también deberá analizar el entorno en el cual se mueve cada uno de los mercados para definir la estrategia comercial más adecuada a la realidad en donde deberá situarse el proyecto una vez implementado.

4.3 Etapas del estudio de mercado

Aunque existen diversas maneras de definir el proceso de estudio de mercado, la más simple es aquella que está en función del carácter cronológico de la información que se analiza. De acuerdo con esto, se definirán tres etapas: a) un análisis histórico del mercado, b) un análisis de la situación vigente y c) un análisis de la situación proyectada.

Teniendo presente el objetivo que se señaló para el estudio de mercado, el análisis de la situación proyectada es el que realmente tiene interés para el preparador y evaluador del proyecto. Sin embargo, cualquier pronóstico tiene que partir de una situación dada, para lo cual se estudia la situación vigente, la cual, a su vez, es el resultado de una serie de hechos pasados.

En este sentido, el análisis histórico pretende lograr dos objetivos específicos: primero, reunir información de carácter estadístico que pueda servir. Para ello, se puede hacer uso de alguna de las técnicas que se tratan en el capítulo siguiente, con el fin de proyectar esa situación a futuro, ya se trate de crecimiento de la demanda, oferta o precio de algún factor o cualquier otra variable que se considere importante conocer a futuro. El segundo objetivo del análisis histórico es evaluar el resultado de

algunas decisiones tomadas por otros agentes del mercado, para identificar los efectos positivos o negativos que se lograron. La importancia de reconocer una relación de causa-efecto en los resultados de la gestión comercial reside en que la experiencia de otros puede evitar que se cometan los mismos errores que ellos cometieron y repetir o imitar las acciones que les produjeron beneficios.

Cuando muchas empresas se han introducido en el negocio que se está evaluando, y muchos han sido los fracasos y las quiebras, se hace imprescindible determinar las causas de esta situación. De igual manera, la medición del efecto de ciertas medidas gubernamentales sobre el sector, las estrategias comerciales y los resultados logrados por las actuales empresas potencialmente competidoras del proyecto, la lealtad intransable de los consumidores o las variables que indujeron cambios en sus motivaciones y hábitos de consumo son, entre muchos otros, los factores que explican el pasado y que probablemente proyectarán con un buen grado de asertividad gran parte del futuro. Normalmente, estos antecedentes serán los que, unidos a una proyección basada en datos estadísticos del pasado, permitirán la estimación más adecuada –que de ninguna manera garantiza su realismo y exactitud– de la variable que se desea pronosticar.

En este estudio será de suma importancia conocer, entre otras, la participación que han tenido las empresas en el mercado, las características y la evolución de la oferta de productos similares y sustitutos del que se elaborará con el proyecto; la composición y la evolución de la demanda. Para cada uno de estos aspectos, llegar a explicar la relación de causa-efecto que determinó las variaciones en el pasado debe ser un objetivo prioritario, aunque difícil de lograr.

El estudio de la situación vigente es importante, porque es la base de cualquier predicción. Sin embargo, su importancia relativa es baja, ya que difícilmente permitirá usar la información para algo más que eso. Esto se debe a que, por ser permanente la evolución del mercado, cualquier estudio de la situación actual puede tener cambios sustanciales cuando el proyecto se esté implementando. En muchos estudios de perfil o prefactibilidad se opta por usar la información cuantitativa vigente como constante a futuro, en consideración a que el costo de depurar una cifra proyectada normalmente no es compensado con los beneficios que brinda la calidad de la información.

De acuerdo con lo señalado, el estudio de la situación futura es el más importante para evaluar el proyecto. Sin embargo, aquí también es preciso hacer una salvedad: la información histórica y vigente analizada permite proyectar una situación suponiendo el mantenimiento de un orden de cosas que con la sola implementación del proyecto se debería modificar. Esto obliga, entonces, a que en la situación proyectada se diferencie la situación futura sin el proyecto y luego con la participación de él, para concluir con la nueva definición del mercado.

Por ejemplo, al estudiar la viabilidad de la construcción y operación de un hotel en una zona determinada, fácilmente se puede recopilar y estudiar la información histórі-

ca y vigente para proyectar la demanda futura de habitaciones de hotel. En este caso, se planifica la situación sin el proyecto. No obstante, la estrategia comercial diseñada para el proyecto puede no estar dirigida a quitarles consumidores a otros hoteles de la zona (con lo que la demanda total se mantendría constante), sino a incentivar el turismo y, por esta vía, incrementar la demanda total. En tal circunstancia, la proyección de demanda con el proyecto difiere de la proyección hecha sin él. Sin embargo, aún no se calcula qué parte de este mercado total puede absorber el proyecto.

Otro caso es el de un proyecto para construir un gran centro comercial en una zona donde la demanda actual superaba a la oferta. Si bien el proyecto era muy atractivo con esas condiciones, se desistió de ponerlo en práctica al detectarse que, aun cuando no se iniciaba la construcción, se habían otorgado tantos permisos municipales que hacían que el proyecto dejara de ser atractivo si se tenían en cuenta las condiciones potenciales de competencia que estarían vigentes cuando el centro comercial estuviera listo para su venta.

Las tres etapas analizadas deben realizarse para identificar y proyectar todos los mercados. Obviamente, la participación que pueda lograr el proyecto estará determinada en gran parte por la reacción del consumidor y por la estrategia comercial que siga la empresa. Los dos apartados siguientes analizan estos aspectos.

4.4 El consumidor

La estrategia comercial que se defina tendrá repercusión directa en los ingresos y egresos del proyecto, y será influida por las características tanto del consumidor, como del competidor, en ese orden.

La imposibilidad de conocer los gustos, deseos y necesidades de cada individuo que potencialmente puede transformarse en un demandante para el proyecto, hace necesaria la agrupación de éstos de acuerdo con algún criterio lógico. Los criterios de agrupación dependerán, a su vez, del tipo de consumidor que se estudie. Al respecto, hay dos grandes agrupaciones: a) la del consumidor institucional, que se caracteriza por tomar decisiones generalmente muy racionales basadas en las variables técnicas del producto, en su calidad, precio, oportunidad en la entrega y disponibilidad de repuestos, entre otros factores, y b) la del consumidor individual que toma decisiones de compra basado en consideraciones de carácter más emocional, como la moda, exclusividad del producto, el prestigio de la marca, etcétera.

En el caso de un consumidor institucional, las posibilidades de determinar y justificar su demanda se simplifican al considerar que ésta depende de factores económicos. En este sentido, basta con definir las ventajas que ofrece el proyecto sobre las otras opciones, para cuantificar la demanda en función de quienes se verían favorecidos por ellas. Por ejemplo, en el caso del puerto de Calderilla, toda la producción exportable en un radio lo bastante amplio como para determinar que el costo del

flete más el costo del servicio portuario sean a los sumo iguales a los que se tienen con las otras alternativas. Algo similar sucedería con la demanda nacional de redes para la pesca industrial u otro proyecto que ofrezca alguna ventaja, ya sea de costo, condiciones de crédito, calidad, oportunidad en la entrega, tamaño, etcétera.

La agrupación de consumidores de acuerdo con algún comportamiento similar en el acto de compra se denomina segmentación, la cual reconoce que el mercado consumidor está compuesto por individuos con diversidad de ingresos, edad, sexo, clase social, educación y residencia en distintos lugares, lo que los hace tener necesidades y deseos también distintos.

La segmentación del mercado institucional responde, por lo regular, a variables tales como rubro de actividad, región geográfica, tamaño y volumen medio de consumo, entre otras.

La segmentación del mercado de los consumidores individuales también se realiza, generalmente, en función de variables geográficas, aunque tanto o más importante que éstas son las variables demográficas, que clasifican al consumidor según su edad, sexo, tamaño del grupo familiar, nivel ocupacional, profesión, religión, etcétera. No menos importante es la clasificación por nivel de ingreso (y su distribución), complementado por los patrones de gasto.[4]

Una última clasificación es aquella que segmenta por variables psicosociológicas, como el grado de autonomía en la decisión de compra, el grado de conservadurismo y la clase social.

Muchas veces será más importante estudiar el número de hogares constituidos que la población total del mercado, ya que muchos productos tienen como unidad en medida el hogar y no el individuo. Cuando el producto que se va a elaborar es de uso personal, como el vestuario y los comestibles, pueden ser más importantes las proyecciones del mercado en función del nivel total de la población; sin embargo, en bienes como los muebles o las viviendas, la proyección debería basarse en un índice de hogares constituidos.

Cuando el producto del proyecto está dirigido a un mercado personal, la subjetividad implícita en sus actos de compra torna más difícil la definición de la estrategia comercial y, por tanto, la determinación de la cuantía de la demanda que puede esperarse. Un modo de aproximarse a una respuesta es caracterizando al consumidor. Para ello, una definición es la que identifica como tal a quien toma la decisión de compra y no a quien consume el producto o servicio adquirido. Así por ejemplo, el consumidor de ropa de niños será usualmente uno de los padres, y el consumidor de sopas envasadas será, en muchos casos, la sirvienta del hogar.

---

[4] Por ejemplo, se ha demostrado empíricamente que cuando el ingreso del grupo familiar aumenta, el gasto porcentual destinado a alimentación baja, pero la demanda de atención médica sube.

Como esto no puede conocerse en *a priori*, es necesario investigar quién compra. Para ello deberán estudiarse los hábitos de consumo de la población, los que a su vez permitirán conocer cómo compra; por ejemplo, si es al contado o a crédito, diaria o mensualmente, en tamaños individual o familiar, etcétera. Además, deberá conocerse por qué compra, es decir, las motivaciones que inducen a optar por una determinada marca, envase o producto sustituto.

Si el producto debe entrar a competir con otros ya establecidos, será necesario realizar estudios para determinar el grado de lealtad a una marca o lugar de venta, los efectos de las promociones y la publicidad de la competencia sobre el consumidor, y la sensibilidad de la demanda tanto al precio como a las condiciones de crédito, entre otros aspectos.

4.5 Estrategia comercial

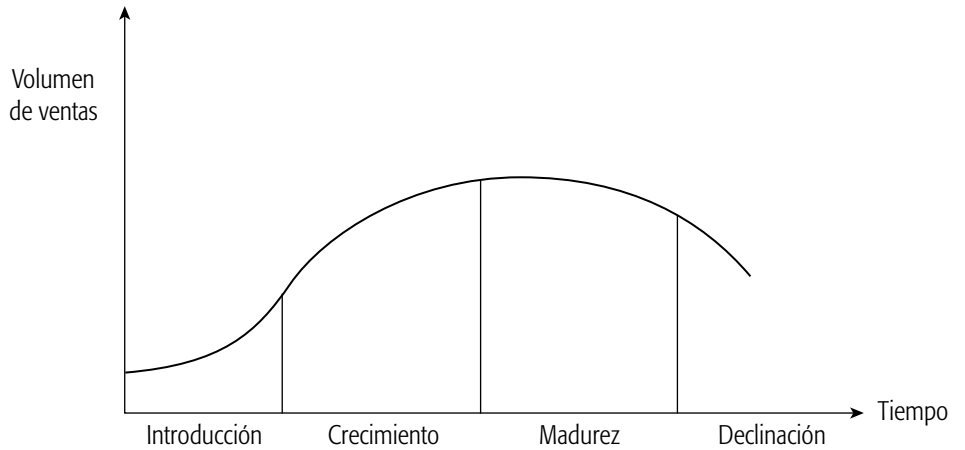
La estrategia comercial que se defina para el proyecto deberá basarse en cuatro decisiones fundamentales que influyen individual y globalmente en la composición del flujo de caja del proyecto. Tales decisiones se refieren al producto, al precio, a la promoción y a la distribución. Cada uno de estos elementos estará condicionado, en parte, por los tres restantes. Así por ejemplo, el precio que se defina, la promoción elegida y los canales de distribución seleccionados dependerán directamente de las características del producto.

A diferencia del estudio técnico, el estudio de mercado deberá marcar no sólo las especificaciones técnicas de un producto, sino todos los atributos del mismo: su tamaño, marca, tipo de envase y otros a los que se hará referencia más adelante.

Al evaluar un proyecto, el comportamiento esperado de las ventas pasa a constituirse en una de las variables más importantes en la composición del flujo de caja. Al estudiar el producto en el conjunto de la estrategia comercial, el concepto de su ciclo de vida ayuda a identificar parte de ese comportamiento esperado. Pocos son los productos que recién lanzados al mercado alcanzan un nivel constante de ventas, ya sea porque ellos mismos o sus marcas son nuevos. En la mayoría de los casos se reconoce un comportamiento variable que responde aproximadamente a un proceso de cuatro etapas: introducción, crecimiento, madurez y declinación (ver gráfico 4.2).

En la etapa de introducción, las ventas se incrementan levemente, mientras el producto se hace conocido, la marca obtiene prestigio o se impone la moda. Si el producto es aceptado, se produce un crecimiento rápido de las ventas, las cuales, en su etapa de madurez, se estabilizan para llegar a una etapa de declinación en la cual las ventas disminuyen rápidamente. El tiempo que demore el proceso y la forma que adopte la curva dependerán de cada producto y de la estrategia global que se siga en cada proyecto particular. La importancia de intentar determinar el ciclo de vida de un producto se manifiesta al considerar que el nivel de ventas afectará directamente al

Gráfico 4.2 Ciclo de vida del producto



momento de recepción de los ingresos, e indirectamente a los desembolsos, ya que el programa de producción deberá responder a las posibilidades reales de vender el producto.

Si bien la determinación del ciclo de vida de un producto es una tarea compleja y con resultados no siempre confiables, es posible intentar una aproximación basándose en la evolución de las ventas de otros productos de la industria o de artículos similares en otras regiones o países.

Aun cuando el concepto del ciclo de vida de un producto puede criticarse fácilmente en función de que la heterogeneidad de los productos y entornos en que se sitúan es muy grande, es un elemento útil en la preparación de proyectos, para los efectos de que, incluso en los términos más rudimentarios, se castigue la estimación inicial de las ventas, reconociendo la lentitud de la etapa introductoria y no sobreevaluar así los resultados esperados del proyecto. En el próximo capítulo se hace referencia a distintos mecanismos de pronóstico del mercado.

El resto de los atributos del producto requiere muchas veces un estudio bastante más exhaustivo, justificado por cierto, que el del ciclo de vida. La marca, por ejemplo, que además de un nombre es un signo, logotipo o cualquier forma de identificación, puede llegar a ser determinante en la aceptación del producto, ya que una marca difícil de pronunciar o que no represente una cualidad del producto, entre otras variables, puede hacer que no sea fácil de identificar y recordar y, por tanto, no sea utilizada por el consumidor potencial. Para el evaluador de proyectos, más que llegar a determinar la marca, interesa el precio que una empresa especializada cobrará por el diseño de ella, su logotipo y presentación en todos los medios de difusión y comunicación que contratará la empresa creadora del proyecto, por ejemplo, carteles, membretes

en papel carta, sobres de correo, etcétera. Así mismo, será posible obtener mediante cotizaciones el costo de una campaña de introducción de la marca y su fijación en el medio, lo que más bien corresponde a una decisión relacionada con la promoción.

Como en el punto anterior, más importante que la marca es definir el envase, dadas las repercusiones económicas que éste tiene. Es fácil apreciar que el envase, además de su papel original de proteger el producto, tiene hoy en día un objetivo principalmente promocional, que busca que se diferencie de otros productos, por medio de su forma, color, texto del mensaje, tamaño o uso.

Cada día son más los productos que se promocionan no tanto por sus especificaciones propias, como por el uso que se le puede dar a su envase una vez consumido el contenido. De igual manera, la variación de tamaños, como en el caso de las gaseosas, se hace imprescindible para abarcar los distintos segmentos del mercado. Cada uno de ellos deberá costearse especialmente para determinar la conveniencia de introducirlos o no.

El precio es quizás el elemento más importante de la estrategia comercial en la determinación de la rentabilidad del proyecto, ya que éste será, en último término, el que defina el nivel de los ingresos. El precio, al igual que el producto, requiere consideraciones mayores de lo que se desprende del simple significado de la palabra. En este caso, las condiciones de venta son fundamentales en la forma que adquiera el flujo de ingresos. Por ejemplo, deberán definirse las condiciones de crédito, el porcentaje de cobro al contado, el plazo del crédito, el monto de las cuotas, la tasa de interés implícita en las cuotas, los descuentos por pronto pago, por volumen, etcétera. Tan importante son estas variables que sólo una de ellas, como la tasa de interés implícita, puede hacer rentable un proyecto. Por ejemplo, si se determina que el segmento del mercado al que se quiere llegar está en condiciones de comprar si las cuotas son bajas y no es sensible a la tasa de interés que se cobra por el crédito, la rentabilidad podría residir en el negocio financiero del crédito, más que en el negocio comercial de la venta. Sin entrar a calificar esta posibilidad, lo más probable es que en ella se llegue incluso a desincentivar el pago al contado.

La definición del precio de venta debe conciliar diversas variables que influyen en el comportamiento del mercado. En primer lugar está la demanda asociada con distintos niveles de precio; luego, los precios de la competencia para productos iguales y sustitutos y, por último, los costos.

La manera más simple de calcular un precio es adicionando un porcentaje a los costos unitarios totales. Para ello, se calcula un margen, ya sea sobre los precios o sobre los costos. En el primer caso, se calcula un porcentaje sobre el precio de venta desconocido, de la siguiente forma:

4.1

$$Pv = jPv + Cu$$

donde P*v* es el precio de venta, *j* el margen sobre el precio y *Cu* el costo unitario. Como el precio de venta se desconoce y tanto *j* como *Cu* son conocidos, la expresión 4.1 se puede simplificar de la siguiente forma.

4.2

$$Pv = \frac{Cu}{(1-j)}$$

Para calcular un margen sobre los costos, se utiliza la expresión:

4.3

$$Pv = Cu + Cuh$$

donde *h* es el margen sobre los costos; esta expresión puede simplificarse como:

4.4

$$Pv = Cu(1+h)$$

Un modelo teórico que simplifica en exceso el problema de la determinación de los precios se basa en los supuestos de que la firma busca maximizar sus utilidades y conoce las funciones de la demanda y los costos de su producto. La función de demanda especifica la relación entre la cantidad demandada en el periodo (Q) y todas las variables que determinan esa demanda. Una función típica de ella puede expresarse como:

4.5

$$Q = a_1P + a_2Y + a_3Pb + a_4Pu$$

donde a_1, a_2,…a_n se denominan parámetros de la función de demanda. *P* es el precio, *Y* representa los ingresos promedios disponibles per cápita, *Pb* la población y *Pu* el gasto en publicidad. Si

$$Q = -1.000P + 50Y + 0,03Pb + 0,03Pu$$

ello indicaría que, *céteris páribus,* por cada peso que aumente el precio, la demanda bajaría en 1.000 unidades; por cada peso adicional en el ingreso per cápita, la demanda aumentaría en 50 unidades, y que se incrementaría en 0,03 unidades por cada persona adicional de la población o por cada peso que se gaste en publicidad.

Dado que *Y*, *Pb* y *Pu* deberían conocerse, o posiblemente determinarse, la ecuación anterior podría quedar de la siguiente forma asignando ciertos valores a estas variables:

$$Q = 160.000 - 1.000P$$

Por otra parte, la función de costos expresa el nivel esperado de costos totales (C) de las diversas cantidades que pueden producirse en cada periodo (Q). La forma simple de representar esta función es:

4.6

$$C = cvQ + CF$$

donde cv son los costos unitarios variables y CF los costos fijos. Supóngase una función de costos como la siguiente:

$$C = 50Q + 1.500.000$$

Dado que el ingreso total (R) es igual al precio (P) multiplicado por la cantidad (Q) y las utilidades (U) son la diferencia entre los ingresos totales y los costos totales, se tiene además las siguientes expresiones:

4.7

$$R = PQ$$

y

4.8

$$U = R - C$$

Definidas las cuatro ecuaciones anteriores, se determina el precio que maximiza las utilidades. Para ello se procede así:

$$U = R - C$$
$$U = PQ - C$$
$$U = PQ - \left(50Q + 1.500.000\right)$$
$$U = P\left(160.000 - 1.000P\right) - 50\left(160.000 - 1.000P\right) - 1.500.000$$
$$U = 160.000P - 1.000P^2 - 8.000.000 + 50.000P - 1.500.000$$
$$U = -9.500.000 + 210.000P - 1.000P^2$$

El precio que maximiza esta función se obtiene de derivar la función de utilidad y luego ajustar la derivada, igualándola a cero. O sea:

$$U = -9.500.000 + 210.000P - 1.000P^2$$
$$\frac{dU}{dP} = 210.000 - 2.000P$$
$$210.000 - 2.000P = 0$$
$$210.000 = 2.000P$$
$$P = 105$$

Luego el precio óptimo es de $105.

El modelo teórico señalado supone que todas las variables se mantienen en el mismo nivel mientras se estudia el efecto de los precios sobre las ventas, dejando de lado, entre otras cosas, el problema de cómo puede lograrse un grado óptimo respecto a la publicidad, venta personal u otra variable comercial. A esto hay que agregar las dificultades de tipo estadístico en la determinación de las funciones de demanda y costos.

Un modelo de determinación de precios basado exclusivamente en los costos se deduce en el análisis que se hace en el capítulo 7. En él se propondrá incluir todos los costos, sumando el del capital del inversionista y la recuperación de la inversión.

El estudio de los canales de distribución también tiene importancia al definir la estrategia comercial, quizá no tanto por el efecto directo en los flujos de caja, como por los efectos indirectos que tiene sobre ellos. Muchas veces se estudia la relación entre precio y demanda sin incluir el efecto (sobre el precio al que recibe el producto el consumidor) que tienen los márgenes que cada intermediario agrega al precio para cubrir los costos de la intermediación y la utilidad que percibirá por ella. El problema de esta variable consiste en que cada canal de distribución tiene asociados costos y volúmenes de venta normalmente distintos.

Para determinar los costos por este concepto y los niveles de ventas que tendrá el proyecto, es preciso efectuar una selección estimativa de los intermediarios que se utilizarían en la eventualidad de que el proyecto se implementase.

Además de seleccionar, mediante un análisis costo-beneficio el canal más adecuado, es importante confirmar la posibilidad real de contar con él.

Toda empresa deberá desarrollar la tarea de administrar el canal de distribución, para que éste funcione eficientemente. Los costos que involucre esta gestión, tanto en remuneración de personal como en insumos administrativos varios, más las inversiones necesarias en obra física y equipamiento asociados al canal seleccionado, deberán considerarse para ser incluidos en la composición de los flujos de caja del proyecto.

El sistema de promoción también requiere un estudio complejo que, para los fines que persigue el preparador y evaluador de proyectos, muchas veces se obvia con una cotización solicitada a una empresa especialista. En otros casos, el estudio de la promoción debe ser realizado por el responsable del estudio de mercado. Si así es, no debe olvidarse que el objetivo es cuantificar su costo, más que definir el sistema en sí.

Al igual que la distribución, cada alternativa de promoción lleva asociados costos y beneficios diferentes que deben, en todos los casos, compararse para elegir la mejor de las alternativas.

La determinación del costo en publicidad es relativamente menos compleja que el cálculo del monto de la inversión en promoción. Ello se debe a que existen ciertos indicadores de gastos por industrias que pueden utilizarse principalmente en los estudios de prefactibilidad. Uno de los métodos más usados es el de definir un porcentaje sobre las ventas esperadas.

Cuando se estudia la competencia es básico conocer su estrategia comercial, pero aún más importante es determinar la efectividad de la misma. En su análisis se revisarán las variables que se definieron en este punto. Conocer su posición actual y los resultados de experiencias pasadas constituye una valiosa información para definir la estrategia comercial propia.

4.6 Análisis del medio

La definición de cualquier estrategia comercial requiere dos análisis complementarios: uno, de los distintos mercados del proyecto y, otro, de las variables externas que influyen sobre el comportamiento de esos mercados.

Al estudiar las variables externas, que son, en la generalidad de los casos, incontrolables por una empresa, deben reconocerse cuatro factores que, si se evalúan bien, permitirán detectar las amenazas, las oportunidades y los aliados del medio. Dichos factores son: económicos, socioculturales, tecnológicos y político-legales.

El comportamiento que los distintos agentes económicos del mercado sigan en un momento dado dependerá de la composición de estos factores. La evolución independiente de cada uno de ellos hace muy compleja la tarea de pronosticar su comportamiento y sus efectos sobre una determinada estrategia del proyecto, de los competidores, consumidores, proveedores e intermediarios.

Cualquier decisión respecto a la estrategia comercial del proyecto se verá influida directamente por las decisiones gubernamentales sobre una determinada política económica. Así, por ejemplo, una política de tipo de cambio bajo podrá abaratar los costos de las materias primas y bienes de capital importados, pero también incentivará la importación de productos similares competitivos, al mismo tiempo que desincentivará la exportación. De igual manera, un alza en los aranceles permitirá que empresas no rentables puedan serlo al subir los precios competitivos de productos similares en el mercado nacional. Sin embargo, si éstos no son objeto de discriminación, también subirá el costo de los insumos importados.

Los efectos de la política económica sobre empleo, niveles de ingreso, sectores prioritarios del desarrollo, incentivos a la producción de determinados bienes, fijación de precios para determinados productos, comercio exterior y otros, así como el efecto de éstos sobre la demanda, son claramente identificables. El problema para el preparador se centra en el pronóstico de los efectos, ya que las decisiones sobre política económica son, como su nombre lo indica, decisiones de estrategia política que siguen una dirección determinada por la autoridad. Esto último, sin embargo, no exime al preparador de proyectos de la obligación de considerarla, ya que, como se analizó en el capítulo anterior, una política económica determinada caracteriza el entorno de mediano plazo en el que debe desarrollarse un proyecto.

Tan importante como lo señalado acerca de la política económica es el factor sociocultural. La cultura, como indica Kotler,[5] "abarca la manera en que hacemos, vemos, usamos y juzgamos las cosas, todo lo cual varía de una sociedad a otra". Los cambios culturales de una sociedad, que se producen rápidamente con el desarrollo de los medios de comunicación, hacen imprescindible su análisis en este contexto para identificar los efectos que una determinada estrategia comercial tendrá sobre el mercado.

Los hábitos de consumo y las motivaciones de compra están determinados en gran parte por el nivel cultural. Así mismo, la receptividad a una campaña promocional y publicitaria tiene que estar acorde con el nivel cultural del segmento del mercado al que se quiere llegar para que sea realmente efectiva.

La composición de clases sociales en un país y el estilo de vida que las caracteriza serán fundamentales en la definición del producto, así como en su promoción y precio.

El cambio tecnológico que avanza a una velocidad creciente puede convertirse bien en un factor de apoyo a un proyecto, si éste puede usufructuar de él, o bien en una amenaza, si dicho cambio tecnológico no está al alcance del proyecto. Muchas decisiones sobre productos quedan condicionadas al avance de la tecnología, que puede dejar técnicamente obsoleto a uno de ellos si se logra el desarrollo de un sustituto de mejor calidad, menor costo o mayor rendimiento.

Las dificultades de predecir el comportamiento de este factor, a diferencia de los anteriores, residen en la rigurosa confidencialidad con que se realiza la investigación tecnológica, así como en el celo en guardar la información resultante para beneficio propio, dadas las grandes ventajas competitivas que permite poseer un producto resultante del avance tecnológico.

El medio político y legal condiciona el comportamiento de todo un sistema, que abarca desde lo económico hasta lo social y que tiene relación con la opinión, confianza y formación de expectativas en grado diferente para cada agente del mercado.

Suele ocurrir que ante situaciones de expectativas de cambio en la conducción política de un país, los procesos de inversiones disminuyen sustancialmente. La generación del proyecto de inversión tiende a decaer hasta conocerse el resultado del cambio político y las directrices que el nuevo esquema puede determinar para la condición económica del país, así como también para los aspectos sociales, culturales y otros.

Cabe señalar que en aquellos países donde el cambio político que se produce es de envergadura, el grado de incertidumbre de los agentes económicos es mayor. A diferencia de esta situación, puede señalarse que en economías desarrolladas (de gran estabilidad política), el cambio de partido político en el gobierno no tendrá repercusiones sustanciales en los procesos de inversión y elaboración de proyectos.

---

5 Kotler, Philip. *Dirección de mercadotecnia*. México: Diana, 1978, p. 117.

Conocer el efecto que estos cuatro factores tienen sobre el mercado y sobre la propia estrategia comercial que se defina es imprescindible para que el preparador del proyecto evalúe las amenazas, las oportunidades y los aliados que le determine el medio.

Las amenazas del medio son todas aquellas variables y características significativas del entorno externo al proyecto que pudieran tener algún efecto negativo: por ejemplo, las situaciones recesivas, el crecimiento de la competencia, un mayor grado de apertura al comercio exterior que permita vislumbrar la entrada masiva de productos competitivos a bajos precios, la incertidumbre política, etcétera.

Las oportunidades constituyen todos los elementos favorables al proyecto; por ejemplo, una política económica de desarrollo hacia adentro, la existencia de demanda insatisfecha, los incentivos gubernamentales a la actividad del proyecto, las ventajas comparativas con el resto de la industria, la experiencia en la gestión de proyectos similares, etcétera.

Los aliados del medio externo son los agentes económicos que podrían estar interesados en el desarrollo del proyecto debido a las ventajas indirectas que éste tendría para sus actividades; los mercados proveedores y distribuidores, que verían incrementadas sus posibilidades comerciales, y las autoridades municipales, que se interesarían en el desarrollo comunal que permitiría el proyecto, entre otros casos.

4.7 La demanda

Los consumidores logran una utilidad o satisfacción por medio del consumo de bienes o servicios. Algunos bienes otorgan más satisfacción que otros a un mismo consumidor, reflejando su demanda y las preferencias que tenga sobre las alternativas que ofrece el mercado; todo esto en el marco de las restricciones presupuestarias que le imponen un consumo limitado.

Lo anterior obliga a cada persona a definir una combinación de bienes o servicios que ha de consumir y que maximice su satisfacción. Una variación en los precios o en el ingreso del consumidor modificará sus preferencias por una determinada combinación, ya que, si los bienes son sustitutos, al subir el precio de un bien, el costo de consumir ese bien respecto al costo de otros bienes aumenta, haciendo que los consumidores desplacen su demanda hacia otros bienes que ahora son relativamente menos caros.

Cada consumidor compra innumerables bienes diferentes durante su vida. Una correcta especificación de una función de demanda indicaría la cantidad demandada de un bien como una función de los precios de los bienes consumidos y de la renta del consumidor.

El objetivo principal que se pretende alcanzar con el análisis de la demanda es determinar los factores que afectan el comportamiento del mercado y las posibilidades reales de que el producto o servicio resultante del proyecto pueda participar efectivamente en ese mercado.

La cuantificación de la demanda, o sea, de la cantidad de bienes o servicios que el mercado requiere para satisfacer una necesidad o deseo específico a un precio determinado, no es fácil cuando no existe información estadística disponible para conocer los gustos y las preferencias del consumidor. En estos casos, la información obtenida en terreno pasa a ser una opción casi necesaria.

Para efectos de la recolección de información para la evaluación de un proyecto, la demanda se puede clasificar desde sus distintos puntos de vista; así, en relación con su oportunidad, con su necesidad, con su temporalidad, con su destino y con su permanencia.

En relación con su **oportunidad**, la demanda puede ser de tipo insatisfecha –cuando la producción y oferta no alcanzan a cubrir los requerimientos del mercado– o satisfecha. En esta última categoría se clasifican la demanda satisfecha saturada (cuando no es posible hacerla crecer bajo ninguna circunstancia) y la demanda satisfecha no saturada (cuando estando aparentemente satisfecha puede, mediante la publicidad u otros instrumentos de *marketing,* hacerse crecer).

De acuerdo con su **necesidad**, la demanda puede ser básica o suntuaria. La demanda necesaria básica se refiere a aquella que la comunidad requiere ineludiblemente para mantenerse y desarrollarse, por ejemplo, distintos tipos de vestuario, alimentación, vivienda, educación, transporte, salud, etcétera. La demanda necesaria suntuaria se relaciona con la intención de satisfacer un gusto, más que una necesidad, por ejemplo, un vehículo de lujo o un perfume.

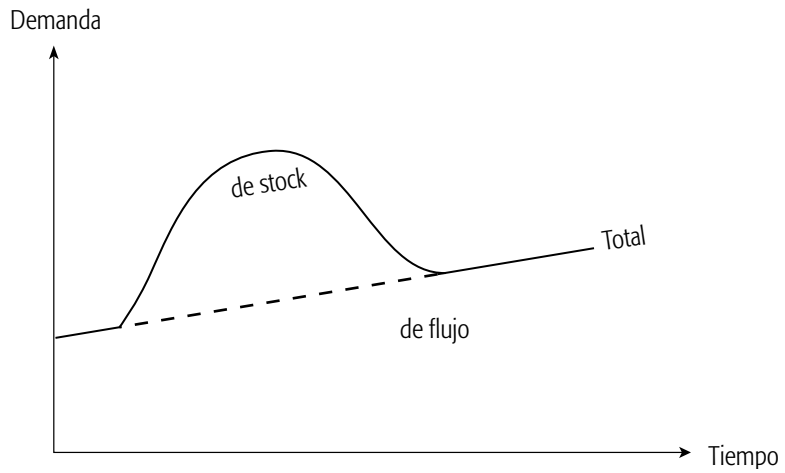
En relación con su **temporalidad**, existe la demanda continua y la demanda cíclica o estacional. En el primer caso se encuentra aquella de carácter permanente, como la alimentación o la vivienda, mientras que en el segundo, se clasifica aquella de tipo no permanente, como la que se produce en las fiestas de Navidad o la vinculada con las vacaciones, entre otras.

De acuerdo con su **destino**, la demanda puede clasificarse como de bienes finales (los que son adquiridos para ser consumidos directamente) o de bienes intermedios, (los que son requeridos para ser utilizados en la elaboración de otros bienes).

En relación con la **permanencia**, la demanda puede clasificarse como de flujo o de *stock*. La demanda de flujo corresponde a aquella que se vincula con un carácter permanente, como por ejemplo la que se esperaría de las nuevas construcciones frente a la aparición de una innovación tecnológica como por ejemplo la producida, entre otros casos, respecto de las ventanas de aluminio. La de *stock* se asocia con aquella que se produce para satisfacer una demanda finita en el tiempo, como la de quienes desean cambiar sus antiguas ventanas de madera o fierro por la de aluminio. En general, cada vez que un proyecto incorpora una innovación tecnológica es posible identificar una demanda potencial en quienes ya están en el mercado (*stock*) y otra en quienes se incorporarán al mercado. Por ejemplo, cuando aparecen los televisores, videograbadoras, microondas, etcétera, inicialmente puede esperarse una demanda

de quienes ya tienen un hogar constituido y desean incorporar esta nueva tecnología, pero a futuro sólo se considerará aquella proveniente de los nuevos hogares, o por la reposición natural de los bienes por su uso. El gráfico 4.3 representa lo anterior.

Gráfico 4.3 Demanda de bienes en función del tiempo



Los principales métodos para estimar funciones de demanda son cuatro. El primero es la realización de una encuesta en que se pregunte a los consumidores potenciales qué cantidad de un producto están dispuestos a comprar a diferentes precios. No siempre se puede confiar en las respuestas y, por lo mismo, cabe considerar la posibilidad de que induzcan a cometer un error en la estimación. Un segundo método consiste en seleccionar mercados representativos del mercado nacional, relacionados con el mercado objetivo del proyecto, fijando precios diferentes en cada uno de ellos y estimando una curva de demanda ajustando una recta de regresión a los puntos observados de relación de precio y cantidad. Para que este método funcione, la empresa debe tener algún grado de control sobre la fijación de precios. El tercer método se basa en la información obtenida de diferentes individuos, familias, ciudades, regiones, etcétera, en un momento dado del tiempo, mediante la comparación de niveles de consumo. La dificultad del método radica en que los patrones de comparación no son homologables en algunos casos. El cuarto método es el más empleado y se basa en el uso de datos de series temporales que, mediante análisis regresionales multivariables, busca definir la función de demanda más adecuada al proyecto. Si el evaluador sabe que la demanda depende de la renta real y de los precios relativos, predecir su comportamiento futuro y encontrar la relación entre estas variables (elasticidad, ingreso o precio de la demanda, por ejemplo), le permitirá pronosticar la demanda. En el capítulo siguiente se tratará el tema en profundidad.

Resumen

El estudio del mercado de un proyecto es uno de los más importantes y complejos de todos los que debe enfrentar el preparador del proyecto; incluso más que estudiar al consumidor para determinar el precio del producto y la cantidad que demandará. Para calcular los ingresos se tendrán que analizar los mercados proveedor, competidor, distribuidor y consumidor. En algunos casos, por su importancia particular, se deberá realizar un estudio de mercado externo.

El estudio de mercado, al igual que el resto de los estudios que se señalan en el texto, más que describir y proyectar los mercados relevantes para el proyecto, deberá proveer la información de ingresos y egresos que de él se deriven. El preparador de proyectos no deberá profundizar más allá de lo que este objetivo plantea. Si puede obviarse alguna investigación que se obtenga mediante una cotización para determinar, por ejemplo, el monto de la inversión en promoción, no tendrá sentido hacerla, ya que la información obtenida por este medio es generalmente de alta confiabilidad.

Aunque cada proyecto requerirá un estudio de mercado diferente, es posible generalizar un proceso que considere un estudio histórico tendiente a determinar una relación de causa-efecto entre las experiencias de otros y los resultados logrados; un estudio de la situación vigente que permita definirla y un estudio proyectado que considere la situación sin y con el proyecto, para concluir con el mercado particular que tendría la empresa creadora del proyecto y con la determinación de su estrategia comercial, ya que ésta será en definitiva la que indique la composición de los costos.

Para esto será fundamental el estudio del consumidor, de sus hábitos y motivaciones de compra, de su nivel de ingreso y composición del gasto.

En la estrategia comercial deberán estudiarse cuatro variables principales: producto, precio, canales de distribución y promoción. El preparador de proyectos podrá obviar algunas decisiones sobre estas variables recurriendo a cotizaciones. Sin embargo, la participación de este estudio en la determinación del precio es preponderante, ya que al ser el mercado el que determine en último término la validez del proyecto deberá analizarse el precio al cual estará dispuesto a comprar el consumidor, los precios que ofrece la competencia por productos similares o sustitutos y los márgenes que exigen los distintos agentes del mercado distribuidor.

Preguntas y problemas

1. Analice el concepto de mercado de un proyecto y explique las interrelaciones entre sus componentes.
2. Describa los alcances del estudio del mercado competidor.
3. Explique los objetivos del estudio de mercado y la manera en que debe abordarse. Dé ejemplos de la repercusión de la composición del flujo de caja del proyecto.
4. Describa y analice las etapas de un estudio de proyectos.
5. A su juicio, ¿qué variables se deben considerar al estudiar el mercado consumidor de viviendas?
6. Explique los alcances del producto en el estudio de mercado.
7. Explique el concepto de ciclo de vida de un producto y dé ejemplos de productos cuyo ciclo sea notoriamente diferente.
8. Si el costo unitario (*Cu*) de un producto es de $100, ¿cuál sería el precio de venta si el criterio es calcular un margen sobre los costos de 25%? ¿A cuánto equivale este margen si se desea expresarlo en términos de precio?
9. Si la función de demanda de un producto es $Q = 1.200 - 80\ p$ y la función de costos es $C = 10\ Q + 10.000$, ¿cuál es el precio que maximiza las utilidades?
10. Identifique las principales variables de ingreso y egreso que se derivan del estudio de los canales de distribución.
11. Explique las principales limitantes que tiene el preparador del proyecto para determinar la alternativa de promoción y publicidad más adecuada y los efectos de ambas sobre la composición del flujo de caja.
12. Señale las principales variables que consideraría para estudiar el mercado de un proyecto de harina de papas para reemplazar, en parte, la harina de trigo en la fabricación de pan.
13. ¿Es posible que un proyecto pueda plantear justificadamente que su producto, con calidades inferiores a las de la competencia, tenga mayor demanda?
14. Ejemplifique las clasificaciones de la demanda desde los puntos de vista de su oportunidad, necesidad, temporalidad, destino y permanencia.
15. Uno de los mercados importantes a estudiar es el competidor. Indique en qué casos este estudio puede tener mayor importancia.

Comente las siguientes afirmaciones.

a. No necesito contratar el estudio de mercado para evaluar correctamente mi proyecto de fabricación de envases de aluminio para conservas de

Preguntas y problemas

alimentos, ya que toda la producción la usaré en mi propia empresa conservera.

b. En estudios de perfil es posible recurrir a métodos subjetivos de proyección de la demanda, pero mientras más acabado sea el nivel exigido, mas deberá optarse por métodos estadístico-matemáticos para hacer la proyección.

c. Aunque hay varios aspectos por investigar en el estudio de mercado de un proyecto, el factor que debe estudiarse con más profundidad es la demanda esperada.

d. No se puede llevar a cabo el estudio de mercado de un proyecto que se investiga a nivel de prefactibilidad si no puede visitarse el lugar donde se supone que existe la demanda para el producto que se elaboraría.

e. No es viable comercialmente un proyecto que enfrenta un mercado dominado por un productor que ofrece un precio menor al que puede ofrecerse con el proyecto.

f. Si la demanda del producto que elaborará el proyecto está garantizada, entonces no existe el problema de tener que investigar al mercado competidor.

g. El objetivo del estudio de mercado es conocer las características y el perfil del consumidor, entre otros aspectos. Ello nos permitirá cuantificar el precio, la calidad del bien o servicio que desea consumir y su cantidad. No es posible obtener esta información si no se efectúa una investigación a fondo sobre el comportamiento del consumidor, puesto que los ingresos del proyecto dependen exclusivamente de la demanda.

h. No es necesario efectuar el estudio de mercado cuando la venta total del bien o servicio se encuentra cautiva con un solo comprador, el que ha manifestado por escrito su decisión de adquirir el producto en precio y calidad preestablecidos.

i. Cuando la demanda de un proyecto proviene de un consumidor individual, entran en juego una diversidad de factores que determinan cambios muchas veces impredecibles en las decisiones de compra.

j. El estudio de mercado puede obviarse cuando el preparador y evaluador ha podido demostrar la existencia de una demanda cautiva, la cual se ha perfeccionado mediante un contrato de compromiso de venta del bien que produciría el proyecto.

k. En el estudio de mercado, el análisis del mercado consumidor nos entregará la información necesaria para cuantificar los ingresos que generarán el proyecto.

Preguntas y problemas

l. No será necesario estudiar el ciclo de vida del producto, cuando la demanda del bien ha sido siempre creciente de acuerdo con la información histórica disponible.

m. Las características de presentación del producto al consumidor no será importante de ser estudiadas, ya que lo pertinente es poder conocer el volumen de unidades demandadas. El envase o la presentación no es una variable determinante en el estudio de mercado de un proyecto.

n. El cambio tecnológico es una variable que no debe ser mayormente analizada en el estudio de mercado puesto que el cambio tecnológico siempre podrá ocurrir por lo que resulta innecesario incorporar este factor en los estudios del proyecto.

ñ. No es necesario efectuar un estudio de mercadeo cuando la venta total del bien o servicio se encuentra cautiva con un solo comprador, el que ha manifestado por escrito su decisión de adquirir el producto en precio y cantidad pre-establecidos.

Material complementario

Ejercicios recomendados del texto complementario *Evaluación de proyectos, guía de ejercicios, problemas y soluciones*, de José Manuel Sapag McGraw-Hill, tercera edición, 2007.

18 Cavicol

19 El supermercadito

35 Centro turístico

58 Helados

Bibliografía

Acec. *Estudio de factibilidad económica de la reapertura del aeropuerto Chamonate*. Copiapó: Secretaría Regional de Planificación de la Región de Atacama, 1979.

Blair, R. y Kenny, L. *Microeconomía con aplicaciones a la empresa*. Madrid: McGraw-Hill, 1983.

Brigham, E. y Pappas, J. *Economía y administración*. México: Nueva Interamericana, 1978.

Elias, José y Awad, Jorge. *Elementos primarios en el estudio de comercialización*. Santiago: Cladem, 1968.

Grande, Idelfonso. *Dirección de marketing*. Madrid: McGraw-Hill, 1992.

Kotler, Phillips. *Dirección de mercadotecnia*. México: Diana, 1978.

Levitt, Theodore. *Innovaciones en marketing*. México: McGraw-Hill, 1977.

Méndez, José Silvestre. *Economía y la empresa*. México: McGraw-Hill, 1988.

Sapag, Nassir y otros. *Estudio de factibilidad de la elaboración de pectinas*. Lima: Esan – Ministerio de Industrias del Perú, 1981.

Shaw, R. Semenik, R. y Williams, R. *Marketing: An Integrated Approach*. Cincinnati, Ohio: South Western, 1981.

Taylor, W., Shaw, R. y López-Ballori, E. *Fundamentos de mercadeo*. Cincinnatti, Ohio: South Western, 1977.

Capítulo 5

Técnicas de proyección del mercado

En el capítulo anterior se analizaron los principales componentes del estudio de mercado de un proyecto. La estimación del comportamiento futuro de algunas de estas variables puede realizarse utilizando diversas técnicas de pronóstico, cuyo estudio constituye el objetivo de este capítulo.

Cada una de las técnicas de proyección tiene una aplicación de carácter especial que hace de su selección un problema decisional influido por diversos factores, como por ejemplo, la validez y disponibilidad de los datos históricos, la precisión deseada del pronóstico, el costo del procedimiento, los beneficios del resultado, los periodos futuros que se desee pronosticar y el tiempo disponible para hacer el estudio, entre otros. Tan importante como éstos es la etapa del ciclo de vida en que se encuentra el producto cuyo comportamiento se desea pronosticar.

Obviamente, en una situación estable la importancia de los pronósticos es menor. Pero a medida que ella crece en dinamismo y complejidad, más necesaria se torna la proyección de las variables del mercado.

La dificultad mayor de pronosticar comportamientos radica en la posibilidad de la ocurrencia de eventos que no hayan ocurrido anteriormente, como el desarrollo de nuevas tecnologías, la incorporación de competidores con sistemas comerciales no tradicionales, las variaciones en las políticas económicas gubernamentales, etcétera. Los antecedentes históricos serán, por tanto, variables referenciales para el analista de proyecto, quien debería usar los métodos de proyección como técnicas complementarias antes que como alternativas estimativas certeras.

El capítulo que aquí se inicia se concentra tanto en la presentación y el análisis de las técnicas más importantes para la proyección del mercado, como en sus alcances y aplicabilidad

5.1 El ámbito de la proyección

La multiplicidad de alternativas metodológicas existentes para estimar el comportamiento futuro de alguna de las variables del proyecto obliga al analista a tomar en consideración un conjunto de elementos de cada método, con el fin de seleccionar y aplicar correctamente aquel que sea más adecuado para cada situación particular.

Para que el producto resultante de la proyección permita su uso óptimo, la información deberá expresarse de la manera que sea más valiosa para el preparador del proyecto; por ejemplo, en algunos casos la información deberá expresarse desglosada por zona geográfica, o en función de algún atributo de los clientes, como sexo o edad.

La validez de los resultados de la proyección está íntimamente relacionada con la calidad de los datos de entrada que sirvieron de base para el pronóstico. Las fuentes de información de uso más frecuente son las series históricas oficiales de organismos públicos y privados, las opiniones de expertos y el resultado de encuestas especiales, entre otras.

La elección del método correcto dependerá principalmente tanto de la cantidad y calidad de los antecedentes disponibles, como de los resultados esperados. La efectividad del método elegido se evaluará en función de su precisión, sensibilidad y objetividad.

Precisión, porque cualquier error en su pronóstico tendrá asociado un costo. Aunque obviamente no podrá exigirse una certeza total a alguno de los métodos, sí podrá exigírsele que garantice una reducción al mínimo del costo del error en su proyección.

Sensibilidad, porque al situarse en un medio cambiante, debe ser lo suficientemente estable para enfrentar una situación de cambios lentos, así como dinámica para enfrentar cambios agudos.

Objetividad, porque la información que se tome como base de la proyección debe garantizar su validez y oportunidad en una situación histórica.

Los resultados que se obtienen de los métodos de proyección del mercado son sólo indicadores de referencia para una estimación definitiva, la cual, aunque difícilmente será exacta, deberá complementarse con el juicio y las apreciaciones cualitativas del análisis, por parte de quien probablemente trabajará con más de un método en la búsqueda de la estimación más certera.

5.2 Métodos de proyección

En el apartado anterior se mencionó que el preparador de proyectos dispone de varias alternativas metodológicas para proyectar el mercado y que la selección y uso de una o más de éstas dependía de una serie de variables. Una manera de clasificar las técnicas de proyección consiste en hacerlo en función de su carácter, esto es, aplicando métodos de carácter cualitativo, modelos causales y modelos de series de tiempo.

Los métodos de carácter cualitativo se basan principalmente en opiniones de expertos. Su uso es frecuente cuando el tiempo para elaborar el pronóstico es escaso, cuando no se dispone de todos los antecedentes mínimos necesarios o cuando los datos disponibles no son confiables para predecir algún comportamiento futuro. Aun cuando la gama de métodos predictivos cualitativos es bastante amplia, resulta prácticamente imposible emitir algún juicio sobre la eficacia de sus estimaciones finales.

Los modelos de pronóstico causales parten del presupuesto de que el grado de influencia de las variables que afectan el comportamiento del mercado permanece estable, para luego construir un modelo que relacione ese comportamiento con las variables que se estima son las causantes de los cambios que se observan en el mercado. Dervitsiotis[1] señala tres etapas para el diseño de un modelo de proyección causal: a) la identificación de una o más variables respecto a las que se pueda presumir que influyen sobre la demanda, como, por ejemplo, el producto nacional bruto, la renta disponible, la tasa de natalidad o los permisos de construcción; b) la selección de la relación que vincule a las variables causales con el comportamiento del mercado, normalmente en la forma de una ecuación matemática de primer grado, y c) la validación del modelo de pronósticos, de manera que satisfaga tanto el sentido común como las pruebas estadísticas, mediante la representación adecuada del proceso que describa.

Los modelos de series de tiempo se utilizan cuando el comportamiento que asume el mercado a futuro puede determinarse en gran medida por lo sucedido en el pasado, y siempre que esté disponible la información histórica de manera confiable y completa. Cualquier cambio en las variables que caracterizaron un determinado contexto en el pasado, como una recesión económica, una nueva tecnología o un nuevo producto sustituto de las materias primas, entre otros, hace que los modelos de este tipo pierdan validez. Sin embargo, es posible ajustar, con algún criterio lógico, una serie cronológica para incluir aquellos hechos no reflejados en datos históricos.

5.3 Métodos cualitativos

La importancia de los métodos cualitativos en la predicción del mercado se manifiesta cuando los métodos cuantitativos basados en información histórica no pueden explicar por sí solos el comportamiento futuro esperado de alguna de sus variables, o cuando no existen suficientes datos históricos.

La opinión de los expertos es una de las formas subjetivas más comúnmente usadas para estudiar el mercado. Dentro de ésta, el método Delphi es quizá el más conocido. Este método consiste en reunir a un grupo de expertos en calidad de panel, a quienes se les somete a una serie de cuestionarios, con un proceso de retroalimenta-

[1] Dervitsiotis, Kostas N. *Operations Management*. New York: McGraw-Hill, 1981, pp. 447-452.

ción controlada después de cada serie de respuestas. Se obtiene así información que, tratada estadísticamente, entrega una convergencia en la opinión grupal, de la que nace una predicción. El método Delphi se fundamenta en que el grupo es capaz de lograr un razonamiento mejor que el de una sola persona, aunque ésta sea experta en el tema.

Con el objetivo de no inhibir a los participantes en el panel, el cuestionario se contesta anónimamente. La retroalimentación controlada sobre el panel se hace efectiva cada vez que se completa una ronda de cuestionario. Este proceso interactivo se repite hasta lograr la convergencia de opiniones de todos los expertos. El procedimiento del método evita las distorsiones que producen la presencia de individuos dominantes, la existencia de comunicaciones irrelevantes y la presión por parte del grupo para llegar a un consenso forzado, entre otros factores.

Aunque durante el transcurso del experimento se producen fugas inevitables entre los expertos, es importante intentar minimizarlas para evitar los efectos de la discontinuidad en el proceso. De igual manera, debe intentarse que el lapso entre dos cuestionarios, así como el número de ellos, sea lo más reducido posible, para evitar un intercambio de opiniones que origine distorsiones en las respuestas individuales.

Una técnica similar al método Delphi es la conocida como consenso de panel, que se diferencia de aquélla en que no existen secretos sobre la identidad del emisor de las opiniones, y en que no hay retroalimentación dirigida desde el exterior. Este método "se basa en la suposición de que varios expertos serán capaces de producir un pronóstico mejor que una sola persona. No existen secretos y se estimula la comunicación. Algunas veces ocurre que los factores sociales influyen en los pronósticos y por ello éstos no reflejan un consenso verdadero".[2] El peligro del método reside en la posibilidad de que emerja un grupo dominante que anule la interacción adecuada y se logre un consenso por su capacidad de argumentación y no por la validez de la misma.

Un método más sistemático y objetivo, que se vale del método científico, es la investigación de mercado, la cual se utiliza principalmente en la recolección de información relevante para ayudar a la toma de decisiones o para aprobar o refutar hipótesis sobre un mercado específico, mediante encuestas, experimentos, mercados-prueba u otra forma.

Este método constituye quizá un paso necesario para la aplicación y el uso de cualquiera de los restantes métodos, dada la información sistematizada y objetiva que entrega.

---

[2] Chambers, J. Mullick, S. y Smith D. *Cómo elegir la técnica de pronóstico correcta*. Biblioteca Harvard.

La principal característica del método es su flexibilidad para seleccionar e incluso para diseñar la metodología que más se adecue al problema en estudio, requiriendo una investigación exploratoria, descriptiva o explicativa.[3]

Un tipo de investigación de mercados es el de encuestas de intenciones de compras. Su aplicación comienza con la selección de la unidad de análisis adecuada para cuantificar la intención de compra, siguiendo con la toma correcta de la encuesta por muestreo y finalizando con el análisis de los antecedentes recopilados. El peligro del método está en que depende mucho de las variables de contexto; si éstas son dinámicas, las condiciones imperantes pueden llevar a modificar la intención de compra de la unidad de análisis o quizá sus respuestas a las encuestas, aun cuando ello no afecte la decisión, induciendo a conclusiones erróneas.

La investigación de mercados estudia características de productos, empresas o consumidores. Para realizar el muestreo existen dos métodos: el probabilístico (en el que cada elemento elegible tiene la misma probabilidad de ser muestreado) y el no probabilístico (en el que la probabilidad de ser elegible no es igual para toda la población muestral). De la observación de casos reales se puede afirmar que el último tiene más aplicación que el primero.

En este sentido, se requiere una estratificación previa a la toma de encuesta, para determinar el espacio muestral. Por ejemplo, si se desea determinar las características del usuario de Internet, primero deberá averiguarse si la persona es usuaria del sistema y luego consultar acerca de lo que se desea averiguar. Esto es distinto a investigar el porcentaje de la población que usa Internet, lo que sería diferente a una investigación de mercados. La estratificación consiste en encuestar a aquellos que efectivamente usan Internet, ya que quienes no lo hacen o no conocen difícilmente podrían opinar sobre sus tarifas u otras variables. El muestreo no probabilístico corresponde a una investigación de mercados basados en encuestas sobre una estratificación preliminar.

El cálculo del tamaño de la muestra es fundamental para la confiabilidad de los resultados. Por ello, deberán tomarse en consideración algunas propiedades de la muestra y el grado de error máximo permisible de sus resultados. Para calcular el tamaño de la muestra puede utilizarse la siguiente fórmula:

5.1

$$n = \frac{\sigma^2 Z^2}{e^2}$$

donde n es el tamaño de la muestra, σ^2 es la desviación estándar (que puede calcularse en referencia con otros estudios o sobre la base de una prueba piloto), Z el valor crítico de la distribución normal para un nivel de confianza deseado y e^2 el

[3] Para el estudio de este método, Kinnear, T. y Taylor, J. *Investigación de mercados* Bogotá: McGraw-Hill, 1998.

nivel de error máximo permitido, que puede interpretarse como la mayor diferencia permitida entre la medida de la muestra y la media de la población.

El valor de Z se obtiene de una tabla de probabilidades de una distribución normal y se conoce como *el número de errores estándar asociados con el nivel de confianza*. Por ejemplo, para tener un nivel de confianza del 95%, la tabla de probabilidades de distribución normal muestra un valor de Z = 1,96.

Así, si una empresa fabricante de aceite comestible tradicional evalúa un proyecto para colocar un nuevo producto en el mercado, como el aceite combinado de oliva y maíz, puede estimar el tamaño de la muestra basándose en el promedio histórico de consumo medio anual. Si la media histórica ha sido 12 litros, si la desviación estándar de la muestra, obtenida mediante una prueba piloto, es 3 y si el error máximo permitido es 0,3 (lo que supone que ningún consumidor compraría más de 12,3 litros, ni menos de 11,7 litros), el tamaño de la muestra para un nivel de confianza de 95% se calcula por:

$$n = \frac{3^2 * 1,96^2}{0,3^2} = 385$$

La aplicación de un cuestionario a la muestra busca medir actitudes y comportamientos esperados del mercado. Para ello, es conveniente aplicar lo que se denomina *técnica estructurada*, que consiste en facilitar respuestas breves, simples, específicas y con opciones limitadas.

La teoría ofrece cuatro formas básicas para elaborar escalas o mediciones en ciencias sociales: nominal, ordinal, de intervalos y proporcional.

La escala nominal consiste en solicitar al encuestado que mencione, por ejemplo, la marca que usa de un determinado producto, el medio de difusión donde vio la publicidad o el establecimiento comercial donde lo compró. La medición de los resultados se expresa como un porcentaje sobre el total de la muestra, como: 44% de encuestados usa aceite marca A, 37% marca B, etcétera.

La escala ordinal consiste en solicitar al encuestado que ordene datos de acuerdo con su preferencia personal, calificando en una escala que puede ir de 1 (peor) a 5 (mejor) distintas variables como, por ejemplo, tamaño, envase y sabor.

La escala de intervalos permite hacer comparaciones cuando se pregunta acerca de la edad, los ingresos o cuando el encuestado tiene una visión clara pero no exacta de su respuesta. Por ejemplo, si fuma entre 1 y 5 cigarrillos diarios, entre 6 y 10, entre 11 y 20 o más de 20.

La escala proporcional se aplica cuando se desea explicitar mediciones como volumen, peso o distancia. Generalmente, se aplica en la confirmación de respuestas, para lo cual en una pregunta inicial se le pide señalar si considera un determinado atributo de un producto al momento de decidir su compra y, varias preguntas más adelante, se le reitera de manera diferente. Por ejemplo, si se está midiendo la in-

tencionalidad de cambiar sus hábitos de compra podría preguntarse si tiene alguna crítica al producto actual. Si la respuesta es afirmativa, se le pide que la señale a la manera de una escala nominal. Más adelante, en el cuestionario se le puede pedir que, en una escala ordinal, asigne una calificación a una lista de dificultades que se le presenta y cuya respuesta tiene que coincidir con la entregada anteriormente.

En general, las encuestas se emplean en la medición de volúmenes esperados de venta, preferencias de calidad y precio, hábitos de compra, etcétera.

La investigación de mercados basada en muestreo no probabilístico se puede tipificar en tres categorías: muestreo de estratos, de conveniencia de sitio y de bola de nieve.

En el muestreo de estratos se predetermina un estrato de la población según los intereses particulares de la investigación. Por ejemplo, estratos de ingresos, edad, sexo, región u otro.

En el muestreo de conveniencia de sitio se predetermina el lugar donde se aplicará la encuesta, según donde se estima estará presente el consumidor objeto del interés del estudio. Por ejemplo, si se desea investigar un nuevo instrumento médico, se deberá dirigir la encuesta a hospitales, clínicas, consultorios y otros centros de concentración de estos profesionales.

En el muestreo de bola de nieve se encuesta en una primera instancia al azar, usando las respuestas obtenidas como elementos referenciales para una encuesta posterior más dirigida.

Otro método, el de pronósticos visionarios, se utiliza como alternativa de los ya señalados cuando se dispone de personal interno de la empresa a la que se le evalúa el proyecto y dicho personal tiene experiencia y conocimiento de sus clientes y, por tanto, pueden emitir opiniones respecto a reacciones y comportamientos posibles de esperar en el futuro. La proyección del mercado se hará tomando el resultado de la estimación directa del personal y corrigiéndola por antecedentes recopilados de una variable de fuentes atinentes al comportamiento de la economía, la competencia, etcétera.

Aun cuando este método presenta ventajas obvias respecto a costo y rapidez, sin requerir destrezas especiales, presenta algunas insuficiencias derivadas de la influencia dominante de las experiencias más recientes y de la falta de unidades de medida que den exactitud a la estimación.

Con base en la suposición de que el mercado del proyecto que se estudia puede tener un comportamiento similar al de otros mercados en el pasado, el método de la analogía histórica aparece como el último de los métodos cualitativos analizados. El mercado que se toma como referencia puede ser para el mismo producto, pero de otra marca, o en otra región geográfica o para un producto diferente, aunque con un mercado consumidor similar. La desventaja que manifiesta es la de suponer que las variables determinantes en el comportamiento pasado del mercado tomado como

referencia se mantendrán en el futuro y, además, que tendrán el mismo efecto sobre el mercado del proyecto en estudio.

5.4 Modelos causales[4]

Los modelos causales, a diferencia de los métodos cualitativos, intentan proyectar el mercado sobre la base de antecedentes cuantitativos históricos; para ello, suponen que los factores condicionantes del comportamiento histórico de alguna o todas las variables del mercado permanecerán estables.

Los modelos causales de uso más frecuente son el modelo de regresión, el modelo econométrico y el modelo de insumo-producto, llamado también método de los coeficientes técnicos. A continuación se analiza cada uno de ellos por separado.

Es frecuente encontrar en los estudios empíricos y en la teoría microeconómica la afirmación de que la demanda de un bien o servicio depende de muchas causas o factores que explicarían su comportamiento a través del tiempo o en un momento específico de él.

Las causales explicativas se definen como variables independientes y la cantidad demandada, u otro elemento del mercado que se desea proyectar, se define como variable dependiente. La variable dependiente, en consecuencia, se explica por la variable independiente. El análisis de regresión[5] permite elaborar un modelo de pronóstico basado en estas variables, el cual puede tener desde una hasta *n* variables independientes. Sin embargo, la elección del número de variables independientes depende del total de observaciones obtenidas para la variable dependiente y cada una de las explicativas.

Existen dos modelos básicos de regresión: el modelo de regresión simple o de dos variables, y el modelo de regresión múltiple. El primero indica que la variable dependiente se predice sobre la base de una variable independiente, mientras que el segundo indica que la medición se basa en dos o más variables independientes. En ambos casos, aunque los valores de la variable independiente pueden ser asignados,

---

[4] La metodología y las fórmulas que se exponen a continuación con fines explicativos se entienden mejor recurriendo al uso de una planilla electrónica como Excel. Así, para el cálculo de una regresión, en Menú / Herramientas / Análisis de datos / Regresión, el trabajo se simplifica a sólo poblar información. Así mismo, para los modelos de series de tiempo que se exponen en el punto 5.5, opcionalmente se puede recurrir al Menú Insertar gráfico, aunque, la información que proporciona es sustancialmente menor a la que entrega la herramienta Regresión de análisis de datos.

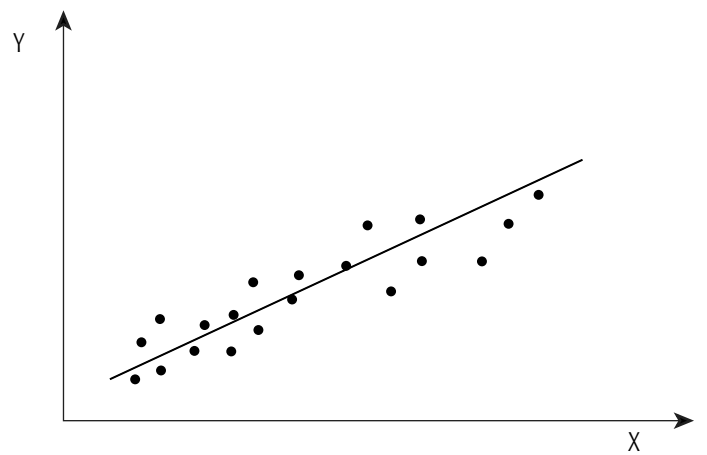
[5] El modelo de regresión se basa en tres supuestos básicos, los cuales, si son transgredidos, invalidan automáticamente cualquier proyección. El primer supuesto es que los errores de la regresión tienen una distribución normal, con media cero y varianza σ^2 constante. El segundo supuesto es que los errores no están correlacionados entre ellos. Este fenómeno se denomina autocorrelación. El último supuesto es que todas las variables analizadas se comportan en forma lineal o son susceptibles de linealizar.

es decir, que están dados para el analista, los de la variable dependiente deben obtenerse por medio del proceso de muestreo.

De la observación de las variables se deriva un diagrama de dispersión que indica la relación entre ambas. Gráficamente, se representa la variable independiente, *x*, con relación al eje horizontal y el valor de la variable dependiente, *y*, con relación al eje vertical. Cuando las relaciones entre ambas no son lineales, es usual determinar un método de transformación de valores para lograr una relación lineal.

El paso siguiente es determinar la ecuación lineal que mejor se ajuste a la relación entre las variables observadas. Para ello se utiliza el método de los mínimos cuadrados. En forma gráfica, el diagrama de dispersión y la línea de tendencia pueden representarse como lo muestra el gráfico 5.1.

Gráfico 5.1 Diagrama de dispersión y la línea de tendencia



Los puntos del gráfico representan las distintas relaciones observadas entre las variables *x* y *y*.

Matemáticamente, la forma de la ecuación de regresión lineal es:

5.2

$$y(x) = a + bx$$

donde *y(x)* es el valor estimado de la variable dependiente para un valor específico de la variable independiente *x*, *a* es el punto de intersección de la línea de regresión con el eje *y*[6], *b* es la pendiente de la línea de regresión y *x* es el valor específico de la variable independiente. Dado que la línea de regresión se entiende como el valor

6 En este punto la variable independiente *x* tiene un valor de cero.

esperado que toma la variable *y*, dados los valores esperados de la variable *x*, el término constante *a* también se puede entender como el valor promedio de *y* cuando *x* es cero. Igualmente, *b* se puede entender como el cambio en *y* ante un cambio marginal en *x*.

El criterio de los mínimos cuadrados permite que la línea de regresión de mejor ajuste minimice la suma de las desviaciones cuadráticas entre los valores reales y los estimados de la variable dependiente para la información muestral. Así, al minimizar la sumatoria de errores al cuadrado, se derivan las siguientes expresiones para la pendiente y el intercepto, respectivamente:

5.3

$$b = \frac{n\Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{n\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$$

5.4

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

donde $\bar{x}$ y $\bar{y}$ son las medias de las variables y *n* el número de observaciones. Alternativamente, *b* puede calcularse utilizando:

5.5

$$b = \frac{\Sigma(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\Sigma(x - \bar{x})^2}$$

Por ejemplo, supóngase que los antecedentes históricos de producción y ventas de un determinado producto son los que se muestran en el cuadro 5.1. No obstante, es necesario aclarar que se debe contar con un número significativo de observaciones para que la estimación sea veraz y las conclusiones derivadas de la relación entre variables sean consistentes.

Cuadro 5.1

Año	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Demanda	10	20	30	45	70	90	125	150	180	220	270

La línea de regresión puede determinarse a partir del siguiente cálculo, donde la variable *x* se puede entender como un indicador temporal.

Cuadro 5.2

Año	X	Demanda (Y)	XY	X^2	Y^2
1997	– 5	10	– 50	25	100
1998	– 4	20	– 80	16	400
1999	– 3	30	– 90	9	900
2000	– 2	45	– 90	4	2.025
2001	– 1	70	– 70	1	4.900
2002	0	90	0	0	8.100
2003	1	125	125	1	15.625
2004	2	150	300	4	22.500
2005	3	180	540	9	32.400
2006	4	220	880	16	48.400
2007	5	270	1.350	25	72.900
Total	0	1.210	2.815	110	208.250

Se asumió 2002 = 0 para que la suma de los valores de *x* sea cero.

Reemplazando en las ecuaciones 5.3 y 5.4, se tiene que:

$$b = \frac{11(2.815) - (0)(1.210)}{11(110) - (0)^2} = \frac{30.965}{1.210} = 25,59$$

$$a = \frac{1.210}{11} - 25,59\left(\frac{0}{11}\right) = 110$$

De esta forma, la ecuación final de regresión es:

$$y(x) = 110 + 25,59\hat{x}$$

Para estimar la demanda esperada en 2008 ($x = 6$), se reemplaza

$$\hat{y} = 110 + 25,59(6) = 263,54$$

Al ser el modelo de regresión un método estadístico, es posible determinar la precisión y confiabilidad de los resultados de la regresión.

El coeficiente de correlación *r* mide el grado de asociación lineal entre *x* y *y*. Sin embargo, es más utilizado el coeficiente de determinación, r^2, que indica qué tan

correcto es el estimado de la ecuación de la regresión. Cuanto más alto sea el r^2, más confianza se podrá tener en el estimado de la línea de regresión. Específicamente, representa la proporción de la variación total en *y,* que se explica por la variación total en las variables independientes, pudiendo así asumir un valor entre 0 y 1. Se calcula por:

5.6

$$r^2 = 1 - \frac{\Sigma\left(y - y\left(x\right)\right)^2}{\Sigma x\left(y - y\left(x\right)\right)^2}$$

o, en forma alternativa,

5.7

$$r^2 = \frac{\left[n\Sigma xy - \left(\Sigma x\right)\left(\Sigma y\right)\right]^2}{\left[n\Sigma x^2 - \left(\Sigma x\right)^2\right]\left[n\Sigma y^2 - \left(\Sigma y\right)^2\right]}$$

Siguiendo con el ejemplo, se tiene que, al aplicar la fórmula 5.6, el coeficiente de determinación es:

$$r^2 = \frac{\left[11\left(2.815\right) - \left(0\right)\left(1.210\right)\right]^2}{\left[11\left(110\right) - \left(0\right)^2\right]\left[11\left(208.250\right) - \left(1.210\right)^2\right]}$$

Esto significa que el 96% de la variación total en la demanda es explicada por la variación temporal y el 4% restante por otras variables no incluidas en el modelo. Éste es un caso típico de productos cuya demanda depende fuertemente de la población, ya que la tasa de crecimiento se expresa como una función anual.

Con los antecedentes disponibles es posible calcular el error "estándar" de una estimación, para determinar la desviación "estándar" de la variable dependiente *y,* y para un valor específico de la variable independiente *x*. El error "estándar" del estimado, designado S_e, se define como la desviación "estándar" de la regresión y se calcula por:

5.8

$$S_e = \sqrt{\frac{\Sigma y^2 - a\Sigma y - b\Sigma xy}{n - 2}}$$

Según los datos del ejemplo, se tendría:

$$S_e = \sqrt{\frac{(208.500) - (110)(1.210) - (25,59)(2.825)}{11-2}} = 18,60$$

Si se desea que la predicción sea confiable en un 95%, el intervalo de confianza sería la demanda estimada ± 2(18,60). Así, el error "estándar" permite encontrar el intervalo de confianza de la estimación, y el rango de valores dentro del que se puede predecir la variable dependiente con diferentes grados de confianza estadística. Suponiendo que los términos del error están normalmente distribuidos en torno a la línea de regresión, existe un 68% de probabilidad de que las observaciones futuras estén dentro de $\hat{y} \pm S_e$, mientras que aumenta a un 95% la probabilidad de que estén dentro de $\hat{y} \pm 2\ S_e$ y a 99% si se ubican entre $\hat{y} \pm 3\ S_e$. Esto deja de manifiesto que la mayor precisión se asocia con los errores "estándares" más pequeños de la estimación.

En consecuencia, al estimar la demanda para 2008, se dirá que existe un 95% de probabilidad de que esto se ubique en el rango de 226,34 (263,54 – 2(18.60)) y 300,74 (263,54 + 2(18,60)).

En algunos casos, en vez de ajustar los datos a una línea recta para predecir la tendencia histórica, deberá emplearse una función exponencial que muestre un cambio porcentual constante, más una variación constante en cada periodo, para expresar de mejor forma el ajuste de la tendencia de los datos. La expresión de la ecuación de tendencia exponencial es:

5.9

$$y(x) = ax^g$$
$$\ln y = \ln(a) + g\ln(x)$$

donde g es la tasa de crecimiento porcentual constante que se estima para el futuro.

El modelo de regresión múltiple, como se señaló, se aplica cuando hay dos o más variables independientes que deben usarse para calcular el valor de la variable dependiente. En este caso, la expresión 5.2 asume la forma:

5.10

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + ... + b_nx_n$$

La solución de la ecuación exige procedimientos bastante complejos para determinar el valor de las constantes. Sin embargo, en la actualidad existen programas computacionales disponibles que facilitan su cálculo. En términos generales, la lógica de la solución es la que subyace en los modelos de regresión lineal, es decir, haciendo

uso del método de mínimos cuadrados ordinarios o de máxima verosimilitud se pueden estimar los parámetros, los cuales permiten identificar las relaciones entre las variables.

Otro de los modelos causales es el econométrico, el cual, según Dervitsiotis, es un "sistema de ecuaciones estadísticas que interrelacionan a las actividades de diferentes sectores de la economía y ayudan a evaluar la repercusión sobre la demanda de un producto o servicio". En este sentido, es una prolongación del análisis de regresión".[7]

Lira,[8] por su parte, define un modelo para estimar la demanda de un producto, que parte de la base de que el precio se determina por la interacción de la oferta y la demanda. Su modelo define una cantidad demandada (*Qd*) en función del precio del producto (*P*), el nivel de la actividad (*NA*), el precio de los productos sustitutos (*PS*) y otras variables; una cantidad ofrecida (*Qo*) en función de *P*, la capacidad de producción (*CA*), el costo de los factores (*c*) y otras variables; el cambio en el inventario de productos terminados (*s*), en función del cambio en la cantidad ofrecida (*q*), *P* y el precio esperado del producto (*PE*); el nivel de importaciones (*M*), en función del precio de importación (*PM*), *P* y otras variables, y el nivel de exportaciones (*X*), en función del precio de exportación (*PX*), *P* y otras variables. Así, al igualar la oferta y la demanda se llega a la siguiente expresión que permitirá determinar el precio:

5.11

$$Qo = Qd + \Delta s + X - M$$

El modelo econométrico analizado no admite externalidades de ningún tipo, ni por eventuales cambios derivados de la expansión de la producción o por rendimientos operativos fluctuantes que afecten los niveles productivos. Por esto se señala que es esencialmente un modelo de corto plazo.

Otro modelo causal es el denominado insumo-producto, o método de los coeficientes técnicos, que permite identificar las relaciones interindustriales que se producen entre sectores de la economía, mediante una matriz que implica suponer el uso de coeficientes técnicos fijos por parte de las distintas industrias.[9]

Para estimar la demanda de un sector específico, el modelo descompone la demanda entre bienes finales e intermedios y establece sus relaciones utilizando los denominados coeficientes técnicos. Este método es adecuado cuando la demanda de un sector está en estrecha relación con el nivel de actividad del sector y los demás elementos que pueden estar determinándola son de poca significación. Lo que

---

[7] Dervitsiotis. *Op. cit*.

[8] Lira, Ricardo. *Modelos econométricos de demanda*. Santiago: Universidad Católica de Chile, Instituto de Economía, 1976.

[9] Supone funciones de producción de proporciones fijas, sin capacidad de sustitución de insumos.

básicamente busca este modelo es determinar el grado de repercusión que la actividad de un sector tiene sobre los restantes. Una metodología muy usada para determinar los coeficientes técnicos de las funciones de producción de proporciones constantes es la del análisis de regresión.

5.5 Modelos de series de tiempo[10]

Los modelos de series de tiempo se refieren a la medición de valores de una variable en el tiempo a intervalos espaciados uniformemente. El objetivo de la identificación de la información histórica es determinar un patrón básico en su comportamiento, que posibilite la proyección futura de la variable deseada.

En un análisis de series de tiempo pueden distinguirse cuatro componentes básicos que se refieren a: una tendencia, un factor cíclico, fluctuaciones estacionales y variaciones no sistemáticas.

El componente de tendencias se refiere al crecimiento o declinación en el largo plazo del valor promedio de la variable estudiada, por ejemplo, la demanda. Su importancia se deriva de considerar fluctuaciones en el nivel de la variable en el tiempo, con lo cual el estudio del nivel promedio de la variable a lo largo del tiempo es mejor que el estudio de esa variable en un momento específico.

Aun cuando es posible definir una tendencia de largo plazo para la variable, pueden darse divergencias significativas entre la línea de tendencia proyectada y el valor real que exhiba la variable. Esta divergencia se conoce como el componente cíclico y se admite entre sus causas el comportamiento del efecto combinado de fuerzas económicas, sociales, políticas, tecnológicas, culturales y otras existentes en el mercado que permiten identificar periodos de expansión y contracción de la variable en estudio, para este caso la demanda. La mayoría de estos ciclos no tiene patrones constantes que permitan prever su ocurrencia, magnitud y duración.

Contrarios a los componentes cíclicos, existen otros componentes llamados estacionales, que exhiben fluctuaciones que se repiten periódicamente y que normalmente dependen de factores como el clima (ropa de verano), la tradición (tarjetas de Navidad), entre otros.

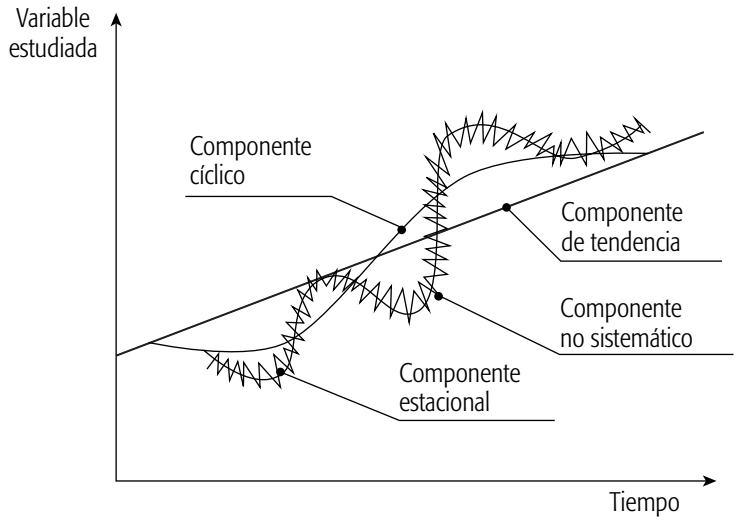
Aunque se conozcan los tres componentes señalados, una variable puede tener todavía un comportamiento real distinto del previsible por su línea de tendencia y por los factores cíclicos y estacionales. A esta desviación se le asigna el carácter de no sistemática y corresponde al llamado componente aleatorio.

En el gráfico 5.2 se muestran los cuatro componentes de una serie cronológica. A largo plazo, los componentes estacionales y aleatorios son menos relevantes que el

[10] El método de los promedios móviles se usa principalmente en proyecciones de corto plazo, como un presupuesto anual por ejemplo, y tiene utilidad en uno de los métodos de cálculo de la inversión en capital de trabajo, que se estudiará en el capítulo 12 (método de déficit acumulado máximo).

componente cíclico. Sin embargo, a medida que los pronósticos se van acortando, el componente no sistemático pasa a ser primordial, y la línea de tendencia la menos importante.

Gráfico 5.2 Componentes de tendencia de una serie cronológica



Dervitsiotis[11] plantea dos modelos que podrían explicar la forma de interacción de los componentes de las series de tiempo: a) el aditivo, que permite calcular el comportamiento de una variable (demanda, por ejemplo) como la suma de los cuatro componentes, y b) el multiplicativo, que dice que la variable puede expresarse como el producto de los componentes de la serie de tiempo.

Existen diversos métodos que permiten estimar el comportamiento de una variable y que aíslan, en general, el efecto tendencia. Éstos son: el método de los promedios móviles, el de afinamiento exponencial y el de ajuste lineal por el criterio de los mínimos cuadrados a que ya se hizo referencia.

Una serie cronológica con fuerte efecto estacional hace recomendable el uso de un promedio móvil simple de un número determinado de periodos, que normalmente es de los cuatro últimos trimestres. El promedio móvil (*Pm*) se obtiene de:

5.12

$$Pm_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n} Ti}{n}$$

[11] Dervitsiotis. *Op. cit*.

donde *Ti* es el valor que adopta la variable en cada periodo *i* y *n* es el número de periodos observados.

Así, si la demanda trimestral de un producto es en cada uno de los cuatro trimestres de 180, 250, 210 y 150, el valor de Pm_1 sería de:

$$Pm_1 = \frac{180 + 250 + 210 + 150}{4} = 197{,}50$$

De acuerdo con este método, la demanda esperada para el trimestre siguiente es de 197,50. Cuando se conoce el valor real de la demanda del quinto periodo, se proyectará el sexto periodo incorporando este valor en reemplazo del más antiguo que, en este caso, corresponde a 180 unidades. Así, Pm_1 abarcará el periodo comprendido entre los trimestres 1 y 4, Pm_2 entre 2 y 5, y así sucesivamente. Al generalizar:

5.13

$$Pm_1 = \frac{\sum_{i=t}^{t+n-1} Ti}{n}$$

El efecto estacional y algunas influencias no sistemáticas se determinan mediante el índice estacional específico. Al definir los valores Pm_1 y Pm_2, por ejemplo, se está midiendo un intervalo en el cual Pm_1 queda entre T_2 y T_3, y Pm_2 entre T_3 y T_4. Por esto, ninguno de los dos es representativo de estos trimestres. Se hace entonces necesario determinar un promedio móvil centrado (*PMC*), calculando la media entre dos promedios móviles, de la siguiente forma:

5.14

$$PMC_1 = \frac{Pm_1 + Pm_{t+1}}{2}$$

Con el objeto de aislar el efecto estacional correspondiente a un trimestre, T_3 por ejemplo, se divide la demanda real de ese periodo por el *PMC* correspondiente. Así, el índice estacional específico (IE_3) podría expresarse:

5.15

$$IE_3 = \frac{T_3}{PMC_1}$$

donde la suma de los *IE* de los cuatro trimestres debe ser igual a 4. Una vez calculados los *IE* de los cuatro trimestres, se procede a ajustar la demanda trimestral promedio proyectada.

Considérese la siguiente demanda estacional para los datos del cuadro 5.3.

Cuadro 5.3

Año	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Total
1996	2	3	4	1	10
1997	5	6	7	2	20
1998	7	10	10	3	30
1999	10	17	16	2	45
2000	13	20	28	9	70
2001	19	34	34	3	90
2002	27	39	48	11	125
2003	26	44	58	22	150
2004	38	51	70	21	180
2005	44	67	81	28	220
2006	51	79	107	33	270

El promedio móvil calculado de acuerdo con la ecuación 5.12, correspondería a:

$$PM_1 = \frac{2+3+4+1}{4} = 2,50$$

$$PM_2 = \frac{3+4+1+5}{4} = 3,25$$

PM_1 se encuentra entre primavera y verano de 1996 y PM_2 entre verano y otoño del mismo año. Igual procedimiento se sigue hasta 2006, donde el último promedio móvil que puede calcularse es el que considera las últimas cuatro observaciones, esto es, entre primavera y verano de ese año.

Una vez calculados los promedios móviles, que se resumen en el cuadro 5.4, es posible calcular los promedios móviles centrados, usando la ecuación 5.14. Así, los primeros promedios móviles centrados serían:

$$PMC_1 = \frac{2,50+3,25}{2} = 2,88$$

$$PMC_2 = \frac{3,25+4,00}{4} = 3,63$$

Cuadro 5.4

Año	Estación	Demanda actual	PM	PMC	IE
1997	Invierno	2.00			
	Primavera	3.00			
	Verano	4.00	2.50	2.88	1.39
	Otoño	1.00	3.25	3.63	0.28
1998	Invierno	5.00	4.00	4.38	1.14
	Primavera	6.00	4.75	4.88	1.23
	Verano	7.00	5.00	5.25	1.33
	Otoño	2.00	5.50	6.00	0.33
1999	Invierno	7.00	6.50	6.88	1.02
	Primavera	10.00	7.25	7.38	1.36
	Verano	10.00	7.50	7.88	1.27
	Otoño	3.00	8.25	9.13	0.33
2000	Invierno	10.00	10.00	10.75	0.93
	Primavera	17.00	11.50	11.38	1.49
	Verano	16.00	11.25	11.63	1.38
	Otoño	2.00	12.00	12.38	0.16
2001	Invierno	13.00	12.75	14.25	0.91
	Primavera	20.00	15.75	16.63	1.20
	Verano	28.00	17.50	18.25	1.53
	Otoño	9.00	19.00	20.75	0.43
2002	Invierno	19.00	22.50	23.25	0.82
	Primavera	34.00	24.00	23.25	1.46
	Verano	34.00	22.50	23.50	1.45
	Otoño	3.00	24.50	25.13	0.12
2003	Invierno	27.00	25.75	27.50	0.98
	Primavera	39.00	29.25	30.25	1.29
	Verano	48.00	31.25	31.13	1.54
	Otoño	11.00	31.00	31.63	0.35
2004	Invierno	26.00	32.25	33.25	0.78
	Primavera	44.00	34.25	35.63	1.24
	Verano	56.00	37.00	38.50	1.45
	Otoño	22.00	40.00	40.81	0.54
2005	Invierno	38.00	41.75	43.50	0.87
	Primavera	51.00	45.25	45.13	1.13
	Verano	70.00	45.00	45.75	1.53
	Otoño	21.00	46.50	48.50	0.43
2006	Invierno	44.00	50.50	51.88	0.85
	Primavera	67.00	53.25	53.88	1.24
	Verano	81.00	54.50	55.38	1.46
	Otoño	26.00	56.25	57.75	0.45
2007	Invierno	51.00	59.25	62.50	0.82
	Primavera	79.00	65.75	66.63	1.19
	Verano	107.00	67.50		
	Otoño	33.00			

El cuadro 5.4 también muestra estos resultados para todo el periodo de análisis. El índice estacional se obtiene aplicando la ecuación 5.15, la que en este caso daría:

$$IE_1 = \frac{4,00}{2,88} = 1,39$$

$$IE_2 = \frac{1,00}{3,63} = 0,28$$

En el cuadro 5.5 aparecen los resultados del análisis estacional histórico. La demanda trimestral ajustada se obtiene de:

Cuadro 5.5

Año	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
1997	-	-	1,39	0,28
1998	1,14	1,23	1,33	0,33
1999	1,02	1,36	1,27	0,33
2000	0,93	1,49	1,38	0,16
2001	0,91	1,20	1,53	0,43
2002	0,82	1,46	1,45	0,12
2003	0,98	1,29	1,54	0,35
2004	0,78	1,24	1,45	0,54
2005	0,87	1,13	1,53	0,43
2006	0,85	1,24	1,46	0,45
2007	0,82	1,19	-	-
Total	9,122	12,830	14,341	3,422
Promedio	0,912	1,283	1,434	0,342

Dado que la suma de los promedios alcanza a 3,972, el índice debe ajustarse por regla de tres simple para que sume 4. El resultado así ajustado da:

Invierno	0,918
Primavera	1,289
Verano	1,446
Otoño	0,347
	4,000

Con esta información puede proyectarse la demanda estacional para el año 2008. Como se recordará, se había proyectado que la demanda total para 2008 sería de

263.540 unidades. Dado que la estacionalidad es trimestral, y se desea proyectar la demanda de los próximos trimestres, el resultado obtenido deberá dividirse entre cuatro y multiplicarse por el índice estacional calculado. Así, se tiene:

$$\frac{263.540}{4} = 65.885$$

Invierno	$65.885 \times 0{,}918$	=	60.482
Primavera	$65.885 \times 1{,}289$	=	84.926
Verano	$65.885 \times 1{,}446$	=	95.270
Otoño	$65.885 \times 0{,}347$	=	22.862
			263.540

Un método alternativo para el pronóstico de corto plazo es el de afinamiento exponencial, que para pronosticar el valor de las ventas futuras, por ejemplo, toma un promedio ponderado de las ventas reales durante el periodo y del pronóstico realizado para ese periodo. La expresión que representa la forma de cálculo es la siguiente:

5.16

$$\hat{Y}_{t+1} = \alpha\left(Y_t\right) + (1-\alpha)\left(\hat{Y}'_t\right)$$

donde Y_{t+1} representa el pronóstico para el próximo periodo, α la constante de afinamiento, Y_t la demanda real del periodo vigente y Y_t el pronóstico de la demanda realizado para el periodo vigente.

El valor de α se determina mediante la aplicación del procedimiento que se explica más adelante.

Cuando los periodos anteriores son considerados en el análisis, se les da una ponderación menor al expresar α, que es menor o igual a 1, con una potencia que reduce su grado de influencia a medida que se aleja en el tiempo.

Para determinar cuál promedio móvil o afinamiento exponencial conduce a una mejor proyección, debe calcularse la desviación típica (*DT*) mediante la siguiente expresión para cada proyección, optando por la que exhiba la menor desviación.

5.17

$$DT = \sqrt{\sum_{x=1}^{n} = \frac{\left(Y_x + \hat{Y}'_x\right)^2}{n}}$$

Por ejemplo, si para los datos de demanda global del mercado, que se muestra en la segunda columna del cuadro 5.6, se calcula el promedio móvil (*PM*) para proyectar la demanda del mercado en el año 2006, con base en tres y cinco años, se obtiene:

Cuadro 5.6

Año	Mercado Yx	PM (3 años) $\hat{Y}'x$	$Yx - \hat{Y}'x$	$(Yx - \hat{Y}'x)^2$	PM (5 años) $\hat{Y}'x$	$Yx - \hat{Y}'x$	$(Yx - \hat{Y}'x)^2$
1998	38	-					
1999	42	-					
2000	45	-					
2001	48	42	6,33	40,11			
2002	38	45	– 7,00	49,00			
2003	45	44	1,33	1,78	42	2,80	7,84
2004	35	44	– 8,67	75,11	44	– 8,60	73,96
2005	29	39	– 10,33	106,78	42	– 13,20	174,24
2006	–	36			39		
Total			272,78				256,04

Al calcular la desviación típica de ambas proyecciones se aprecia que aquella con base en tres años es mejor que la del promedio móvil con cinco años, ya que muestra la menor desviación.

$$DT_{3\,\text{años}} = \sqrt{\frac{272,78}{5}} = 7,39$$

y

$$DT_{5\,\text{años}} = \sqrt{\frac{256,04}{3}} = 9,24$$

Si el mismo ejemplo se resuelve con el método de afinamiento exponencial para dos casos ($\alpha = 0,30$ y $\alpha = 0,40$) se obtienen los resultados del siguiente cuadro, aplicando la expresión 5.16.[12]

[12] Para obtener Y'_t se aplica la fórmula 5.16 como sigue:

Y'99 = (0,30)(38) + (1 - 0,30)(40) = 39,40
Y'99 se calculó como el promedio de los Yx observados.

Cuadro 5.7

Año	Mercado Yx	$\alpha = 0{,}30$	Yx – Y'x	$(Yx - Y'x)^2$	$\alpha = 0{,}40$	Yx – Y'x	$(Yx - Y'x)^2$
1998	38	40,00	– 2,00	4,00	40,00	– 2,00	4,00
1999	42	39,40	2,60	6,76	39,20	2,80	7,84
2000	45	40,18	4,81	23,23	40,32	4,68	21,90
2001	48	41,63	6,37	40,63	42,19	5,81	33,73
2002	38	43,54	– 5,54	30,67	44,52	– 6,52	42,45
2003	45	41,88	3,12	9,75	41,91	3,09	9,55
2004	35	42,81	– 7,81	61,05	43,13	– 8,15	66,35
2005	29	40,47	– 11,47	131,55	39,89	– 10,89	118,53
2006		37,03			35,53		
Total				307,65			304,36

De acuerdo con la tabla anterior, la proyección que usa un α de 0,40 es mejor que la de 0,30, ya que exhibe la menor desviación típica. Esto es:

$$DT_{0,3} = \sqrt{\frac{307,65}{8}} = 6,20$$

y

$$DT_{0,4} = \sqrt{\frac{304,36}{8}} = 6,17$$

Resumen

La somera presentación de las técnicas de pronóstico que se analizaron en este capítulo deja de manifiesto la falta de control y confianza en los hechos futuros. Cada técnica tiene características propias que hacen de su elección un proceso especial de decisiones.

La posibilidad, real por cierto, de que en el futuro se den combinaciones nuevas de las condicionantes de un proyecto, hace muchas veces inadecuado el uso de técnicas cuantitativas. Sin embargo, el uso complementario de más de una técnica parece ser lo más recomendable.

Cualquiera que sea el método utilizado, la validez de sus resultados dependerá de la calidad de los antecedentes considerados para el pronóstico. Por esto, la cantidad, oportunidad y veracidad de los datos disponibles serán determinantes en la selección del método.

En este capítulo, los métodos de proyección se clasificaron en cualitativos, causales y de series de tiempo. Los primeros se basan principalmente en opiniones de expertos y se utilizan cuando el tiempo es escaso, cuando la información cuantitativa no está disponible o cuando se espera que cambien las condiciones del comportamiento pasado de la variable que se desea proyectar. Los métodos más conocidos en este grupo son el Delphi, la investigación de mercados, el consenso de panel, los pronósticos visionarios y el de analogía histórica.

Para realizar el muestreo existen dos métodos: el probabilístico y el no probabilístico. Para el método probabilístico, la teoría ofrece cuatro formas básicas para elaborar escalas o mediciones en ciencias sociales: nominal, ordinal, de intervalos y proporcional. La investigación de mercados basada en muestreo no probabilístico se puede tipificar en tres categorías: de estratos, de conveniencia de sitio y de bola de nieve.

Los modelos de pronóstico causales se basan en un supuesto de permanencia de las condicionantes que influyeron en el comportamiento pasado de una o más de las variables que se han de proyectar. El pronóstico, en consecuencia, se basa en los antecedentes cuantitativos históricos. Los métodos causales analizados en este capítulo son el modelo de regresión, el modelo econométrico, el método de encuestas de intenciones de compra y el modelo de insumo producto, conocido también como método de los coeficientes técnicos.

Los modelos de series de tiempo también se encuentran cuando el comportamiento futuro del mercado puede estimarse por lo sucedido en el pasado. Por esto mismo, cualquier cambio en las variables que caracterizaron al ambiente en el pasado, como el avance tecnológico, una recesión, la aparición de productos sustitutos y otros, hace que estos modelos pierdan validez, a menos que subjetivamente se ajuste una serie cronológica para incluir los hechos no reflejados en los datos históricos. Los modelos de series de tiempo analizados en este capítulo son el de promedios móviles y el de afinamiento exponencial.

Preguntas y problemas

1. Analice las variables más determinantes, a su juicio, para seleccionar una técnica de proyección.
2. Explique de qué depende el grado de validez del resultado de una proyección.
3. Explique los conceptos de precisión, sensibilidad y objetividad del método de pronóstico.
4. Explique las principales características y diferencias de los métodos cualitativos, causales y de serie de tiempo.
5. ¿Qué validez tienen, a su juicio, los resultados que se derivan de los métodos Delphi y consenso de panel?
6. Defina la línea de tendencia del conjunto de observaciones de distancias *X*, y tiempos de entrega, *Y*, en la distribución de un producto que se señalan en el siguiente cuadro:

Embarque observado	Distancia (km)	Entrega (días)
1	146	1,0
2	1.167	6,5
3	328	2,0
4	582	3,5
5	675	4,0
6	173	1,0
7	786	4,5
8	534	3,0
9	637	3,5
10	270	1,5

7. Con los datos del problema anterior, calcule el error "estándar" de la estimación.
8. Con los datos del problema 6, calcule el coeficiente de correlación y explique el significado del resultado.
9. Explique las características y el uso del modelo econométrico.
10. Analice en qué consisten y en qué se diferencian los componentes de tendencia, cíclicos, estacionales y no sistemáticos.
11. Calcule por el método de los promedios móviles la demanda esperada para el primer trimestre de 2006, si la demanda trimestral de 2005 fue la siguiente:

Invierno	340
Primavera	290
Verano	175
Otoño	245

12. Con los datos del ejemplo anterior, calcule la demanda estimada para el trimestre primavera de 2006, si la demanda real del trimestre invierno inmediatamente anterior fue de 310 unidades.
13. Calcule la demanda trimestral para el año 2006, que incorpore el efecto estacional, con los siguientes datos:

Preguntas y problemas

Año	Trimestre	Demanda real
2003	T_1	371
	T_2	514
	T_3	490
	T_4	312
2004	T_1	308
	T_2	485
	T_3	500
	T_4	410
2005	T_1	390
	T_2	505
	T_3	457
	T_4	427

14. Con los siguientes antecedentes, determine la línea de regresión, calcule y explique el coeficiente de determinación y el error "estándar" de la estimación:

$\Sigma x = 1.239$
$\Sigma y = 79$
$\Sigma xy = 1.613$
$\Sigma x2 = 17.322$
$\Sigma y2 = 293$

15. En el estudio de un proyecto para la fabricación local de un producto que se adquiere en la ciudad capital de un país, debe proyectarse la demanda esperada para el año 2006, con la siguiente información disponible:

Año	Unidades
1996	1.603
1997	1.480
1998	1.365
1999	976
2000	1.069
2001	1.450
2002	1.115
2003	1.682
2004	1.501
2005	1.712

Pronostique la demanda por el método de promedios móviles con 3 y 5 años y determine en cuál se tendría mayor confianza.

16. Un empresario del rubro textil desea reorientar su línea de producción, en vista del gran éxito que han tenido sus colegas en el rubro de la comercialización de una determinada línea de productos. El empresario le proporciona los siguientes antecedentes de ventas de la competencia:

Año	Ventas reales M$
1995	$129.326
1996	$150.448
1997	$198.786
1998	$225.875
1999	$245.865

Preguntas y problemas

Con esta información le pide que estime la demanda para los próximos cuatro años. ¿Cómo cree usted que será el comportamiento de la demanda esperada? ¿Qué propondría como metodología de estimación? (No efectúe cálculos).

Comente las siguientes afirmaciones:

a. La información histórica debidamente convalidada permite encontrar las variables que explican el comportamiento pasado. Con estos antecedentes se pueden proyectar los mercados, utilizando técnicas econométricas cuyos resultados siempre serán más confiables que los de otros métodos de proyección.

b. Las técnicas de proyección de mercado son diferentes unas de otras, por lo que sus resultados en un mismo proyecto deben ser distintos. Por otra parte, la decisión de utilizar uno u otro método dependerá del costo de la investigación, puesto que el preparador y evaluador de proyectos debe lograr su objetivo al menor desembolso posible para el inversionista.

c. La decisión de utilizar uno u otro método de proyección del mercado dependerá del tipo de proyecto que se trate, debiéndose optar por uno de ellos.

d. Cualquier cambio en las variables que caracterizaron a un determinado contexto en el pasado hace perder validez a los modelos de serie de tiempo, sin existir formas técnicas que resuelvan esta situación.

e. Las técnicas de proyección del mercado sólo requieren disponer de información histórica confiable para ejecutar los pronósticos que necesita el proyecto en el periodo de evaluación.

f. La elección del método más adecuado para proyectar el mercado dependerá de la información básica disponible para cada uno de los mercados en el momento de proponer y evaluar un proyecto.

g. La importancia relativa de la situación vigente del mercado es baja, ya que difícilmente permitirá usar la información para algo más que conocer la participación actual del producto en el mercado.

Preguntas y problemas

h. El modelo de regresión múltiple exige procedimientos matemáticos bastante complejos parar determinar el valor de las constantes en la proyección de la demanda. Este hecho garantiza una mejor apreciación del comportamiento de la demanda futura, dada la exactitud de sus resultados al considerar todas las variables importantes que inciden en su comportamiento.

Material complementario

Ejercicios recomendados del texto complementario: *Evaluación de proyectos, guía de ejercicios, problemas y soluciones*, de José Manuel Sapag, McGraw-Hill, tercera edición, 2007:

11. Cementerio parque
12. Bebidas y refrescos
13. Forestal
14. Supermercado
15. Demanda hotelera
16. Compra de insumos
61. Ferrocarriles del Sur

Bibliografía

Chambers, J. Mullick, S. y Smith, D. *Cómo elegir la técnica de pronóstico correcta*. Biblioteca Harvard.

Dervitsiotis, Kostas N. *Operations Management*. New York: McGraw-Hill, 1981.

Kazmier, Leonard. *Estadística aplicada a la administración y la economía*. México: McGraw-Hill, 1999.

Kinnear, T. y Taylor, J. *Investigación de mercados*. Bogotá: McGraw-Hill, 1998.

Lira, Ricardo. *Modelos econométricos de demanda*. Santiago: Universidad Católica de Chile, Instituto de Economía, 1976.

Makridakis, S. y S. Wheelwright. *Forecasting methods for management*. New York: Wiley, 1989.

Salvatore, Dominick. *Economía y empresa*. Madrid: McGraw-Hill, 1992.

Capítulo 6

Estimación de costos

La estimación de los costos futuros constituye uno de los aspectos centrales del trabajo del evaluador, tanto por la importancia de ellos en la determinación de la rentabilidad del proyecto, como por la variedad de elementos sujetos a valorización como desembolsos del proyecto.

Lo anterior se explica, entre otras cosas, por el hecho de que para definir todos los egresos, como los impuestos a las utilidades, por ejemplo, se deberá proyectar previamente la situación contable sobre la cual serán calculados.

El objetivo de este capítulo es exponer los elementos fundamentales de la teoría de costos y sus aplicaciones al campo del estudio de proyectos de inversión, así como algunos conceptos que facilitarán, en los capítulos siguientes, el análisis de otros aspectos, como las inversiones, la construcción de flujos o el análisis de la rentabilidad del proyecto.

6.1 Información de costos para la toma de decisiones

Aunque diversos términos, conceptos y clasificaciones se han desarrollado e incorporado a la contabilización de costos tradicionales para que proporcionen información válida y oportuna para la toma de decisiones, los costos no contables siguen siendo los más utilizados cuando debe optarse por uno de varios cursos alternativos de acción.

Mientras que los costos contables son útiles en ciertos campos de la administración financiera de una empresa o para satisfacer los requerimientos legales y tributarios, los costos no contables buscan medir el efecto neto de cada decisión en el

resultado. Incluso, hay costos de obvio significado para el análisis que no se obtienen de los estados contables. Es el caso, por ejemplo, de los costos fijos a largo plazo y los costos de oportunidad, que no sólo deben considerarse en la decisión, sino que probablemente tendrán una influencia marcada en los resultados.

Lo anterior no excluye, sin embargo, la validez y el uso de la estructura de un sistema contable, puesto que para la toma de decisiones se requerirá adicionalmente de ella para determinar los efectos reales de los costos que se desean medir en una situación específica.

6.2 Costos diferenciales

La diferencia en los costos de cada alternativa que proporcione un retorno o beneficio similar determinará cuál de ellas debe seleccionarse. Estos costos, denominados diferenciales, expresan el incremento o la disminución de los costos totales que implicaría la implementación de cada una de las alternativas, en términos comparativos, respecto a una situación tomada como base y que usualmente es la vigente. En consecuencia, los costos diferenciales son los que en definitiva deberán utilizarse para tomar una decisión que involucre algún incremento o decrecimiento en los resultados económicos esperados de cada curso de acción que se estudie.

Este concepto puede ejemplificarse fácilmente considerando una producción especial extraordinaria para servir un pedido adicional al programa de producción normal de una empresa. Generalmente, el costo diferencial estará dado exclusivamente por el costo variable de producción de esas unidades adicionales, puesto que puede suponerse que los costos fijos permanecerán constantes. Es decir, el costo relevante de la decisión de aceptación de una orden de producción de un pedido adicional debería aceptarse si el ingreso que reporta la operación cubre los costos variables, que son los únicos costos en que se incurrirá en exceso de los actuales si se acepta el pedido. Si los costos fijos se vieran incrementados, el aumento ocasionado por este pedido sería parte del costo diferencia y, por tanto, relevante para considerar en la decisión.

Para aclarar el concepto, supóngase la siguiente situación (cuadro 6.1) de una empresa que recibe un pedido especial de 7.000 unidades de un producto cualquiera.

Si se hace abstracción, por el momento, del factor impuestos, ¿cuál será el precio mínimo que debería cobrar la empresa por producir y vender el pedido especial?

En primer lugar, según lo indicado, deben identificarse las partidas de costos diferenciales. Tanto la materia prima como la mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación variables son, obviamente, diferenciales, puesto que producir una unidad adicional obliga a incurrir en esos costos respectivos.

Los costos de fabricación fijos, independientemente de qué factores los compongan, son un tipo de costo en el que se deberá incurrir, se acepte o no el pedido adicional. Luego no son un costo diferencial.

Cuadro 6.1

Capacidad máxima de producción	96.000 unidades/mes
Capacidad de uso actual	82.000 unidades/mes
Costo materias primas	$3,50 por unidad
Costo mano de obra directa	$4,00 por unidad
Costos indirectos de fabricación variables	$6,10 por unidad
Costos indirectos de fabricación fijos*	$472.500 mensuales
Gastos de venta variables**	$1,30 por unidad
Gastos de venta fijos	$122.000 mensuales
Gastos administrativos	$108.000 mensuales

* Incluye $59.000 por depreciación

** Comisiones a vendedores

Respecto a los gastos de venta variables, es posible dar por supuesto que no se incurrirá adicionalmente en ellos, puesto que la empresa recibió un pedido especial, por lo que no corresponde un gasto especial en comisiones de venta. La información respecto a si es un costo diferencial o no, es fácilmente obtenible en cualquier proyecto o empresa. En este caso se ha querido demostrar, lo que pronto se analizará, que no todos los costos variables que entrega la contabilidad son relevantes o diferenciales.

Los gastos de venta y los administrativos son fijos e independientes del nivel de producción, dentro de los límites de la capacidad máxima instalada. En consecuencia, ambos son irrelevantes para la decisión.

De lo anterior pueden extraerse los costos diferenciales que se muestran en el cuadro 6.2.

Cuadro 6.2

Materias primas	$3,50
Mano de obra directa	$4,00
Costo indirecto de fabricación variable	$6,10
Total costos diferenciales unitarios	$13,60

Por tanto, el costo adicional de producir 7.000 unidades extras es de $95.200. Cualquier precio superior a $13,60 por unidad será beneficioso para la empresa.

Nótese que no se ha considerado ningún costo de oportunidad como relevante, porque se supuso que existía cierta capacidad ociosa que no hacía sacrificar producciones alternativas para cumplir con el pedido extraordinario, ni desviar la asignación de otros recursos actualmente en uso (la capacidad de uso actual es menor a la capacidad máxima de producción).

Respecto al impuesto, normalmente existe un tributo adicional por toda venta con ganancias. La manera de incluir este factor en el análisis es calculando el monto de impuesto pagadero en la situación actual y lo que significaría el incremento si se aceptase el pedido. En ambos casos, para determinar el incremento, se efectúa un cálculo netamente contable, ya que es sobre esta base como se pagarán esos impuestos.

Puesto que muchas de las partidas de costo no variarán al implementar alguna operación como alternativa de la actual, deberán excluirse de la regla de decisión tal como se hizo en el ejemplo anterior. En otras palabras, sólo son relevantes aquellas partidas de costos que son diferentes entre cada alternativa estudiada y una situación base de comparación. En la regla de decisión se deberá tomar en consideración sólo el efecto neto, es decir, la variación neta de costos resultantes de la comparación.

En el ejemplo anterior se aprovechó para mostrar que los costos diferenciales no son necesariamente lo mismo que los costos variables, aunque pueden coincidir. Mientras los costos variables son aquellos que cambian directamente con el volumen de producción, los costos diferenciales se refieren a las alternativas específicas en análisis, pudiendo o no coincidir con las variables. En muchos casos puede también esperarse que los costos fijos cambien. Por ejemplo, si el cambio en el nivel de actividad implica variar el número de supervisores, equipos, seguros u otros, la variación de estos costos fijos será relevante, tanto si redundan en aumento como en ahorros de costos.

6.3 Costos futuros

Cualquier decisión que se tome en el presente afectará a los resultados futuros. Los costos históricos, por el hecho de haberse incurrido en ellos en el pasado, son inevitables. Por tanto, cualquier decisión que se tome no hará variar su efecto como factor del costo total. El caso más claro de un costo histórico irrelevante es la compra de un activo fijo. En el momento en que se adquirió dejó de ser evitable, y cualquiera sea la alternativa por la que se opte, la inversión ya extinguida no será relevante.

Los costos históricos en sí mismos son irrelevantes en las decisiones, puesto que por haber ocurrido no pueden recuperarse. Es preciso cuidarse de no confundir el costo histórico con el activo o el bien producto de ese costo, que sí puede ser relevante. Ésta sería la situación de un activo comprado en el pasado, sobre el cual pueda tomarse una decisión a futuro que genere ingresos, si se destina a usos optativos, como su venta, arriendo u operación. En estos casos, el factor relevante siempre será qué hacer a futuro. En ninguna evaluación se incorpora como patrón o elemento de medida la inversión ya realizada.

Aunque en palabras resulte claro y lógico el planteamiento, en la práctica no siempre es así. Muchos inversionistas no se deciden a abandonar un proyecto en consideración del alto volumen de la inversión realizada que no se resignan a perder.

Infortunadamente, no visualizan que abandonar a tiempo significa, en la gran mayoría de los casos, no aumentar la pérdida.

En otros casos se da la situación inversa, es decir, los inversionistas optan por abandonar el negocio en circunstancias que, de continuar, si bien no reporta utilidad, permite minimizar la pérdida. Un ejemplo aclarará este concepto.

Supóngase que una compañía fabrica dos artículos diferentes en procesos productivos aislados, pero con actividades administrativas y de venta centralizadas. Las proyecciones financieras para el próximo año entregan los estados que se aprecian en el cuadro 6.3, los cuales deberán analizarse para determinar la conveniencia de cerrar una de las plantas.

Cuadro 6.3

Proyecciones financieras	Planta A	Planta B
Ventas	$2.000.000	$3.000.000
Mano de obra directa	– 450.000	– 930.000
Materias primas	– 760.000	– 1.020.000
Suministros	– 90.000	– 140.000
Mano de obra indirecta	– 70.000	– 160.000
Energía	– 20.000	– 130.000
Depreciación	– 100.000	– 200.000
Utilidad bruta	510.000	420.000
Gastos de venta	– 230.000	– 310.000
Gastos generales de administración	– 100.000	– 150.000
Utilidad neta	180.000	– 40.000

Supóngase, además, que los $250.000 de gastos generales de administración se asignan a las plantas sobre la base de las ventas. Si se cierra la planta B, se estima que se podrán reducir estos gastos a $180.000. El espacio ocupado por la planta B podría alquilarse en $200.000 anuales. No hay otra alternativa de uso más rentable.

Los gastos de venta fijos de la compañía ascienden a $540.000, que se asignan a las plantas también sobre la base de las ventas. Como las ventas son respectivamente un 40% en A y un 60% en B, los gastos de venta fijos se estimarán en $100.000 y $150.000 para A y B, respectivamente. La diferencia en cada planta corresponde a comisiones sobre ventas. Frente a estos antecedentes, el análisis deberá considerar los costos y beneficios diferenciales relevantes para la decisión de cierre que se observan en el cuadro 6.4.

Cuadro 6.4

Costos y beneficios diferenciales	Planta A	Planta B
Disminución de ingresos por venta		– 3.000.000
Ahorro en costos de venta	2.380.000	
Ahorro en gastos de venta	160.000	
Ahorro en gastos generales de administración	70.000	
Ingresos adicionales por alquiler	200.000	
Totales	2.810.000	– 3.000.000
Pérdida por cierre		– 190.000

Se excluye la depreciación como costo relevante por ser inevitable en la alternativa de alquiler.

El ahorro en gastos de venta se determina por la suma de los costos de la planta B que están directamente relacionados con la venta, y en los que no se incurriría si esta planta se alquilara. Éstos son: mano de obra directa e indirecta, materias primas, suministros y energía.

El ahorro en los gastos de venta se determina por la diferencia entre los $310.000 y los $150.000 correspondientes a los costos fijos asignados que, como son costos que la empresa continuará teniendo, son irrelevantes para la decisión.

El resultado del análisis podría interpretarse indicando que el cierre de la planta agrega una pérdida de $190.000 a la utilidad de la compañía, lo cual, si se calcula para ambas plantas, resulta en una pérdida acumulada de $50.000, frente a los $140.000 de utilidad actual. Esto se obtiene de:

Utilidad planta A	180.000
Pérdidas planta B	– 40.000
Utilidad conjunta	140.000
Pérdida por cierre	– 190.000
Pérdidas al operar sólo la planta A	– 50.000

6.4 Costos pertinentes de sustitución de instalaciones

Los cálculos económicos de inversión para la sustitución de instalaciones constituyen uno de los análisis más complejos en la consideración de costos relevantes, no tanto por los procedimientos empleados, como por la disponibilidad de la información adecuada.

El análisis de sustitución puede tener en cuenta tanto los aumentos como el mantenimiento de la capacidad productiva. Los casos de reemplazo que no incrementan

la capacidad pueden deberse a que las instalaciones para sustituir han llegado a su punto de agotamiento, o a que, aun cuando pueden seguir funcionando, aparece una alternativa con probabilidades de mayor conveniencia. En esta segunda hipótesis se presentan dos posibilidades que alteran el procedimiento de cálculo: a) que las instalaciones nuevas tengan una vida útil igual a la vida residual de las instalaciones por reemplazar, o b) que las instalaciones nuevas tengan una duración mayor que la vida útil restante de las que estén en uso.

La importancia de la sustitución con aumentos de la capacidad justifica que ésta se analice de manera especial en el apartado siguiente. A continuación se presenta una explicación del caso de reemplazo de un equipo en uso por otro con igual vida útil. Si bien ésta pudiera parecer una alternativa poco práctica, es necesaria para fundamentar el análisis pertinente. Aún más, es una situación real en muchas empresas que esperan un cambio tecnológico importante en un futuro cercano (por ejemplo, cinco años), en circunstancias en las cuales ya exista una máquina cuya tecnología sea mejor que la de la máquina en uso, pero aún no perfeccionada al punto que se espera para el término de esos cinco años.

De acuerdo con lo señalado, el razonamiento consistirá en determinar las ventajas económicas diferenciales del equipo nuevo frente al antiguo, o sea, determinar si el ahorro en los gastos fijos y variables de operación originados por el reemplazo es suficiente para cubrir la inversión adicional y para remunerar el capital invertido a una tasa de interés razonable para cubrir el costo de oportunidad, en función del riesgo implícito en la decisión.

Suponiendo que los costos fijos y los ingresos de operación permanecerán constantes, ellos se excluyen del cálculo de la rentabilidad de la inversión. Para determinar el ahorro generado por la nueva inversión se trabaja con costos constantes de los factores de producción, puesto que los cambios en el precio de la materia prima o en la remuneración a la mano de obra directa afectarían por igual a ambas alternativas, a menos que por efectos de la nueva inversión se pudiera recurrir a materia prima más barata o a trabajadores de diferente calificación. Cualquiera que sea el caso, deberán determinarse estrictamente los costos diferenciales.

Si el equipo viejo tuviera un valor residual al término del periodo de evaluación, éste deberá descontarse, a su valor actual, del ingreso estimado de su venta en el momento del reemplazo. Del equipo nuevo deberá estimarse el valor residual al término del periodo de evaluación.

Con estos antecedentes y otros valores diferenciales que pudieran determinarse como impuestos (por ejemplo, a raíz del reemplazo de las instalaciones), se procede a calcular el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) del flujo de caja relevante proyectado, en relación con la inversión de sustitución.[1]

---

[1] *Véase* capítulo 16.

6.5 Sustitución con aumento de capacidad

La mayoría de las inversiones tienen por objeto aumentar la capacidad productiva de una empresa para hacer frente a una expansión del mercado o a una decisión de introducción a nuevos mercados. La inversión, en estos casos, estará condicionada por la estimación de las cantidades futuras de venta y por el efecto de éstas sobre los ingresos netos.

El análisis de sustitución con ampliación de la capacidad productiva debe plantearse en función de una estimación del mercado potencial, con referencia específica a las variables precio y volumen de ventas, en una proyección de los ingresos esperados de la operación.

El aumento de la capacidad puede o no influir sobre la cuantía de los gastos variables unitarios. Esto dependerá del efecto del aumento de la operación en el rendimiento técnico y del costo de los factores de producción. Si la sustitución mejora el rendimiento, los costos directos serán menores. La sustitución puede aumentar proporcionalmente la producción sin incrementar el rendimiento. En este caso, los costos variables unitarios permanecerán constantes. En cualesquiera de estos dos costos, el incremento en volumen puede repercutir en el costo de los factores de producción. Probablemente puedan aprovecharse descuentos por volumen en la compra de materias primas o existir modificaciones en la tasa horaria de trabajo, por ejemplo.

Si el aumento de la capacidad es significativo, posiblemente la infraestructura física y administrativa crecerá, incrementando los costos fijos. En esta situación, éstos sí son relevantes para tomar la decisión.

Lo anterior lleva a concluir que al determinar el ingreso diferencial y las variaciones en los costos fijos y variables de operación asignables a la sustitución, podrá elaborarse el flujo de caja relevante que corresponde al reemplazo, el cual deberá ser comparado, una vez actualizado, con el monto de la inversión adicional corregido según el valor residual de liquidación del equipo antiguo.

6.6 Elementos relevantes de costos

El análisis precedente ha pretendido aclarar el concepto de costo relevante para la toma de decisiones, pero sin entrar a identificar aquellos costos que normalmente serán pertinentes.

Aunque es posible, en términos genéricos, clasificar ciertos ítems de costos como relevantes, sólo el examen exhaustivo de aquellos que influyen en el proyecto posibilitará catalogarlos correctamente. Para identificar las diferencias inherentes a las alternativas, es recomendable que previamente se establezcan las funciones de costos de cada una de ellas. De su comparación resultará la eliminación para efectos del estudio, de los costos inaplicables.

Si hubiera que dirigir el estudio de las diferencias de costos, los siguientes deberían considerarse como prioritarios:

- Variaciones en los estándares de materia prima.
- Tasa de salario y requerimientos de personal para la operación directa.
- Necesidades de supervisión e inspección.
- Combustible y energía.
- Volumen de producción y precio de venta.
- Desperdicios o mermas.
- Valor de adquisición.
- Valor residual del equipo en cada año de su vida útil restante.
- Impuestos y seguros.
- Mantenimiento y reparaciones.

La lista anterior es fácil de complementar. Sin embargo, es necesario insistir sobre el costo de oportunidad externo a las alternativas que pudiera repercutir de manera diferente en cada una de ellas. Si bien puede ser el costo más complejo de cuantificar, es imprescindible para tomar la decisión adecuada.

Todos estos costos, como se indicó antes, deben considerarse en términos reales, para lo cual debe incorporarse el factor tiempo en el análisis. Todo cálculo de la rentabilidad comparada de las alternativas obliga a la consideración de los costos en función de un flujo proyectado. El cálculo de la rentabilidad sigue los procedimientos usuales indicados en el capítulo 17, aunque la base de los antecedentes se exprese en valores diferenciales.

6.7 Costos sepultados

Una clase de costos que más comúnmente se consideran en una decisión, a pesar de ser irrelevantes, son los llamados costos "sepultados".

Un costo se denomina sepultado si corresponde a una obligación de pago que se contrajo en el pasado, aun cuando parte de ella esté pendiente de pago a futuro. Si bien constituye un pago futuro, tiene un carácter inevitable que lo hace irrelevante. La parte de la deuda contraída y no pagada es un compromiso por el cual debe responder la empresa, independientemente de las alternativas que enfrente en un momento dado.

La excepción a lo señalado estará constituida por la posibilidad de alterar la modalidad de pago, siempre que ella no esté asociada con todas las alternativas a que

se enfrenta la decisión. En este caso, la relevancia se produce por la variabilidad que ocasionaría el valor del dinero en el tiempo.

Fácilmente podrá apreciarse que un costo sepultado puede consistir tanto en un costo fijo como en uno variable.

6.8 Costos pertinentes de producción

El uso más frecuente del análisis de costos pertinentes se desarrolla en lo relacionado con las decisiones de fabricación. Dentro de éstas, son fundamentales las de optar por fabricar o comprar, seleccionar la combinación óptima de producción y minimizar la inversión en inventarios. A estos casos se hará referencia en esta sección. Sin embargo, existen otras áreas de decisión tan importantes como las señaladas, pero menos frecuentes en la práctica, que se refieren a la localización de la planta, la selección de alternativas de uso de materias primas, el abandono de una línea de productos, entre otras.

Entre los casos señalados, la decisión de fabricar o comprar puede parecer más simple de lo que realmente es. La decisión de fabricar requiere inversiones en capital. Por tanto, aunque parece claro que ésta debería adoptarse cuando los ahorros de los costos esperados tienen un rendimiento sobre la inversión mayor que el que podría esperarse de una inversión de alternativa, hay dificultades serias en la determinación de los costos pertinentes a la decisión. Al exigirse la consideración de proyecciones económicas en el tiempo surgen, adicionalmente, los problemas de la estimación de las variables futuras; pero, al margen de esto, hay costos de difícil cuantificación. Por ejemplo, si la fabricación implica hacer uso de espacios existentes, será necesario estimar el beneficio que reportaría su uso en otra alternativa. Si se considera la alternativa de fabricar, será necesario proyectar costos de adquisición, remuneraciones, costos indirectos de fabricación y otros que le otorgan, en conjunto, un carácter de proyecto con todas las connotaciones analíticas señaladas en todo este libro.

El análisis para seleccionar la combinación óptima de producción es, generalmente, menos complejo. Si bien también presenta limitaciones respecto a la necesidad de estimar todas las variables del mercado, el estudio se centra prácticamente en el margen de contribución. Ello se debe a que, frente a costos fijos inevitables para cualquier mezcla de producción, los factores pertinentes serían el precio y los costos variables. Sin embargo, no deben descuidarse los costos fijos que pudieran cambiar con distintas alternativas de mezclas, la cantidad de productos vendidos de cada componente de cada mezcla que condicionará el beneficio neto de la decisión, ni los otros factores señalados previamente en este capítulo.

El análisis de costos pertinentes en la determinación del tamaño óptimo del inventario debe dirigirse a estudiar los costos que varían en función del lote de compra y los costos de mantenimiento de inventarios. Muchos costos relativos a inventarios

son variables; no obstante, son poco los que deben considerarse para una decisión. Ya se han expuesto los criterios generales para determinar su inclusión; ahora es preciso, además, destacar un elemento particular de costos relevante que se desprende del hecho de que los inventarios constituyen una inversión. Por tanto, debe considerarse un interés sobre los costos de incremento evitables, para asignar su parte correspondiente al costo de oportunidad de los fondos invertidos. Dada la enorme cantidad de opciones de tamaño de inventarios que se presentan en una empresa con muchos ítems inventariables, los costos pertinentes pueden calcularse respecto a los artículos de mayor valor. Normalmente, no más del 20% de los artículos representan sobre el 80% de la inversión en inventarios.

6.9 Funciones de costos de corto plazo

En el corto plazo, la empresa que se creará con el proyecto presentará costos fijos y variables. Los costos fijos totales son costos que deberá pagar en un periodo determinado, independientemente de su nivel de producción (arriendo de bodegas, algunas remuneraciones, seguros de máquina, etcétera). Los costos variables totales son los pagos que dependen del nivel de producción (costo de los envases, mano de obra directa, materias primas, etcétera). La suma de ambos costos dará el costo total del periodo.

Dentro de los límites de una capacidad dada de planta, la empresa podrá variar sus niveles de producción haciendo cambiar la cantidad de insumos ocupados y, por tanto, sus costos variables totales. Dentro de ciertos rangos de variación, los costos fijos se mantendrán constantes.

Cuando se dispone de la información de las funciones de costos fijos, variables y totales, pueden derivarse de ella las funciones de costo unitario: el costo fijo medio (*CFMe*), que se calcula dividiendo los costos fijos totales por el nivel de producción (*Q*); el costo variable medio (*CVMe*), que se determina dividiendo los costos variables totales por la producción; el costo medio total (*CMeT*), que se obtiene sumando *CFMe* y *CVMe* o dividiendo el costo total entre la producción, y el costo marginal (*CMg*), que corresponde a la variación en costos totales (*CT*) frente a un cambio unitario en la producción.

Las relaciones anteriores se deducen en el cuadro 6.5, que supone costos variables unitarios constantes para las primeras cuatro unidades de producción, economías de escala a partir de la quinta y hasta la séptima, y deseconomías de escala a partir de la octava.[2]

---

[2] Hay economías de escala cuando, por ejemplo, se logran descuentos en compras por volúmenes mayores. Hay deseconomías de escala, por ejemplo, cuando debe recurrirse a fuentes más lejanas de abastecimiento por el mayor volumen de operación.

Deberá hacerse referencia a los rendimientos marginalmente crecientes y a los rendimientos marginalmente decrecientes, ya que es una relación de corto plazo, y son éstos los que, en definitiva, determinan la forma de la función de *CVMe*.

Cuadro 6.5

Q	CFT	CVT	CT	CFMe	CVMe	CMeT	CMg
0	800	0	800				
1	800	120	920	800	120	920	120
2	800	240	1.040	400	120	520	120
3	800	360	1.160	267	120	387	120
4	800	480	1.280	200	120	320	120
5	800	580	1.380	160	116	276	100
6	800	680	1.480	133	113	247	100
7	800	810	1.610	114	116	230	130
8	800	950	1.750	100	119	219	140
9	800	1.130	1.930	89	126	214	180
10	800	1.350	2.150	80	135	215	220

En el cuadro anterior se observa que los costos fijos totales (*CFT*) son iguales para cualquier nivel de producción, mientras que los costos variables totales (*CVT*) son cero cuando la producción es cero y aumentan cuanto mayor sea la producción. La función de costos totales (*CT*) es igual a la de costos variables totales (*CVT*), pero está $800 sobre ésta en cualquier nivel de producción, debido a que se agregó esta cantidad como costo fijo.

Las funciones de costo variable medio (*CVMe*), costo medio total (*CMeT*) y costo marginal (*CMg*) decrecen inicialmente para después volver a subir. También entre ellas se observa que la diferencia entre *CMeT* y *CVMe* es igual a los costos fijos medios (*CFMe*).[3]

6.10 Análisis costo-volumen-utilidad

El análisis costo-volumen-utilidad, también conocido como análisis del punto de equilibrio, muestra las relaciones básicas entre costos e ingresos para diferentes niveles de producción y ventas,[4] asumiendo valores constantes de ingresos y costos

[3] En el capítulo 9 se hace una aplicación sobre el uso de los costos medios totales frente a los costos marginales para tomar una decisión.

[4] En el siguiente capítulo se propone un modelo ampliado.

dentro de rangos razonables de operación. El resultado de la combinación de estas variables se expresa por:

6.1
$$R = pq - vq - F$$

donde *R* es la utilidad, *p* es el precio, *q* la cantidad producida y vendida, *v* el costo variable unitario o *CVMe* y *F* los costos fijos totales.

Para determinar la cantidad de equilibrio (la que hace a la utilidad o resultado igual a cero) se puede aplicar la siguiente expresión algebraica, derivada de la anterior:

6.2
$$q = \frac{F}{P - V}$$

La relación entre costos fijos y variables se denomina apalancamiento operacional (*AO*) o elasticidad de las ganancias, y mide el cambio porcentual de las utilidades totales frente a un aumento en la producción y las ventas, lo que se calcula por:

6.3
$$AO = \frac{q(p - v)}{q(p - v) - F}$$

Por ejemplo, si el precio unitario fuese $100, los costos fijos dentro del rango de análisis $30.000 y el costo variable medio $40, la cantidad de equilibrio sería, aplicando la ecuación 6.2, la siguiente:

$$q = \frac{30.000}{100 - 40} = \frac{30.000}{60} = 500$$

Esto indica que si el proyecto logra producir y vender 500 unidades, su utilidad sería cero; si vende más de esa cantidad tendrá ganancias, y si es menos, tendrá pérdidas.[5]

Si se quisiera calcular el nivel de operación que permitiera obtener una ganancia (*R*) definida ($15.000, por ejemplo), bastaría con sumar este valor a los costos fijos y aplicar nuevamente la fórmula 6.2. Así, se tendría:

$$q = \frac{F + R}{p - v} = \frac{30.000 + 15.000}{100 - 40} = \frac{45.000}{60} = 750$$

[5] Como puede observarse, este modelo no incorpora, entre otros, los efectos tributarios, los costos de capital por la inversión realizada, ni el costo por la pérdida de valor que toda inversión puede enfrentar a futuro.

Lo anterior muestra que la producción y las ventas de 750 unidades permitirá obtener, en las condiciones indicadas, una utilidad de $15.000. Reemplazando en la ecuación 6.1 se demuestra que:

$$R = (100 * 750) - (40 * 750) - 30.000 = 15.000$$

Así mismo, reemplazando en 6.3 los valores conocidos para una q = 600 y otra q = 700, resultan los siguientes apalancamientos operacionales:

$$AO = \frac{600(100-40)}{600(100-40)-30.000} = \frac{36.000}{6.000} = 6$$

$$AO = \frac{700(100-40)}{700(100-40)-30.000} = \frac{42.000}{12.000} = 3,5$$

Lo anterior muestra que cuanto más lejos se encuentre el nivel de operación del punto de equilibrio, menor es el cambio porcentual en las ganancias. Nótese que cuanto mayor sea la diferencia entre el precio unitario y los costos variables unitario o costo medio variable, mayor será el apalancamiento operacional. Esta diferencia, denominada margen de contribución, muestra con cuánto contribuye cada unidad vendida a cubrir los costos fijos primero y a generar utilidades después del punto de equilibrio.

6.11 Costos contables

Aunque en la preparación del proyecto deben considerarse los costos efectivos y no los contables, estos últimos son importantes para determinar la magnitud de los impuestos a las utilidades.

Para fines tributables, la inversión en una máquina, por ejemplo, no genera aumento ni disminución de riqueza; por tanto, no hay efectos tributables por la compra de activos. Sin embargo, cuando el activo es usado, empieza a perder valor por el deterioro normal de ese uso y también por el paso del tiempo. Como el fisco no puede ir revisando el grado de deterioro de cada activo de un país, define una pérdida de valor promedio anual para activos similares, que denomina depreciación. La depreciación, entonces, no constituye un egreso de caja (el egreso se produjo cuando se compró el activo), pero es posible restarlo de los ingresos para reducir la utilidad y con ello los impuestos. Por ejemplo:

+ Ingresos	1.000
– Costos desembolsables	– 500
– Depreciación	– 100
= Utilidad antes de impuesto	400
– Impuestos (15%)	– 60
= Utilidad neta	340

Si se analiza el efecto neto sobre el flujo de caja se tendría que los ingresos ($1.000) menos los costos desembolsables ($500) y menos el impuesto, también desembolsable ($60), daría un flujo neto de $440. Este análisis puede obviarse si a la utilidad neta ($340) se suma la depreciación que había sido restada ($100), con lo cual se llega a calcular directamente un flujo de caja de $440 para ese periodo.

Los plazos de depreciación, así como la manera de calcularlos, difiere entre países. Por ello, el preparador del proyecto deberá velar por recoger en detalle la normativa legal que condicionará la estimación de los tributos.

El término depreciación se utiliza para referirse a la pérdida contable de valor de activos fijos. El mismo concepto referido a un activo intangible o nominal se denomina amortización del activo intangible. Un caso típico de este tipo de activo es el *software* computacional: mientras el CD o unidad de almacenamiento masivo (disquete) que puede contener un sofisticado sistema de información puede ser muy barato, su contenido intangible puede ser muy costoso. Su obsolescencia natural se promedia en una pérdida de valor anual conocido, como se mencionó, con el término de amortización de intangible.

Si durante el periodo de evaluación del proyecto se debe reemplazar un activo cualquiera, es muy probable que éste pueda ser vendido. Si dicha venta genera utilidades, deberá considerarse un impuesto por ella.

Para determinar la utilidad contable en la venta de un activo, deberá restarse del precio de venta un costo que sea aceptado por el fisco. Al igual que con la depreciación, el fisco determina una convención para el cálculo de este costo, señalando que éste debe ser igual al valor no depreciado de los activos. En términos contables, esto se denomina valor libro de los activos.

Por ejemplo, si un activo que costó $1.200 y que al momento de venderse en $600 tiene una depreciación acumulada (suma de las depreciaciones anuales hasta el momento de la venta) de $800, puede mostrar un valor libro de $400 ($1.200 – $800). La utilidad contable en la venta del activo sería:

+ Venta de activos	600
– Valor del libro	– 400
= Utilidad antes de impuesto	200
– Impuesto (15%)	– 30
= Utilidad neta	170

Para efectos de determinar el impacto sobre el flujo de caja podría decirse que de la venta de $600 debió destinarse $30 a impuestos, con lo que quedó un flujo neto de $570. Al igual que con la depreciación, existe una forma directa de calcular el flujo efectivo, sumando a la utilidad neta el valor libro que se restó para fines tributarios sin ser salida de caja. Así también se llega a $570, sumando los $170 con los $400.

El caso de la venta de un activo con pérdidas contables se analizará en el capítulo 13, por tener un impacto sobre los beneficios del proyecto.

El efecto tributario también se observa en la variación de los costos, tanto en aquellos proyectos que los incrementan (una ampliación, por ejemplo) como en los que los reducen (un reemplazo de tecnología ineficiente por otra eficiente).

Para analizar sólo el efecto tributario, en el siguiente ejemplo se asumirá que los costos varían sin que haya cambios en los niveles de beneficios, aunque al evaluar un proyecto donde hay aumentos de costos, es indudable que se hace porque se esperan cambios en los beneficios.

Cuadro 6.6

Situación base		Con proyecto	Incremental
Ingresos	30.000	30.000	
Costos	−12.000	−16.000	−4.000
Depreciación	−4.000	−4.000	
Utilidad	14.000	10.000	−4.000
Impuesto	−2.100	−1.500	600
Utilidad neta	11.900	8.500	−3.400
Depreciación	4.000	4.000	
Flujo neto	15.900	12.500	−3.400

En el cuadro 6.6 se muestra una situación base en la cual la empresa tiene utilidades contables; una situación con proyecto, en la cual se aumenta el costo de un factor (por ejemplo, sueldos), y un análisis incremental, en el cual sólo se muestra el impacto de la variación de costos.

Como puede observarse, un aumento en los costos de $4.000 hace que se reduzca el flujo de caja en sólo $3.400 (la diferencia entre $15.900 y $12.500). En la columna incremental se incluye únicamente el costo relevante para la decisión.

Como se explicó antes, cualquier baja en la utilidad hace que la empresa deje de pagar el 15% de impuestos sobre esa reducción. La utilidad negativa, en el análisis incremental, no significa necesariamente pérdida, sino reducción de la utilidad. Por eso, en el análisis incremental, en vez de asociar cero impuesto a una utilidad negativa, se considerará un ahorro de costo equivalente a ese porcentaje.

De la misma manera, un proyecto de mejora que reduzca los costos de la empresa deberá considerar que el aumento, menos que proporcional, en las utilidades está asociado con un aumento en el impuesto que se debe pagar.

El costo de una deuda también es deducible de impuestos y, en consecuencia, tiene un impacto tributario positivo que debe incluirse en el flujo de caja cuando se busca medir la rentabilidad de los recursos propios invertidos en un proyecto.

Para calcular el impacto tributario de una deuda, se debe descomponer el monto total del servicio de la deuda en dos partes: la amortización y los intereses. Mientras que la primera corresponde a una devolución del préstamo y, por tanto, no constituye un costo, ni está afecta a impuesto, la segunda es un gasto financiero de similar comportamiento al arrendamiento de cualquier activo y está afecta a impuestos.

Por ejemplo, el impacto de financiar parte de la inversión de un proyecto con un préstamo de $200.000 al 10% de interés anual no impacta en los flujos de caja en el monto total de los intereses ($20.000), sino sólo en $17.000, es decir, en el 85% de su monto total.

Al agregarse este costo financiero, la utilidad proyectada para el periodo baja en ese mismo monto y, por tanto, deja de pagarse el 15% del impuesto que antes se pagaba sobre él.

6.12 Tratamiento del costo IVA (Impuesto al Valor Agregado)

El tratamiento de este impuesto, existente en la mayoría de los países del mundo y que grava los bienes y servicios, puede analizarse en la preparación y evaluación de proyectos de distintas maneras dependiendo de las disposiciones legales y tributarias vigentes y de los desembolsos que por este concepto deban efectuarse, tomando en consideración su recuperación en el tiempo.

Es habitual escuchar que este impuesto no debe considerarse en los flujos, ya que la empresa sólo actúa como intermediaria entre el Estado y el comprador de bienes o servicios que se ofrezcan. De esta manera, los bienes y servicios adquiridos por una empresa, a los cuales les agrega valor mediante su trabajo productivo, al venderlos posteriormente debe incorporarles el impuesto del IVA por el total de lo vendido. Sin embargo, como tuvo que adquirir materias primas u otros bienes y servicios afectos a IVA, en su declaración mensual de impuestos, la empresa señalará el IVA pagado y el IVA recibido. Como el recibido es mayor que el pagado, deberá cancelar al fisco la diferencia, anotando el neto de su efecto en los flujos, razón por la cual muchos sostienen que este impuesto no debe ser considerado en los flujos del proyecto.

Ejemplo (supuesto IVA del 20%).

	Sin IVA	IVA	Total
Compras de materias primas	1.000	200	1.200
Otras compras afectas a IVA	600	120	720
Total compras	1.600	320	1.920
Ventas de bienes	2.000	400	2.400
Ventas de servicios	800	160	960
afectos a IVA			
Total ventas	2.800	560	3.360

De acuerdo con los antecedentes anteriores, se deduce:

IVA recibido por venta		560
IVA pagado por compras	(–)	320
Diferencia		240
Pago al fisco	(–)	240
Resultado Final		0

Si a los ingresos con IVA ($3.360) se le restan las compras con IVA ($1.920) se obtienen $1.440 de diferencia, los cuales, al restarle los $240 a pagar, dejan un excedente de $1.200, igual a la diferencia entre ingresos ($2.800) y egresos ($1.600) sin IVA.

Del ejemplo anterior se desprende claramente que el IVA no debiera afectar los flujos, ya que su resultado final no genera ingresos ni egresos, y sólo se produce una intermediación de recursos entre las compras efectuadas a los proveedores, las ventas a los adquirientes de los bienes o servicios y el fisco. Sin embargo, la situación genérica planteada en los párrafos anteriores puede tener algunas excepciones o consideraciones, que necesariamente se deberán tener presentes en el estudio de un proyecto. Dichas consideraciones hacen referencia a las empresas no afectas a IVA en sus ventas, a la determinación del capital de trabajo y a la adquisición de activos de gran valor.

En cuanto a las ***empresas no afectas a IVA en sus ventas***, en la mayoría de los países en que se aplica el IVA a las ventas de bienes o servicios, la legislación tributaria señala expresamente la existencia de algunas empresas que no incorporan este impuesto a sus ventas. Esto suele ocurrir con aquellas que entregan servicios vinculados con el área educacional, de salud, servicios financieros, algunos seguros, administradoras privadas de fondos provisionales, empresas de servicios profesionales y otras.

En estos casos, toda adquisición afecta al IVA deberá ser pagada efectivamente por la empresa, constituyéndose en un gasto no susceptible de ser recuperado cuando

venda los servicios que produce. Al constituir un gasto más, éste produce un efecto tributario favorable, ya que debe incorporarse a los flujos como un costo que disminuye la base imponible para el cálculo del impuesto a las utilidades.

El preparador y evaluador de proyectos deberá tomar en consideración que en este tipo de empresas, al adquirir un activo susceptible de ser despreciado, el monto de la compra tendrá dos tratamientos distintos, puesto que el IVA deberá considerarse como un gasto efectivo –en el momento que ocurre la adquisición– y el valor del activo como una inversión no afecta a impuestos y cuya depreciación afectará al flujo en el periodo siguiente a su adquisición.

Respecto a la ***determinación del capital de trabajo***, en muchos casos y como consecuencia del análisis de la estrategia comercial en el estudio de mercado, se puede haber llegado a la conclusión de que la recuperación efectiva de la facturación de las ventas tendrá algún periodo de desfase, razón por la cual habrá que financiar el IVA de las compras efectuadas hasta que se produzca efectivamente el ingreso correspondiente y el impuesto sea recuperado. En este texto, cuando se analiza la inversión en capital de trabajo en el estudio financiero del proyecto, se indican las formas alternativas que se dispone para calcular este efecto en el flujo.

En cuanto a la ***adquisición de activos de gran valor***, en algunos casos suele ocurrir que un proyecto puede requerir un activo de gran valor. Por ejemplo, la adquisición de una unidad de ciclo combinado para una empresa de generación eléctrica, cuyo costo es de 200 millones de dólares y tiene un IVA del 20%, el proyecto deberá financiar 40 millones de dólares por concepto del pago de este impuesto al momento de adquirirla. Todos los países que han incorporado este impuesto en su sistema tarifario han contemplado esta situación y permiten, previa solicitud, devolver la parte del impuesto no recuperado como consecuencia de la operación normal de la empresa en un cierto plazo, el que suele ser, por ejemplo en Chile, de siete meses, una vez comprobado por la autoridad fiscal que el impuesto no se recupera antes de ese tiempo. De lo anterior se desprende que el efecto financiero en los flujos es de corto plazo pero, dada la cuantía de los recursos que se encuentran comprometidos, su efecto debe ser considerado en los flujos, aun cuando su recuperación ocurra en el transcurso del primer año de operación. A lo anterior debe considerarse el costo de oportunidad de los recursos, puesto que a mayor tasa, mayor será el impacto que este capital inmovilizado generará en el proyecto hasta que el impuesto sea recuperado.

Resumen

La determinación de los costos del proyecto requiere conceptuar algunas de las distintas clasificaciones de costos para la toma de decisiones.
Para la toma de decisiones asociadas a la preparación de un proyecto, deben considerarse, fundamentalmente, los costos efectivamente desembolsables y no los contables. Estos últimos, sin embargo, también deberán ser calculados para determinar el valor de un costo efectivo como es el impuesto.

Dependiendo del tipo de proyecto que se evalúa, deberá trabajarse con costos totales o diferenciales esperados a futuro. Opcionalmente, en algunos casos se podrá trabajar con uno u otro, siempre que el modelo que se aplique así lo permita. Por ejemplo, se puede trabajar con costos totales si se comparan costos globales de la situación base *versus* la situación con proyecto. Sin embargo, se deberá trabajar con costos diferenciales si el análisis es incremental entre ambas opciones.

El análisis de los costos se asocia con volúmenes de operación y utilidad mediante la técnica del punto de equilibrio, lo que permite estimar niveles mínimos de operación para asegurar ganancias en el proyecto.

En un flujo de caja pueden tener efectos importantes factores aparentemente secundarios, como los efectos tributarios derivados de una compra o venta de activos, un ahorro o aumento de costos, una deuda para financiar activos, o la operación y las mejoras o aumentos de productividad.

Preguntas y problemas

1. Explique qué es un costo sepultado. Dé dos ejemplos de costos sepultados que puedan ser relevantes para tomar una decisión.

2. ¿Por qué la depreciación de los activos puede ser relevante para una decisión?

3. ¿Qué relaciones hay entre los costos fijos y variables, por una parte, y los costos evitables, por otra?

4. Dé un ejemplo concreto de un aumento en los costos variables medios y otro de una disminución.

5. Señale tres efectos que no se incorporan en el análisis costo-volumen-utilidad y que pueden influir en el resultado de una decisión.

6. ¿Qué diferencia a la depreciación de la amortización?

7. ¿En qué caso pueden emplearse indistintamente costos totales y costos diferenciales?

8. Señale al menos seis casos que podrían hacer económicamente rentable seguir elaborando un producto cuyo *CMeT* = $230 y que en el mercado podría adquirirse en $130.

9. Para elaborar un producto que puede venderse a un precio unitario de $200 existen las dos alternativas tecnológicas que se muestran en las siguientes estructuras de costos.

Alternativas	*CFT*	*CVMe*
1	$400	$100
2	$900	$50

   Con esta información: a) determine la producción en el punto de equilibrio de cada opción, b) explique por qué se produce la diferencia, c) determine el grado de apalancamiento operacional de cada alternativa para $Q = 7$ y $Q = 8$, y d) explique por qué es mayor el resultado en la alternativa 2 y por qué es mayor para $Q = 7$ que para $Q = 8$.

10. Los propietarios de un hotel están considerando la posibilidad de cerrar durante los meses de invierno por el alto costo que significa operar para un flujo de turistas tan pequeño en esa época. Estimaciones del mercado indican una demanda mensual de 400 huéspedes, lo cual equivale al 25% de la capacidad total del hotel. El precio por el alojamiento diario es de $1.600 y sus costos fijos mensuales son:

Arriendo de local	$240.000
Depreciación	$180.000
Seguros	$60.000
Total	$480.000

    Si el hotel cierra, el costo del mantenimiento de las máquinas, el pago a celadores y otros, suman $80.000 al mes; pero si continúa operando, los costos variables en que se incurriría

Preguntas y problemas

ascienden a $760.000 mensuales. ¿Deberá cerrar el negocio? ¿Cuál será el número de huéspedes en el punto de decidir el cierre?

11. La capacidad normal de producción de una empresa es de 10.000 unidades mensuales. Sobre esta base se asignan los costos fijos que, en términos unitarios, ascienden a:

Gastos generales y de administración	$25,00
Gastos de venta	$5,00

Los costos variables unitarios son totalmente proporcionales a la producción y las ventas, y ascienden a:

Mano de obra directa	$18,00
Materiales	$14,50
Gastos indirectos de fabricación	$8,00

El precio del producto en el mercado es de $90 y las comisiones a los vendedores corresponden al 5% de las ventas.

La empresa está estudiando la posibilidad de cerrar durante un tiempo que podría llegar a 2 años, debido a un periodo de depresión que se estima afectará la industria en ese lapso, hecho que disminuiría sus niveles de actividad a un 20% de su capacidad normal.

Si cierra, se podrían reducir los cargos fijos en un 30%, y si continúa operando, la reducción sólo llegaría a un 15%. ¿Cuál sería el ahorro diferencial de optar por la mejor alternativa?

12. Para transportar sus productos al mercado, la Granja Avícola Pajares usa un vehículo cuyo costo original fue de $2.000.000 y que podría venderse hoy en $140.000. Su mantenimiento anual implica gastos por $30.000 y su valor residual al término de los próximos 8 años será de $20.000. ¿Le convendrá a la empresa venderlo y comprar un vehículo cuyo costo es de $50.000, que requiere mantenimiento equivalente a $40.000 anuales y que tiene un valor residual de cero al término de su vida útil restante de 8 años? Considere una tasa de capitalización anual de 15% para la empresa.

13. Una fábrica de vestuario tiene 1.000 vestidos pasados de moda, cuya confección costó $20.000. Si se gastara $5.000 en modernizarlos, se podrían vender en $9.000. Si no se modernizan, la mejor opción de venta asciende a $1.000. ¿Qué alternativa recomienda?

14. En la realización del estudio técnico de un proyecto se encuentran tres alternativas tecnológicas que se adecuan a los requerimientos exigidos para su implementación. El costo fijo anual de cada alternativa es:

Preguntas y problemas

Producción	A	B	C
0 – 10.000	$300.000	$350.000	$500.000
10.001 – 20.000	$300.000	$350.000	$500.000
20.001 – 30.000	$400.000	$350.000	$500.000
30.001 – 40.000	$400.000	$450.000	$500.000

Los costos variables unitarios de cada alternativa, por rango de producción, se estiman en:

Producción	A	B	C
0 – 30.000	$10,00	$9,00	$6,00
30.001 – 40.000	$9,50	$8,50	$5,50

¿Qué alternativa seleccionaría si la demanda esperada es de 10.000 unidades anuales? Si la demanda no es conocida, ¿cuál es el punto crítico en que convendrá cambiar de una alternativa a otra? Si una alternativa es abandonada al llegar a un tamaño que haga a otra más conveniente, ¿es posible que vuelva a ser seleccionada a volúmenes mayores?

15. Al estudiar un proyecto se estimaron los siguientes costos variables para una capacidad de producción normal de 140.000 unidades, siendo la capacidad máxima de 200.000 unidades:

Materiales	$120.000
Mano de obra	$300.000
Otros	$80.000

Los costos fijos se estiman, de acuerdo con el nivel de producción, en:

Producción	costo fijo
0 – 40.000	$320.000
40.001 – 130.000	$380.000
130.001 – 180.000	$420.000
180.001 – 200.000	$500.000

Si el precio de venta de cada unidad es de $15 y la producción esperada fuese de 100.000 unidades por año, ¿cuál es el número mínimo de unidades adicionales que se necesita vender al precio de $11 por unidad para mostrar una utilidad de $762.000 por año? Para subir las ventas a 120.000 unidades anuales, ¿cuánto podría gastarse adicionalmente en publicidad (costo fijo) para que manteniéndose un precio de $15 se pueda obtener una utilidad de un 20% sobre las ventas?

16. Explique en qué situaciones el IVA siempre tiene que ser considerado en un proyecto.

17. Calcule el efecto que tendría sobre el flujo de caja del primer año de un proyecto cada una de las siguientes situaciones, suponiendo que la empresa tiene utilidades contables y enfrenta una tasa de impuestos del 15%:

a) La compra de una maquinaria en $10.000.000, que se deprecia en 10 años, y que permite aumentar los ingresos por venta de productos en $6.000.000 anuales y los costos desembolsables en $3.000.000.

Preguntas y problemas

b) La venta en $500.000 de una máquina que tiene un valor libros de $600.000.

c) Un aumento de remuneraciones por $4.000.000 anuales.

d) Un préstamo de $20.000.000 para reemplazar una máquina antigua y lograr reducciones de costos por $4.200.000 anuales.

Comente las siguientes afirmaciones:

a. Todos los costos diferenciales son relevantes para tomar una decisión.

b. Los costos variables totales disminuyen a una tasa decreciente cuando aparecen los rendimientos decrecientes.

c. El apalancamiento operacional muestra la proporción entre los costos fijos y variables.

d. Al alejarse el nivel de operación del punto de equilibrio, aumenta el índice de apalancamiento operacional.

e. La depreciación es un gasto que se incorpora en el flujo de egresos del proyecto con el objeto de determinar el tributo a pagar. De esta manera, el valor libro al final del horizonte de evaluación representa el ingreso que se percibirá en ese momento para los efectos de la evaluación.

f. En la determinación del flujo de costos, el cálculo de la depreciación no juega un papel relevante, puesto que el preparador del proyecto sólo trabaja con antecedentes reales económicos de lo que estima que ocurrirá en el horizonte productivo del proyecto.

g. Los resultados y el registro contable son decisivos para proyectar los flujos y así determinar el valor económico de una empresa en funcionamiento. Deberá tenerse atención especial con la depreciación, ya que ésta será determinante para conocer el valor de los activos.

h. Para determinar la conveniencia económica de llevar adelante el reemplazo de una tecnología por otra en un proyecto en marcha, el estudio pertinente deberá incluir únicamente un análisis comparado de los costos operacionales entre una alternativa y otra, tomando como base de cálculo lo que ocurrirá en un año de operación.

i. El IVA nunca constituirá un gasto, ya que éste será recuperado, por lo que no tiene mayor incidencia en el flujo de caja de un proyecto.

j. Las cuentas por pagar no tienen mayor incidencia en el flujo de caja de un proyecto.

k. El IVA y la depreciación siempre deberán considerarse en la búsqueda de

Preguntas y problemas

la mejor alternativa tecnológica del proyecto.

l. Para determinar la mejor alternativa tecnológica deben considerarse las inversiones que cada opción requiere tomando nota tanto del valor libro de ellas al final del periodo, como su vida útil, el crédito que otorga el fabricante, los costos de operación asociados a cada una de ellas y los impuestos que se deben cancelar.

m. En la búsqueda de la mejor alternativa tecnológica, las condiciones de pago o el crédito con que venga acompañada la opción constituye uno de los aspectos relevantes en el análisis, tanto para la adquisición de ellas como para los insumos o materias primas ¿qué otros aspectos se incluyen?

n. En la determinación de la mejor alternativa tecnológica deberán constituirse los flujos de desembolso para cada uno de ellos, procediéndose a descontarlos a una misma tasa a fin de mantener un criterio homogéneo de cálculo, independientemente de la magnitud de ella.

ñ. El IVA de las inversiones siempre deberá considerarse en la evaluación de un proyecto, pues constituye un egreso efectivo de caja. Lo mismo ocurre con las ventas y los costos afectos a IVA. Así, cuanto mayor sea la tasa del IVA, mayor rentabilidad tendrá el proyecto, puesto que aumenta la recaudación por venta y, por ende, mejora el estado de resultados.

o. La decisión de utilizar alguno de los métodos de proyección de mercado dependerá del tipo de proyecto que se trate, debiéndose optar por uno de ellos.

p. Cuanto menores sean los costos de operación e inversión asociados con una determinada alternativa de localización, mayor será la rentabilidad, cualquiera que sea el proyecto.

Material complementario

Ejercicios recomendados del texto complementario *Evaluación de proyectos, guía de ejercicios, problemas y soluciones*, de José Manuel Sapag, McGraw-Hill, tercera edición, 2007:

22. Impuesto al Valor Agregado
23. Impuesto al Valor Agregado II

Bibliografía

Álvarez López, José y otros. *Contabilidad de gestión: cálculo de costes*. Madrid: McGraw-Hill, 1994.

Blank, L. y A. Tarquin. *Ingeniería económica*. Bogotá: McGraw-Hill, 1991.

Brealey, R. y S. Myers. *Fundamentos de financiación empresarial*. Madrid: McGraw-Hill, Cuarta edición, 1993.

Fontaine, Ernesto. *Evaluación social de proyectos*. Santiago: Universidad Católica de Chile, 1999.

Heitger, L. y S. Matulich. *Cost accounting*. New York: McGraw-Hill, 1985.

Horngreen, Charles. *Contabilidad de costos*. Nueva York: Prentice Hall, 1991.

Polimeni, R. y otros. *Contabilidad de costos*. Bogotá: McGraw-Hill, 1994.

Salvatore, Dominick. *Economía y empresa*. México: McGraw-Hill, 1993.

Sapag, Nassir, *Evaluación de inversiones en la empresa*. Santiago: Ciade, Universidad de Chile, 1998.

Sumanth, David. *Ingeniería y administración de la productividad*. México: McGraw-Hill, 1990.

Sweeny, H. W. y R. Rachlin. *Manual de presupuestos*. México: McGraw-Hill, 1984.

Capítulo 7

Antecedentes económicos del estudio técnico

Los aspectos relacionados con la ingeniería del proyecto son probablemente los que tienen mayor incidencia sobre la magnitud de los costos e inversiones que deberán efectuarse si se implementa el proyecto. De ahí la importancia de estudiar con especial énfasis la valorización económica de todas sus variables técnicas.

El objetivo de este capítulo es exponer las bases principales de origen técnico que proveen al preparador del proyecto tanto la información económica como una propuesta de recopilación y sistematización de la información relevante de las inversiones y los costos que puedan extraerse del estudio técnico.

Las diferencias de cada proyecto en su ingeniería hacen muy complejo generalizar un procedimiento de análisis que sea útil a todos ellos. Sin embargo, obviando el problema de evaluación técnica a que se hacía referencia en el capítulo 2, es posible desarrollar un sistema de ordenación, clasificación y presentación de la información económica derivada del estudio técnico. Los antecedentes técnicos de respaldo a esta información de precios y costos deben incluirse necesariamente en el texto del proyecto.

7.1 Alcances del estudio de ingeniería

El estudio de ingeniería del proyecto debe llegar a determinar la función de producción óptima para la utilización eficiente y eficaz de los recursos disponibles para la producción del bien o servicio deseado. Para ello deberán analizarse las distintas alternativas y condiciones en que se pueden combinar los factores pro-

ductivos, identificando, a través de la cuantificación y proyección en el tiempo de los montos de inversiones de capital, los costos y los ingresos de operación asociados con cada una de las alternativas de producción.

De la selección del proceso productivo óptimo se derivarán las necesidades de equipos y maquinaria; de la determinación de su disposición en planta (*layout*) y del estudio de los requerimientos del personal que los operen, así como de su movilidad, podrían definirse las necesidades de espacio y obras físicas.

El cálculo de los costos de operación de mano de obra, insumos diversos, reparaciones, mantenimiento y otros se obtendrá directamente del estudio del proceso productivo seleccionado.

Como se señalaba en el capítulo 2, el estudio técnico no se realiza de manera aislada del resto. El estudio de mercado definirá ciertas variables relativas a las características del producto, la demanda proyectada a través del tiempo, la estacionalidad en las ventas, el abastecimiento de materias primas y los sistemas de comercialización adecuados, entre otros aspectos, información que deberá tomarse en consideración al seleccionar el proceso productivo. El estudio legal señalará ciertas restricciones a la localización del proyecto, las cuales podrían, de alguna manera, condicionar el tipo de proceso productivo. Por ejemplo, la calidad de las aguas subterráneas es prioritaria en la fabricación de bebidas gaseosas; si ésta no cumple con todas las exigencias requeridas en las localizaciones optativas permitidas, el proyecto deberá incorporar los equipos necesarios para su purificación, aun cuando en otras zonas donde la localización esté prohibida pudiera evitarse esta inversión, si tiene el agua de la calidad requerida. El estudio financiero, por otra parte, podrá ser determinante en la selección del proceso, si en él se definiera la imposibilidad de obtener los recursos económicos suficientes para la adquisición de la tecnología más adecuada. En este caso, el estudio tenderá a calcular la rentabilidad del proyecto haciendo uso de la tecnología que está al alcance de los recursos disponibles.

De la misma manera como otros estudios afectan las decisiones del estudio técnico, éste condiciona los otros estudios, principalmente el financiero y organizacional.

7.2 Proceso de producción

El proceso de producción se define como la forma en que una serie de insumos se transforman en productos mediante la participación de una determinada tecnología (combinación de mano de obra, maquinaria, métodos y procedimientos de operación, etcétera).

Los distintos tipos de procesos productivos pueden clasificarse en función de su flujo productivo o del tipo de producto, teniendo en cada caso efectos distintos sobre el flujo de caja del proyecto.

Según el flujo, el proceso puede ser en serie, por pedido o por proyecto. El proceso de producción es en serie cuando ciertos productos, cuyo diseño básico es relativamente estable en el tiempo, y que están destinados a un gran mercado, permiten su producción para existencias. Las economías de escala obtenidas por el alto grado de especialización que la producción en serie permite, normalmente van asociadas con bajos costos unitarios. En un proceso por pedido, la producción sigue secuencias diferentes, que hacen necesaria su flexibilización, a través de mano de obra y equipos suficientemente maleables para adaptarse a las características del pedido. Este proceso afectará los flujos económicos por la mayor especialidad del recurso humano y por las mayores existencias que será preciso mantener. Un proceso de producción por proyecto corresponde a un producto complejo de carácter único que, con tareas bien definidas en términos de recursos y plazos, da origen, normalmente, a un estudio de factibilidad completo. Ejemplos claros de esto son los proyectos de construcción y de filmación de películas, entre otros.

Según el tipo de producto, el proceso se clasificará en función de los bienes o servicios que se van a producir; por ejemplo, procesos extractivos, de transformación química, de montaje, de salud, transporte, etcétera.

Muchas veces un mismo producto puede obtenerse utilizando más de un proceso productivo. Si así fuera, deberá analizarse cada una de estas alternativas y determinarse la intensidad con que se utilizan los factores productivos. Esto definirá en gran medida el grado de automatización del proceso y, por ende, su estructura de costos. Aquellas formas de producción intensivas en capital requerirán mayor inversión, pero menores costos de operación por concepto de mano de obra; además, tendrán otras repercusiones, positivas o negativas, sobre otros costos y sobre los ingresos. La alternativa tecnológica que se seleccione afectará directamente la rentabilidad del proyecto. Por ello, en vez de seleccionar la tecnología más avanzada, deberá elegirse aquella que optimice los resultados.

7.3 Efectos económicos de la ingeniería

El proceso productivo y la tecnología que se seleccionen influirán directamente sobre la cuantía de las inversiones, los costos y los ingresos del proyecto.

La cantidad y calidad de maquinarias, equipos, herramientas, mobiliario de planta, vehículos y otras inversiones normalmente dependerán del proceso productivo elegido. En algunos casos la disponibilidad de los equipos se obtiene no por su compra sino por su arrendamiento, con lo cual, en lugar de afectarse el ítem de inversiones, se influirá en el de costos.

Las necesidades de inversión en obra física se determinan principalmente en función de la distribución de los equipos productivos en el espacio físico (*layout*). Sin embargo, también será preciso considerar posibles ampliaciones futuras en la capacidad

de producción que hagan aconsejable disponer desde un principio de la obra física necesaria, aun cuando ésta se mantenga ociosa por algún tiempo. La distribución en planta debe evitar los flujos innecesarios de materiales, productos en proceso o terminados, personal, etcétera.

Los cálculos de requerimientos de obra física para la planta, más los estudios de vías de acceso, circulación, bodegas, estacionamientos, áreas verdes, ampliaciones proyectadas y otros, serán algunos de los factores determinantes en la definición del tamaño y las características del terreno.

La incidencia de la obra física en la estructura del flujo de caja del proyecto se manifiesta al considerar las múltiples alternativas que presenta una variable que parece muy simple, como el edificio de la fábrica. Por ejemplo, se puede: a) comprar un terreno y construir; b) comprar un edificio que cumpla con las condiciones mínimas deseadas y remodelarlo; c) comprar un edificio por su ubicación, demolerlo y construir uno nuevo o d) arrendar un edificio. Cada uno de los tres primeros casos tiene montos de inversión distintos, y el cuarto caso presenta un problema de costo de operación. Debe considerarse si todas las alternativas son reales, puesto que podrán estar asociadas tanto a costos como a beneficios distintos. Así, por ejemplo, la alternativa c), si bien puede ser la más costosa, podría ser la más conveniente si la localización del edificio es preferencial por la cercanía al mercado consumidor o proveedor.

El proceso productivo, por medio de la tecnología usada, tiene incidencia directa sobre el costo de operación. Como se mencionó anteriormente, la relación entre costos de operación e inversión será mayor cuanto menos intensiva en capital sea la tecnología.

En muchos casos, el estudio técnico debe proporcionar información financiera relativa a ingresos de operación; es el caso de los equipos y las maquinarias que se deben reemplazar y que al ser dados de baja permiten su venta. En otros casos, los ingresos se generan por la renta de subproductos, como el desecho derivado de la elaboración de envases de hojalata, que se vende como chatarra, o la cáscara de limón, que se obtiene como residuo de la fabricación de aceites esenciales y que puede venderse para la fabricación de pectinas. Otros ingresos pueden obtenerse dando servicios que permitan usar la capacidad ociosa, como por ejemplo, una fábrica de helados que arriende sus bodegas de frigoríficos para congelar mariscos.

7.4 Economías de escala[1]

Deslandes plantea que para medir la capacidad para competir debe estimarse el costo fabril en los distintos niveles de la capacidad de producción. Para ello, propo-

[1] Este apartado se basa en Deslandes, H. *Las 8 etapas de un estudio de factibilidad*. En: *Administración de empresas*. 6 (61), 1975.

ne definir los componentes más relevantes del costo: consumo de materias primas y materiales, utilización de mano de obra, mantenimiento y gastos fabriles en general (energía, combustible, etcétera). El costo fabril definido debe compararse con la capacidad de producción y el monto de la inversión. A esta relación se le denomina "masa crítica técnica", la cual, al calcularse, deja muchas veces fuera de análisis el efecto de la dimensión de la empresa sobre los gastos administrativos o la consideración de no trabajar a plena capacidad.

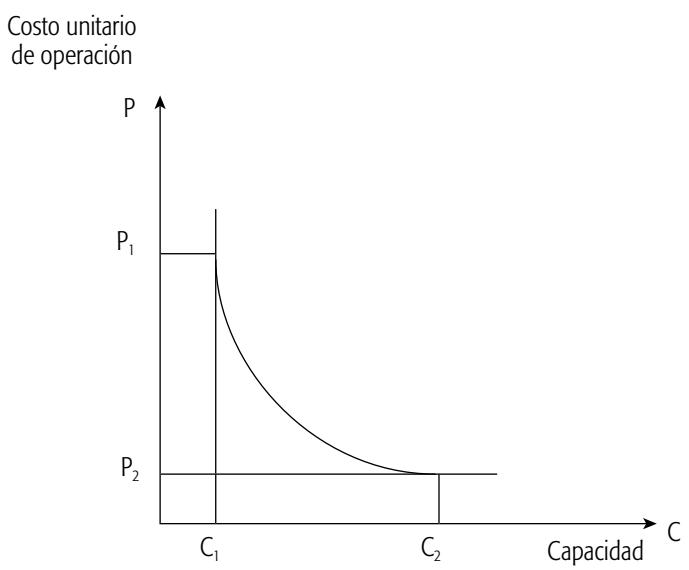
Al relacionar el costo unitario de operación *(P)* con la capacidad de la planta *(C)*, dado un número de unidades de producto por unidad de tiempo, resulta una expresión de la siguiente forma:

7.1

$$\frac{P_2}{P_1} = \left[\frac{C_2}{C_1}\right]^{-a}$$

donde *(a)* es el factor de volumen. El gráfico 7.1 expone visualmente esta relación. En términos generales, el gráfico indica que un incremento en la capacidad de la planta reduce el costo unitario de operación.

Gráfico 7.1 Costo unitario de operación frente a la capacidad



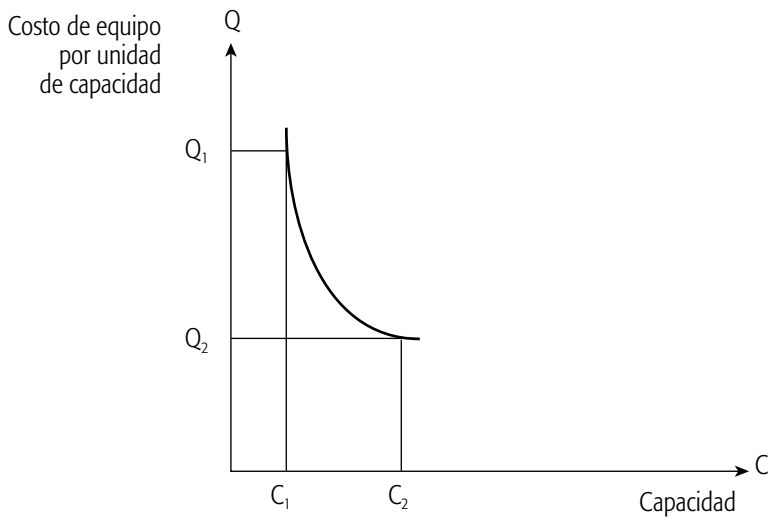
Al relacionar el costo en equipos por unidad de capacidad *(Q)* con una función de capacidad creciente, se obtiene un resultado como el que se ilustra en el gráfico 7.2, que tiene la siguiente expresión:

7.2

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \left[\frac{C_2}{C_1}\right]^{-b}$$

donde *(b)* es el factor de volumen.

Gráfico 7.2 Costo distribuido de los equipos por unidad de capacidad



Al relacionar la capacidad *(C)* con la inversión total *(I)*, resulta una expresión similar a la anterior, pero con coeficiente positivo:

7.3

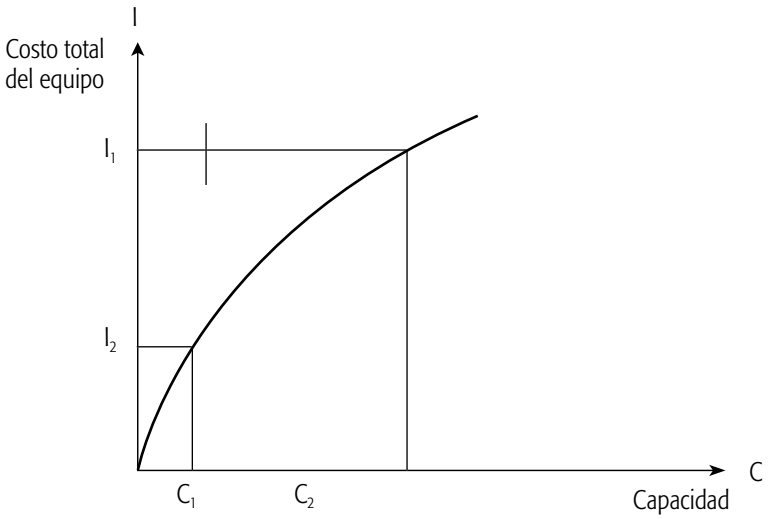
$$\frac{I_2}{I_1} = \left[\frac{C_2}{C_1}\right]^{f}$$

7.4

$$I_2 = \left[\frac{C_2}{C_1}\right]^{f} * I_1$$

donde *(f)* es el factor de volumen. Cuando *(f)* se aproxima a 1, son despreciables las economías que pueden obtenerse por el crecimiento de la capacidad. Visualmente se aprecia su comportamiento contrario en el gráfico 7.3, lo cual es obvio al considerar que cualquier aumento de capacidad va asociado con un incremento en las inversiones en los equipos que así lo permitan.

Gráfico 7.3 Costo de adquisición asociado con su capacidad



El factor de volumen *(f)* está definido para cada tipo de industria como resultado de múltiples observaciones de proyectos en ejecución. Por ejemplo, el coeficiente de las industrias petroquímicas y aceiteras es de 0,50 en las fábricas de amoníaco; en las de cemento, de 0,60; en las de motores eléctricos, de 0,70 y en las hilanderías, de 1.

El coeficiente 0,50 indica que si se deseara duplicar la capacidad de una planta, la inversión deberá incrementarse sólo en 41,4%. Esto resulta de aplicar la ecuación 7.4, que se obtiene de despejar I_2 en la ecuación 7.3.

$$\frac{I_2}{I_1} = \left[\frac{2}{1}\right]^{0,5}$$

de donde $I_2 = 1,4142$.

El problema de capacidad se trata con mayor profundidad en el capítulo 8.

7.5 El modelo de Lange para determinar la capacidad productiva óptima[2]

Lange define un modelo particular para fijar la capacidad productiva óptima de una nueva planta, basándose en la hipótesis real de que existe una relación funcional entre el monto de la inversión (I_o) y la capacidad productiva del proyecto, lo cual permite considerar (I_o) como medida de la capacidad productiva.

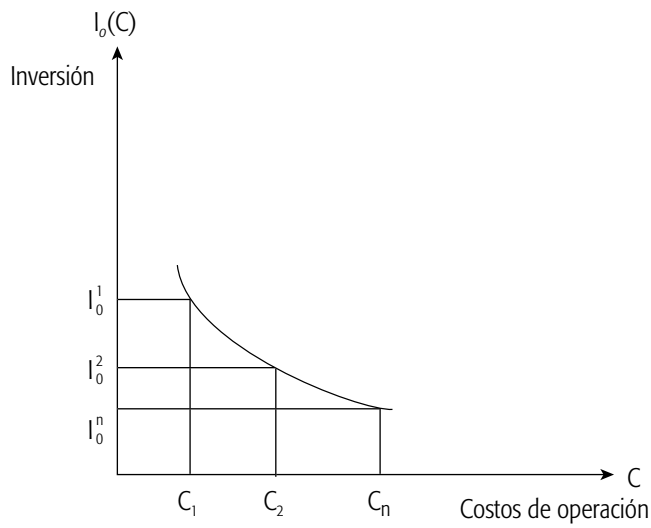
---

[2] Para la redacción de esta sección se tomó como referencia a Lange, Oskar. *Teoría general de la programación*. Barcelona: Ariel, 1968, pp. 244-249.

Al relacionar la inversión inicial (I_o) con los costos de operación *(C),* resulta una función (I_o) *(C)* cuya derivada $I'_o(C)$ es negativa. Es decir, que a un alto costo de operación está asociada una inversión inicial baja, o viceversa, es decir, que a bajos costos de operación corresponde una alta inversión inicial; esto, porque el mayor uso de un factor permite una menor inversión en otro factor.

Aun cuando el número de asociaciones de I_o y C es limitado, el modelo efectúa una interpolación para lograr una función (I_o) *(C)* continua, de la forma que muestra el gráfico 7.4.

Gráfico 7.4 Relación costo-inversión de Langue



De acuerdo con el modelo, el problema se reduce a una elección de un C_i, tal que el costo total *(D)* sea lo más bajo posible. Para ello, se define:

7.5

$$D = I_o(C) + nC = mín.$$

Por tanto, D será mínimo cuando:

7.6

$$D'_o = I'_o(C) + n = 0$$

Luego:

7.7

$$I'_o(C) = -n$$

lo que puede expresarse también como

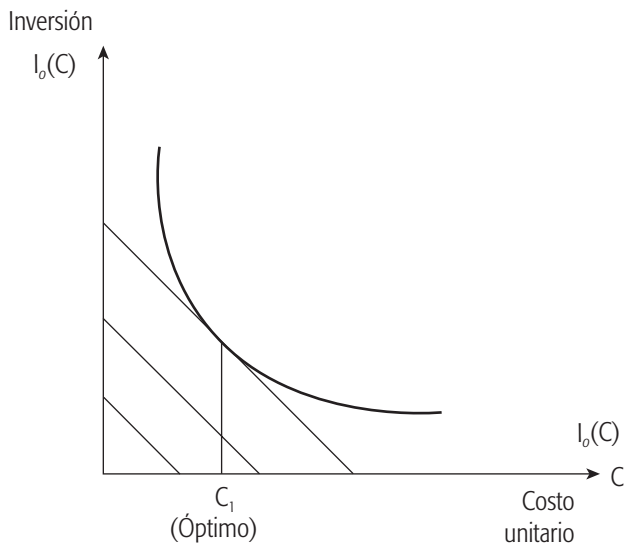
7.8 $$dI_o = -ndC$$

Para cualquier otra alternativa de inversión donde el costo anual de operación sea menor en *dC*, el costo de operación en el periodo *n* se incrementa en *ndC*. En el punto óptimo, el costo adicional de inversión, dI_o, se iguala con el ahorro en los costos de operación en el periodo *n*.

Gráficamente la solución es sencilla: *D* será mínimo para un C_i de la abscisa en el punto de la recta de pendiente *–n* es tangente a la curva $I_o(C)$.

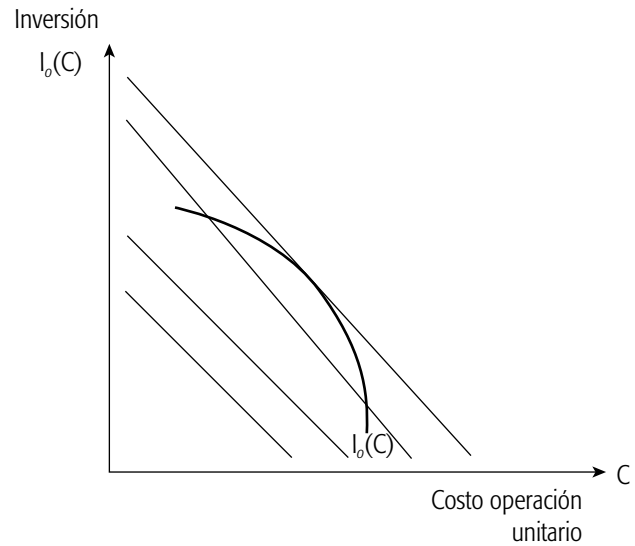
Queda por analizar si la solución de la ecuación 7.7 determina un valor para *Ci* que hace a *D* mínimo o máximo. Considerando que $D'' = I''_o(C)$, *D* alcanza un mínimo si $I''_o(C) > 0$. De acuerdo con esto, cuando el costo de operación aumenta, la inversión inicial disminuye, aunque cada vez más lentamente. Sin embargo, más allá del C_i óptimo, los nuevos incrementos en los costos de operación hacen que el descenso de la inversión sea menor que el incremento en aquél. La curva que representa esta situación es decreciente y cóncava hacia arriba, tal como se muestra en el gráfico 7.5.

Gráfico 7.5 Punto de mínimo costo de la función de costo total



Si $I''_o(C) < 0$, la solución de la ecuación 7.7 determinaría un valor para C_i, que haría el costo total *D* máximo. La función $I_o(C)$ sería cóncava hacia abajo, como lo muestra el gráfico 7.6.

Gráfico 7.6 Punto de máximo costo de la función de costo total



En este caso, el costo de operación aumenta en *dC* y la inversión inicial disminuye en $dI_o(C)$, de manera que el costo total disminuye al ser $dI_o(C) > ndc$.

Lange mejora el modelo incorporado el valor tiempo del dinero en los costos. Para ello, corrige la ecuación 7.5, descontando los costos de operación que supone se desembolsan en *n* periodos y a comienzos de cada año. La expresión así corregida queda de la siguiente forma:

7.9

$$D = I_o(C) + \sum_{t=0}^{n-1} \frac{C}{(I+i)_t} = mín.$$

En estas condiciones, el costo total alcanzará el mínimo cuando el incremento de la inversión inicial sea igual a la suma descontada de los costos de operación que esa mayor inversión permite ahorrar.

Los factores predominantes en la selección de la mejor alternativa técnica son obviamente de carácter económico. Sin embargo, complementariamente puede ser necesario considerar algunos elementos de orden cualitativo que en algún momento adquieran tanta relevancia como los factores de orden económico.

Los factores no económicos que más comúnmente se tienen en cuenta son la disponibilidad de insumos y la oportunidad de su abastecimiento, ya sea de tipo material, humano o financiero. La flexibilidad de adaptación de la tecnología a distintas

condiciones de procesamiento de materias primas y la capacidad para expandir o contraer los niveles de producción frente a estacionalidades en el proceso o frente a la inestabilidad del flujo de abastecimiento de materias primas también pueden adquirir importancia en un momento dado. Como éstos, muchos otros factores cualitativos pueden llegar a ser preponderantes en la selección de la alternativa tecnológica.

7.6 Inversiones en equipamiento

Por inversión en equipamiento se entenderán todas las inversiones que permitan la operación normal de la planta de la empresa creada por el proyecto, por ejemplo, maquinaria, herramientas, vehículos, mobiliario y equipos en general. Al igual que en la inversión en obra física, aquí interesa la información de carácter económico que necesariamente deberá respaldarse de manera técnica en el texto mismo del informe del estudio que se elabore, en los anexos que se requieran.

La sistematización de la información se hará mediante balances de equipos particulares. Así, por ejemplo, en función de la complejidad, diversidad y cantidad de equipos, podrán elaborarse balances individuales de maquinaria, vehículos, herramientas, etcétera.

La importancia de estos balances radica en que de cada uno se extraerá la información pertinente para la elaboración del flujo de efectivo del proyecto sobre inversiones, reinversiones durante la operación e, incluso, ingresos por venta de equipos de reemplazo. En el cuadro 7.1 aparece un formulario de balance de máquinas, equipos y tecnología que puede utilizarse indistintamente para cada uno de los grupos de equipos identificados.

Cuadro 7.1 Balance de maquinarias, equipos y tecnología

Máquinas	Cantidad	Costo unitario ($)	Costo total ($)	Vida útil (años)	Valor de desecho[a] ($)	Valor de desecho[b] ($)
Tornos	10	500	5.000	6	500	600
Soldadoras	5	800	4.000	5	800	800
Prensas	3	2.000	6.000	10	100	100
Pulidoras	1	3.500	3.500	11	300	420
Sierras	8	400	3.200	3	250	380
Inversión inicial en máquinas			$21.700			

[a] Corresponde al valor de desecho al término de su vida útil.
[b] Corresponde al valor de desecho al término del periodo de evaluación del proyecto.

Normalmente este balance va acompañado de las cotizaciones de respaldo a la información, de las especificaciones técnicas y otros antecedentes que no hacen necesaria una caracterización de cada maquinaria en el balance.

La primera columna incluirá un listado de todos los tipos distintos de maquinarias. Por ejemplo, si existieran dos o más tipos de tornos, será preciso identificarlos y listarlos por separado. De los estudios de la tecnología que se usará se obtiene la información sobre la cantidad requerida de cada equipo. Su costo unitario puesto en planta e instalado generalmente se determina por la información de las respectivas cotizaciones. Este precio debe incluirse en términos netos; vale decir que en el caso de que se incorpore en la cotización el impuesto al valor agregado (IVA), éste deberá excluirse del análisis económico, con las excepciones señaladas en el capítulo anterior.

Las dos primeras columnas deben estar respaldadas en un anexo técnico en el cual se justifique que con esa configuración de máquinas, en tipo y cantidad, puede producirse en cantidad y calidad el bien o servicio que elaboraría el proyecto.

Así mismo, la información de la tercera columna debe estar respaldada en un anexo que contenga las cotizaciones correspondientes, o las bases de cálculo de un precio, cuando no se dispone de dicha cotización.

La vida útil merece una mención especial, puesto que normalmente se tiene como tal la máxima utilización de la maquinaria, en circunstancias en que debería considerarse el periodo óptimo de reemplazo. Por ejemplo, en un balance de vehículos, muchas veces podría encontrarse un camión repartidor con tres años de vida útil, aun cuando su vida de operación será mucho mayor. Esto se debe a que, por efectos de imagen corporativa, será necesario el reemplazo de los camiones repartidores, para dar permanentemente una imagen de renovación y modernismo.

Nótese que, en el caso de los camiones repartidores de vino, por la misma razón de imagen, muchas veces se toma la decisión contraria, es decir, dar la imagen de tradición y antigüedad en el vino, lo que se logra, entre otros factores, por la no renovación de esos vehículos. También es necesario mencionar que la vida útil contable no siempre tiene incidencia en el dato que se incorpora en esta columna, puesto que lo que realmente importa es el tiempo que se estima que el equipo o maquinaria será efectivamente útil, de acuerdo con el funcionamiento requerido para el proyecto o por su posición estratégica en el proceso productivo, lo que podría aconsejar un reemplazo en un periodo menor, con el fin de asegurar que no provocará dificultades en ese proceso. En el estudio de perfil o en una prefactibilidad simple es frecuente usar el periodo de depreciación como equivalente al de la vida útil de algunos activos.

La última columna incluye el valor de las maquinarias al término de la vida útil real definida. En algunos casos puede ser negativo, lo que indica que para deshacerse de la unidad respectiva es preciso pagar. Nótese que el concepto que se utiliza en estas columnas es el denominado valor de desecho, que representa el monto de unidades monetarias que efectivamente se piensa recibir al reemplazar el equipo al final de su vida útil o de su venta al horizonte del proyecto. Este valor de desecho incorpora el efecto tributario que genera su venta al compararlo con el valor en libro que tendría el bien en ese momento.

Sobre el particular, resulta importante definir algunos conceptos vinculados con el término valor de uso común, con el fin de no confundirse acerca del significado real de cada uno de ellos.

El primer concepto de valor es el que representa el monto de unidades monetarias sin IVA que se destina a la compra del bien. Este valor puede adoptar los nombres de valor de compra, de factura o de adquisición.

Un segundo concepto de valor lo constituye el valor contable, el que también se puede utilizar con los nombres de valor libro o valor fiscal. Para determinar cuantitativamente este valor, se descuenta la depreciación del valor de compra, adquisición o factura. El valor contable, por tanto, irá disminuyendo cada año de acuerdo con el monto de depreciación que permite efectuar la autoridad tributaria, hasta que el bien se encuentre totalmente depreciado.

Un tercer concepto de valor lo constituye el que el mercado estaría dispuesto a pagar por la maquinaria, equipo o tecnología al momento de decidirse su venta. Este concepto de valor puede adoptar los nombres de valor de venta, valor de mercado, de enajenación, de liquidación, comercial o de salvamento, entre otros.

Un cuarto concepto de valores es el denominado de desecho. Este valor corresponde al valor remanente de la inversión, el que puede medirse de acuerdo con tres procedimientos que se muestran en el capítulo 13.

Otro concepto de valor es el que se denomina valor residual, que se define como aquel monto de unidades monetarias no susceptible de ser depreciado. En el hecho pueden existir algunos bienes para los cuales la autoridad tributaria establezca que un determinado monto de su valor no podrá ser depreciado, aunque para evaluar un proyecto lo convencional es suponer que éste es cero.

Más adelante se hará referencia a otros dos conceptos de valor: el valor de activación y el valor económico.

Durante la operación del proyecto puede ser necesaria la inversión en equipos, ya sea por su reemplazo o por ampliación de capacidad. El cuadro 7.1, además de permitir calcular la inversión inicial en equipos, permite elaborar un calendario de reinversiones durante la operación y un calendario de ingresos por venta de equipos y reemplazo.

En el primer caso, tomando como referencia la vida útil de cada equipo, se pueden programar las inversiones de reemplazo de aquellos cuya vida útil termine antes de finalizar el periodo de evaluación del proyecto. Usando el mismo ejemplo del cuadro 7.1, puede elaborarse el calendario de reinversiones durante la operación que se indica en el cuadro 7.2 y que supone que la compra se realiza al término de la vida útil de la maquinaria por reemplazar.

La denominación "momento de reemplazo" y no "año de reemplazo" se debe a la necesidad de determinar los flujos en función de un instante en el tiempo, el que de todas maneras está definido para una unidad de tiempo específica (mes, semestre, año).

Cuadro 7.2 Calendario de reinversiones en maquinarias

Equipos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tornos						5.000				
Soldadoras					4.000					4.000
Prensas										6.000
Pulidoras										
Sierras			3.200			3.200			3.200	
Calendario			3.200		4.000	8.200			3.200	10.000

Un "momento" representará el instante en que termina un año y se inicia el siguiente. Así, por ejemplo, el momento 3 indica el término del tercer año y el inicio del cuarto año. Por esta razón, se supone que las sierras, que son reemplazadas en el momento 3, se comprarán o pagarán en un mes cercano al término del año tres o al inicio del año cuatro. Sin embargo, en un proyecto donde puede determinarse que el desembolso de la nueva máquina se hace ya sea con una anticipación o un atraso tal respecto del momento 3, debería incluirse en el momento 2 o en el momento 4, según corresponda. En muchos casos, la adquisición y el pago[3] de una maquinaria deben hacerse con relativa anticipación al inicio de su operación. En otros casos, es posible adquirir la maquinaria mediante un crédito directo que permita la postergación del pago a un periodo posterior al de su compra. Ambas situaciones deben tenerse presentes para la elaboración del calendario de reinversiones.

Si el proyecto se evalúa, como en el ejemplo, a un número de años cuyo término coincide con el momento de reemplazo de la maquinaria, puede optarse ya sea por incluir en ese periodo la reinversión, u omitirla. Sin embargo, cualquiera sea la opción elegida, ésta deberá ser consecuente con el valor que se asignará al proyecto.[4]

El balance de maquinarias, equipos y tecnología también permite elaborar un cuadro de ingresos por venta de equipos de reemplazo. Al final de la vida útil real de cada equipo, lo más probable es que se destinen a la venta. Siguiendo el mismo raciocinio que en el caso de las reinversiones, se supone que la venta de los equipos se hará lo más cercana posible al momento del reemplazo. Si el proyecto se evalúa en

[3] Nótese que el factor de referencia es el momento del desembolso y no el de la recepción de los equipos.

[4] En el capítulo 13 se analiza este punto.

periodos anuales, basta con estimar que la recepción de los ingresos por la venta se hará antes de seis meses para incluirlos en el momento de reemplazo. Por ejemplo, si la sierra puede reemplazarse en el término del tercer año (momento 3) y se estima su venta antes de seis meses, el ingreso se asignará al momento 3. No obstante, si el plazo estimado supera los seis meses, ocho por ejemplo, estará más cerca del momento 4; en consecuencia, se asignará a ese momento. Las alternativas de valoración de estos equipos pueden ser a valor de mercado, valor libros u otra manera. En parte, este punto se analizará en el capítulo 13.

En el cuadro 7.3 se muestra la manera que adquiere el programa de ingresos por venta de equipos de reemplazo que, como se había señalado, puede aplicarse a maquinarias, vehículos, mobiliario de planta, herramientas y otros. La unidad monetaria que se utilice debe ser consecuente con la tasa de capitalización que se emplee en el cálculo de un valor global de inversión.

Cuadro 7.3 Calendario de ingresos por venta de maquinaria de reemplazo

Equipos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tornos						500				
Soldadoras					800					800
Prensas										100
Pulidoras										
Sierras			250			250			250	
Calendario			250		800	750			250	900

Como puede apreciarse, basta que el estudio técnico proporcione el balance de equipos correspondiente para que el mismo responsable de este estudio o el del estudio financiero elabore los cuadros de cálculo de reinversiones o ingresos por venta de equipos respectivos. Toda la información de respaldo técnico se debe incluir en el texto de la presentación del proyecto.

7.7 Valorización de las inversiones en obras físicas

Aunque este capítulo trata principalmente de las variables económicas de los aspectos técnicos, las inversiones son comunes a las variables de producción, administración y ventas. En relación con la obra física, las inversiones incluyen desde la construcción o remodelación de edificios, oficinas o salas de venta, hasta la construcción de caminos, cercos o estacionamientos.

Para cuantificar estas inversiones es posible utilizar estimaciones aproximadas de costo (por ejemplo, el costo del metro cuadrado de construcción) si el estudio es de prefactibilidad. Sin embargo, en el estudio de factibilidad, la información debe perfeccionarse

mediante estudios complementarios de ingeniería que permitan una apreciación exacta de las necesidades de recursos financieros en las inversiones del proyecto.

Por ejemplo, cuando se estudió el proyecto de creación de un puerto seco en Santiago,[5] el estudio de factibilidad debió considerar incluso las dimensiones de cada una de las vías de acceso y estacionamiento, puesto que su espesor y, por tanto, sus costos, variaban dependiendo de si era zona de estacionamiento o acceso, e incluso si estaba reservada a camiones pesados o livianos, vehículos particulares o peatones.

La ordenación de la información relativa a inversiones en obras físicas se hace en un cuadro que se denomina "balance de obras físicas" y que contiene la información que muestra el cuadro 7.4. La columna de valor residual indicará el valor que tendría cada uno de los ítems considerados en el balance, no al término de la vida útil de cada ítem, sino al término del periodo de evaluación.[6]

El balance de las obras físicas debe contener todos los ítems que determinan una inversión en el proyecto. No es necesario un detalle máximo, puesto que se busca, especialmente, agrupar en función de ítems de costo. Así, por ejemplo, en la primera columna deberá ir cada una de las construcciones requeridas (plantas, bodegas, etcétera), los terrenos, las vías de acceso, las instalaciones (sanitarias, redes de agua potable, eléctricas, etcétera), los cierres, y otras que dependerán de cada proyecto en particular. Es necesario identificar cada una de las unidades de medida para calcular el costo total del ítem. Por ejemplo, metros cuadrados, metros lineales, unidades, etcétera.

Cuadro 7.4 Balance de obras físicas

Ítem	Unidad de medida	Cantidad (dimensiones)	Costo unitario ($)	Costo total ($)
Planta A	m^2	2.000	500	1.000.000
Planta B	m^2	1.200	500	600.000
Cercos	ml	1.500	80	120.000
Oficinas	m^2	200	650	130.000
Caseta vigilancia	Unidad	1	14.000	14.000
Inversión total en obras físicas				1.864.000

La columna de costo total se obtiene de multiplicar la columna cantidad, que indica por ejemplo el número de metros cuadrados de construcción en bodegas, por la columna costo unitario, que indica el valor unitario de la unidad de medida identificada. A este respecto, cabe destacar la necesidad de definir correctamente la unidad de medida que mejor represente la cuantificación del costo total de las obras.

---

5 Minmetal Consultores. *Estudio de factibilidad Puerto Seco*. Santiago, 1978.

6 Este punto se analiza en más detalle en la Parte V.

Así, en muchos casos el diseño arquitectónico obligará a medir el costo de función en metros lineales y no en metros cuadrados.

Dos obras físicas pueden tener igual cantidad de metros cuadrados pero distinta cantidad de metros lineales construidos y, por tanto, costos diferentes.

Si el proyecto contempla el arrendamiento de alguna obra física, por ejemplo una bodega de refrigeración, se omite en este balance y se incluye en los costos de operación del proyecto, ya que no constituye una inversión y sí un desembolso durante la operación.

La suma de los montos de la columna costo total dará el valor total de la inversión en obras físicas. Como se verá más adelante, lo más probable es que esta inversión se haga desfasada en el tiempo, por lo cual deberá considerarse un costo adicional por concepto de gastos financieros durante la construcción; para esto se requiere elaborar un calendario de inversiones que presente un programa de desembolsos en el tiempo.[7]

No todas las inversiones en obras físicas se realizan antes de la puesta en marcha del proyecto. En muchos casos, será necesario hacer inversiones durante la operación, sean ellas por ampliaciones programadas en la capacidad de operación de la planta o por inversiones de reemplazo de las obras existentes. En otros casos, la proyección de la demanda puede hacer aconsejable no efectuar toda la inversión simultáneamente de manera previa al inicio de la operación, sino a medida que una programación desfasada así lo determine. En otros casos, podrá ser recomendable realizar una obra transitoria para reemplazarla por algo definitivo en un periodo futuro.

Lo anterior hace necesario elaborar tantos "balances de obra física" como variaciones en su número o características se identifiquen.

Normalmente, al estudiar las inversiones en obra física pueden determinarse las necesidades de mantenimiento de las mismas en el tiempo. El programa de mantenimiento puede implicar en muchos casos un ítem de costo importante, lo cual hace necesario su inclusión como flujo en los costos de operación del proyecto.

7.8 Balance de personal

El costo de mano de obra constituye uno de los principales ítems de los costos de operación de un proyecto. La importancia relativa que tenga dentro de éstos dependerá, entre otros aspectos, del grado de automatización del proceso productivo, de la especialización del personal requerido, de la situación del mercado laboral, de las leyes laborales, del número de turnos requeridos, etcétera.

El estudio del proyecto requiere la identificación y cuantificación del personal que se necesitará en la operación para determinar el costo de remuneraciones por

[7] Este punto será tratado en detalle en el capítulo 14.

periodo. En este sentido, es importante considerar, además de la mano de obra directa (la que trabaja directamente en la transformación del producto), la mano de obra indirecta, que presta servicios en tareas complementarias, como el mantenimiento de equipos, la supervisión, el aseo, etcétera.

El cálculo de la remuneración deberá basarse en los precios del mercado laboral vigente y en consideraciones sobre variaciones futuras en los costos de la mano de obra. Para su cálculo deberá considerarse el egreso para la empresa que se creará con el proyecto, que incluye, además del sueldo o salario, las leyes sociales, los bonos de colación o de alimentación y movilización, gratificaciones, bonos de producción, etcétera.

La elaboración de un balance de personal permite sistematizar la información referida a la mano de obra y calcular el monto de la remuneración del periodo. En el cuadro 7.5 se muestra una manera de ordenamiento de la información pertinente al personal que se desprende del estudio técnico.

Cuadro 7.5 Balance de personal

Volumen de producción: XX Unidades			
Cargo	Número de puestos	Remuneración anual	
		Unitario ($)	Total ($)
Supervisores	2	6.000	12.000
Mecánico 1°	12	4.000	48.000
Mecánico 2°	20	2.500	50.000
Electricista	10	2.000	20.000
Ayudante 1°	25	1.600	40.000
Ayudante 2°	20	1.500	30.000
Jornalero	30	1.400	42.000
Bodeguero	2	1.200	2.400
Vigilante	4	1.200	4.800

La primera columna del balance de personal especifica cada uno de los cargos de la planta. Muchas veces es necesario hacer más de un balance, según la magnitud y diversidad de tareas y procesos de producción. En otros casos, es posible prever cambios en los volúmenes de producción que podrían demandar cantidades distintas de personal. Por ello es importante precisar a qué volumen de producción se hace el balance o si se trabaja con el supuesto del tamaño técnico del proyecto para el cual se requiere una nómina específica.

El número de puestos cuantifica en cada cargo el número de personas y el grado de calificación que se requiere. En las columnas Remuneraciones, Unitario y Total se indica el costo de la mano de obra para la empresa. Es importante destacar que la

remuneración debe expresarse en función del periodo que se considera en la evaluación (mes, año). Así, al sumar la última columna, se obtendrá el monto del costo de la mano de obra por periodo.

Otros desembolsos asociados con la mano de obra deberán integrarse adicionalmente al balance, como las comisiones por venta, los premios por productividad, las asignaciones especiales por Navidad, fiestas patrias, etcétera.

Como se mencionó, en aquellos casos en los cuales el proyecto estima variaciones en los niveles de producción, debido a la existencia de estacionalidades en las ventas o por proyecciones de crecimiento en la demanda, se deberán construir tantos balances de personal como situaciones de éstas se definan para garantizar la inclusión de todos sus efectos sobre los flujos de fondos definitivos del proyecto.

7.9 Otros costos

Cada proyecto tendrá entre sus ítems de costos de fábrica algunos más relevantes que el resto. Según su importancia, será necesario desarrollar tantos balances como ítems lo hagan necesario.

El cálculo de los materiales se realiza a partir de un programa de producción que define, en primer término, el tipo, la calidad y la cantidad de materiales requeridos para operar en los niveles de producción esperados. Posteriormente, compatibilizándolo con los niveles de inventarios y políticas de compras, se costeará su valor.

La consideración de los niveles de existencia es importante, ya que permitirá determinar lotes de compras que sean compatibles con el costo de almacenamiento y la conservación de esas existencias con los descuentos que pueden conseguirse en la compra por volumen de los materiales requeridos.

Es importante considerar que los materiales que deben estudiarse no sólo son aquellos directos (elementos de conversión en el proceso), sino también los indirectos o complementarios del proceso, que van desde útiles de aseo hasta lubricantes de mantenimiento o envases para el producto terminado.

Al estimar los costos de materiales es posible determinar su costo para distintos volúmenes de producción y así obtener el costo total de materiales por periodo, al igual que para la mano de obra. También aquí el periodo en que se cuantifique el costo de los materiales debe determinarse por la unidad de tiempo usada en la evaluación del proyecto. Un balance de materiales se tipifica en el cuadro 7.6.

Las mismas consideraciones planteadas para el balance de personal deberán reiterarse en un balance de materiales, con la única diferencia de que la diversidad de materiales hace necesario explicar la unidad de medida que permita su cuantificación, por ejemplo litros, kilogramos, barras, metros lineales, etcétera. En otros términos, deberían aplicarse los coeficientes de consumo por unidad de producto para luego aplicar los costos correspondientes.

Cuadro 7.6 Balance de materiales

Volumen de producción: XX Unidades				
Material	Unidad de medida	Cantidad	Costo anual	
			Unitario ($)	Total ($)
Harina	Quintal métrico	3.000	10.000	30.000.000
Azúcar	Toneladas	225	110.000	24.750.000
Grasas (hidrogenadas)	Kilos	3.000	300	900.000
Leche	Litros	150.000	100	15.000.000
Agentes leudantes	Kilos	300	400	120.000
Sal	Kilos	2.000	50	100.000
Aromas naturales	Litros	150	500	75.000
Envases	Unidades	2.750.000	5	13.750.000

Existen, sin embargo, muchos costos que por su índole no pueden agruparse en torno a una variable común. En este caso, se recurrirá a un balance de insumos generales que incluirá todos aquellos insumos que quedan fuera de clasificación, por ejemplo, agua potable, energía eléctrica, combustible, seguros, arriendos, etcétera. El balance de insumos generales es igual al balance de materiales, con la única diferencia de que éste agrupará insumos de carácter heterogéneo. El cuadro 7.7 muestra la manera como debe adoptarse este balance.

Cuadro 7.7 Balance de insumos generales

Volumen de producción: XX Unidades				
Insumos	Unidad de medida	Cantidad	Costo anual	
			Unitario ($)	Total ($)
Agua potable	m^3	480.000	15	7.200.000
Energía	Kw	5.000.000	14	70.000.000
Petróleo	Litros	120.000	50	6.000.000
Soldadura	Metros	14.000	200	2.800.000
Pintura	Galones	200	1.600	320.000

Todas las consideraciones hechas para el balance de materiales son válidas para el balance de insumos generales. En muchos casos, algunos insumos generales, materiales y principalmente equipos son importados. En este caso, será importante especificar los costos FOB y CIF, así como todas las variables que permitan caracterizar los efectos sobre el proyecto. Por ejemplo, país de origen, tipo de costo del flete, tipo de cambio vigente, condiciones de compra, mermas y pérdidas estimadas, etcétera. De

igual manera, deberán incluirse todos aquellos juicios que permitan visualizar posibles cambios en las condiciones entre el periodo de evaluación y la implementación del proyecto.

Un ítem de resguardo que por lo general se incluye en los proyectos es el de imprevistos. Éste puede considerarse como un ítem global sobre la inversión o los costos del proyecto o como distintos ítems asociados con cada variable o elemento de costo. Así, por ejemplo, se calcula un margen de imprevistos en la construcción de la obra física, otro en el equipamiento de maquinarias, otro en el de herramientas, en los costos de operación en materiales, mano de obra o insumos generales. Como se verá en el capítulo 18, a través de la sensibilización del proyecto es posible descartar el ítem de imprevistos en los flujos originales del proyecto para disponer de un flujo lo más real posible que queda sujeto a ajuste como resultado de la sensibilización.

7.10 Elección entre alternativas tecnológicas

Partiendo del supuesto de que los ingresos son iguales para todas las alternativas tecnológicas, Guadagni[8] propone elegir la alternativa que tenga el menor valor actualizado de sus costos. Según este autor, una alternativa puede tener altos costos de capital y bajos costos operativos, en circunstancias en las que otra tecnología tiene menores inversiones pero mayores costos de operación. Por esto, el valor actualizado de ambos calendarios de desembolsos se modificará con variaciones en la tasa de descuento utilizada.[9] A medida que se aumenta esta tasa, sus valores actuales se reducirán, pero a distinto ritmo, puesto que al bajar tasas de descuento la alternativa con mayores inversiones tendrá un menor valor actual. Sin embargo, para tasas de descuento mayores, la situación se invierte, siendo la alternativa con mayores costos de operación la que tendrá el menor valor actualizado de sus costos.

Lo que evidentemente ocurrirá en el análisis de diferentes alternativas tecnológicas es que los balances de cada una de ellas van a ser distintos. Así, una alternativa podrá disponer de un determinado balance de maquinarias, equipos y tecnología para una opción que privilegie un uso intensivo de ella, en desmedro de la utilización de mano de obra, mientras que otra puede funcionar exactamente a la inversa.

La única exigencia que se le hará a cada alternativa es que sean capaces de producir en calidad y cantidad el número de unidades definidas en función de los resultados del estudio de mercado. De esta manera, cada alternativa dispondrá de balances que le son propios con el fin de construir los flujos que le correspondan. En el caso de que existan desembolsos igualitarios en un balance o en parte de él para todas las

---

[8] Guadagni, A. A. *El problema de la optimización del proyecto de inversión: consideración de sus diversas variantes*. En: BID-Odeplan, *Programa de adiestramiento en preparación y evaluación de proyectos*. Santiago, 1976.

[9] *Véase* el capítulo 17.

opciones, podrá obviarse este dato en los flujos por no ser relevante para la toma de decisión de la alternativa tecnológica más conveniente.

Resulta importante destacar que la tecnología administrativa, el personal directivo, los gastos generales de administración y otros gastos propios de ella se estudiarán más adelante, cuando se analicen los efectos económicos de los aspectos organizacionales. Por tanto, en esta parte del estudio sólo se incorporan los desembolsos relacionados con el proceso productivo de bienes o servicios que el proyecto eventualmente entregaría al mercado.

En los estudios de prefactibilidad o factibilidad, es decir, en la determinación de cuál será la alternativa tecnológica que le reporte el mayor beneficio al proyecto, deberán construirse los flujos alternativos correspondientes, tomando como base de información los distintos balances que le pertenezcan a cada una de ellas, eligiendo la que tenga el menor valor actualizado de costo o el mayor beneficio neto si las opciones tecnológicas están asociadas con cambios en las características del producto que pudieran vincularse con precios diferentes. La tasa de descuento que deberá aplicarse debe ser la misma que se utilizará posteriormente para evaluar el proyecto en su totalidad.

En el estudio de perfil podrá usarse un promedio anual representativo de una situación de perpetuidad que supone que si en un año promedio una alternativa es mejor que la otra, en general siempre lo será. Esto obliga a incluir, como se verá a continuación, todos los elementos que posibiliten aproximar el promedio anual a una perpetuidad.

Obviamente, la alternativa de mayor riesgo es aquella que tiene mayor intensidad en capital, por el alto peligro de obsolescencia técnica que lleva aparejado. Por lo regular, al tomar esta alternativa, se exige al proyecto un periodo de recuperación más acelerado que si se optara por una con mayor intensidad en mano de obra.

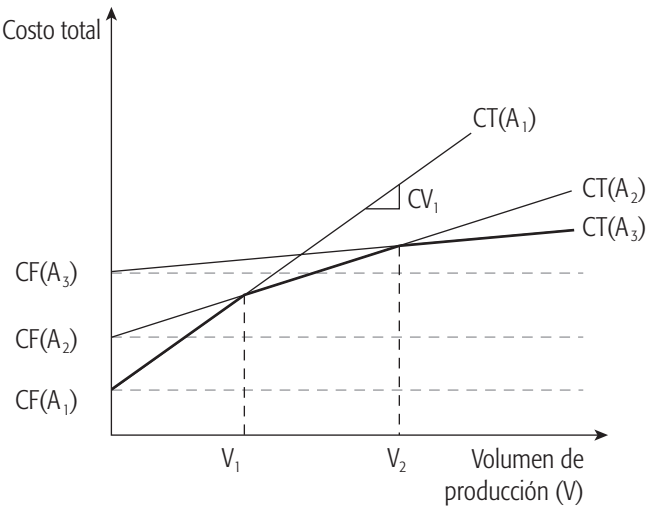
Dervitsiotis,[10] quien también parte del supuesto de ingresos iguales para distintas alternativas de tecnología, propone calcular el costo de las diferentes tecnologías, pero a distintos volúmenes de producción. Esto, porque como cada tecnología presenta una estructura de costos diferentes, ante variaciones en la capacidad, medida como volumen de producción, una alternativa tecnológica de menor costo puede pasar a ser la más onerosa. Lo señalado se puede visualizar en el gráfico 7.7, donde A_1, A_2 y A_3 son tres tecnologías con tres estructuras de costos diferentes, siendo A_1 intensiva en mano de obra y A_3 intensiva en capital.

Si el volumen de producción es menor que V_1, A_1 es la mejor alternativa, ya que minimiza el costo total. Si el volumen de producción se encuentra entre V_1, y V_2, la alternativa de menor costo pasa a ser A_2; pero si el volumen de producción esperado es mayor que V_2, la alternativa más económica es A_3.

---

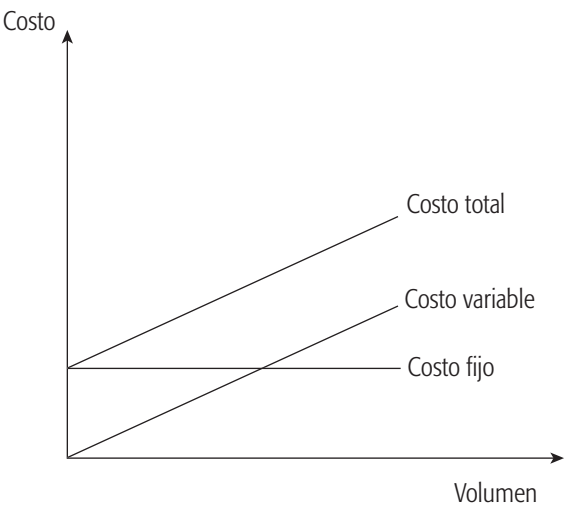
[10] Dervitsiotis, Kostas N. *Operations Management*. New York: McGraw-Hill, 1981.

Gráfico 7.7 Funciones lineales de costo total de alternativas tecnológicas



La función de costo total se obtiene de la suma de los costos fijos y variables asociados con cada alternativa. Los primeros definen el punto de intersección de la función con el eje vertical y representan un monto no susceptible a cambios ante diferentes volúmenes de producción. El costo variable define la pendiente de la función y representa el costo de producir cada unidad por el número de unidades para producir. Esto puede representarse como lo muestra el gráfico 7.8.

Gráfico 7.8 Funciones lineales de costo respecto del volumen

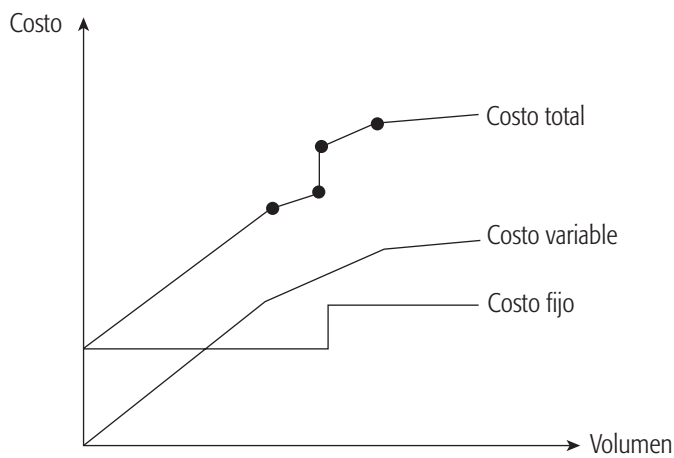


En su modelo, Dervitsiotis no considera tres factores extremadamente importantes en la elección de alternativas tecnológicas: a) que la estructura de costos fijos y variables cambia a distintos niveles de producción; b) que las alternativas tecnológicas podrían implicar cambios en las características del producto y, en consecuencia, en los precios, y c) que existen otros costos indirectos relevantes, como los impuestos y el costo de capital.

Es muy probable que ante aumentos en los volúmenes de producción se logren economías de escala; por ejemplo, por la posibilidad de obtener descuentos por volúmenes de compra. Así mismo, es probable que para la fabricación de más de un número determinado de unidades, se requiera incrementar el costo fijo, ya sea por tener que contratar más personal o ampliar la capacidad de planta con los consiguientes mayores costos de operación.

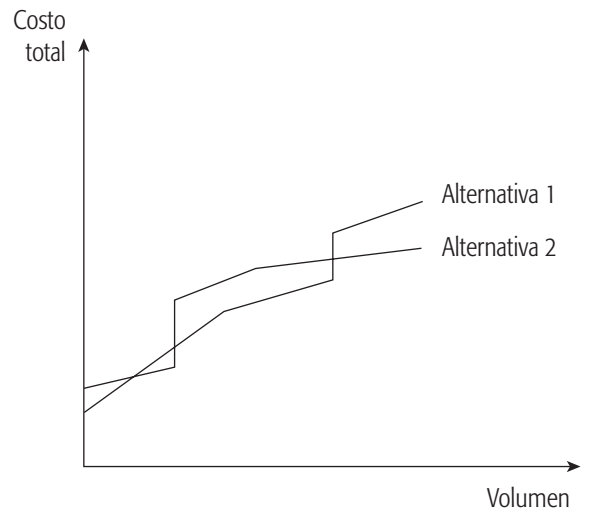
Si esto fuera así, la función de costo total asumiría la forma que muestra el gráfico 7.9. Luego la comparación de alternativas tecnológicas del gráfico 7.7 pasa a tener características como las que se muestran en el gráfico 7.10. Como se aprecia en este último gráfico, una alternativa tecnológica puede ser la mejor en rangos diferentes de volúmenes de producción. El hecho de que las alternativas tecnológicas puedan implicar precios diferentes y, por tanto, ingresos diferentes, obliga a optar no por la alternativa de menor costo, sino por aquélla de mayor rentabilidad. En general esto se mide por la comparación de los ingresos con la suma de los costos fijos y variables asociados con cada alternativa. El modelo opcional que aquí se plantea[11] incorpora todos los elementos que componen el costo total de cada una y que el modelo tradicional no permite tener en cuenta.

Gráfico 7.9 Funciones no lineales de costo respecto del volumen



[11] Sapag Ch. Nassir. Un modelo opcional para el análisis costo-volumen-utilidad. En: *Paradigmas en administración*. N° 10. Universidad de Chile, 1987, pp. 33-40.

Gráfico 7.10 Funciones no lineales de costo total de las alternativas tecnológicas



Para ello deberá considerarse el concepto de la rentabilidad en el modelo, el cual debe incorporar el efecto de la recuperación de la inversión y el efecto del costo de capital, tanto de la deuda para financiar capital fijo y capital de trabajo, como del retorno que exige el inversionista sobre sus aportes al financiamiento del capital fijo y capital de trabajo, teniendo en cuenta también los efectos tributarios correspondientes.

La recuperación de la inversión se considerará prorrateada en partes iguales durante todos los periodos de su vida útil, evitando asignarle beneficios tributarios no atribuibles al proyecto. Esto se determina linealmente como sigue:

7.10

$$RI = \frac{I_0 - VD}{n}$$

donde *RI* representa el valor prorrateado en *n* periodos de la inversión total I_0, menos los valores de desecho *VD* de esa inversión.

La depreciación se incluye para efectos de aprovechar los beneficios tributarios, pero se excluye posteriormente por no constituir un egreso efectivo de caja y para no duplicar la parte correspondiente a la recuperación de la inversión.

Debido a que el mayor uso del análisis costo-volumen-utilidad se manifiesta en la revisión del comportamiento esperado en una variable ante valores dados que asumen las restantes, es preciso incorporar –de alguna manera– en el modelo el probable cambio en el monto para invertir en capital de trabajo ante cambios en el nivel esperado de actividad. Por otro lado, también será necesario incorporar el efecto tributario, al financiar parte de esta inversión con deuda cuyos intereses son deducibles de impuestos.

Con este objeto, se diferenciará entre una inversión en capital fijo, *Kf*, y una inversión en capital variable, *Kv*, que corresponde en gran medida a capital de trabajo, aun cuando éste tiene normalmente un componente fijo importante, esto es:

7.11

$$K = Kf + Kv$$

Si, por otra parte, se considera que el mayor uso de análisis costo-volumen-utilidad se realiza en la sensibilización de las distintas variables que determinan el resultado de la operación y que una de ellas es el volumen, se concluye la necesidad de expresar una parte de la inversión en capital de trabajo como un factor variable en función del volumen. El caso de los proyectos lácteos es conocido, en éste se verifica que la inversión en capital de trabajo representa normalmente un porcentaje (65%) del costo total de la materia prima necesaria para un año de operación, o el de muchos rubros que lo expresan como una relación del total de ventas.

Si, por ejemplo, el monto para invertir en capital variable tiene la forma:

7.12

$$Kv = j\left(vx + F\right)$$

donde $j(vx + F)$ representa un porcentaje (j) de los costos variables (vx) más los fijos (F), obviamente, éstos son todos desembolsables, excluyéndose los costos contables que no ocasionan egresos de caja, como la depreciación, por no requerir ser financiados por el capital de trabajo.

El modelo general plantea que el resultado es igual a la diferencia entre ingresos y egresos. Al incorporar en esta definición las variables descritas anteriormente, se tiene:

7.13

$$R = \left(px - vx - F - D\right)\left(1 - t\right) + D - iKf - ij\left(vx + F\right) - RI$$

donde

px = precio unitario por cantidad = ingresos
vx = costo variable unitario por cantidad
F = costo fijo
D = depreciación
t = tasa de impuesto a las utilidades
i = costo del capital

La expresión $(px - vx - F - D)$ representa las utilidades del negocio. Al multiplicarlas por $(1 - t)$ resulta la utilidad después de impuestos.

La ecuación 7.13 se usa por lo general como una alternativa para realizar el estudio de viabilidad de perfil. La elección de la alternativa tecnológica, aunque el proyecto se evalúe en el estudio de prefactibilidad o factibilidad, se realiza comúnmente en el estudio de perfil, profundizándose el estudio de las variables sólo de aquella que se eligió como la más atractiva en el perfil.

Por ejemplo, si el precio estimado fuese de $100, la cantidad a vender de 1.000 unidades, el costo variable unitario de $20, los costos fijos anuales de $25.000, la depreciación de $10.000, los impuestos a las utilidades de 15%, el costo del capital exigido como rentabilidad a la inversión de 12%, el capital fijo de $120.000, el capital de trabajo equivalente a un 30% de los costos y el valor de desecho de la inversión en capital fijo, después de 10 años, de $20.000, el resultado de esta opción sería:

$$R = (100.000 - 20.000 - 25.000 - 10.000)\,(0{,}85) + 10.000 - 14.400 - 1.620 - 10.000$$

Es decir el excedente anual promedio de esta opción, después de recuperar los costos fijos y variables, pagar los impuestos, devolverle al inversionista la rentabilidad esperada por sus inversiones fijas y variables y haber recuperado la pérdida de valor promedio anual de los activos, es de $22.230. Si al compararla con otra opción que presente R > 22.230, deberá elegirse la otra.[12]

Con los antecedentes del ejemplo anterior, el resultado era de $22.230. Es decir, el proyecto renta más del 12% exigido al capital. Para calcular cuál es la rentabilidad anual, se despeja el término *i* de la ecuación 7.13 haciendo el resultado igual a cero, con lo que se obtiene un resultado de 31%. Sin embargo, ésta es la rentabilidad del total de la inversión.

Si se deseara calcular la rentabilidad de recursos propios, es necesario considerar que el pago de un interés al banco es una constante que no varía porque la rentabilidad sea mayor o menor a la exigida. Para ello, se desagrega la tasa ponderada del 12% para diferenciar cuál es el costo del capital externo y cuál es la rentabilidad de la inversión propia.

Por ejemplo, suponga que el 12% correspondía al promedio de ponderar una deuda de un 60% de la inversión a una tasa de 10% con una rentabilidad deseada del 17,25% al 40% financiado con capital propio. Esto es:

$$\begin{aligned} 0{,}6 * 0{,}1 * (1 - 0{,}15) &= 0{,}05 \\ 0{,}4 * 0{,}1725 &= 0{,}07 \\ \hline &= 0{,}12 \end{aligned}$$

[12] Nótese que R = 0 muestra que el inversionista gana justo lo que quiere ganar y que si R = –100, habría indicado que faltaron $100 para ganar todo lo que se quiere ganar.

Nótese que la tasa de interés bancaria se multiplicó por 1 menos que la tasa de impuesto, por ser un costo deducible de impuestos.

La ecuación 17.5 quedaría, entonces, como sigue:

$$(100.000 - 20.000 - 25.000 - 10.000 - 810 - 7.200)(1 - 0{,}15) + 10.000 - 8.280 - 932 - 10.000) = 22.230$$

Obviamente, se obtiene el mismo resultado anterior. Sin embargo, ahora se puede considerar que los $22.230 son todos del inversionista y, por tanto, despejando ahora la tasa *r*, se obtiene que los recursos propios retornan un 58,9%.

En países donde no hay impuesto a las utilidades pero sí al patrimonio, la ecuación 7.13 se reduce a:

7.14

$$R = px - vx - F - T - iKf \ldots - ij\left(vx + F\right) - RI$$

donde T = impuesto al patrimonio.

El patrimonio se calcula como el valor por depreciar de los activos. En el estudio de perfil se asocia con un promedio anual, ya que cada año el valor patrimonial contable debiera disminuir en términos reales.

En países donde además de un impuesto a las utilidades existe un impuesto al patrimonio, debe agregarse en la fórmula 7.13 el factor T para incluir ambos impuestos.

Si se busca diferenciar entre la rentabilidad de la inversión y la rentabilidad del capital aportado, la fórmula 7.13 debe modificarse como sigue:

7.15

$$R = \left(px - vx - F - D - wKf_e - wj_e\left(vx + F\right)\right)\left(1 - t\right) + D - rKfa - rja\left(vx + F\right) - RI$$

donde

w	=	interés cobrado por el préstamo
Kfe	=	capital fijo prestado
je(vx + F)	=	capital variable prestado
r	=	rentabilidad exigida al capital propio
Kfa	=	capital fijo aportado
Ja(vx + F)	=	capital variable aportado

Resumen

El estudio de ingeniería, aun cuando tiene por principal finalidad entregar la información económica al preparador de proyectos, debe permitir la selección de la alternativa tecnológica más adecuada para el proyecto.

El objetivo del estudio técnico es llegar a determinar la función de producción óptima para la utilización eficiente y eficaz de los recursos disponibles para la producción del bien o servicio deseado. De la selección de la función óptima se derivarán las necesidades de equipos y maquinarias que, junto con la información relacionada con el proceso de producción, permitirá cuantificar el costo de operación.

Las necesidades de inversión en obra física se determinan principalmente en función de la distribución de los equipos productivos en el espacio físico, tanto actual como proyectado.

En muchos casos, el estudio técnico debe proporcionar información financiera relativa a ingresos de operación. Por ejemplo, cuando los equipos y las máquinas que deben reemplazarse tienen un valor de venta o cuando el proceso permite la venta de desechos o subproductos.

La capacidad de la planta se relaciona directamente con la inversión realizada. El estudio de la "masa crítica técnica" permite identificar la interrelación de estas variables y entre el costo de fabricación y la capacidad.

La elección de la mejor alternativa tecnológica se efectúa normalmente cuantificando los costos y actualizándolos para optar por la que presente el menor valor. Es importante tener presente que para distintos volúmenes de producción pueden existir alternativas óptimas distintas, lo que obliga a considerar los efectos de manera integral.

En consideración de que las particularidades técnicas de cada proyecto son normalmente muy diferentes entre sí y frente a la especialización requerida para cada una de ellas, este capítulo tuvo por objeto dar un marco de referencia al estudio técnico. Sin embargo, puesto que la sistematización de la información económica que este estudio prevea debe ser realizada por todo preparador de proyectos, la elaboración de distintos tipos de balances pasa a constituir la principal fuente de sistematización de la información económica que se desprende del estudio técnico. Deberán utilizarse formularios similares para presentar los antecedentes económicos que se desprendan del estudio organizacional.

El estudio técnico no es un estudio aislado ni tampoco uno que se refiera exclusivamente a cuestiones relacionadas con la producción del proyecto. Por el contrario, deberá tomar la información del estudio de mercado referente a necesidad de locales de venta y distribución para determinar la inversión en la obra física respectiva. De igual manera deberá procederse respecto del estudio organizacional para el dimensionamiento y la cuantificación de la inversión en oficinas, bodegas, accesos y otras inversiones de carácter administrativo y gerencial.

Preguntas y problemas

1. ¿En qué aspectos la selección del proceso productivo puede afectar a la rentabilidad de un proyecto?
2. Identifique las variables más importantes que se deben considerar en la decisión de selección de un proceso productivo.
3. Analice los distintos tipos de inversiones en obra física que se realizan durante la operación del proyecto.
4. Identifique los principales tipos de balances de equipos y las variables que debe incluir cada uno.
5. Explique el concepto de vida útil en un balance de equipos.
6. Analice el modelo de Lange para seleccionar la capacidad productiva óptima.
7. Defina una metodología de análisis identificando las principales variables para realizar el estudio técnico de los siguientes proyectos:
   a) Creación de un colegio de educación media.
   b) Reapertura de un aeropuerto.
   c) Operación de una planta lechera.
8. Señale un mínimo de cinco de los principales resultados que se obtienen en el estudio de ingeniería de un proyecto que se desea evaluar económicamente.
9. ¿Puede el análisis del punto de equilibrio incorporar el efecto de las inversiones fijas y la rentabilidad exigida por el inversionista sobre el capital invertido?
10. En la realización del estudio técnico de un proyecto se encuentran tres alternativas tecnológicas que se adecuan a los requerimientos exigidos para su implementación. El costo fijo anual de cada alternativa sería:

Producción	A	B	C
0 - 10.000	300.000	350.000	500.000
10.001 - 20.000	300.000	350.000	500.000
20.001 - 30.000	400.000	350.000	500.000
30.001 - 40.000	400.000	450.000	500.000

Los costos variables unitarios de cada alternativa, por rango de producción, se estiman en:

Producción	A	B	C
0 - 30.000	10,0	9,0	6,0
30.001 - 40.000	9,5	8,5	5,0

¿Qué alternativa seleccionaría si la demanda esperada es de 10.000 unidades anuales? Si la demanda no es conocida, ¿cuál es el punto crítico en que convendrá cambiar de una a otra alternativa? Si una alternativa es abandonada al llegar a un tamaño que haga a otra más conveniente, ¿es posible que vuelva a ser seleccionada a volúmenes mayores?

Preguntas y problemas

11. En el estudio de un proyecto para elaborar un solo producto, con una capacidad de planta de 40.000 horas anuales a un turno de trabajo, se estimó un requerimiento total de 60.000 horas anuales para cumplir con la producción esperada en la formulación del proyecto. Se estimaron egresos de $20.000.000 por compra de materiales durante el año, $35.000.000 en gastos fijos desembolsables y $11.200.000 en otros gastos variables. El costo de la mano de obra ascendería a $250 por hora, más $125 por hora de sobretiempo.

    Alternativamente, se podrá optar por contratar un segundo turno, con una remuneración de $275 por hora, pero que requeriría la contratación de un supervisor con una renta de $1.800.000 anuales.

    ¿Después de qué nivel de actividad convendría establecer un segundo turno de trabajo?

12. Al estudiar un proyecto se estimaron los siguientes costos variables para una capacidad de producción normal de 140.000 unidades, siendo la capacidad máxima de 200.000 unidades:

Materiales	$120.000
Mano de obra	$300.000
Otros	$80.000

    Los costos fijos se estiman, de acuerdo con el nivel de producción, en:

Unidades	Costo ($)
0 – 40.000	320.000
40.001 – 130.000	380.000
130.001 – 180.000	420.000
180.001 – 200.000	500.000

    Si el precio de venta de cada unidad es de $15 y la producción esperada fuese de 100.000 unidades por año, ¿cuál es el número mínimo de unidades adicionales que se necesita vender al precio de 411 por unidad para mostrar una utilidad de $762.000 por año?

    Para subir las ventas a 120.000 unidades anuales, ¿cuánto podría gastarse adicionalmente en publicidad (costo fijo) para que, manteniéndose un precio de $15, se pueda obtener una utilidad de un 20% sobre las ventas?

13. El estudio de mercado de un proyecto establece que la demanda anual para el único producto que se fabricará podría ser de 50.000 unidades anuales. La estructura de costos para el volumen de producción estimado por el estudio de mercado es el siguiente:

Materias primas	$2.000.000
Mano de obra	$8.000.000
Costos fijos	$20.000.000

    Las inversiones necesarias, de acuerdo con la valorización económica de las variables técnicas para el volumen de producción esperado, son:

Preguntas y problemas

Ítem	Valor ($)	Vida útil	Valor de desecho ($)
Edificios	80.000.000	30	16.000.000
Maquinarias	30.000.000	10	3.000.000
Mobiliario	10.000.000	8	800.000

Además, se requiere un terreno tasado en $40.000.000 y un capital de trabajo de $10.000.000. ¿A qué precio deberá venderse el producto para que pueda obtenerse un retorno del 10% anual sobre la inversión?

14. En el estudio de una nueva línea de productos para una empresa en funcionamiento, la investigación del mercado concluye que es posible vender 30.000 unidades anuales adicionales de un producto a $350 cada uno, pagando una comisión de venta de 1%.

El estudio técnico calcula que para ese nivel de operación podrían esperarse los siguientes costos variables:

Material directo	$80
Mano de obra directa	$40
Gastos de fabricación	$30

Los costos fijos anuales de fabricación, administración y ventas alcanzan a $3.800.000, los que incluyen $2.000.000 de depreciación. La inversión en equipos alcanza a $20.000.000, los que serán financiados en un 70% con préstamos bancarios al 10% de interés y el saldo con capital propio al que se exige una rentabilidad del 12% anual. La nueva línea de productos requerirá ampliar la inversión en capital de trabajo, la que se estima en cuatro meses de costos de funcionamiento desembolsables, antes de impuestos y gastos financieros. El capital de trabajo será financiado en la misma proporción y costo que la inversión fija.

Los equipos tienen una vida útil de 10 años, al cabo de los cuales no tendrán valor de desecho. Para fines contables se deprecian linealmente a una tasa del 10% anual. Los impuestos ascienden al 10% de las utilidades.

Alternativamente, el estudio técnico señala la existencia de un equipo menor, con capacidad de hasta 25.000 unidades anuales, que permitiría reducir los gastos de fabricación a $20 y los costos fijos a $3.300.000 por año, en consideración a que habría ahorros de $300.000 en mantención y de $200.000 en depreciación, por cuanto el equipo costaría $18.000.000. El responsable del estudio de mercado indica que la producción de $25.000 unidades no es suficiente para cubrir la demanda esperada. Sin embargo, dejar demanda insatisfecha permitiría subir el precio a $390 la unidad. Por otra parte, los proveedores otorgarían un descuento por volúmenes en compras iguales o superiores a las 30.000 unidades. Esto implicaría considerar, para el nivel de operación de 25.000

Preguntas y problemas

unidades, un costo por material directo unitario de $88. ¿Qué alternativa seleccionaría? ¿A qué precio mínimo debería venderse el producto en cada alternativa para asegurar al propietario la rentabilidad deseada por él? ¿Cuál es la cantidad de equilibrio en ambos casos? ¿Qué rentabilidad porcentual lograría el inversionista?

15. En un estudio de prefactibilidad se busca determinar la demanda mínima que el estudio de mercado debe demostrar para que el proyecto continúe evaluándose. Se dispone de los siguientes antecedentes.

    a) La competencia cobra un precio único de $1.000.

    b) Existe un tamaño de planta mínimo que claramente supera la capacidad de demanda del mercado.

    c) La inversión total esperada es del orden de los $40.000.000, la que será financiada en un 75% por préstamos al 10% y el resto con aportes que requieren un retorno del 14%.

    d) El costo variable unitario es de $300 y el fijo de $6.000.000 anuales. El capital de trabajo equivale a un 40% de las ventas anuales y será financiado en su totalidad con capital propio.

    e) La tasa de impuesto es de un 10% y la depreciación de los equipos (correspondientes al 60% del total de la inversión) se hace linealmente en 10 años. El resto de la inversión no se deprecia ni pierde valor durante el periodo. Los equipos tendrán un valor comercial de $4.000.000 al término del periodo de evaluación.

16. Un proyecto que produciría y vendería 10.000 unidades anuales a un precio de $100 cada una, muestra la siguiente estructura de costos anuales:

Costos	Fijos ($)	Variables ($)
Material directo		100.000
Mano de obra		200.000
Fabricación	80.000	300.000
Administración	90.000	40.000
Ventas	100.000	60.000

    ¿Qué volumen mínimo se deberán vender para estar en equilibrio, y para obtener una utilidad de $48.000?

17. En el estudio de un proyecto se identifican tres posibles lugares donde podría demandarse el producto que se elaboraría:

    Los recursos disponibles del inversionista están limitados a $500.000. De acuerdo con información disponible de la industria, una planta con capacidad para producir 40.000 unidades cuesta $400.000 y su exponente es 0,3.

Preguntas y problemas

Localidad	A	B	C
Demanda	32.000	51.000	78.000

Analice las opciones de planta para abastecer a uno o más mercados.

18. En el estudio de un nuevo proyecto, la investigación de mercados concluye que es posible vender 40.000 unidades de un producto a $450 cada uno. El estudio técnico calcula que para ese nivel de operación podría esperarse un costo variable de $60. Los costos fijos anuales de fabricación, administración y ventas alcanzan a $4.800.000, los cuales incluyen $2.500.000 de depreciación.

    La inversión en equipos alcanza a $25.000.000, a la que se le exige una rentabilidad de un 12% anual.

    Los equipos tienen una vida útil real de 20 años, al cabo de los cuales no tendrán valor de desecho. Para fines contables, se deprecian linealmente a una tasa del 10% anual. Los impuestos ascienden al 10% de las utilidades. Al décimo año, los equipos tendrán un valor de mercado de $5.000.000.

    Alternativamente, se puede fabricar un producto similar con otro equipo que costaría $35.000.000, pero que opera con costos variables de sólo $52 y con costos fijos de $5.300.000. Su vida útil real es de 20 años, al cabo de los cuales tendrá un valor esperado de mercado de $8.000.000. Si todas las demás variables fuesen comunes, ¿qué alternativa recomienda? ¿Cuál es el volumen de equilibrio que hace indiferente a ambas alternativas?

19. Un inversionista, al visitar una feria internacional de tecnología, pudo constatar la existencia de una maquinaria que podría utilizarse en su país para la fabricación de un bien que actualmente se importa. Se le proporcionan todos los antecedentes técnicos de la máquina, incluida una cotización que contempla un financiamiento a 10 años. En vista de estos antecedentes, el inversionista, al regresar a su país, encarga la realización del estudio de preinversión correspondiente indicando al profesional encargado de la investigación que se circunscriba a desarrollar el estudio de mercado consumidor y el estudio de organización, puesto que los antecedentes del estudio técnico y los del estudio financiero ya obran en su poder. Si a usted se le llamara para el desarrollo del estudio, ¿qué le diría al inversionista?

20. En la definición de la mejor alternativa tecnológica para el proyecto, deberán identificarse para cada una de ellas los equipos, maquinarias y tecnologías que se requieren. Un elemento importante de considerar es el del valor residual ¿Por qué? ¿Cuál es su tratamiento?

Preguntas y problemas

Comente las siguientes afirmaciones.

a. Siempre es mejor elegir un proceso productivo intensivo en capital que otro intensivo en mano de obra, ya que la automatización provoca menores costos unitarios de producción.

b. El proceso productivo óptimo para el proyecto es aquel que maximiza la producción para un nivel dado de inversión.

c. El resultado de un estudio de mercado puede ser determinante en la decisión de la elección de una alternativa tecnológica.

d. El valor de la inversión en equipos no influye en el costo del producto que se elaboraría al implementar el proyecto.

e. Siempre que se espere obtener rebajas importantes en los costos de compra de procesos, equipos, servicios tecnológicos o materias primas, será conveniente desagregar el paquete tecnológico.

f. Debe elegirse la alternativa tecnológica intensiva en capital, ya que el monto de su inversión más el valor actual de su costo de operación es menor al valor actual de los costos de aquella cuyo procedimiento es artesanal.

g. El proceso productivo óptimo es aquel que maximiza la producción para un nivel dado de producción.

h. La aparición de un nuevo proceso productivo que reduce la inversión requerida para elaborar; manteniendo la calidad, el mismo producto que actualmente fabrica una empresa de manera rentable, obligará a ésta a reemplazar el equipo en el más breve plazo.

i. La información que proporciona la mejor opción tecnológica en el estudio técnico, es básica para la construcción del flujo de fondos del proyecto, puesto que nos indicará la cuantía de las inversiones que se requerirán para su desarrollo.

j. El preparador y evaluador de un proyecto debe demostrar cuál es la mejor opción de tecnología, de tamaño, de localización, de organización, el menor monto posible de inversión capital de trabajo calculado mediante el método que dé el menor requerimiento, el menor costo de financiamiento existente en el mercado, y así sucesivamente para con cualquier otra variable accidental en el proyecto.

k. Para la determinación de la mejor alternativa tecnológica deben considerarse las inversiones que cada opción requiere, tomando nota del valor del libro de ellas al final del periodo, su vida útil, el crédito que otorga el fabricante, los costos de operación asociados a cada una de ellas y los impuestos que se deban cancelar.

Preguntas y problemas

l. El estudio técnico del proyecto debe llegar a determinar la función de producción óptima para la utilización eficiente y eficaz de los recursos disponibles para la producción del bien o servicio deseado. En caso de que exista más de un proceso productivo para producir el mismo bien, se seleccionará aquel que represente la menor inversión.

m. Al vender un activo en un proyecto en funcionamiento, el monto de los recursos que se obtengan constituye el ingreso que se percibirá en el flujo y su cuantía debe incorporarse de la misma forma que se incluyen las ventas esperadas del bien que produce el proyecto.

n. En el análisis de alternativas tecnológicas, cuando ambas opciones proporcionan el mismo ingreso, se definirá aquella que genera el menor Valor Actual de Costos (VAC), independientemente de cuál sea la tasa de descuento que se utilice para evaluar las alternativas.

ñ. El valor de desecho de la venta de un activo al final de su vida útil será el mismo valor que aparecerá posteriormente al horizonte de evaluación al determinar el valor de venta comercial de todos los bienes del proyecto.

o. En la toma de decisión para seleccionar la mejor alternativa tecnológica, el ahorro tributario de cada una de ellas estará dado por la depreciación que genere cada opción. De esta forma, aquella alternativa que requiera una mayor inversión en tecnología generará mayor ahorro que las otras opciones.

Material complementario

Ejercicios recomendados del texto complementario *Evaluación de proyectos, guía de ejercicios, problemas y soluciones*, de José Manuel Sapag, McGraw-Hill, tercera edición, 2007:

24. Renovación de equipos
25. Empresa metalúrgica
26. Profrut S.A.
27. Soda S.A
28. Central Termoeléctrica
29. Sistemas de grabación digital
30. Elaboración de concentrado de pasta de tomate
36. Externalización de servicio de transporte
37. Centro virtual
38. *Outsourcing* supermercado
39. Fábrica de calzados
49 Campos de hielo
62 Exportación de bacalaos

Bibliografía

Backer, M., Jacobsen, L. y Ramírez, D. *Contabilidad de costos: un enfoque administrativo para la toma de decisiones*. México: McGraw-Hill, 1983.

Dervitsiotis, Kostas N. *Operations Management*. New York: McGraw-Hill, 1981.

Deslandes, H. Las 8 etapas de un estudio de factibilidad. En: *Administración de empresas* 6(61), 1975.

Devine, Carl. Boundaries and Potentials of Reporting on Profit-Volume Relationships. En: *NAA Bulletin 42* (5):5-14, enero 1961.

Guadagni, A. A. *El problema de la optimización del proyecto de inversión*: *consideración de sus diversas variantes*. En: BID-ODEPLAN. *Programa de adiestramiento en preparación y evaluación de proyectos*. Vol. V. Santiago, 1976.

Heitger, L. y Matulich, S. *Cost Accounting*. New York: McGraw-Hill, 1985.

Ilpes. *Guía para la presentación de proyectos*. Santiago: Siglo Veintiuno – Editorial Universitaria, 1971.

Lange, Oskar. *Teoría general de la programación*. Barcelona: Ariel, 1965.

Loevy, Jay. Análisis del punto de equilibrio y de la contribución como herramienta en la elaboración de presupuestos. En: Sweeny, Allen y Rachlin, Robert. Eds., *Manual de presupuestos*. México: McGraw-Hill, 1984, pp. 213-228.

Naciones unidas. *Manual de proyectos de desarrollo económico* (publicación 5.58.11. G.5.). México, 1958.

OECD, *Manual of Industrial Project Analysis in Developing Countries*. Paris: Development Centre of the Organization for Economic Cooperations and Development, 1972.

Polimeni, R. y otros. *Cost Accounting, Concepts and applications for Managerial Decision-Making*. New York: McGraw-Hill, 1994.

Sapag, Nassir. Un modelo opcional para el análisis costo-volumen-utilidad. En: *Paradigmas en Administración*. N° 10, 1987.

Sapag, Nassir, Del Pedregal, A. y Del Solar, C. *El estudio técnico en la preparación y evaluación de proyectos (tesis)*. Santiago: Universidad de Chile, 1981.

Capítulo 8

La determinación del tamaño

La importancia de definir el tamaño que tendrá el proyecto se manifiesta principalmente en su incidencia sobre el nivel de las inversiones y los costos que se calculen y, por tanto, sobre la estimación de la rentabilidad que podría generar su implementación. De igual manera, la decisión que se tome respecto del tamaño determinará el nivel de operación que posteriormente explicará la estimación de los ingresos por venta.

En este capítulo se analizarán los factores que influyen en la decisión del tamaño, los procedimientos para su cálculo y los criterios para buscar su optimización.

8.1 Factores que determinan el tamaño de un proyecto

La determinación del tamaño responde a un análisis interrelacionado de una gran cantidad de variables de un proyecto: demanda, disponibilidad de insumos, localización y plan estratégico comercial de desarrollo futuro de la empresa que se crearía con el proyecto, entre otras.

La cantidad demandada proyectada a futuro es quizá el factor condicionante más importante del tamaño,[1] aunque éste no necesariamente deberá definirse en función de un crecimiento esperado del mercado, ya que, como se verá más adelante, el nivel óptimo de operación no siempre será el que maximice las ventas. Aunque

[1] G. Baca Urbina (*Evaluación de proyectos*, McGraw-Hill, 1990) señala, equivocadamente, que es la demanda actual la que debe considerarse para estos efectos, produciendo una clara confusión sobre el tema. Incluso, plantea que "el tamaño propuesto sólo debe aceptarse en caso de que la demanda sea claramente superior a dicho tamaño", olvidando que en un mercado creciente el tamaño debe estar en condiciones de enfrentar el aumento esperado en esa demanda, si fuese conveniente para el proyecto. Esto podría, por ejemplo, hacer recomendable que se defina un tamaño superior al necesario para cubrir la demanda actual, pero adecuado a las expectativas de su crecimiento.

el tamaño puede ir adecuándose posteriormente a mayores requerimientos de operación para enfrentar un mercado creciente, es necesario que se evalúe esa opción contra la de definir un tamaño con una capacidad ociosa inicial que posibilite responder oportunamente a una demanda creciente en el tiempo.

Existen tres situaciones básicas del tamaño que pueden identificarse respecto del mercado: aquélla en la cual la cantidad demandada total sea claramente menor que la menor de las unidades productoras posibles de instalar; aquélla en la cual la cantidad demandada sea igual a la capacidad mínima que se puede instalar, y aquélla en la cual la cantidad demandada sea superior a la mayor de las unidades productoras posibles de instalar.

Para determinar una de las tres situaciones, se define la función de demanda con la cual se enfrenta el proyecto en estudio y se analizan sus proyecciones futuras con el objetivo de que el tamaño no sólo responda a una situación coyuntural de corto plazo, sino que se optimice frente al dinamismo de la demanda.

El análisis de la cantidad demandada proyectada tiene tanto interés como la distribución geográfica del mercado. Muchas veces esta variable conducirá a seleccionar distintos tamaños, dependiendo de la decisión respecto a definir una o varias fábricas, de tamaño igual o diferente, en distintos lugares y con número de turnos que pudieran variar entre ellos. Por ejemplo, las economías de escala harán recomendable una planta de mayor tamaño que cubra una mayor extensión geográfica; sin embargo, esto hará subir los costos de distribución, con un efecto contrario al de las economías de escala.

La disponibilidad de insumos, tanto humanos como materiales y financieros, es otro factor que condiciona el tamaño del proyecto. Los insumos podrían no estar disponibles en la cantidad y calidad deseada, limitando la capacidad de uso del proyecto o aumentando los costos del abastecimiento, pudiendo incluso hacer recomendable el abandono de la idea que lo originó. En este caso, es preciso analizar, además de los niveles de recursos existentes en el momento del estudio, aquellos que se esperan a futuro. Entre otros aspectos, será necesario analizar las reservas de recursos renovables y no renovables, la existencia de sustitutos e incluso la posibilidad de cambios en los precios reales de los insumos a futuro.

La disponibilidad de insumos se interrelaciona a su vez con otro factor determinante del tamaño: la localización del proyecto. Cuanto más lejos esté de las fuentes de insumos, más alto será el costo de su abastecimiento, produciendo una deseconomía de escala; es decir, cuanto más aumente el nivel de operación, mayor será el costo unitario de los insumos. Lo anterior determina la necesidad de evaluar la opción de tener una gran planta para atender un área extendida de la población *versus* varias plantas para atender cada una de las demandas locales menores. Cuanto mayor sea el área de cobertura de una planta, mayor será el tamaño del proyecto y su costo de transporte, aunque probablemente pueda acceder a ahorros por economías de

escala,[2] por la posibilidad de obtener mejores precios al comprar mayor cantidad de materia prima, por la distribución de gastos de administración, de ventas y de producción entre más unidades producidas, por la especialización del trabajo o por la integración de procesos, entre otras razones.

El tamaño muchas veces deberá supeditarse, más que a la cantidad demandada del mercado, a la estrategia comercial que se defina como la más rentable o segura para el proyecto. Por ejemplo, es posible que concentrándose en un segmento del mercado se logre maximizar la rentabilidad del proyecto. El plan comercial deberá proveer la información para poder decidir el tamaño óptimo económico.

En algunos casos, la tecnología seleccionada permite la ampliación de la capacidad productiva en tramos fijos. En otras ocasiones, la tecnología impide el crecimiento paulatino de la capacidad, por lo que puede ser recomendable invertir inicialmente en una capacidad instalada superior a la requerida en una primera etapa si se prevé que en el futuro el comportamiento del mercado, la disponibilidad de insumos u otra variable hará posible una utilización rentable de esa mayor capacidad. El análisis de los rangos de variación del tamaño permitirá determinar los límites dentro de los cuales se fijará el tamaño del proyecto.

En el estudio de mercado se señaló que la investigación del submercado consumidor podría incorporar un análisis de la elasticidad-precio de la demanda del bien que el proyecto entregaría a la comunidad. Ello permitiría establecer cuál podría ser el aumento o disminución de la cantidad demandada ante una variación del precio, ya sea por un aumento o una baja de éste.

En el análisis de las alternativas tecnológicas, la decisión de cuál resultaba más conveniente se sustentó en el hecho de que todas ellas debían entregar en calidad y cantidad los requerimientos del mercado, independientemente de que la opción seleccionada pudiera aceptar un mayor nivel de producción. Así, podría existir una determinada capacidad ociosa, la que podría ser utilizada mediante el mecanismo de bajar el precio de acuerdo con el análisis de elasticidad. Este hecho repercutirá tanto en los ingresos del proyecto como en algunos de sus costos. De ahí que el análisis ingreso-volumen, en comparación con el costo asociado a ese mismo volumen, permitirá establecer si una eventual baja en el precio del bien repercutirá favorable o desfavorablemente en los flujos del proyecto. Si la demanda del bien, de acuerdo con las proyecciones del mercado, resulta ser creciente, la baja en el precio que deberá considerarse para el primer año del desarrollo del proyecto no será la misma que se utilice para el segundo, y así sucesivamente, en concordancia con el estudio de elasticidad a que se ha hecho mención.

---

[2] Aunque generalmente no se considera en la evaluación de proyectos, es posible que al aumentar el tamaño después de un determinado punto hasta donde se observen economías de escala, los costos unitarios tiendan a incrementarse, creando deseconomías de escala. *Véase* el capítulo 16.

Cuando se complete la capacidad de uso de la planta en relación con los requerimientos del mercado, podrán presentarse distintas opciones que deberán ser evaluadas económicamente para elegir aquella que genere los mayores beneficios netos al proyecto. De acuerdo con las características específicas de cada proyecto, podrían presentarse situaciones en las que la capacidad quede copada en parte del proceso productivo. En otros casos, cuando el proceso es de carácter continuo, podría ser la planta entera. Al coparse la capacidad en parte o en el total del proceso productivo, podrán existir opciones de solución para adecuar la capacidad a los requerimientos del mercado. De esta manera se podría estudiar la posibilidad de ampliar la planta adicionando las inversiones, establecer nuevos turnos de trabajo o el pago de horas extraordinarias, encargar a un tercero el desarrollo de ellas o, incluso, aumentar el precio con el fin de lograr una menor cantidad demandada si el coeficiente de elasticidad lo permitiese.

Al disponerse de diversas opciones, se determina cuál es la más conveniente para el proyecto. Esta metodología de análisis también es válida para utilizar en proyectos en marcha cuando ocurra la situación de que la capacidad instalada no es capaz de satisfacer los requerimientos de la demanda.

8.2 Economía del tamaño

Casi la totalidad de los proyectos presentan una característica de desproporcionalidad entre tamaño, costo e inversión, lo que hace, por ejemplo, que al duplicarse el tamaño, los costos y las inversiones no se dupliquen. Esto ocurre por las economías o deseconomías de escala que presentan los proyectos.

Para relacionar las inversiones inherentes a un tamaño dado con las que corresponderían a un tamaño mayor, se define la siguiente ecuación:

8.1

$$I_t = I_0 \left[\frac{T_t}{T_0} \right]^{\alpha}$$

donde

I_t = Inversión necesaria para un tamaño T_t de planta
I_o = Inversión necesaria para un tamaño T_o de planta
T_o = Tamaño de planta utilizado como base de referencia
α = Exponente del factor de escala

Si, por ejemplo, se ha determinado que la inversión necesaria para implementar un proyecto para la producción de 30.000 toneladas anuales de azufre a partir de SH_2, es de US$18.000.000, para calcular la inversión requerida para producir 60.000 toneladas anuales, con un α de 0,64 se aplica la ecuación anterior, y se obtiene:

$$I_t = 18.000.000\left[\frac{60.000}{30.000}\right]^{0,64}$$

de donde resulta que la inversión asociada a ese tamaño de planta sería de US$28.049.925.

Lo anterior es válido dentro de ciertos rangos, ya que las economías de escala se obtienen creciendo hasta un cierto tamaño, después del cual α empieza a crecer. Cuando se hace igual a 1 no hay economías de escala, y si es mayor que 1, hay deseconomías de escala.[3] Por ejemplo, cuando para abastecer un tamaño mayor de operación deba recurrirse a un grupo de proveedores más alejados, encareciendo el proceso de compra por el mayor flete a pagar.

La decisión de hasta qué tamaño crecer deberá considerar esas economías de escala sólo como una variable más del problema, ya que tan importante como éstas es la capacidad de vender los productos en el mercado.[4]

Cubrir una mayor cantidad demandada de un producto que tiene un margen de contribución positivo no siempre hace que la rentabilidad se incremente, ya que la estructura de costos fijos se mantiene constante dentro de determinados límites. Sobre cierto nivel de producción es posible que algunos costos bajen por las economías de escala, mientras que otros suban. También es posible que para poder vender más de un cierto volumen los precios deban reducirse, con lo cual el ingreso se incrementa a tasas marginalmente decrecientes. Lo anterior puede exponerse en el gráfico 8.1, donde se supone que los ingresos se incrementan a tasas constantes.

Como puede observarse, el ingreso total supera los costos totales en dos tramos diferentes. Si el tamaño está entre q_o y q_1, o entre q_2 y q_3, los ingresos no alcanzan a cubrir los costos totales. Si el tamaño estuviese entre q_1 y q_2 o sobre q_3, se tendrían utilidades.

El gráfico permite explicar un problema frecuente en la formulación del tamaño de un proyecto. En muchos casos se mide la rentabilidad de un proyecto para un tamaño que satisfaga la cantidad demandada estimada y, si es positiva, se aprueba o recomienda su inversión. Sin embargo, a veces es posible encontrar tamaños inferiores que satisfagan menores cantidades demandadas pero que maximicen el retorno

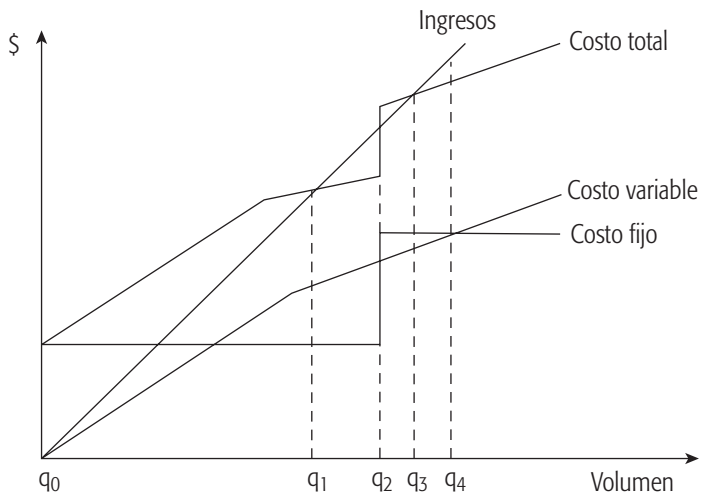
---

[3] El factor de escala es un antecedente difícil de obtener. Si no se tiene una base de datos que posibilite actualizar permanentemente este factor en función de la observación directa, podrá emplearse la tabla que para estos efectos publicó Naciones Unidas en el Boletín No. 20 de *Industrialización y productividad,* aunque con las reservas obvias que resultan de considerar en algunas áreas el fuerte cambio tecnológico enfrentado en los últimos años.

[4] Una importante contribución a este punto lo hace Héctor Gutiérrez en su libro *Evaluación de proyectos bajo certidumbre* (Ciade), Universidad de Chile, 1994), en el cual analiza el problema del tamaño en un proyecto con mercado constante. A este respecto muestra el ejemplo de definir el tamaño que debe tener una escuela para enseñar a los niños de un determinado barrio o comunidad rural, para concluir que "las economías de escala, aunque existan, no juegan ningún rol en la decisión".

para el inversionista. Si en el gráfico, el punto q_4 representa el tamaño que satisface la cantidad demandada esperada, es fácil apreciar que rinde un menor resultado que el que podría obtenerse para un tamaño q_2, que además podría involucrar menores inversiones y menor riesgo, al quedar supeditado el resultado a una menor cobertura del mercado.[5]

Gráfico 8.1 Relaciones de costos y utilidad en función del volumen de producción



Retomando la ecuación 7.13, que se propuso como una alternativa para realizar un estudio en nivel de perfil, se puede deducir el tamaño mínimo que hace atractiva la implementación del proyecto para una alternativa tecnológica y una estructura de costos determinada, despejando la variable *x*. Esto es:

8.2

$$x = \frac{(F+D)(1-t) - D + ikf + ijf + RI}{(p-v)(1-t) - ijv}$$

Por ejemplo, para un precio unitario de $100, un costo variable de $30 por cada unidad producida dentro de los rangos previsibles, un costo fijo de $20.000 por año, una depreciación de $10.000 anuales, una tasa de impuesto a las utilidades de 10%; y suponiendo una inversión fija de $100.000, una tasa de costo de capital de 20% anual, un capital de trabajo equivalente al 50% de los costos fijos y variables anuales y una tasa exigida de recuperación de la inversión de $10.000 anuales, se tiene:

[5] Sin embargo, al dejar demanda insatisfecha se corre el riesgo de incentivar a otros a incorporarse a este mercado aumentando su competitividad. Muchas veces será necesario recomendar un tamaño menos rentable pero que no reduzca las barreras de entrada para nuevos competidores.

$$x = \frac{(20.000 + 10.000)(1 - 0,1) - 10.000 + (0,2 * 100.000) + (0,2 * 0,5 * 20.000) + 10.000}{(100 - 30)(1 - 0,1) - (0,2 * 0,5 * 30)}$$

de donde resulta que el tamaño mínimo que hace atractivo el proyecto es de 817 unidades anuales.

8.3 La optimación del tamaño

La determinación del tamaño debe basarse en dos consideraciones que confieren un carácter cambiante a la optimidad del proyecto: la relación precio-volumen, por el efecto de la elasticidad de la demanda, y la relación costo-volumen, por las economías y deseconomías de escala que pueden lograrse en el proceso productivo. La evaluación que se realice de estas variables tiene por objeto estimar los costos y beneficios de las diferentes alternativas posibles de implementar y determinar el valor actual neto de cada tamaño opcional para identificar aquel en que éste se maximiza.

El estudio de mercado, por ejemplo, podría haber entregado resultados cuantitativos en relación con la elasticidad precio-demanda, de tal manera que una vez conocida la mejor alternativa tecnológica se podrá comparar la capacidad de producción de ella respecto de la demanda estimada del mercado. Al producirse capacidades ociosas en parte o en el total del proceso productivo, existirá siempre la opción de estudiar la posibilidad de utilizarla.

Para ello, los antecedentes que proporciona el estudio de elasticidad-precio de la demanda serán determinantes para llegar a establecer la conveniencia de bajar el precio para así utilizar la capacidad ociosa. Así, la decisión que se adoptará será aquella en la cual el ingreso-volumen comparado con el costo-volumen maximice en términos actuales el beneficio neto del proyecto, tomando en cuenta que un proyecto con demanda creciente, como se analizará más adelante, podría requerir ocupar a futuro la capacidad ociosa, haciéndola disminuir con el tiempo, razón por lo cual la baja de precio estimada para el primer año podría ser mayor que la del segundo y siguientes.

No menos importante será considerar lo que ocurre cuando en parte o en la totalidad del proceso productivo se cope la capacidad de producción. Ello obliga a desarrollar los estudios comparativos correspondientes, incluyendo costos fijos, variables e inversiones que permitan seleccionar aquella opción que maximice el beneficio. De esta manera, podrían estudiarse alternativamente todas aquellas opciones que logren el objetivo deseado, como el pago de horas extraordinarias, los turnos dobles, el trabajo en días feriados, la adquisición de tecnología adicional o el cambio de tecnología de mayor capacidad, la externalización del requerimiento marginal o, incluso, el aumento del precio del producto para lograr una disminución en la cantidad demandada.

Estas opciones podrían estudiarse comparativamente con el objeto de seleccionar aquella que le reporte los mayores beneficios netos al proyecto.

El criterio que se emplea en este cálculo es el mismo que se sigue para evaluar el proyecto global. Mediante el análisis de los flujos de caja de cada tamaño, puede definirse una tasa interna de retorno (TIR) marginal del tamaño que corresponda a la tasa de descuento que hace nulo el flujo diferencial de los tamaños de alternativa. Mientras la TIR marginal sea superior a la tasa de corte definida para el proyecto, convendrá aumentar el tamaño. El nivel óptimo estará dado por el punto en el cual ambas tasas se igualan. Esta condición se cumple cuando el tamaño del proyecto se incrementa hasta que el beneficio marginal del último aumento sea igual a su costo marginal.

En el gráfico 8.2 se puede apreciar la relación de la TIR marginal, del VAN incremental y del VAN máximo con el tamaño óptimo (T_o). El tamaño óptimo corresponde al mayor valor actual neto de las alternativas analizadas. Si se determina la función de la curva, este punto se obtiene cuando la primera derivada es igual a cero y la segunda es menor que cero para asegurar que el punto sea un máximo.[6] El mismo resultado se obtiene si se analiza el incremento de VAN que se logra con aumentos de tamaño. En T_o, el VAN se hace máximo, el VAN incremental es cero (el costo marginal es igual al ingreso marginal) y la TIR marginal es igual a la tasa de descuento exigida al proyecto.

Si bien lo anterior facilita la comprensión de algunas relaciones de variables y clarifica hacia dónde debe tenderse en la búsqueda del tamaño óptimo, en la práctica este método pocas veces se emplea, ya que como el número de opciones posibles es limitado, resulta más simple calcular el valor actual neto de cada una de ellas y elegir el tamaño que tenga el mayor valor actual neto asociado.[7] En el siguiente punto se analizará en mayor detalle este aspecto.

---

[6] Si se expresa el VAN en función del tamaño, se podría definir la siguiente igualdad:

8.3

$$VAN(T) = \sum_{t=1}^{n} \frac{BN_t(T)}{(1+i)^t} - I(T)$$

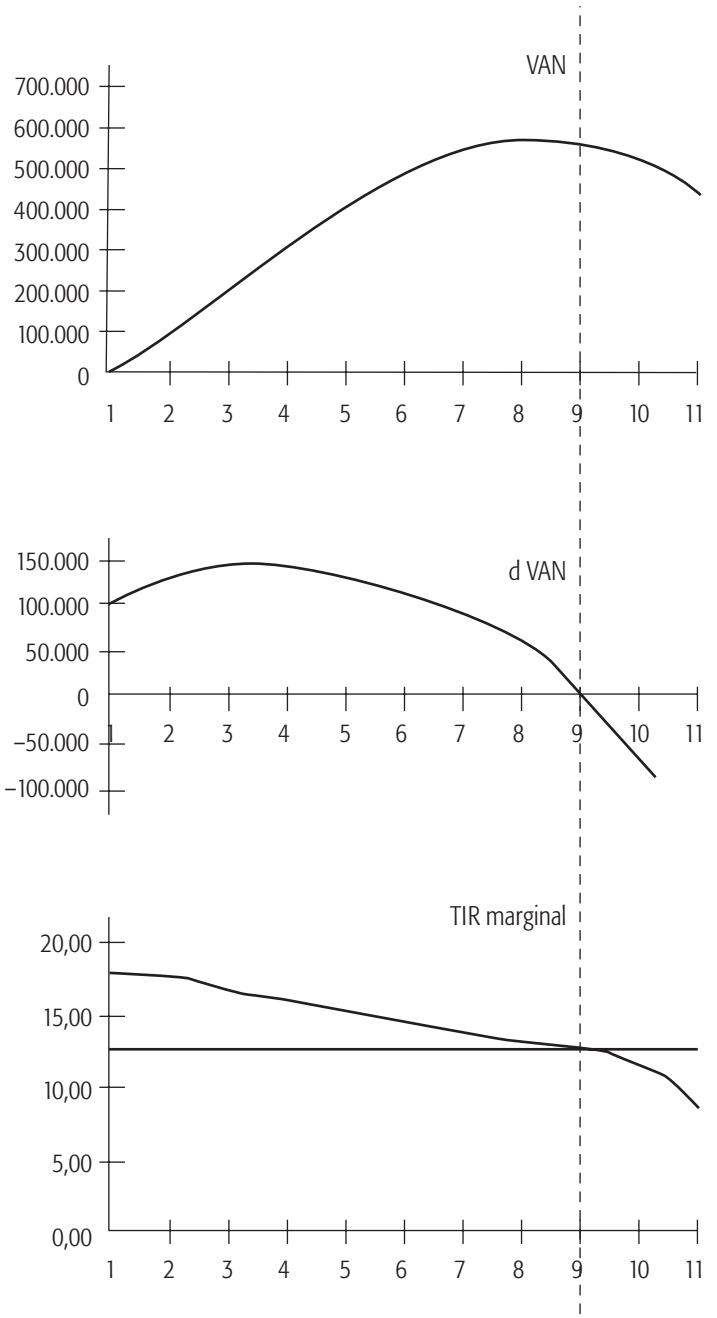
donde *BN* es beneficio neto en el periodo *I*.
Para calcular el punto que hace igual a cero el VAN marginal, se deriva la función de la siguiente forma:

8.4

$$\frac{dVAN(T)}{dt} = \sum_{t=1}^{n} \frac{dBN_t(T)/dT}{(1+i)^t} - \frac{dI(T)}{dT} = 0$$

[7] En los casos en los que se encuentren variaciones continuas en el tamaño, como por ejemplo en un oleoducto, donde el tamaño se fija a voluntad, se pueden expresar tanto la inversión como los beneficios netos en función del tamaño y derivar la función tal como se explicó en la anterior nota al pie de página.

Gráfico 8.2 Relación de la TIR marginal, del VAN incremental y del VAN máximo con el tamaño óptimo (T_o)



8.4 El tamaño de un proyecto con mercado creciente

Al analizar las variables determinantes del tamaño del proyecto, se planteó la necesidad de considerar el comportamiento futuro de la cantidad demandada como una manera de optimizar la decisión, no tanto en respuesta a una realidad coyuntural, como a una situación dinámica en el tiempo.

Como se mencionó anteriormente, el tamaño óptimo depende, entre otras cosas, de las economías de escala que estén presentes en un proyecto. Al estar en presencia de un mercado creciente, esta variable toma más importancia, ya que deberá optarse por definir un tamaño inicial lo suficientemente grande como para que pueda responder a futuro a ese crecimiento del mercado, u otro más pequeño pero que vaya ampliándose de acuerdo con las posibilidades de las escalas de producción. El primer caso obliga a trabajar con capacidad ociosa programada, la que podría compensarse con las economías de escala que se obtendrían de operar con un mayor tamaño. Obviamente, si no hay economías de escala asociadas con un mayor tamaño, no podrá justificarse económicamente un tamaño que ocasione capacidad ociosa, a menos que una razón estratégica, como crear barreras a la entrada de nuevos competidores, así lo justifique. El segundo caso hace necesario que, además de evaluarse la conveniencia de implementar el proyecto por etapas, deba definirse cuándo debe hacerse la ampliación.

En general, la demanda crece a tasas diferentes a las del aumento en las capacidades de planta, lo que obliga a elegir entre dos estrategias alternativas: satisfacer por exceso o por defecto la demanda. En el primer caso se estará optando por mantener capacidad ociosa de producción, mientras que, en el segundo, se optará por dejar de percibir los beneficios que ocasionaría la opción de satisfacer a toda la demanda.

Con el siguiente ejemplo se expone una forma de análisis de opciones de tamaño frente a una demanda creciente en el tiempo.

Supóngase que la demanda esperada en toneladas para cada uno de los próximos cinco años es la que se exhibe en el cuadro 8.1 y que la producción se puede hacer con capacidades máximas de plantas de 3.000, 7.000 y 12.000 toneladas anuales.

Cuadro 8.1

Año	1	2	3	4	5
Demanda	1.500	3.000	4.500	7.500	12.000

Considérese, también, que el costo unitario de producción de cada planta y su distribución entre costos fijos y variables, trabajando a plena capacidad, es el siguiente:

Cuadro 8.2

Planta	Tamaño	Costo unitario	Costo fijo	Costo variable
A	3.000 ton/año	$650	35,5%	64,5%
B	7.000 ton/año	$540	26,3%	73,7%
C	12.000 ton/año	$490	25,0%	75,0%

El precio de venta unitario se supondrá en $950 para cualquier volumen de ventas y la vida útil de todas las plantas se estima en cinco años. No se ha supuesto la posibilidad de valores de rescate al término de su vida útil. La inversión para la planta A se calculó en 1,5 millones de pesos y el factor de escala es de 0,65.

Aplicando la ecuación 8.1 se obtienen las siguientes estimaciones de inversión para los tamaños de planta en estudio:

Cuadro 8.3

Capacidad	3.000 ton/año	7.000 ton/año	12.000 ton/año
Inversión	$1.500.000	$2.601.813	$3.693.433

Si se optara por una sola planta con capacidad de 3.000 toneladas año, el flujo de beneficios netos de cada año sería.[8]

Cuadro 8.4

Año	Producción	Ingresos ($)	Costo fijo ($)	Costo variable ($)	Flujo anual ($)
1	1.500	1.425.000	692.250	628.875	103.875
2	3.000	2.850.000	692.250	1.257.750	900.000
3	3.000	2.850.000	692.250	1.257.750	900.000
4	3.000	2.850.000	692.250	1.257.750	900.000
5	3.000	2.850.000	692.250	1.257.750	900.000

Están tomando como referencia el costo unitario de la planta B.

La producción sólo es de 3.000, luego los ingresos son: 3.000 ×$950 = $2.850.000.

[8] Los ingresos se obtienen multiplicando el precio por la cantidad producida y vendida. Los costos fijos resultan de calcular el 35,5% del costo total ($650 multiplicado por las 3.000 unidades: 650 × 3.000 = 1.950.000 × 0,355 = 692.250).
Similar operación se hace con los costos variables, pero aplicando el porcentaje correspondiente a las unidades efectivamente producidas.
1.500 × 650 = 975.000
975.000 × 0,645 = 628.875 − Año 1
3.000 × 650 = 1.950.000
1.950.000 × 0,645 = 1.257.750 − Años 2, 3, 4, 5.

Al actualizar el flujo resultante de esta tabla se obtiene un valor actual neto de $1.033.473, a una tasa de actualización de 12% anual, el que deberá ser comparado con el resultado que se obtendrá de actualizar las otras opciones.

Instalar una sola planta con capacidad de 7.000 toneladas/año, generaría un valor actual neto de $2.290.522 para el flujo de caja neto resultante de la proyección que se muestra en el cuadro 8.5.

Cuadro 8.5

Año	Producción	Ingresos ($)	Costo fijo ($)	Costo variable ($)	Flujo anual ($)
1	1.500	1.425.000	994.140	569.970	– 166.110
2	3.000	2.850.000	994.140	1.193.940	661.920
3	4.500	4.275.000	994.140	1.790.910	1.489.950
4	7.000	6.650.000	994.140	2.785.860	2.870.000
5	7.000	6.650.000	994.140	2.785.860	2.870.000

Para el caso de una planta con capacidad de 12.000 toneladas anuales, el flujo que puede proyectarse es el siguiente:

Cuadro 8.6

Año	Producción	Ingresos ($)	Costo fijo ($)	Costo variable ($)	Flujo anual ($)
1	1.500	1.425.000	1.470.000	551.250	– 596.250
2	3.000	2.850.000	1.470.000	1.102.500	227.500
3	4.500	4.275.000	1.470.000	1.653.750	1.151.250
4	7.500	7.125.000	1.470.000	2.756.250	2.898.750
5	12.000	11.400.000	1.470.000	4.410.000	5.520.000

El valor actual neto que podría esperarse de esta opción, a una tasa de descuento del 12% anual, sería de $1.789.264.

Si la decisión estuviera entre los únicos tres tamaños de planta identificados, sin posibilidad de duplicar una de ellas ni de combinar entre ellas, la más conveniente sería la planta B por tener el mayor valor actual neto. Pero un análisis completo exige medir la rentabilidad de una opción combinada, ya sea de repetir una capacidad de planta o de combinar dos o más de ellas.

Por ejemplo, una posibilidad de satisfacer toda la demanda con un solo tipo de planta podría ser con una planta A los dos primeros años; dos plantas el tercer año; tres plantas el cuarto año y cuatro plantas el quinto año. Nótese que también debe

analizarse la posibilidad de mantener dos plantas el cuarto año, dejando sin cubrir una demanda de 1.500 toneladas ese año.

De igual manera, la demanda podrá satisfacerse combinando plantas, por ejemplo, con una planta A los dos primeros años, con dos plantas A el tercero y el cuarto año, y con dos plantas A, más una B, el quinto año.

De acuerdo con lo anterior es posible deducir que no existe un tamaño óptimo de planta cuando se enfrenta una demanda creciente, sino una estrategia óptima de ampliación que puede definirse con anticipación.

8.5 El tamaño de un proyecto con demanda constante

Un modelo menos frecuente pero útil en muchos casos en que la información está disponible, como cuando la demanda por satisfacer es interna del proyecto (fabricación de un insumo por emplear en la elaboración del producto final), en que se conoce la cantidad fija de demanda por atender o, incluso, en que es una decisión propia del inversionista, es el que elige el tamaño que exhibe el menor costo medio, el que corresponde al cociente entre el costo total y todas las unidades producidas.

Cuando la demanda es constante, la opción que exhiba el costo medio mínimo es la que maximiza el valor actual neto, ya que se asume que los beneficios son constantes, cualquiera sea la configuración tecnológica que logre satisfacer el nivel de demanda que se supone dado.

Esto se demuestra representando la demanda, fija y conocida, como q_o, y expresando el valor actual neto (VAN) de un tamaño T_o como sigue:

8.5

$$VAN\left(T_0\right)=\sum_{t=1}^{n}\frac{pq_0C_0\left(T_0\right)}{\left(1-i\right)^t}-I\left(T_0\right)$$

donde:

$I(T_o)$ = Inversión para el tamaño T_o

$C_o(T_o)$ = Costo de operación para el tamaño T_o

Si se convierte la inversión en un flujo anual equivalente, *CAI* (costo anual equivalente de la inversión), la ecuación 8.5 se transforma en:

8.6

$$VAN\left(T_0\right)=\sum_{t=1}^{n}\frac{pq_0C_0T_0-CAI}{\left(1-i\right)^t}$$

Lo que puede formularse también como:

8.7

$$VAN(T_0) = q_0\left(p - \frac{CT}{q_0}\right)\sum_{t=1}^{n}\frac{1}{(1+i)^t}$$

donde
CT = costo total = $C_o(T_o) + CAI$

Dado que todos los valores son constantes y conocidos, de la ecuación 8.7 se deduce que el máximo valor actual neto corresponde al menor costo medio (CT/q_o).[9]

Por ejemplo, si una empresa está estudiando la viabilidad de fabricar los 30.000 envases diarios que hoy compra a proveedores externos y que requiere para su producción normal, e identifica los siguientes cinco tamaños de planta que podrían satisfacer su demanda normal, debería optar por un tamaño de planta D, ya que es donde el costo medio se minimiza, lo cual se aprecia en el cuadro 8.7

Cuadro 8.7

Planta	Capacidad	Costo medio	Nivel operación
A	10.000	48	3 turnos/día
B	15.000	52	2 turnos/día
C	20.000	51	1.5 turnos/día
D	30.000	46	1 turno/día
E	40.000	47	1 turno/día y 75% capacidad

Obviamente, al existir una demanda constante, la solución se logra tanto con el mínimo costo medio como con el mínimo costo total.[10]

[9] Como se verá más adelante, es usual incorporar la depreciación contable de la inversión en los costos fijos del negocio. Esto, que es correcto para cuantificar el costo del producto y también para fines tributarios, no lo es para la evaluación de opciones financieras, ya que, si se incluyen, se estaría considerando dos veces el efecto de la inversión. En los capítulos de construcción de flujos de caja y de evaluación del proyecto se analiza detalladamente este punto.

[10] Cuando los beneficios son constantes, muchas personas mencionan un "VAC" para referirse a un valor actual de los costos. Es obvio que si los beneficios son iguales para distintas capacidades de planta, la opción que exhiba el menor valor actualizado de los costos será igual a la que tenga el mayor valor actual neto.

Resumen

El capítulo 8 se abocó al desarrollo de uno de los aspectos más importantes y difíciles de la formulación de un proyecto: su tamaño. Muchos son los factores que influyen en la determinación de lo que pueda considerarse tamaño óptimo de la inversión, destacándose la demanda, la disponibilidad de insumos, la capacidad financiera del inversionista y el crecimiento de la competencia, entre muchos otros.

El tamaño mantiene una estrecha vinculación con la cuantía de las inversiones, los costos de operación y los niveles de venta. Esto hace que muchas veces de la correcta determinación del tamaño dependa la magnitud de la rentabilidad de un proyecto. Entre otras cosas, porque el tamaño se asocia con efectos de economías de escala que, si bien pueden ser atractivas para la disminución de los costos medios de producción, deben ser cuidadosamente analizadas por sus implicancias en los niveles de capacidad ociosa que pudiese generar el proyecto. Este punto se manifiesta más complejo si a las consideraciones se agrega la variable estratégica de buscar la creación de barreras a la entrada de nuevos competidores al mercado, al mantener una capacidad de oferta superior a la cantidad demandada que pudiera esperarse para el proyecto.

La maximización del valor actual neto es, como para muchas decisiones, determinante en la elección de la opción de tamaño. Aunque es posible la búsqueda de este óptimo por la determinación del tamaño que hace máximo el valor actual neto, o que hace la tasa interna de retorno marginal igual a la tasa de descuento del proyecto o que hace el valor actual neto incremental igual a cero, en la práctica lo más frecuente es la primera de estas opciones. Esto, porque generalmente el número de tamaños posibles es limitado.

Cuando el tamaño debe enfrentar un mercado creciente, es posible tener que decidir si se seguirá una estrategia que satisfaga la demanda por exceso o por defecto, aunque sea por periodos parciales. Esto ocurre porque el crecimiento del mercado es en tasas diferentes a las del aumento que pudiera seguirse en la adecuación de las capacidades de planta.

Cuando la demanda es constante, lo más frecuente es el análisis de la opción de mínimo costo medio, aunque se llega a igual resultado si se busca el menor costo total.

Preguntas y problemas

1. Señale los principales factores que determinan el tamaño de un proyecto.
2. ¿Cuál es el principal factor de decisión en el estudio del tamaño de una planta para fabricar los insumos que ocupa y hoy compra una empresa funcionando?
3. ¿Por qué puede la estrategia comercial que se defina para el proyecto ser más importante que la cantidad demandada al definir el tamaño más adecuado para un proyecto?
4. Señale un caso en el que el tamaño genere claramente economías de escala, y otro donde genere deseconomías de escala.
5. Explique el concepto de factor de escala. ¿Qué significa que éste sea mayor, igual o menor que uno?
6. ¿En qué caso las economías de escala, aunque existan, no juegan ningún rol en la decisión?
7. Explique las relaciones que existen entre la tasa interna de retorno marginal, el valor actual neto incremental y el valor actual neto máximo, en el punto donde el tamaño se hace óptimo.
8. ¿Qué hace diferentes a los análisis que deben hacerse para estudiar los tamaños óptimos con mercado creciente y con mercado constante?
9. En la fabricación de un producto se sabe que la inversión necesaria para una planta con capacidad para elaborar 1.000 unidades diarias es de $250.000.000. Si el factor de escala es 0,8, ¿cuál es el costo de construir una planta de 2.000 y 3.000 unidades diarias?
10. En un informe de costo de construcción y equipamiento de una pequeña planta industrial se señala que la inversión necesaria para poder fabricar 13.000 unidades anuales de un producto es de $68.000.000, mientras que para fabricar 30.000 unidades es de $120.000.000. Determine el factor de escala.
11. Demuestre que la decisión sobre el tamaño óptimo entre las tres siguientes opciones es la misma, ya sea empleando el criterio de maximización del valor actual neto o los de minimización de los costos totales y los costos medios.

Planta	Tamaño	Inversión ($)	Costo unitario ($)
A	900 u/día	1.000.000	140
B	1.800 u/día	1.700.000	300
C	2.700 u/día	2.500.000	450

La producción requerida es de 2.700 unidades al día, lo que se logra haciendo trabajar tres turnos a la planta A, un

Preguntas y problemas

turno y medio a la planta B y un turno a la planta C.
Todos los productos se valoran en $1.200, la tasa de descuento para el proyecto es de un 12% anual, la vida útil de todas las plantas es de cinco años sin valor de desecho y no se incluye la depreciación de la planta en el cálculo de los costos de operación unitarios.

Comente las siguientes afirmaciones:

a. El tamaño propuesto sólo debe aceptarse en caso de que la demanda sea claramente superior a dicho tamaño.

b. Al aumentar la producción y las ventas puede pasarse de una situación con rentabilidad positiva a otra negativa.

c. En el cálculo del costo medio deben considerarse todos los costos fijos del producto, incluyendo la depreciación.

d. La mayor producción de un bien que presenta una demanda creciente y que por lo demás tiene un margen de contribución positivo, siempre implicará que se incremente la utilidad y rentabilidad del proyecto.

e. El concepto de capacidad máxima representa una información de gran utilidad para la determinación del tamaño, puesto que en el evento de que un equipo esté trabajando a plena capacidad normal, el uso intensivo máximo de éste constituye el mecanismo usual de solución ante una mayor cantidad demandada.

f. Cuando una tecnología está produciendo a menor capacidad de la que sus instalaciones le permiten, la empresa siempre deberá utilizar esa capacidad ociosa.

g. Al entregar antecedentes proyectados de la demanda, el estudio de mercado ha cumplido su misión, por lo que el proceso tecnológico deberá preocuparse de satisfacer lo que el estudio de mercado estableció.

h. Cuando se produce una situación en la que la capacidad instalada no es capaz de producir lo que el mercado demanda, entonces la única alternativa es la de efectuar nuevas inversiones destinadas a producir la mayor demanda existente en el mercado.

i. Cuando una empresa que dispone de diversas plantas de producción en distintas localidades aprecia que la demanda será decreciente en un 10% para los próximos tres años, entonces disminuiría la producción en cada una de ellas en ese mismo porcentaje, a fin de adecuar la oferta con la demanda.

j. La búsqueda del tamaño óptimo se logra estudiando los costos que le representaría al proyecto hacer frente

Preguntas y problemas

al aumento de producción. De esta manera, al existir distintas alternativas para hacer frente a los nuevos requerimientos del mercado, el preparador y evaluador de proyectos recomendará aquella que representa el menor Valor Actual de Costos (VAC).

k. En el estudio de un proyecto se pudo constatar que la demanda crecería en un 50% el quinto año de funcionamiento de la empresa, manteniéndose constante para el resto del proyecto. Para los primeros cuatro años la capacidad instalada inicial permitirá hacer frente a los aumentos que ocurrirían en esos años; pero, al quinto año sería necesario hacer nuevas inversiones. Sin embargo, si se adquiere al inicio del proyecto una tecnología de mayor capacidad, ésta podría producir el 50% requerido al quinto año y los sucesivos hasta el horizonte del proyecto. En consideración a que las dos opciones resuelven el problema de tamaño, el preparador y evaluador del proyecto podrá optar indistintamente por cualquiera de las dos opciones.

l. La tasa de descuento que deberá utilizarse para determinar el tamaño del proyecto dependerá de las características del proceso productivo. De esta manera, la tasa no puede ser la misma para el caso de estudiar una alternativa de uso intensivo de mano de obra para el aumento de producción, que la alternativa de incrementar la inversión en tecnología. Los proyectos de uso intensivo en tecnología o mano de obra deberán tener tasas diferenciadas en consideración a que los riesgos de obsolescencia tecnológica son distintos a los riesgos inherentes a la mano de obra.

m. Si se producen deseconomías de escala al aumentar las inversiones para hacer frente a un aumento de la demanda, el proyecto deberá bajar el precio del bien con el fin de utilizar siempre la capacidad instalada y así mejorar la rentabilidad.

Preguntas y problemas

CASO: Baldosines Cerámicos Ltda.

En la formulación de un proyecto para crear y operar la futura fábrica de baldosas Baldosines Cerámicos Ltda. Se busca determinar cuál es el tamaño de la planta o la combinación de plantas más apropiada para satisfacer la demanda esperada para los próximos cinco años. Según los resultados de la investigación del mercado de baldosines, la empresa que se crearía con el proyecto podría enfrentar una posibilidad de ventas como la que se muestra a continuación.

Año	1	2	3	4	5
Demanda	1.400	2.500	5.500	7.500	9.500

El estudio técnico logró identificar que la producción de los baldosines en los niveles estimados puede fabricarse con uno, o más de tres tipos de plantas, cuyas capacidades de producción en situaciones normales son las siguientes:

Planta	Capacidad (b/día)
A	2.500
B	6.000
C	9.500

El costo unitario de producción y su componente proporcional fijo y variable para el nivel de operación normal es conocido y se muestra en la siguiente tabla:

Planta	Costo unitario	% Costo fijo	% Costo variable
A	$62	33,3	66,7
B	$48	25,4	74,6
C	$46	23,0	77,0

Se estima que el precio de venta de cada una de las unidades producidas ascenderá a $85, cualquiera sea el número fabricado y vendido.

La vida útil máxima de cada planta se estima en cinco años. Ninguna de ellas tiene valor de desecho, cualquiera sea la antigüedad con que se liquiden.

La inversión necesaria para construir y equipar la planta A se calculó en $120.000. Aunque no se contrató un estudio para cuantificar el monto de la inversión en las

Preguntas y problemas

plantas B y C, se sabe que un buen estimador es aplicar un factor de escala de un 0,75.

Uno de los puntos que más interesan aclarar es si será más conveniente construir una única planta que satisfaga la totalidad o parte de la demanda proyectada, buscar una combinación de dos o más tipos de planta o buscar otra opción, como construir una segunda planta igual a la inicial cuando crezca la demanda.

Los dueños del proyecto desean producir cada año la cantidad exacta proyectada para la demanda. También esperan un retorno mínimo a la inversión de un 15%.

Con base en estos antecedentes, ¿qué opciones existen? ¿Cuál es la más conveniente? ¿Qué otras consideraciones deberían incluirse para una mejor decisión?

Material complementario

Ejercicios recomendados del texto complementario *Evaluación de proyectos, guía de ejercicios, problemas y soluciones*, de José Manuel Sapag, McGraw-Hill, tercera edición, 2007:

31. Envases plásticos flexibles
32. Chancado de caliza
33. Emsan

Bibliografía

Fuentes, Fernando, *Análisis técnico para proyectos de inversión*. Icap. San José, 1988.

Guadagni, A. A. El problema de la optimización del proyecto de inversión: consideración de sus diversas variantes. En: BID-Odeplan. *Programa de adiestramiento en preparación y evaluación de proyectos*. Vol V. Santiago, 1976.

Gutiérrez, Héctor. *Evaluación de proyectos bajo certidumbre*. Santiago: Piade, Universidad de Chile, 1994.

Ilpes. *Guía para la presentación de proyectos. Santiago*: Siglo XXI-Editorial Universitaria 1977.

Naciones Unidas. Tamaño de fábrica y economías de escala. En: BID-Odeplan. *Programa de adiestramiento en preparación y evaluación de proyectos.* Vol V. Santiago, 1976.

Ochoa, H. J. Tamaño. En: *Programa de adiestramiento en preparación y evaluación de proyectos.* Vol V. Santiago, 1976.

OECD. *Manual of industrial project analysis in developing countries.* París: Development Centre of the organization for economic cooperation and development, 1972.

Salvatore, Dominick. *Economía y empresa*. México, McGraw-Hill, 1993.

Schroeder, R. G. *Operation management. Decision making in operation function*. McGraw-Hill. 1985

Capítulo 9

Decisiones de localización

La localización adecuada de la empresa que se crearía con la aprobación del proyecto puede determinar el éxito o fracaso de un negocio. Por ello, la decisión acerca de dónde ubicar el proyecto obedecerá no sólo a criterios económicos, sino también a criterios estratégicos, institucionales e, incluso, de preferencias emocionales. Con todos ellos, sin embargo, se busca determinar aquella localización que maximice la rentabilidad del proyecto.

La decisión de localización de un proyecto es una decisión de largo plazo con repercusiones económicas importantes que deben considerarse con la mayor exactitud posible. Esto exige que su análisis se realice de manera integrada con las restantes variables del proyecto: demanda, transporte, competencia, etcétera. La importancia de una selección apropiada para la localización del proyecto se manifiesta en diversas variables, cuya recuperación económica podría hacer variar el resultado de la evaluación, comprometiendo en el largo plazo una inversión de probablemente grandes cantidades de capital, en un marco de carácter permanente de difícil y costosa alteración.

El análisis de la localización adecuada de la empresa involucra no sólo el estudio del lugar óptimo de la planta productiva sino también de las oficinas administrativas. Muchos proyectos ubican la primera en un determinado lugar y su administración en otro. Obviamente que el estudio pertinente deberá incorporar en su análisis la conveniencia estratégica y económica de disponer de localizaciones conjuntas o separadas para cada una de estas funciones. Para algunos tipos de proyectos la diferenciación de localización puede ser aún mayor, tomando en consideración que el

proceso productivo podría seleccionarse en una localización determinada, el administrativo en otra y el de distribución en un tercer lugar distinto a los anteriores.

El objetivo de este capítulo es presentar los principales criterios y técnicas de evaluación de las opciones de localización de un proyecto.

9.1 El estudio de la localización

La localización puede tener un efecto condicionador sobre la tecnología utilizada en el proyecto, tanto por las restricciones físicas que importa como por la variabilidad de los costos de operación y capital de las distintas alternativas tecnológicas asociadas con cada ubicación posible.

Al estudiar la localización del proyecto se puede concluir que hay más de una solución factible adecuada. Más todavía cuando el análisis se realiza en el estudio de prefactibilidad, en el cual las variables relevantes no son calculadas de manera concluyente. Así mismo, una localización que se ha determinado como óptima en las condiciones vigentes puede no serlo en el futuro. Por tanto, la selección de la ubicación debe tener en cuenta su carácter definitivo o transitorio y optar por aquella que permita obtener el máximo rendimiento del proyecto.

El estudio de la localización no será entonces una evaluación de factores tecnológicos. Su objetivo es más general que la ubicación por sí misma; es elegir aquella que permita las mayores ganancias entre las alternativas que se consideran factibles. Sin embargo, tampoco el problema es puramente económico. Los factores técnicos, legales, tributarios, sociales, etcétera, deben tomarse necesariamente en consideración, sólo que la unidad de medida que homologue sus efectos en el resultado del proyecto puede reducirse, en algunos casos, a términos monetarios. Siempre quedará la variable subjetiva no cuantificable que afectará la decisión; por ejemplo, las motivaciones personales del empresario.

La teoría económica de la localización reduce el problema a un aspecto de ganancias máximas. Esto es, considerar el objetivo más general del proyecto: aquella localización que le otorgue la mayor rentabilidad. Para ello es necesario elaborar y evaluar el flujo de efectivo relevante de cada alternativa, en los términos que se definirán en los capítulos siguientes.

El análisis de la ubicación del proyecto puede realizarse con distintos grados de profundidad, que dependen del carácter de factibilidad, prefactibilidad o perfil del estudio. Independientemente de ello, es necesario realizar dos etapas: la selección de una macrolocalización y, dentro de ésta, la de la microlocalización definitiva. Muchas veces se considera que en el estudio de prefactibilidad sólo es necesario definir una macrozona, pero no hay una regla al respecto.

La selección de la macro y microlocalización está condicionada al resultado del análisis de lo que se denomina factor de localización. Cada proyecto específico

tomará en consideración un conjunto distinto de estos factores. Igualmente, la selección de la macrozona tendrá que considerar, para un mismo proyecto, muchos factores de localización diferentes de los que se utilizarán en la elección de la microubicación; por ejemplo, factores como las políticas impositivas, las influencias climáticas y otras que tienen preponderancia en la selección de la macrolocalización, no son relevantes para elegir una microzona dentro de aquélla, puesto que su efecto sería común a toda ella.

En teoría, las alternativas de ubicación de un proyecto son infinitas. En términos prácticos, el ámbito de elección no es tan amplio, pues las restricciones propias del proyecto descartan muchas de ellas. La selección previa de una macrolocalización permitirá, mediante un análisis preliminar, reducir el número de soluciones posibles al descartar los sectores geográficos que no respondan a las condiciones requeridas por el proyecto. Sin embargo, debe tenerse presente que el estudio de la microlocalización no corregirá los errores en que se pudo haber incurrido en la macrolocalización. El análisis de microlocalización sólo indicará cuál es la mejor alternativa de instalación dentro de la macrozona elegida.

La deficiente recolección de datos es la principal causa de los errores de la selección, que se manifiesta generalmente en costos excesivamente altos, debidos a la "seducción del lugar", a medios de transporte insuficientes, a dificultades para captar mano de obra especializada en número suficiente, a la falta de agua y a la incapacidad de deshacerse de desechos,[1] entre otros factores.

9.2 Factores de localización

En este apartado se analizan los factores que comúnmente influyen en la decisión de la localización de un proyecto.

Las alternativas de instalación de la planta deben compararse en función de las fuerzas locacionales típicas de los proyectos. Se han elaborado muchas listas de esta fuerza como elementos de referencia para su evaluación. Algunas, como la publicada en la revista *Industrial Development,*[2] por ejemplo, han llegado a presentar una lista de 753 de estos factores. Una clasificación más concentrada debería incluir por lo menos los siguientes factores globales:

- Medios y costos de transporte
- Disponibilidad y costo de mano de obra
- Cercanía de las fuentes de abastecimiento

---

1 *Site Selection,* Factory 122 (5): 197, 1960.

2 *The factors for expansion planning*, *Industrial Development*. 129 (11), 64, 1960.

- Factores ambientales
- Cercanía del mercado
- Costo y disponibilidad de terrenos
- Topografía de suelos
- Estructura impositiva y legal
- Disponibilidad de agua, energía y otros suministros
- Comunicaciones
- Posibilidad de desprenderse de desechos

La tendencia de localizar el proyecto en la cercanía de las fuentes de materias primas, por ejemplo, depende del costo del transporte, tanto cuando el proceso redunda en una reducción de peso significativa, como cuando se elaboran o envasan artículos perecederos. Normalmente, cuando la materia prima (como la madera) es procesada para obtener productos diferentes, la localización tiende hacia la fuente de insumo; en cambio, cuando el proceso requiere varios materiales o piezas para ensamblar un producto final, la localización tiende hacia el mercado. La disponibilidad de los insumos, cualquiera sea su naturaleza, debe estudiarse en términos de la regularidad de su abastecimiento, carácter perecedero, calidad y costo.

Respecto a la mano de obra, la cercanía del mercado laboral adecuado se convierte generalmente en un factor predominante en la elección de la ubicación, y aún más cuando la tecnología que se emplee sea intensiva en mano de obra. Sin embargo, diferencias significativas en los niveles de remuneraciones entre alternativas de localización podrían hacer que la consideración de este factor sea puramente de carácter económico.

La tecnología del proceso también puede, en algunos casos, convertirse en un factor prioritario de análisis, si requiriera algún insumo en abundancia y a bajo costo, tal como el agua en una planta productora de bebidas alcohólicas o la electricidad en una planta de la industria metalmecánica.

Existen, además, una serie de factores no relacionados directamente con el proceso productivo, pero que condicionan en algún grado la localización del proyecto. Dervitsiotis[3] señala, en este aspecto, tres factores que denomina genéricamente ambientales: a) la disponibilidad y confiabilidad de los sistemas de apoyo, en los cuales incluye los servicios públicos de electricidad y agua, protección contra incendios, comunicación rápida y segura y otros; b) las condiciones sociales y culturales, en las cuales se estudian no sólo las variables demográficas como tamaño, distribución, edad y cambios migratorios, entre otras, sino también aspectos como la actitud hacia la nueva industria, disponibilidad, calidad y confiabilidad en los trabajadores

[3] Dervitsiotis, Kostas. *Operations Management.* New York: McGraw-Hill, 1981, p. 385.

en potencia, tradiciones y costumbres que pueden interferir con las modalidades conocidas de realizar negocios, entre otras, y c) las consideraciones legales y políticas que dan el marco de restricciones y oportunidades al análisis, tales como leyes sobre niveles de contaminación, especificaciones de construcción, franquicias tributarias o agilidad en la obtención de permisos para las nuevas instalaciones.

Otro factor importante en la decisión es el costo del transporte. La distancia entre las alternativas de localización con las fuentes de abastecimiento y el mercado consumidor debe considerarse, principalmente, en función de los costos que implica el transporte.

Al estudiar el transporte, no sólo deben analizarse las tarifas y las distancias. El acceso, en cuanto al tiempo y las demoras, a la cantidad de maniobras necesarias para llegar a destino, a la congestión del tránsito, al paso por calles centrales de una ciudad o la posibilidad de detenciones no controlables originadas por las características de cada ruta (nevazones en la cordillera, aludes, etcétera), condicionarán el costo del transporte.

Al estudiar la localización, muchas veces será el factor transporte el único determinante de la decisión. Es común, especialmente en el estudio de prefactibilidad, que se determine un costo tarifario, sea en volumen o en peso, por kilómetro recorrido. Si se emplea esta unidad de medida, su aplicación difiere según se compre la materia puesta en planta o no. Por ejemplo, si el proyecto fuese agroindustrial e implicase una recolección de la materia prima en varios predios, el costo de ésta puesta en planta dependerá de la distancia en la que se transporta, ya que el costo del flete deberá incorporarse a su precio.

Sopóngase el siguiente ejemplo para explicar lo anterior: una planta requiere 300 toneladas anuales de remolacha como insumo y las disponibilidades conocidas para una localización dada en función de las distancias son las indicadas en el cuadro 9.1.

Cuadro 9.1

Predio	Distancia a la planta	Producción disponible
A	30 km	150 ton
B	40 km	50 ton
C	60 km	100 ton

Si el precio de la remolacha puesta en el predio fuese de $100 la tonelada y el flete se ha calculado en $2 ton/km, resultan los costos comparativos que se muestran en el cuadro 9.2.

Cuadro 9.2

Predio	A	B	C
Distancia a la planta (km)	30	40	60
Producción disponible (ton)	150	50	100
Costo materia prima ($)	15.000	5.000	10.000
Costo transporte ($)	9.000	4.000	12.000
Costo total ($)	24.000	9.000	22.000
Costo marginal ($)	160	180	220
Costo medio[4] ($)	160	165	183

Si la materia prima se adquiere en los predios y se transporta en vehículos (propios o ajenos) a la planta, obviamente el costo medio, $183 la tonelada, es el costo real para el proyecto.

Pero si el producto se compra puesto en planta, deberá ofrecerse a un precio tal que satisfaga el interés del productor localizado en el predio C. Es decir, $220 la tonelada. Podrá argumentarse que primero se ofrecerá un precio de $160, hasta haber satisfecho las expectativas del productor situado en el predio A, que luego se subirá a $180, hasta adquirir la producción de B, y luego a $220, llegando también a un promedio de $183. Sin embargo, esto podría resultar una vez. Al año siguiente, el productor del predio más cercano a la planta no responderá al precio inicial, a la espera del alza ocurrida el año anterior. El análisis, si bien debe responder a las características de cada proyecto, tiene que considerar este factor, que puede llegar a ser determinante en la elección de una localización.

La naturaleza, disponibilidad y ubicación de las fuentes de materia prima, las propiedades del producto terminado y la ubicación del mercado también son factores generalmente relevantes en la decisión de la localización del proyecto.

Muchas veces el volumen de la materia prima por transportar es superior al volumen del producto terminado como, por ejemplo, la leche para producir quesos y

[4] El costo marginal se calcula dividiendo el costo total de abastecerse de cada predio (CTp) por la producción disponible en cada uno:

9.1 $$CT_p / q_p$$

El costo medio corresponde al costo total de abastecer la cantidad requerida, dividido entre la producción total (qt) requerida:

9.2 $$\sum_{j=1}^{n} CTp_j \Big/ q_t$$

mantequilla, las papas para elaborar puré deshidratado, los minerales en la industria siderúrgica, etcétera. En estos casos, la tendencia es situar la planta cerca de las fuentes de los recursos. Pero también puede suceder que el volumen de materia prima por transportar sea menor que el del producto terminado o que el costo del transporte de este último sea mayor, por su naturaleza, que el de la materia prima. En estas situaciones se tiende a localizar la planta cerca de los mercados.

Sin embargo, no siempre son tan evidentes las ventajas de una u otra localización. Los volúmenes, pesos, distancias, tarifas vigentes, carácter perecedero del producto transportado, etcétera, se deben evaluar conjuntamente para medir los efectos complementarios.

La disponibilidad y el costo de los terrenos en las dimensiones requeridas para servir las necesidades actuales y las expectativas de crecimiento futuro de la empresa creada por el proyecto es otro factor relevante que hay que considerar. De igual manera, pocos proyectos permiten excluir consideraciones acerca de la topografía y las condiciones de suelos o de la existencia de edificaciones útiles aprovechables o del costo de la construcción.

Muchos países utilizan la incentivación tributaria para el desarrollo de determinadas zonas geográficas de interés geopolítico. Por eso es necesario el estudio de las políticas de descentralización existentes y de las ventajas legales y tributarias de las localizaciones optativas, así como de las restricciones o prohibiciones que pudieran existir en la instalación de ciertas industrias en determinadas zonas.

9.3 Métodos de evaluación por factores no cuantificables

Las principales técnicas subjetivas utilizadas para emplazar la planta sólo tienen en cuenta factores cualitativos no cuantificados, que tienen mayor validez en la selección de la macrozona que en la ubicación específica. Los tres métodos que se destacan son los denominados como antecedentes industriales, factor preferencial y factor dominante.

El método de los antecedentes industriales supone que si en una zona se instala una planta de una industria similar, ésta será adecuada para el proyecto. Como escribe Reed: "Si el lugar era el mejor para empresas similares en el pasado, para nosotros también ha de ser el mejor ahora".[5] Las limitaciones de este método son obvias, desde el momento que realiza un análisis estático cuando es requerido uno dinámico para aprovechar las oportunidades optativas entre las localidades posibles de elegir.

No más objetivo es el criterio del factor preferencial, que basa la selección en la preferencia personal de quien debe decidir (ni siquiera del analista). Así, el deseo

[5] Reed, Ruddell. *Localización,* layout *y mantenimiento de planta*. Buenos Aires: El Ateneo, 1976, p. 20.

de vivir en un lugar determinado puede relegar en prioridad los factores económicos al adoptar la decisión final. Aunque no es un método basado en la racionalidad económica, es adecuado si se asigna un "costo" a las alternativas de localización no preferidas, evaluándose cuantitativamente por algunos de los métodos que se verán más adelante.

El criterio del factor dominante, más que una técnica, es un concepto, puesto que no otorga alternativas a la localización. Es el caso de la minería o el petróleo, donde la fuente de los minerales condiciona la ubicación. La alternativa de instalarse en la fuente es no instalarse.

9.4 Método cualitativo por puntos

Este método consiste en definir los principales factores determinantes de una localización, para asignarles valores ponderados de peso relativo, de acuerdo con la importancia que se le atribuye. El peso relativo, sobre la base de una suma igual a 1, depende fuertemente del criterio y la experiencia del evaluador.

Al comparar dos o más localizaciones opcionales, se procede a asignar una calificación a cada factor en una localización de acuerdo con una escala predeterminada como, por ejemplo, de 0 a 10.

La suma de las calificaciones ponderadas permitirá seleccionar la localización que acumule el mayor puntaje.

Si se busca elegir entre las siguientes tres zonas, el modelo se aplica como muestra el cuadro 9.3.

Cuadro 9.3

Factor	Peso	Zona A		Zona B		Zona C	
		Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación
MP disponible	0,35	5	1,75	5	1,75	4	1,40
Cercanía mercado	0,10	8	0,80	3	0,30	3	0,30
Costo insumos	0,25	7	1,75	8	2,00	7	1,75
Clima	0,10	2	0,20	4	0,40	7	0,70
MO disponible	0,20	5	1,00	6	1,60	6	1,20
Total	1,00		5,50		6,05		5,35

De acuerdo con este método, se escogería la localización B por tener la mayor calificación total ponderada.

9.5 El método de Brown y Gibson

Una variación del método anterior es propuesto por Brown y Gibson,[6] en el cual combinan factores posibles de cuantificar con factores subjetivos a los que asignan valores ponderados de peso relativo. El método consta de cuatro etapas:

- Asignar un valor relativo a cada factor objetivo FO_i para cada localización optativa viable.
- Estimar un valor relativo de cada factor subjetivo FS_i para cada localización optativa viable.
- Combinar los factores objetivos y subjetivos, asignándoles una ponderación relativa para obtener una medida de preferencia de localización *MPL*.
- Seleccionar la ubicación que tenga la máxima medida de preferencia de localización.

La aplicación del modelo en cada una de sus etapas lleva a desarrollar la siguiente secuencia de cálculo:

a) Cálculo del valor relativo de los FO_i. Normalmente los factores objetivos son posibles de cuantificar en términos de costo, lo que permite calcular el costo total anual de cada localización C_i. Luego, el FO_i se determina multiplicando C_i por la suma de los recíprocos de los costos de cada lugar $(1/C_i)$ y tomando el recíproco de su resultado. Vale decir:

9.3

$$F0_t = \frac{1/C_1}{\sum_{i=1}^{n} 1/C_i}$$

Supóngase que en un proyecto se han identificado tres localizaciones que cumplen con todos los requisitos exigidos. En todas ellas, los costos de mano de obra, materias primas y transportes son diferentes y el resto de los costos iguales (energía, impuestos, distribución, etcétera).

Si los costos anuales fuesen los del cuadro 9.4, el FO_i se obtendría como se indica en el mismo cuadro.

---

[6] Brown, P.A. y Gibson, D.F. *A Quantified Model for Facility Site Selection Application to a Multiplant Location Problem*. AIIE Transactions 4 (11), 1972.

Cuadro 9.4

Costos anuales (millones)						
Localización	Mano de obra	Materia prima	Transporte	Otros	Total (C_i)	Recíproco ($1/C_i$)
A	9,1	10,7	3,2	7,5	30,5	0,03279
B	9,7	10,3	3,8	7,5	31,3	0,03195
C	8,9	11,8	3,9	7,5	32,1	0,03115
Total						0,09589

El factor de calificación objetiva para cada localización se obtiene mediante la sustitución de los valores determinados en la ecuación 9.3.

De esta manera, los factores objetivos de calificación son:

$$FO_A = 0{,}03279/0{,}09589 = 0{,}34195$$
$$FO_B = 0{,}03195/0{,}09589 = 0{,}33319$$
$$FO_C = 0{,}03115/0{,}09589 = \underline{0{,}32485}$$
$$1$$

Al ser siempre la suma de los FO_i igual a 1, el valor que asume cada uno de ellos es siempre un término relativo entre las distintas alternativas de localización.

b) Cálculo del valor relativo de los FS_i. El carácter subjetivo de los factores de orden cualitativo hace necesario asignar una medida de comparación que valore los distintos factores en orden relativo, mediante tres subetapas:

- Determinar una calificación W_j para cada factor subjetivo ($j = 1, 2, \ldots n$) mediante comparación pareada de dos factores. Según esto, se escoge un factor sobre otro, o bien, ambos reciben igual calificación.
- Dar a cada localización una ordenación jerárquica en función de cada factor subjetivo R_{ij}.
- Para cada localización, combinar la calificación del factor W_j con su ordenación jerárquica R_{ij}, para determinar el factor subjetivo FS_i de la siguiente forma:

9.4

$$FS_i = \sum_{j=1}^{n} R_{ij} W_j$$

Supóngase que los factores subjetivos relevantes sean el clima, la vivienda y la educación, y que el resultado de las combinaciones pareadas sea el indicado en el cuadro 9.5, en el cual se asigna en las columnas de combinaciones pareadas en

valor 1 al factor más relevante y 0 al menos importante, mientras que cuando son equivalentes se asigna a ambos un factor 1.

Cuadro 9.5

Factor *(j)*	Comparaciones pareadas			Suma de preferencias	Índice W_j
	1	2	3		
Clima	1	1		2	2/4 = 0,50
Vivienda	0		1	1	1/4 = 0,25
Educación		0	1	1	1/4 = 0,25
Total				4	

El análisis que permitió la elaboración del índice de importancia relativa *Wj* se utiliza para determinar, además, la ordenación jerárquica R_{ij} de cada factor subjetivo, en la forma que se indica en el cuadro 9.6.

Cuadro 9.6

Factor / Localización	Clima					Vivienda					Educación				
	comparaciones pareadas			suma de pref.	R_{i1}	comparaciones pareadas			suma de pref.	R_{i2}	comparaciones pareadas			suma de pref.	R_{i3}
	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
A	1	1		2	2/4 = 0.50	0	0		1	0/4 = 0.00	0	0		0	0/3 = 0.00
B	1		1	2	2/4 = 0.50	1		1	2	2/4 = 0.50	1		0	1	1/3 = 0.33
C		0	0	0	0/4 = 0.00		1	1	2	2/4 = 0.50		1	1	2	2/3 = 0.67
Total				4	1,00				4	1,00				3	1,00

En el cuadro 9.7 se resumen los resultados de los factores subjetivos de evaluación obtenidos en los cuadros 9.5 y 9.6.

Cuadro 9.7

Factor *(j)*	Puntaje relativo R_{ij}			Índice W_j
	A	B	C	
Clima	0,50	0,50	0,00	0,50
Vivienda	0,00	0,50	0,50	0,25
Educación	0,00	0,33	0,67	0,25

Reemplazando en la ecuación 9.4 los valores del cuadro 9.7 se puede determinar la medida de factor subjetivo FS_i de cada localización. Separadamente para cada

localización, se multiplica la calificación para un factor dado R_{ij} por el índice de importancia relativa de W_j de ese factor y se suman todos los factores subjetivos. De esta forma se tiene que:

9.5
$$FS_i = R_{i1}W_1 + R_{i2}W_2 ... + R_{in}Wn$$

Al reemplazar por los valores del cuadro 9.7 se obtienen los siguientes factores de calificación subjetiva:

FS_A = (0,5) (0,50) + (0,00) (0,25) + (0,00) (0,25) = 0,2500

FS_B = (0,5) (0,50) + (0,50) (0,25) + (0,33) (0,25) = 0,4575

FS_C = (0,00) (0,50) + (0,50) (0,25) + (0,67) (0,25) = 0,2925

Como puede observarse, la suma de los tres resultados es igual a 1.

c) Cálculo de la medida de preferencia de localización *MPL*. Una vez valorados en términos relativos los factores objetivos y subjetivos de localización, se procede a calcular la medida de preferencia de localización mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

9.6
$$MPL_i = K\left(FO_i\right) + \left(1 - K\right)\left(FS_i\right)$$

La importancia relativa diferente que existe, a su vez, entre los factores objetivos y subjetivos de localización hace necesario asignarle una ponderación *K* a uno de los factores y 1-*K* al otro, de manera tal que se exprese también entre ellos la importancia relativa. Si se considera que los factores objetivos son tres veces más importantes que los subjetivos, se tiene que *K = 3 (1-K)*. O sea, *K = 0,75*.

Reemplazando mediante los valores obtenidos para los FO_i y los FS_i en la fórmula 9.6, se determinan las siguientes medidas de preferencia de localización:

MPL_A = (0,75) (0,34195) + (0,25) (0,2500) = 0,31895

MPL_B = (0,75) (0,33319) + (0,25) (0,4575) = 0,36427

MPL_C = (0,75) (0,32485) + (0,25) (0,2925) = 0,31678

d) Selección del lugar. De acuerdo con el método de Brown y Gibson, la alternativa elegida es la localización B, puesto que recibe el mayor valor de medida de ubicación. Si se hubiesen comparado exclusivamente los valores objetivos, esta opción no habría sido la más atrayente; sin embargo, la superioridad con que fueron calificados sus factores subjetivos la hace ser más relevante.

Es fácil apreciar, por otra parte, que un cambio en la ponderación entre factores objetivos y subjetivos podría llevar a un cambio en la decisión.

9.6 Maximización del valor actual neto

Al igual que para la selección de la mejor alternativa tecnológica o del tamaño óptimo, la decisión acerca de la mejor localización, sobre la base de un criterio económico, corresponde a la maximización del valor actual neto de los flujos de caja asociados con cada opción de ubicación del negocio.

En términos generales puede afirmarse que los factores que influyen en la determinación de la localización del proyecto son fundamentalmente de costos, puesto que las proyecciones calculadas de demanda se mantendrán casi siempre constantes, sea cual fuere la localización que se seleccione. El consumidor no consulta, antes de adquirir el bien, el lugar donde éste se elaboró; su decisión de compra se fundamenta en las características, la calidad y el precio del producto que está demandando.

De esta manera, también resulta ser válido el argumento que se señalaba para la elección de alternativas tecnológicas en orden a que se partirá del supuesto de que los ingresos son iguales para todos ellos.

La evaluación por este método puede ser más compleja si las posibles localizaciones involucran modificaciones entre sus variables significativas. Por ejemplo, si se determina que una planta reduce sus costos unitarios mientras se aleja del mercado, puede suceder que su mercado potencial también disminuya por el carácter perecedero que podría tener el producto o por las mayores dificultades para cumplir con los plazos de entrega exigidos por el mercado. Así, no sólo se ve afectada la variable ventas, sino probablemente también la variable tamaño o el monto de la inversión en capital de trabajo, entre otras, si se compensa la dificultad de cumplimiento de plazos con mayores ventajas crediticias para el cliente.

La posibilidad de que ocurra alguna de las situaciones señaladas en el párrafo anterior obliga al preparador del proyecto a considerar el impacto que ellas generarían en el flujo de caja, efectuando los cálculos correspondientes que permitan obtener expresiones cuantitativas para estos hechos. En el caso de que las distintas opciones de localización no involucren modificaciones entre sus variables significativas, este método puede ser utilizado sin mayor dificultad.

También es posible que se utilice una combinación de métodos en el evento de que, existiendo variables subjetivas que se identifican y valoran de acuerdo con los procedimientos ya señalados, se integra dicha valoración al resultado económico que cada una de las alternativas entrega al utilizar el criterio del valor actual de los flujos de caja.

De esta manera, se obtendrá un resultado que reconoce tanto los aspectos cuantitativos como los subjetivos, basándose el análisis en el criterio del valor actual de costos, cuando las opciones no hacen variar los beneficios esperados.

9.7 La demanda y las áreas de influencia

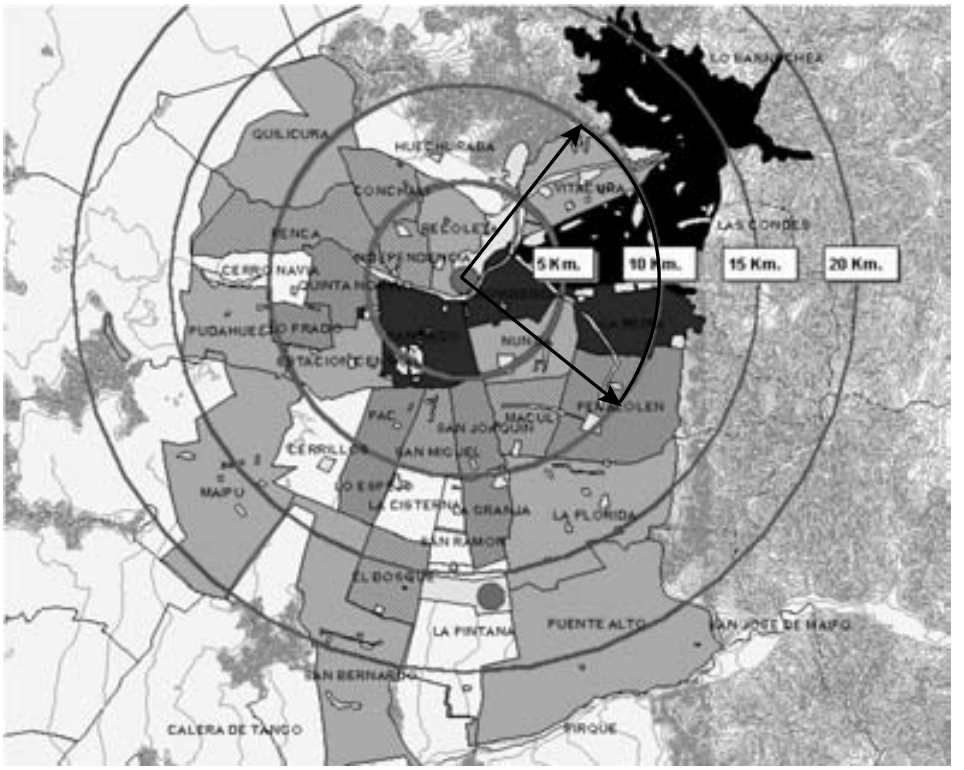
Muchas veces las decisiones de localización que forman parte de un análisis técnico económico, condicionan la demanda de un producto o servicio, en especial cuando se trata de un proyecto en el cual el consumidor es quien debe interactuar físicamente con la localización del proyecto, como es el caso de los supermercados, hoteles, cines, centros comerciales, hospitales y las estaciones de servicio, por mencionar algunos. Si bien los costos derivados de las distintas opciones son relevantes de ser analizadas, en la práctica el factor que más pesa al momento de determinar una localización para un proyecto de esa naturaleza es la demanda que ese lugar puede generar en el proyecto.

En este sentido, el análisis y estudio del área de influencia termina siendo fundamental para la cuantificación de la demanda. En efecto, el tamaño de la población de área de influencia inmediata, el estrato socioeconómico a que pertenece, el nivel de ingreso familiar, las edades y el estilo de vida, son variables tremendamente relevantes, ya que de ello dependerá el nivel de gasto en un determinado bien o servicio. Así, el grado de atracción de una determinada localización estará condicionado por el potencial de gasto que éste puede generar en el proyecto. Es justamente esta metodología la que hoy en día están utilizando la mayoría de las empresas ligadas al sector *retail*, detallista o minorista.

Básicamente el análisis consiste en determinar las áreas de influencia inmediata al terreno en estudio, separándolas por anillos, tal como se ilustra en la figura 9.1.

Cada uno de los anillos está delimitado por una distancia homogénea al terreno en estudio. Particularmente en la figura se establecieron los anillos cada 5 kilómetros. En la práctica cada proyecto debe analizar la envergadura de su área de influencia, pues no es lo mismo el análisis de localización de una farmacia que para el establecimiento de un zoológico, ya que cuanto mayor sea la envergadura del proyecto, mayor alcance en área tendrá. Sin perjuicio de lo anterior, es indudable que cuanto más alejado esté un grupo determinado de consumidores del punto de localización del proyecto, menor será la probabilidad de gasto en la localización de estudio. Por la misma razón, no existe un estándar que permita establecer qué porcentaje del área inmediata constituirá demanda potencial del proyecto. En la práctica, debe aplicarse una encuesta origen-destino en algún proyecto existente o de características similares a las del estudio, que permita establecer la providencia del cliente y así determinar su distribución porcentual al respecto del punto en estudio.

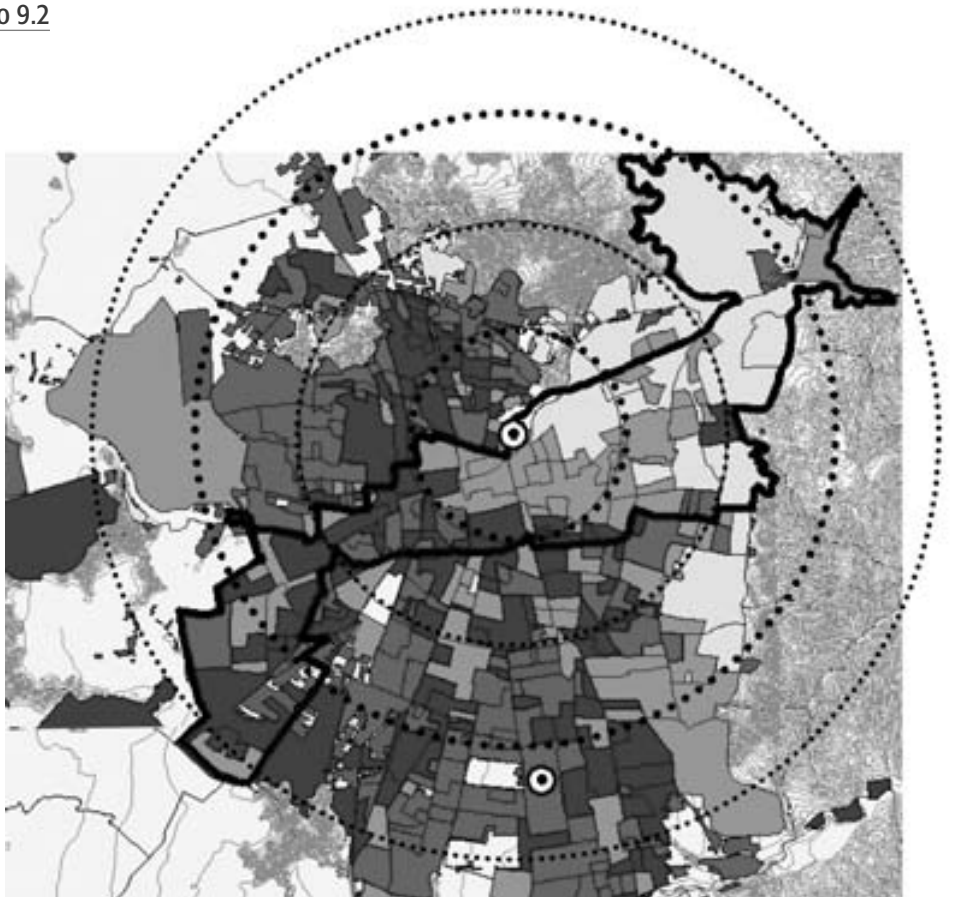
Gráfico 9.1 Áreas de influencia inmediata al terreno en estudio



Sin perjuicio de ello, algunos estudios de supermercados basados en experiencias han mostrado que cerca del 40% del área de influencia inmediata lo constituyen clientes regulares del establecimiento, un 20% para área siguiente, un 10% para el tercer anillo y un 5% para el último, siendo el área total de influencia no mayor a 5 kilómetros. Si existe oferta competitiva en el área de influencia, deberá repartirse el mercado correspondiente en función de las ventajas de localización específicas, como la conectividad y accesibilidad al lugar, pues aun cuando un competidor esté muy cerca de otro, en la medida en que no disponga conectividad, disponibilidad de sistemas de transporte público que apoyen y faciliten el ingreso del usuario y/o consumidor, la participación de mercado entre un actor y otro puede terminar siendo bastante menos equitativa.

Una vez cuantificado el mercado en términos de usuarios o familias, según sea el caso que corresponda, habrá que estratificar socioeconómicamente el área de influencia correspondiente con el fin de establecer un nivel de gasto promedio en el bien o servicio en estudio. La cuantificación del gasto anual, mensual o semanal, según corresponda, permitirá dimensionar la potencialidad de venta que podría tener el establecimiento en estudio (ver figura 9.2).

Gráfico 9.2



Supóngase que en un estudio de proyecto se está analizando la localización de instalar un centro de abastecimiento de productos para el hogar en un punto determinado. De acuerdo con el estudio realizado, el área de influencia del establecimiento es de 4 kilómetros a la redonda. El índice de captura de demanda es mayor cuanto más cerca estén las viviendas del establecimiento. El cuadro 9.8 indica la demanda potencial del establecimiento en términos de hogares:

Cuadro 9.8

Radio de influencia	Número de hogares	Índice de captura	Hogares potenciales
1 km	500	50%	250
2 km	450	30%	135
3 km	400	16%	64
4 km	480	10%	48
Total hogares			497

Por otra parte, un estudio de estratificación socioeconómica indicó los resultados por anillos, que se aprecian en el cuadro 9.9, siendo ABC1 el sector de más altos ingresos y E el de más bajos ingresos.

Cuadro 9.9

Estrato socioeconómico	Radio de influencia			
	1 km	2 km	3 km	4 km
ABC1	15%	12%	10%	16%
C2	35%	32%	38%	34%
C3	30%	35%	30%	28%
D	15%	12%	17%	20%
E	5%	9%	5%	2%
Total	100%	100%	100%	100%

De esta manera, la demanda potencial en términos de números de hogares clasificados socioeconómicamente sería la que se aprecia en el cuadro 9.10.

Cuadro 9.10

Estrato socioeconómico	Radio de influencia		Número de hogares potenciales	
	1 km	2 km	3 km	4 km
ABC1	38	16	6	8
C2	88	43	24	16
C3	75	47	19	13
D	38	16	11	10
E	13	12	3	1
Total	252	134	63	8

Si, por otra parte, se conoce que el gasto anual en productos de hogar por el estrato socioeconómico es de US$500 para un ABC1, US$450 para un C2, US$300 para un C3, US$220 para un D y US$150 para un E, el gasto anual potencial en artículos de hogar que podría generarse en el establecimiento sería el que se observa en el cuadro 9.11.

Cuadro 9.11

Estrato socioeconómico	Gasto anual US$	Radio de influencia		número de hogares potenciales	
		1 km	2 km	3 km	4 km
ABC1	500	19.000	8.000	3.000	4.000
C2	450	39.600	19.350	10.800	7.200
C3	300	22.500	14.100	5.700	3.900
D	220	8.360	3.520	2.420	2.200
E	150	1.950	1.800	450	150
Total		91.410	46.770	22.370	17.450
Ventas esperadas anuales					178.000

Resumen

En este capítulo se ha intentado dejar de manifiesto que la decisión de la localización de un proyecto es determinante en el desarrollo de su evaluación. Aun cuando hay múltiples influencias personales en su definición, las repercusiones económicas de cada alternativa hacen necesario un proceso más profundo de su análisis en la formulación misma del proyecto.

Los factores condicionantes de una ubicación dada son fáciles de enumerar. Sin embargo, será la habilidad del preparador del proyecto la que permitirá seleccionar las realmente relevantes para su análisis. Y ello porque cada proyecto posee particularidades propias que hacen adquirir a cada factor locacional una posición de priorización relativa diferente.

El análisis de la composición de los factores que será menester incluir en el análisis debe responder a un criterio economicista de búsqueda de una localización que dé al proyecto la máxima rentabilidad en su evolución. Muchos factores no pueden, al respecto, ser cuantificados en términos económicos. Para ellos existen diferentes criterios de medición, basados en factores no cuantificables, que dan una aproximación relativamente eficaz sólo en algunos casos.

En definitiva, la selección deberá basarse en lo posible sobre aquella opción que, en términos económicos, permitirá la mayor rentabilidad estimada para el proyecto integral. Para ello se plantean dos tipos de métodos: uno que se basa en la suma de costos y el otro en la valoración de los flujos económicos en el tiempo. El procedimiento para este último método se explicará en el capítulo 16, puesto que la lógica didáctica así lo recomienda.

Preguntas y problemas

1. ¿En qué caso recomendaría utilizar el método de los antecedentes industriales para determinar la localización de un proyecto?

2. ¿Cómo explicaría qué factores locacionales de una macrozona dejan de ser relevantes para decidir la microlocalización del proyecto?

3. Elabore un plan de acción detallado para determinar la localización de una planta conservera de productos del mar. Indique qué variables estudiaría y qué metodología de análisis seguiría.

4. Para determinar la localización de cierta planta se estudian tres alternativas, indicadas por las letras A, B y C. Se han definido cinco factores locacionales: costo del transporte del producto terminado, ventas esperadas, disponibilidad de mano de obra y disponibilidad de materias primas.

   El costo del transporte que se obtuvo para cada alternativa es el siguiente:

Localizaciones	A	B	C
Materia prima	100.000	50.000	70.000
Producto terminado	80.000	120.000	20.000
Total	180.000	170.000	90.000

   Según información del estudio de mercados realizado, se pudo prever que las ventas estimadas serían $1.200.000, $900.000 y $500.000, en A, B y C, respectivamente.

   La disponibilidad esperada de materias primas y mano de obra se calculó según una puntuación relativa en una escala entre 1 y 10. Sus resultados fueron:

Localizaciones	A	B	C
Materia prima	6	6	8
Producto terminado	10	6	4

   Los factores locacionales fueron priorizados de acuerdo con la siguiente puntuación, en una escala independiente de 1 a 10:

   - Transporte de materia prima 2
   - Transporte de productos terminados 2
   - Ventas esperadas 1
   - Disponibilidad materias primas 6
   - Disponibilidad mano de obra 7

   ¿Qué localización recomendaría y por qué?

5. En el estudio de tres localizaciones opcionales para un proyecto se dispone de la siguiente información:

Costo anual (millones de pesos)				
Localización	Mano de obra	Insumos	Transporte	Otros
A	31	38	15	25
B	35	36	18	26
C	28	41	20	25

   Además, se estima que hay tres factores críticos de difícil cuantificación que deben tomarse en consideración:

Preguntas y problemas

el clima, la disponibilidad de agua y la disponibilidad de servicios (comunicaciones, energía, etcétera).

Al comparar los tres factores, se estima que la disponibilidad de agua es el más relevante, seguido por la disponibilidad de servicios y, más atrás, por el clima.

Al analizar estos tres factores en cada localización, se concluye lo siguiente:

a) La disponibilidad de agua es más crítica en A que en B y C. Entre estas dos últimas localizaciones se considera de igual grado de importancia a este factor.

b) La disponibilidad de servicios tiene mucha mayor relevancia en la localización B que en A, aunque es similar entre B y C.

c) El clima es más determinante para C que para A o B. Sin embargo, para B es más importante que para A.

Los factores objetivos tienen una importancia relativa de cuatro veces la de los factores subjetivos. ¿Qué localización recomienda usted y por qué?

6. Explique los distintos elementos que influyen en la determinación de la localización de un proyecto.

7. El directorio de una empresa está estudiando la posibilidad de cambiar la localización de la planta industrial. Se ha recibido una propuesta concreta de adquisición de los terrenos que actualmente ocupan, la que aparece atractiva, por lo que uno de los directores propone que ella sea aprobada de inmediato.

Otro de los directores manifiesta su rechazo a la propuesta, aduciendo que la industria tiene un claro arraigo regional y que, por tanto, él se opone al cambio, aun cuando ello signifique alguna ventaja de carácter económico.

Un tercer director opina que existen aspectos importantes que deben tomarse en consideración, puesto que él aprecia que difícilmente los trabajadores con alto nivel de especialización estarían dispuestos a cambiarse a una localización distante de la actual. Además, señala, existen estacionalidades en las ventas, lo cual obliga a considerar este factor, para él, las ventajas económicas que reportaría el cambio deberían ser dimensionadas y debidamente consideradas. Se explaya en su exposición argumentando múltiples factores que deberían considerarse antes de tomar una decisión precipitada.

El presidente del directorio, quien había escuchado muy atentamente las argumentaciones de los directores, señala que como se estaba haciendo tarde y como se apreciaba que no existía acuerdo sobre el particular, él proponía

Preguntas y problemas

solicitar a un experto una metodología a fin de proceder posteriormente a la contratación del estudio pertinente. ¿Qué recomendaría usted y por qué?

8. Una empresa fabricante de cuadernos y artículos de oficina ya consolidada y con más de 60 años de presencia en el mercado, recibe una oferta de compra por los terrenos de su planta industrial. Con el objeto de adoptar la decisión más conveniente, decide contratar sus servicios con el fin de contar con un informe técnico que deberá ser llevado al director para su análisis. Dicho informe debe indicar la conveniencia de quedarse o trasladarse a otro sitio. Comente la manera técnica como usted enfocaría este encargo.

9. Un inversionista dispone de tres hectáreas de terreno en un lugar de apacible contacto con la naturaleza y en un extremo de la zona urbana de la localidad. El inversionista se encuentra francamente desorientado respecto de qué proyecto realizar para hacer rentable su inversión. Tomando en consideración esta restricción, establezca, desde el punto de vista metodológico, la manera como usted llevaría a cabo la investigación para asesorarlo.

Comente las siguientes afirmaciones:

a. Si el factor locacional prioritario para un proyecto es el transporte y si el volumen de materia prima por movilizar es superior al del producto terminado, la localización tenderá hacia las fuentes de materia prima.

b. El problema locacional no existe cuando quien encarga el estudio del proyecto dispone de la infraestructura física para su implementación.

c. Para establecer una decisión de localización óptima en un proyecto nuevo, deben compararse los costos de operación y de inversión relevantes asociados a cada alternativa de localización.

d. Al estudiarse localizaciones alternativas para un proyecto, el estudio de mercado proporciona información relevante en cuanto a la demanda, indicando el lugar en el cual el consumidor desea que se le entregue el producto final. De esta manera, la localización óptima será aquella que entregue el producto al consumidor al más bajo costo de transporte resultante.

e. El estudio de localización sólo es gravitante en un proyecto nuevo. Una empresa en marcha sólo requerirá efectuar estudios de localización administrativa, puesto que la localización productiva, al estar ya establecida en el lugar previamente definido, no requerirá cambios de localización en el futuro.

f. Para todo proyecto es susceptible de estudiar la localización óptima, pues-

Preguntas y problemas

to que el inversionista dispondrá de la posibilidad de definir cuál es la mejor localización que le permitirá maximizar sus ingresos operacionales.

g. Aun cuando en el estudio de localización prime el criterio del Valor Actual de Costos (VAC), su resultado no puede ser confiable en consideración a que existen muchos aspectos cualitativos que inciden en la localización, y que no son susceptibles de ser incorporados en un flujo.

h. En el evento del estudio de un cambio de localización para un proyecto en funcionamiento, no será necesario cuantificar y considerar la inversión en capital de trabajo.

Material complementario

Ejercicios recomendados del texto complementario *Evaluación de proyectos, guía de ejercicios, problemas y soluciones*, de José Manuel Sapag, McGraw-Hill, tercera edición, 2007:

14. Supermercado
34. Traslado de planta
35. Centro turístico
37. Centro virtual

Bibliografía

Brown, P. A. y Gibson D.E. A quantified Model for Facility Site Selection Application to a Multiplant Location Problem. En: *AIEE Transactions*. 4(1), 1982.

Buffa, Elwood. *Administración técnica de la producción*. México: Limusa-Wiley, 1982.

Dervitsiotis, Kostas N. *Operations Management*. New York: McGraw-Hill, 1981.

Duncan, D.J. y otros. *Venta minorista*. Buenos Aires: El Ateneo, 1972.

Escobar, Juan. Localización industrial. En: *Temas administrativos*. No. 16, 1970.

Hoover, Edgar M. *Localización de la actividad económica*. McGraw-Hill, 1951.

Ilpes. *Guía para la presentación de proyectos*. Santiago: Siglo Veintiuno-Editorial Universitaria, 1977.

Moore, Franklin G. *Manufacturing Management*. Homewood, ILL.: Richard D. Irwin, 1961.

Munier, Nolberto. *Preparación técnica, evaluación económica y presentación de proyectos*. Buenos Aires: ASTREA, 1979.

Muther, Richard. *Planificación y proyección de la empresa industrial*. Editores Técnicos Asociados, 1968.

REED, Rudell. *Plant Layout; Factors, Principles and Techniques*. Homewood, ILL. Richard D. Irwin, 1961.

Localización, Layout y mantenimiento de planta. Buenos Aires: El Ateneo, 1976.

Solana, Ricardo. Metodología para las decisiones de localización de plantas industriales. En: *Revista de Ciencias Económicas*. Serie V. 8, 1970, pp. 251-274.

Tanzer, Pablo. Localización de plantas industriales: tema de alta política empresaria. En: *Administración de empresas*. (116):715-722, 1979.

Wild, Ray. *The Techniques of Production Management*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1971.

Capítulo 10

Efectos económicos de los aspectos organizacionales

La importancia y repercusión que las variables analizadas en los capítulos anteriores tienen en la preparación y la evaluación económica de un proyecto de inversión resultan obvias. No sucede lo mismo con el estudio organizacional, el cual, al no ser lo suficientemente analítico en la mayoría de los estudios, impide una cuantificación correcta de las inversiones y los costos de operación originados para efectos de la administración del proyecto, una vez que éste se implemente.

En varias oportunidades se ha insistido en la necesidad de simular el funcionamiento del proyecto para medir eficazmente los desembolsos que éste generará. La proyección física de oficinas y su equipamiento para calcular las inversiones en construcción y decoración; el nivel de los cargos ejecutivos para calcular el costo de las remuneraciones y los procedimientos administrativos para calcular el costo de los gastos indirectos son algunas de las variables que se evaluarán en el proyecto.

El objetivo de este capítulo es presentar los criterios analíticos que permitan enfrentar de mejor manera el análisis de los aspectos organizacionales de un proyecto, los procedimientos administrativos y sus consecuencias económicas en los resultados de la evaluación.

10.1 El estudio de la organización del proyecto

En cada proyecto de inversión se presentan características específicas y normalmente únicas, que obligan a definir una estructura organizativa acorde con los requerimientos propios que exija su ejecución.

Diversas teorías se han desarrollado para definir el diseño organizacional del proyecto.

La teoría clásica de la organización se basa en los principios de administración propuestos por Henri Fayol: a) el principio de la división del trabajo para lograr la especialización; b) el principio de la unidad de dirección que postula la agrupación de actividades que tienen un objetivo común, bajo la dirección de un solo administrador; c) el principio de la centralización, que establece el equilibrio entre centralización y descentralización, y d) el principio de autoridad y responsabilidad.

La teoría de la organización burocrática, de Max Weber, señala que la organización debe adoptar ciertas estrategias de diseño para racionalizar las actividades colectivas. Entre éstas se destacan la división del trabajo, la coordinación de las tareas, la delegación de autoridad y el manejo impersonal y formalista del funcionario.

La tendencia actual, sin embargo, es que el diseño organizacional se haga de acuerdo con la situación particular de cada proyecto.

Para alcanzar los objetivos propuestos por el proyecto es preciso canalizar los esfuerzos y administrar los recursos disponibles de la manera más adecuada a dichos objetivos, cuya instrumentación se logra por medio del componente administrativo de la organización, el cual debe integrar tres variables básicas para su gestión: las unidades organizativas, los recursos humanos, materiales y financieros, y los planes de trabajo.

Todas las actividades que se requieran para la implementación y operación del proyecto deberán programarse, coordinarse y controlarse por alguna instancia que el estudio del proyecto debe prever. La estructura organizativa que se diseñe para asumir estas tareas tendrá relevancia no sólo en términos de su adecuación para el logro de los objetivos previstos, sino también por sus repercusiones económicas en las inversiones iniciales y en los costos de operación del proyecto. Para garantizar que los resultados de la evaluación se basen en proyecciones realistas, deberán cuantificarse todos los elementos de costos que origine una estructura organizativa dada.

Las estructuras se refieren a las relaciones relativamente fijas que existen entre los puestos de una organización, y son el resultado de los procesos de división del trabajo, departamentalización, esferas de control y delegación. La departamentalización combina y agrupa los puestos individuales de especialización logrados por la división del trabajo. Este factor es determinante de la estructura organizativa de la empresa que crearía el proyecto y, por tanto, de la cuantía de las inversiones y los costos asociados con él. Los tipos más comunes de departamentalización son por funciones, territorios, productos, clientes o mixtos. Todos ellos agrupan trabajos de acuerdo con algún elemento común.

La esfera de control determina el tamaño adecuado de unidades subordinadas a cargo de un supervisor en cada uno de los niveles de esa organización. Es importante, para ello, considerar bajo una esfera de control la similitud de funciones, la proximi-

dad geográfica de los subordinados, la complejidad de las funciones y el grado de dirección y control requerido por los subordinados.

Respecto de la delegación, se han propuesto algunas fórmulas para calcular la manera más adecuada de distribuir la autoridad y descentralizar la toma de decisiones. Sin embargo, la situación particular de cada proyecto será la que en definitiva dé las pautas de acción.

La teoría administrativa ha desarrollado métodos de distinta complejidad para definir la estructura de una organización. No obstante, la apreciación personal del responsable final de la ejecución del proyecto, que difícilmente será quien realice el estudio previo, configurará la estructura definitiva. El estilo de dirección obliga a flexibilizar la estructura organizativa por constituir una variable contingente e incontrolable desde el punto de vista del proyecto. Donde más se manifiesta esta situación es en el ámbito de control de cada cargo, que determina la cantidad de unidades que dependen directamente de un cargo superior.

De lo anterior se deduce que difícilmente lo que pueda preverse en el nivel de estudio se ha de concretar en la implantación del proyecto. Sin embargo, existen normas y criterios que permiten una aproximación confiable de la composición de la estructura, basados en criterios de racionalización administrativa que contribuyen a la elaboración de flujos de caja más reales para la evaluación del proyecto.

Puesto que el objetivo de un estudio de proyectos es determinar la viabilidad de realizar una inversión, muchas veces no se justificará una exactitud exagerada en la determinación de la estructura y sus costos. Sin embargo, deberán tomarse en consideración algunos elementos básicos que faciliten la aproximación de los resultados a los niveles que el proyecto justifique.

Aunque el resto del capítulo se dedica al análisis de estos aspectos, el estudio organizacional no debe tomarse como una unidad aislada de los otros estudios del proyecto; por el contrario, sus resultados están íntimamente relacionados con aquellos que se originan en los otros estudios y, por tanto, deberá existir una realización coordinada y complementaria entre ellos, como se dejó de manifiesto en el capítulo 2.

10.2 Efectos económicos de las variables organizacionales

Durante la preparación del proyecto, el estudio de las variables organizacionales manifiesta su importancia en el hecho de que la estructura que se adopte para su implementación y operación está asociada con egresos de inversión y costos de operación tales que pueden determinar la rentabilidad o no rentabilidad de la inversión.

El diseño de la estructura organizativa requiere fundamentalmente la definición de la naturaleza y el contenido de cada puesto de la organización. Al caracterizar así cada cargo de ella, podrá estimarse el costo en remuneraciones administrativas del proyecto. Para hacerlo será preciso diseñar las características del trabajo y las

habilidades necesarias para asumir los deberes y las responsabilidades que le corresponden.

La organización que asuma el proyecto tiene una doble influencia económica en su evaluación: un efecto directo en las inversiones y en los costos asociados en un tamaño específico de operación, y un efecto indirecto en los costos de operación derivados de los procedimientos administrativos asociados con tamaño, tecnología y complejidad de la estructura organizativa diseñada.

El efecto sobre las inversiones se manifiesta por la necesidad de disponer tanto de una infraestructura física (oficinas, salas de espera, estacionamientos, etcétera), adecuada a los requerimientos del proyecto, como del equipamiento para su operación. La operatividad de la estructura, a su vez, implica la utilización de una serie de recursos como mano de obra, materiales y otros. Todo esto también dependerá de las múltiples decisiones que se tomen en la etapa de preparación del estudio, que guardan relación con el carácter permanente o transitorio del proyecto, por ejemplo, o con el tipo de recursos, propios o externos, para su implementación.

El efecto indirecto se deriva de los costos de funcionamiento ocasionados por los procedimientos administrativos diseñados en función de la estructura organizativa previamente definida.

En cuanto al estudio de mercado, las conclusiones respecto de canales de distribución, fuerza de ventas o sucursales, entre otras, darán base a definiciones de carácter administrativo. Lo mismo sucede con las decisiones tomadas respecto de la localización del tamaño e incluso del costo de los procedimientos administrativos. Para buscar el grado óptimo, todas estas decisiones han debido considerar el efecto del costo de administración y, a su vez, las decisiones de carácter organizacional deben tomar como dato los resultados de los estudios de localización, de tamaño, de procedimiento administrativo, etcétera. Más que una relación secuencial, en la mayoría de los proyectos se presenta una relación de simultaneidad en las decisiones. Sólo así podrá optimizarse el resultado global de la proyección.

Aparentemente, cuanto mayor sea la envergadura del proyecto, mayor será el tamaño de la estructura organizativa. Sin embargo, también aquí es posible apreciar la existencia de economías de escala, puesto que el número de personas encargadas de la administración crece en menor proporción que la organización.

El análisis organizacional deberá considerar la posibilidad de su estructura diferente a la de operación definitiva para la implementación del proyecto. Al tener características disímiles, requerirán costos también distintos.

10.3 Factores organizacionales

Los factores organizacionales más relevantes que deben tenerse en cuenta en la preparación del proyecto se agrupan en cuatro áreas decisionales específicas: par-

ticipación de unidades externas al proyecto, tamaño de la estructura organizativa, tecnología administrativa y complejidad de las tareas administrativas.

El análisis de estos factores hará posible detectar con mayor precisión el efecto sobre las inversiones, especialmente en obras físicas, como también el equipamiento requerido para su operación. En efecto, la definición de la participación de unidades externas (*outsourcing* administrativo), permitirá definir los espacios físicos requeridos una vez adoptada la decisión más convincente para el proyecto. En este sentido, resulta válido considerar que una opción de participantes externos podrá requerir menos inversiones, puesto que la tarea específica se entrega a un tercero, quien podrá disponer de sus propios espacios físicos. En determinados casos podrían externalizarse algunas tareas, manteniéndose el desarrollo de ellas en las oficinas administrativas del proyecto y no fuera de él. Estos aspectos deberán considerarse al tomar la decisión más conveniente en cuanto a la participación de unidades externas.

También puede apreciarse que estos factores organizacionales se encuentran absolutamente relacionados entre sí, de manera tal que la decisión económica y estratégica que resulte del estudio pertinente en materia de *outsourcing* administrativo podrá tener repercusiones directas e inmediatas en el tamaño de la estructura organizativa, en la tecnología y también en las características de las tareas administrativas que deberán llevarse a cabo. Todo lo anterior tiene su expresión en los costos operacionales de administración, los que deberán cuantificarse para ser incluidos en el flujo de fondos del proyecto. De esta manera, la determinación de los espacios físicos requeridos, el sistema de informática, las comunicaciones externas e internas, los servicios complementarios (casinos, salas cunas y otros), los perfiles de cargos y sus remuneraciones, la estructura organizativa, las responsabilidades, el equipamiento y personal de apoyo a la administración, entre tantos otros factores, dependerán del estudio de los aspectos organizacionales, tomando siempre en cuenta la existencia de opciones.

Así como en el estudio técnico se planteaba el mecanismo de ordenación de la información requerida a través de cuadros que se denominaban "balances", el mismo procedimiento podrá utilizarse para definir la alternativa de administración más conveniente, incorporando en esas opciones la mayor o menor participación de unidades externas. Los flujos correspondientes, tanto por inversiones como por costos operacionales, podrían diferir sensiblemente, razón por la cual determinar con alguna precisión los desembolsos que requeriría cada alternativa constituye un análisis relevante en el estudio de los antecedentes económicos de los aspectos organizacionales.

En la mayoría de los casos, los proyectos no consideran la posibilidad de vender servicios de administración a terceros. En el evento de que ello fuera posible, se podrían estudiar los ingresos que tal venta generaría. En ciertas oportunidades, un mismo inversionista que dispone de varios proyectos en funcionamiento puede plantear que los servicios de contabilidad, cobranzas u otros serán atendidos por otra de sus empresas. En esta eventualidad, deberá considerarse un pago por el servicio

en el flujo correspondiente para el proyecto en estudio. Al revés, en el caso de que se venda el servicio correspondiente a otra de las empresas del inversionista, deberá considerarse en el flujo el ingreso que esa venta de servicios generaría.

Casi todos los proyectos de inversión presentan dos tipos de participaciones posibles de entidades externas, las cuales es preciso caracterizar para asignar adecuadamente los costos que ellas involucren. La primera, que se presenta en la totalidad de los proyectos, se refiere a las relaciones con proveedores y clientes en general, y corresponden a las denominadas relaciones operativas, las cuales requerirán una unidad específica que estará proyectada en función de los procedimientos de las unidades externas, más que de las internas. La segunda relación se refiere a decisiones internas que determinan la participación de entidades externas y, por tanto, la incorporación de unidades coordinadoras y fiscalizadoras en la estructura organizativa del proyecto; normalmente se manifiestan en forma de auditorías externas, contratistas de obras, servicios contables, desarrollo y mantención de sistemas de información y otras que permiten operar con una estructura fija menor.

El tamaño del proyecto es el factor que aparentemente tiene mayor influencia en el diseño y tamaño de la estructura organizacional. Algunos estudios empíricos han demostrado que el tamaño del proyecto está positivamente correlacionado con el número de niveles jerárquicos y divisiones funcionales de la organización. Sin embargo, aunque resulta obvio que los proyectos grandes serán más complejos estructuralmente que los pequeños, también existe una economía de escala que pueda alcanzar sobre cierta magnitud.

Por otra parte, el tamaño de la estructura puede asociarse con la tecnología administrativa de los procedimientos incorporados al proyecto, de los cuales podrán derivarse los recursos humanos y materiales que se necesitarán en el desarrollo de las actividades relacionadas.

La complejidad de los procedimientos administrativos, y de la organización en sí, puede, en ciertos proyectos, convertirse en factor determinante para el diseño de la estructura organizativa. La diversidad de tareas tiende a incrementar las necesidades de comunicaciones verticales, y exige una mayor extensión de las divisiones jerárquicas.

Aunque la estructura organizativa no puede diseñarse para que tenga permanencia en el tiempo, probablemente al preparar un proyecto el evaluador supondrá que se mantiene estable por la imposibilidad de proyectar sus cambios a futuro.[1] Sin embargo, la estructura deberá tener un grado de flexibilidad tal que permita su adecuación a las variaciones del medio.

---

[1] Una clara excepción lo constituye el caso de haber proyectado abarcar, en una segunda etapa, los mercados externos, por ejemplo. Para ser consecuentes con dicho cambio, deberán considerarse las inversiones y los costos ocasionados por la adición de las unidades administrativas de apoyo a la gestión exportadora que se inicia durante la operación del proyecto.

Aunque no es muy usual, la localización de las oficinas también deberá ser motivo de estudio. No siempre la localización óptima de la fábrica tendrá que coincidir con la más adecuada para las oficinas.

El estudio de la organización del proyecto, si bien debe tender a racionalizar el uso de los espacios físicos sobre la base de consideraciones técnicas y económicas, también tiene que responder a variables comerciales que se manifiestan en las condiciones ambientales que buscan vender cierta imagen de la empresa creada por el proyecto.

10.4 Inversiones en organización

El cálculo de las inversiones derivadas de la organización se basa directamente en los resultados de la estructura organizativa diseñada. Su dimensión y la definición de las funciones que le corresponderán a cada unidad determinarán efectos sobre las inversiones en obra física, equipamiento y capital de trabajo.

La cuantificación de estas inversiones no será responsabilidad del estudio organizacional. No es lógico que especialistas en administración tomen decisiones sobre las características físicas de las edificaciones para la operación administrativa sin tener la base técnica que garantice las decisiones apropiadas. Por ello, sólo deberán proporcionar la información para que los encargados del estudio técnico puedan efectuar los cálculos necesarios.

Los antecedentes proporcionados por el análisis de la estructura organizacional de la empresa que generaría el proyecto permiten definir un programa de recinto, que consiste en una primera aproximación de la cantidad y el tamaño de las oficinas, así como de las necesidades de instalaciones anexas.

El análisis de los requerimientos de espacio físico para las unidades de carácter administrativo del proyecto es más complejo de lo que parece. Antecedentes como el flujo de movimiento de personal, la atención de clientes y proveedores, el número de funcionarios por oficina, las bodegas de materiales y repuestos de equipos de oficina, el sistema interno de comunicaciones y el flujo de información, archivo y frecuencia de uso de la información, los locales de venta y muchos más, deberán considerarse en el diseño de los planos. Incluso, un estudio sobre la imagen corporativa del negocio permitirá disponer de antecedentes sobre el tipo de solución estética que se necesita, tanto en el diseño exterior de los edificios como en el equipamiento interior.

La inversión en obra física será distinta para un mismo proyecto si el edificio de las oficinas administrativas y gerenciales se construye, compra o arrienda. En el primer caso, la inversión se derivará del costo del terreno y de la edificación, datos que pueden obtenerse cotizando con empresas constructoras; si se compra la edificación, se obtendrá el costo de adquisición más los de remodelación y acondicionamiento, y si se arrienda, sólo se considerará el acondicionamiento y otros gastos de iniciación.

Es importante identificar aquí la parte depreciable de la que no lo es (edificación y terreno, por ejemplo) y el modelo de depreciación que corresponda.

Al igual que en el estudio técnico, el estudio organizacional debe proveer información respecto de inversiones que habrá que realizar durante la ejecución del proyecto, o con fines ya sea de mantenimiento o ampliación de la estructura inicial.

El acondicionamiento de las oficinas tampoco puede improvisarse. Las condiciones ambientales no son las mismas para todas las unidades de la organización. Mientras que en las oficinas que reciben y atienden clientes y público en general prima una norma estética, en las restantes se responde a una horma y un criterio de funcionalidad. Todo esto, que puede preverse con aproximada certeza, debe necesariamente incorporarse en el estudio organizacional para dar mayor exactitud a la cuantificación de las inversiones del proyecto.

El equipamiento de las oficinas también se basa en los criterios señalados, aunque en gran parte es determinado por las variables de funcionalidad operativa de los procedimientos administrativos asociados con cada unidad de la estructura organizativa.

El cálculo de la inversión en equipos es relativamente simple, aunque amplio por la cantidad de ítems que lo componen. Aquí también es importante determinar las reinversiones en equipos de oficinas que se prevean. Para esto, la variable técnica deja de ser la más relevante, puesto que al tratarse de criterios estéticos el reemplazo se hará probablemente antes de la obsolescencia técnica o el deterioro de los muebles y equipos.

Un cuadro similar al de balance de equipos de fábrica facilita el traspaso de la información económica que provee el estudio organizacional a los estados financieros para la evaluación del proyecto. La única diferencia se presenta en el cálculo de la vida útil que, como se mencionó en el párrafo anterior, no siempre depende de criterios técnicos.

Otras inversiones, como vehículos para el personal ejecutivo, gastos de organización y puesta en marcha, sistemas de comunicaciones y de procesamiento de datos, también deben considerarse en el estudio organizacional.

El procedimiento de cálculo de la inversión en capital de trabajo se analiza en detalle en el capítulo 12. Sin embargo, es preciso adelantar que la información allí utilizada es en parte provista por este estudio. Parte de la inversión en inventarios de efectivo, por ejemplo, se deduce de la dimensión estructural y operativa de la organización del proyecto.

10.5 Costos de la operación administrativa

La mayor parte de los costos de operación que se deducen del análisis organizacional provienen del estudio de los procedimientos administrativos definidos para el proyecto.

Sin embargo, existen diversos costos involucrados en la operación del proyecto por la estructura organizativa en sí. Básicamente, son los relacionados con remuneraciones del personal ejecutivo, administrativo y de servicio, y con la depreciación de la obra física, los muebles y equipos. Si bien ésta no implica un desembolso directo, influye en la determinación de los impuestos a las ganancias, ya que se puede descontar contablemente.

Puesto que, como se mencionó, algunos muebles y equipos pueden reemplazarse antes de su obsolescencia técnica, será necesario considerar la pérdida o ganancia contable que se obtendrá mediante la venta de estos bienes por la incidencia que tendrán sobre los impuestos a la ganancia por pagar.

El costo de operación relacionado más directamente con la estructura organizativa es, obviamente, la remuneración de su personal.

El diseño de la estructura es el resultado de un proceso analítico que divide el área de actividades de acuerdo con diferentes criterios establecidos que se basan, entre otras cosas, en los procedimientos administrativos, en el ámbito de control, en la complejidad de las actividades, etcétera.

Esta misma información sirve para identificar las principales funciones que corresponderán a cada unidad de la organización y, por tanto, permitirá caracterizar al profesional a cargo de cada tarea específica. Esta caracterización hará posible determinar los requisitos de cada cargo y asignar una renta equivalente a las responsabilidades y funciones que le corresponden.

La determinación de la remuneración demanda una investigación preliminar para definir las rentas de mercado de esos profesionales y su disponibilidad o escasez. En este último caso, deberá además estimarse la remuneración que sea necesaria ofrecer para incentivar a estos profesionales a abandonar sus actuales trabajos para incorporarse a la empresa formada por el proyecto.

La localización geográfica del proyecto influye directamente sobre el costo de las remuneraciones, cualquiera sea el nivel que ocupen en la organización. En este sentido, la disponibilidad o escasez de personal en la región y los posibles incentivos no monetarios que deban implementarse para asegurar la cantidad de profesionales requeridos pasan a constituir factores necesarios de estudio.

El análisis de la remuneración obligará a considerar como costos separados aquel que recibe finalmente el profesional y aquel que debe pagar el proyecto (que incluye leyes sociales, impuestos, cuotas de administradoras de fondos de pensiones, etcétera.). Así mismo, no deben obviarse aquellos costos indirectos derivados de beneficios sociales, servicios de bienestar, etcétera.

Otros límites de costos que eventualmente podrían tener una alta influencia en los resultados del proyecto y que se derivan del estudio organizacional son todos aquellos originados por servicios prestados por terceros. Los más importantes son, entre otros, el pago de arriendos, los gastos de mantenimiento del equipo de oficinas, las

suscripciones, los seguros, los télex, los teléfonos, la electricidad, las comisiones, los viáticos, las patentes y los permisos de circulación.

Los diferentes procedimientos que puedan definirse para apoyar al sistema de administración de la empresa que generaría la implementación del proyecto involucran costos de operación e inversiones en montos que pueden ser importantes para la ejecución del proyecto.

Normalmente, en los procesos de preparación y evaluación de proyectos se ha estimado que los procedimientos administrativos deben cuantificarse y calcularse como un porcentaje dado del costo total del proyecto. Al efectuar así la presentación, se presume que cualquier alternativa de procedimiento administrativo que se adopte en la implementación del proyecto tendrá un costo similar en términos relativos al costo de cada proyecto.

La aseveración anterior –comúnmente aceptada en los procesos evaluativos– puede contener distorsiones de magnitud significativa. El avance de la tecnología aplicable a la organización empresarial ha tenido en el último tiempo un desarrollo sostenido e incluso muchas veces espectacular. Los procedimientos cambian según el avance del desarrollo científico y tecnológico, lo que influye de una manera sustantiva en los sistemas administrativos.

En otros casos, la tarea empírica que deberá emprenderse en torno a los procedimientos administrativos se verá enfrentada al análisis cualitativo y cuantitativo de opciones distintas, que, aun cumpliendo con los objetivos propuestos, pueden tener claramente costos distintos. La rigurosidad de la simulación en el funcionamiento del proyecto obliga a estudiar, en muchos casos, las distintas alternativas de solución al problema administrativo, obteniendo las informaciones disponibles que permitan efectuar un enfoque analítico riguroso que entregue estimaciones cuantitativas de las diversas opciones que se haya seleccionado.

10.6 La importancia de los sistemas y procedimientos administrativos en la preparación y evaluación de proyectos

Al efectuar el estudio técnico del proyecto se determinó no sólo la inversión que la tecnología incorporada al proyecto requería para su implementación. Con la selección de la maquinaria y el equipo se estableció la cantidad de insumos que ellos demandaban, su almacenamiento y existencias óptimas, incluido los espacios que son necesarios para ello. De esta manera, el estudio técnico proporciona un sinnúmero de informaciones importantes que deben procesarse e incorporarse en el estudio evaluativo y que condicionan el tamaño, la localización, el financiamiento, la organización y otros aspectos.

Del mismo modo, se ha señalado que los procedimientos administrativos pueden condicionar de manera importante el proyecto. Un ejemplo sobre la materia puede

estar dado por un proyecto de construcción de un edificio, en el cual el preparador y evaluador del proyecto establece procedimientos administrativos que pueden significar que la construcción del inmueble se entregue a un contratista por medio de una propuesta pública de construcción. La empresa constructora asume la responsabilidad total de entregar el edificio terminado y funcionando. Por otra parte, se establece que la publicidad para la venta se realice por intermedio de una agencia de publicidad seleccionada por medio de procedimientos que deben establecerse. La agencia de publicidad asume la responsabilidad total de la promoción de la venta del edificio.

También, podría haberse convenido por contrato la venta total del inmueble mediante uno o más corredores de propiedades, a quienes se les entrega toda la responsabilidad en cuanto a mostrar el edificio, cerrar el negocio, proceder a la formalización de las escrituras de compraventa, percibir el valor que se paga al contado, tramitar el crédito bancario si lo hubiera, etcétera. Igualmente, podría haberse determinado administrativamente la conveniencia de tener una empresa de arquitectura que asuma la responsabilidad de la confección de los planos y la supervisión permanente del proceso constructivo. Algo similar pudo haberse hecho con una oficina de abogados a la cual se le pudo haber entregado la plena responsabilidad de preparar todos los contratos que fueran necesarios para la ejecución de todas las tareas que se han mencionado, como también la preparación de los contratos de compraventa de las oficinas, las bodegas, los departamentos, los locales comerciales y estacionamientos de que disponga el edificio.

Por cierto que todo lo reseñado con respecto al edificio podría haber tenido una dinámica diferente. Así, podría haberse optado por un procedimiento administrativo que hubiera significado que la organización empresarial encargada de la ejecución del proyecto asumiera directamente parte o la totalidad de las funciones que podrían haberse entregado a terceros. Al proceder así, se está suponiendo que la administración del proyecto requerirá una organización diseñada para hacer frente a las tareas que conllevan los procedimientos administrativos seleccionados. De esta manera, podría haberse optado por efectuar las adquisiciones de materiales por cuenta propia, contratar al personal y seleccionarlo con todas las connotaciones administrativas que ello significa, contratar a sueldo a uno o más arquitectos que serán los responsables de la obra, a un ingeniero, a un abogado, y así sucesivamente.

Todos los procedimientos indicados en los párrafos anteriores obligan a establecer una estructura administrativa que sea capaz de resolver eficientemente la multitud de problemas que esa organización lleva incorporados. Del mismo modo, deberá estudiarse el espacio físico que se requiere, el personal administrativo, el personal de apoyo, las oficinas, las instalaciones, el mobiliario, los vehículos, el sistema de control, la impresión de formularios, el despacho de correspondencia, el material de oficina, etcétera.

10.7 Impacto de un proyecto sobre la estructura administrativa existente

En muchos proyectos que se evalúan en empresas en funcionamiento se genera un problema respecto de los costos directos *versus* los costos asignados en la estructura administrativa, pudiéndose identificar en la mayoría de los casos una distorsión de los costos reales de emprender un proyecto.

Cuando se evalúa, por ejemplo, un proyecto de ampliación, deberán considerarse los cambios en la estructura de costos asociados con la administración central de la empresa. Será fundamental, en estos casos, hacer el máximo de claridad sobre los costos, inversiones y beneficios del resto de la empresa que son modificados por el proyecto para evaluar su conveniencia sobre bases incrementales atribuibles a la inversión, independientemente de que una asignación contable pudiera atribuirle costos adicionales. Es el caso, por ejemplo, de la reasignación de costos fijos entre las unidades producidas con el proyecto de ampliación, en circunstancias en que muchos de esos gastos no variarán (sueldos de gerencia, contabilidad, sistemas de información, etcétera.).

Más complejo es el caso de ciertos beneficios que un proyecto genera indirectamente a la empresa y no son atribuibles a él en su totalidad en el momento de su evaluación. Por ejemplo, cuando una ampliación hace posible cambiar el sistema de abastecimiento de oficinas para aprovechar economías de escala que sólo son posibles de lograr en el caso de aceptarse el proyecto, o cuando la compra de mayores equipos computacionales derivados del proyecto hace más conveniente cambiar el sistema de mantenimiento de esos equipos para toda la empresa.

El mismo efecto puede producirse a la inversa; es decir, que el proyecto impacte negativamente sobre la estructura de costos de administración de la empresa. Por ejemplo, cuando sin proyecto la empresa tiene tres profesionales en el área de recursos humanos para atender a 240 funcionarios y el proyecto obliga a contratar uno más al aumentar la dotación de personal en sólo 30 funcionarios más.

Los cambios en las escalas de producción hacen apreciar variaciones no proporcionales en la estructura de costos de administración, al igual como la externalización de procesos que se hacían en la empresa puede reducir parte de la supervisión y el control administrativo de personal o como cualquier reemplazo de tecnología, internalización de procesos o abandono de líneas de producción puede tener efectos positivos o negativos sobre los costos, los beneficios y las inversiones que deben considerarse en las áreas administrativas de la empresa.

10.8 Análisis de contratos en empresas en funcionamiento

En algunos proyectos en los cuales la demanda puede estar concentrada en muy pocos demandantes, el análisis económico de su aceptación o rechazo podría sus-

tentarse en la construcción de los flujos respectivos que indiquen la situación sin contrato *versus* con contrato. La manera de proceder es análoga a la metodología que se indica en este texto en orden a comparar la situación sin proyecto (en este caso sin el nuevo contrato que se intenta aprobar o rechazar) *versus* la situación con proyecto, en donde se incorpora en el flujo lo que ocurriría al aceptarse el contrato en estudio.

Dadas las características de la empresa y del funcionamiento del mercado, esos contratos pueden ser de largo plazo, razón por la cual la construcción de los flujos deberá simular en el tiempo la valorización económica de las variables que provocarían cambios en ellos. Así, podría medirse el aporte económico que eventualmente generaría el nuevo contrato al valor de la empresa.

Resumen

Los efectos económicos de la estructura organizativa se manifiestan tanto en las inversiones como en los costos de operación del proyecto. Toda estructura puede definirse en términos de su tamaño, tecnología administrativa y complejidad de la operación. Conociendo dicha situación, podrán estimarse la dimensión física necesaria para la operación, las necesidades de equipamiento de las oficinas, las características del recurso humano que desempeñará las funciones y los requerimientos de materiales, entre otras cosas. La cuantificación de estos elementos en términos monetarios y su proyección en el tiempo son los objetivos que busca el estudio organizacional.

Muchas decisiones que pueden preverse condicionarán la operatividad del sistema y, por tanto, también la estructura organizativa del proyecto; por ejemplo, la decisión de comprar, construir o arrendar las oficinas, o la decisión de contratar servicios de entidades externas para desarrollar algunas de las funciones definidas para la ejecución del proyecto.

Dado que cada proyecto presenta características propias y normalmente únicas, es imprescindible definir una estructura organizativa acorde con su situación particular.

Cualquiera sea la estructura definida, los efectos económicos de ella pueden agruparse en inversiones y costos de operación. Las primeras se determinarán por el tamaño de la infraestructura física requerida para las oficinas, salas de espera, etcétera, y por los requerimientos de equipamiento, como el mobiliario, las máquinas de escribir y elementos similares. Los costos de operación, por otra parte, dependerán de los procedimientos administrativos, la planta de personal y otros.

Los factores que influyen principalmente en la forma que adopte la estructura se agrupan en cuatro áreas decisorias específicas: participación de unidades externas al proyecto, tamaño de la estructura organizativa, tecnología administrativa y complejidad de las tareas administrativas.

La forma que adopte la estructura organizativa determinará en gran parte la cuantía de las inversiones del proyecto, ya que su dimensión y la definición de las funciones que le corresponderán a cada unidad son la base para definir las características de la obra física, el equipamiento de oficinas e incluso una parte del capital de trabajo.

Los sistemas de información, las unidades de computación, la contabilidad, la administración de personal, las investigaciones relativas al producto, el transporte y otros aspectos administrativos deberán estudiarse exhaustivamente con el fin de determinar si se realizan en el interior de la unidad empresarial o si son susceptibles de contratarse con terceros. En cada caso se deberá efectuar una correcta evaluación de las variables más importantes que pueden significar la adopción de la alternativa que alcance las mayores ventajas de costo. Sin perjuicio de lo anterior, el evaluador deberá incorporar en su análisis aquellos factores relevantes del carácter cualitativo que pueden determinar la decisión más ventajosa para el éxito del proyecto.

Preguntas y problemas

1. Explique la importancia que tienen para los proyectos los procedimientos administrativos.
2. Señale, a su juicio, las razones por las cuales no es aconsejable calcular el costo administrativo como un porcentaje del costo total.
3. Señale la interrelación existente entre los estudios del proyecto y los procedimientos administrativos.
4. Explique las razones que deben considerarse al adoptar procedimientos administrativos internos para el proyecto.
5. ¿En qué circunstancias podría ser aconsejable disponer de una unidad empresarial autosuficiente en los procedimientos administrativos?
6. Señale los factores que deben tenerse en cuenta para valorar adecuadamente las ventajas que representa una determinada opción en los procedimientos administrativos que se utilizarán en un proyecto de inversión.
7. ¿De qué modo el análisis organizacional afecta al monto de la inversión inicial?
8. ¿Cuál es el costo de operación que se relaciona más directamente con la estructura organizativa? ¿Qué elementos deben tenerse en cuenta para calcularlo?
9. Señale al menos ocho de los principales resultados que se obtienen del estudio organizacional de un proyecto.
10. En el estudio de un proyecto se encuentran las dos siguientes alternativas para el equipamiento de las oficinas administrativas de la empresa que se crearía con su implementación.
    a) La compra de equipos muy tecnificados, de alta inversión y bajo costo de operación.
    b) La compra de equipos más simples, pero que necesitan una mayor dotación de personal.

    La primera alternativa requiere una inversión inicial de $80.000.000, gastos de mantenimiento por $6.000.000 anuales, personal por $12.000.000 y gastos de operación por $4.000.000. Los equipos tienen una vida útil de 10 años, al cabo de los cuales se estima tendrán un valor de rescate de $7.000.000.

    La segunda alternativa requiere una inversión de $40.000.000. Sus gastos de mantenimiento anuales se estiman en $4.500.000, las remuneraciones del personal en $18.000.000 y los gastos de operación en $4.000.000. Sin embargo, será necesario arrendar más oficinas para instalar al personal, por un costo de $12.000.000 anuales, e incurrir en otros gastos de oficina por $3.000.000.

    Si el costo de los recursos fuese del 12%, ¿qué alternativa recomendaría? ¿De qué otra manera puede llegar a una solución?

Preguntas y problemas

Comente con las siguientes afirmaciones:

a. La estructura organizativa de un proyecto puede definirse sin considerar las características propias de éste, especialmente si el estudio se hace en nivel de prefactibilidad.

b. Una vez definida la estructura organizacional óptima, ésta debe mantenerse durante toda la vida del proyecto.

c. Un cambio en los procedimientos administrativos determinados para un proyecto obliga a variar la estructura organizacional definida y, en consecuencia, los niveles de inversión y costos de operación.

d. Contrariamente al estudio técnico, que puede definir alternativas tecnológicas diferentes a distintos periodos de la vida útil de un proyecto, el estudio organizacional define una estructura óptima que debe mantenerse durante toda la vida útil del proyecto.

e. Dada la menor importancia relativa de la cuantía de las inversiones y los costos derivados de los aspectos organizacionales de un proyecto, en relación con los de producción, es recomendable recurrir a estándares generales para el cálculo de éstos, puesto que la mayoría de las veces el costo de la mejor información no es compensado por el beneficio de la mayor precisión.

f. Al igual que para el estudio técnico, siempre debe estudiarse el tamaño óptimo de la organización de un proyecto.

g. La determinación de las inversiones y los gastos de operación que se incorporan en el flujo del proyecto como resultado del estudio de organización se basan en los antecedentes que proporcionan los estudios de mercado y técnico, obteniéndose de ellos la información relevante que permitirá identificarlos y cuantificarlos.

h. La mejor manera de simplificar el estudio de organización es mediante la determinación de un porcentaje en relación con los desembolsos estimados para el proceso productivo. Así, a mayor magnitud de ventas y producción, necesariamente los gastos de administración del proyecto aumentan de manera proporcional.

i. Dada la menor importancia relativa de la cuantía de las inversiones y los costos derivados de los aspectos organizacionales de un proyecto, en relación con los de producción, es recomendable recurrir a estándares generales para el cálculo de éstos, puesto que la mayoría de las veces el costo de la mejor información no es compensado por los beneficios de la mayor precisión.

j. La localización administrativa no tiene mayor incidencia en los flujos, puesto

Preguntas y problemas

que lo más importante de considerar son los ingresos y costos asociados al proceso productivo.

k. El tratamiento en los flujos de los aspectos administrativos difieren de los aspectos técnicos, ya que en los primeros priman los conceptos de activos nominales, y en los segundos, los activos fijos.

l. El estudio de mercado no tiene mayor incidencia en el estudio organizacional puesto que este último tiene como finalidad determinar los costos de inversiones asociados a la estructura organizativa, fueran cuales fuesen los resultados del estudio de mercado.

m. La externalización de tareas administrativas siempre será conveniente para el proyecto, ya que le permitirá al gerente dedicar su tiempo al giro principal del proyecto.

n. La participación de unidades externas en el desarrollo de tareas administrativas constituye un peligro evidente para la empresa en virtud del traspaso de información que ello representa.

ñ. En la determinación de la tecnología administrativa que se deberá utilizar en un proyecto, el análisis se deberá sustentar en las inversiones y los costos operacionales que cada una de ellas genera.

o. En el estudio de organización deberán incluirse sólo costos de inversiones asociados a la mejor opción de administración.

Bibliografía

Ackoff, R. L. *A concept of Corporate Planning*. New York: Wiley, 1970.

Albert, Kenneth. *Manual de administración estratégica*. McGraw-Hill, 1984.

Brown, W. B. *Organization Theory and management*: A macro Approach. New York: Wiley, 1980.

Calderón, H. y Roitman, B. *Formulación de proyectos agropecuarios, extractivos, de transporte y energéticos*. Santiago: ILPES, 1974.

Chiavenato, I. *Introducción a la teoría general de la administración*. McGraw-Hill, 1995.

Hall, Richard. *Organizaciones: estructura y proceso*. Madrid: Prentice-Hall,1979.

Hampton, D.R. Administración contemporánea. McGraw-Hill, 1985.

Kast, F. y Rosenzweig, J. *Administración en las organizaciones: un enfoque de sistemas y contingencias*. McGraw-Hill, 1979.

Koontz, O'Donnel y Weihrich. *Administración*. McGraw-Hill, 1998.

Lerner, Joel. *Introducción a la organización y administración de empresas*. McGraw-Hill, 1984.

Luthans, Fred. *Introducción a la administración: un enfoque de contingencias*. México: McGraw-Hill, 1980.

Myers y Myers. *Administración mediante la comunicación: un enfoque organizacional*. McGraw-Hill, 1983.

Pitragalla, C.O. *Introducción al estudio de las organizaciones y su administración*. Buenos Aires: Macchi, 1976.

Sisk, H. y Skerdlik, M. *Administración y gerencia de empresas*. Cincinnati, Ohio: South Western, 1979.

Capítulo 11

Antecedentes económicos del estudio legal

El ordenamiento jurídico de cada país, fijado por su constitución política, sus leyes, reglamentos, decretos y costumbres, entre otros, determina diversas condiciones que se traducen en normas permisivas o prohibitivas que pueden afectar directa o indirectamente el flujo de caja que se elabora para el proyecto que se evalúa.

El análisis de los aspectos legales en la etapa de estudio de su viabilidad económica no debe confundirse con la viabilidad legal. Mientras la viabilidad legal busca principalmente determinar la existencia de alguna restricción legal a la realización de una inversión en un proyecto como el que se evalúa, el estudio de los aspectos legales en la viabilidad económica pretende determinar cómo la normatividad vigente afecta la cuantía de los beneficios y costos de un proyecto que ya demostró su viabilidad legal.

En este capítulo se presentan distintos criterios y variables que deberán tenerse en cuenta al formular un proyecto para enfrentar de una manera adecuada los aspectos legales y sus implicaciones sobre el resultado de la rentabilidad de un proyecto.

11.1 La importancia del marco legal

La actividad empresarial y los proyectos que de ella se derivan se encuentran incorporados a un determinado ordenamiento jurídico que regula el marco legal en el cual los agentes económicos se desenvolverán.

El estudio de viabilidad de un proyecto de inversión debe asignar especial importancia al análisis y conocimiento del cuerpo normativo que regirá la acción del proyecto, tanto en su etapa de origen como en la de su implementación y posterior operación. Ningún proyecto, por muy rentable que sea, podrá llevarse a cabo si no se encuadra en el marco legal de referencia en el que se encuentran incorporadas las disposiciones particulares que establecen lo que legalmente está aceptado por la sociedad, es decir, lo que se manda, prohíbe o permite a su respecto.

Sólo un análisis acabado del marco legal particular de cada proyecto que se evalúa posibilitará calificarlo correctamente para lograr, en su formulación, la optimación de los resultados de una inversión. Al implementarse el proyecto, además de insertarse como una organización social y económica más del país, se constituye en un ente jurídico en el que se entrelazan contactos laborales, comerciales y otros que, al concurrir simultánea y sucesivamente, generan las relaciones económicas que producen las pérdidas y utilidades de un negocio. De ahí que en la empresa y en todo proyecto se observe un amplio universo legal de derechos y obligaciones provenientes tanto de la ley como de los contratos que suscriban.

El conocimiento de la legislación aplicable a la actividad económica y comercial resulta fundamental para la preparación eficaz de los proyectos, no sólo por las inferencias económicas que pueden derivarse del análisis jurídico, sino también por la necesidad de conocer las disposiciones legales para incorporar los elementos administrativos, con sus correspondientes costos, y para que posibiliten que el desarrollo del proyecto se desenvuelva fluida y oportunamente.

Lo anterior es aún más importante cuando se considera que la legislación de cada país es distinta; por esta razón, en proyectos que pretenden exportar o que necesitan importar insumos, se requiere conocer las implicancias económicas, principalmente tributarias, que esto conlleva. Una situación similar se observa en los proyectos en los cuales la inversión se hará en otro país, del cual, por lo menos, deberá estudiarse la legislación concerniente a los retornos de inversión extranjera.

En proyectos multinacionales, la legislación tributaria puede implicar costos de operación diferentes, los cuales es necesario considerar en la construcción de los flujos de caja que posibilitarán la evaluación de cada uno de ellos. Por ejemplo, a principios de 1994, en Bolivia las empresas debían pagar impuestos al patrimonio y no a las utilidades, mientras que en Chile éstas pagaban, inversamente, impuestos a las utilidades pero no al patrimonio. Por otra parte, en el mismo periodo, en Perú las empresas debían pagar ambos impuestos. Lo anterior deja manifiesta la necesidad de estudiar la situación particular de cada país, región o comuna donde el proyecto tendrá alguna participación.

En Estados Unidos, por ejemplo, se han dictado diversas leyes en relación con el monopolio, con el fin de buscar, mediante su propio sistema jurídico, un marco eficaz y auténtico (que surge de la comunidad y de sus valores) que permita al mercado fun-

cionar libremente. En 1914 se aprobó la ley Clayton, complementando a la ley Sherman,[1] que llegaba hasta prohibir la compra de una empresa por otra del mismo giro si ello pudiese hacer disminuir sustancialmente la competencia. En ese mismo año se creó la Comisión Federal de Comercio, destinada a pronunciarse jurisdiccionalmente sobre los "métodos injustos de competencia". En la actualidad esta comisión tiene, además, la función de controlar la publicidad distorsionadora y la mala representación de los productos.

Las leyes que regulan la conducta de los agentes económicos establecen principios generales de acción, válidos para todas las actividades comerciales, desde los códigos generales de comercio hasta los cuerpos normativos particulares que, incluso, alcanzan niveles de reglamentos.

11.2 Principales consideraciones económicas del estudio legal

A estas alturas de la preparación del proyecto se ha podido definir una multiplicidad de hechos que pueden tener incidencia en los flujos de caja. Por ejemplo, si se ha optado por una determinada alternativa tecnológica que requiere un contrato a pedido para su confección, ese contrato conlleva un estudio legal y, por tanto, desembolsos monetarios que será necesario cuantificar. Por ejemplo, una empresa productora de energía a base de carbón, estima conveniente generar dicha energía mediante gas natural que debe trasladar a lo largo de 400 kilómetros, por medio de un gasoducto construido por una empresa externa. Los contratos, con seguridad, representarán un costo que es necesario incluir para asegurar una correcta coordinación entre la empresa que vende el gas con la que lo traslada y con la generadora de electricidad. Cualquier descoordinación entre ellas puede significar que, habiéndose efectuado cuantiosas inversiones, los equipos no lleguen a operar en el tiempo previsto debido a fallas o incumplimientos de terceros.

Otro tanto puede ocurrir con la orden de pedido que se efectuó a la empresa ganadora de la propuesta para la construcción de las nuevas unidades de ciclo combinado a gas. Los contratos que deberán suscribirse entre las empresas participantes resultan ser extremadamente complejos y laboriosos. En ellos las multas por atrasos o incumplimientos estarán vinculados con los daños económicos que generaría tal situación en los flujos. Estos montos deberán calcularse acuciosamente con el fin de entregar a los expertos legales elementos de juicio económico que permitan contemplar estos hechos en los contratos. Obviamente, tanto las dificultades que pueden generarse, como las complejidades que conlleva la negociación de esta envergadura, obligan a

[1] La ley Sherman nace en respuesta a la formación de grupos económicos y a la creciente concentración de la industria, estableciendo la ilicitud de cualquier trato que entrañe o tenga como consecuencia la limitación al libre comercio.

considerar desembolsos que deberán incorporarse a los flujos, hacia las oficinas de los abogados participantes.

De esta manera, deberán analizarse los diversos aspectos que puedan significar desembolsos como consecuencia de la necesaria participación de expertos legales en la confección de contratos, escrituras, gastos notariales y otros costos pertinentes vinculados con los aspectos legales.

Son muchos los efectos económicos que tendrá el estudio legal sobre el flujo de caja. Desde la primera actividad que tendrá que realizarse si el proyecto es aprobado, la constitución legal de la empresa, hasta su implementación y posterior operación, el proyecto enfrentará un marco legal particular a la actividad que desarrollará la empresa, el cual influirá directamente sobre la proyección de sus costos y beneficios.

Por ejemplo, respecto del estudio de mercado es posible identificar costos asociados con permisos de viabilidad y sanitarios para el transporte del producto, así como costos especiales asociados con el transporte de algunos productos que pueden exhibir exigencias particulares para un embalaje de seguridad, o tratamientos fitosanitarios especiales exigidos en algunos países para el transporte de productos alimenticios. Otro caso, el de muchos proyectos inmobiliarios, es la elaboración de un número importante de contratos, cuyo costo debe incorporarse en la formulación. En proyectos con operaciones de compra o venta con el extranjero deberán estudiarse las disposiciones que regulan las operaciones de comercio exterior.

En los estudios de localización, por ejemplo, los costos más frecuentes asociados con los legales son la contratación de los análisis de posesión y vigencia de los títulos de dominio de los bienes raíces que podrían adquirirse, los gravámenes que pudieran afectar los terrenos (impuesto predial), los pagos de contribución territorial y las exenciones que podrían favorecerle, las inversiones para reducir la contaminación ambiental en zonas urbanas donde se regule la emisión de partículas contaminantes y el gasto en reposición de vehículos de transporte colectivo donde se regule su antigüedad.

También puede incurrirse en gastos notariales, de transferencia e inscripción en el Conservador de Bienes Raíces, o en el pago de estudios de situación de los terrenos adyacentes para establecer la posible existencia de derechos que puedan tener los propietarios vecinos y que puedan afectar los costos del proyecto, como por ejemplo, los relacionados con la demarcación de límites o con los derechos de agua. En proyectos de construcción de represas para centrales hidroeléctricas será necesario cuantificar, entre otros, los costos de creación de servidumbres de terrenos vecinos; la inversión en movimientos de tierra y construcción de caminos que deben pasar por terrenos privados, así como los de mantención para su uso; los desembolsos para la compensación por inundación de terrenos y los pagos contractuales por el uso de aguas sobre las cuales podrían existir derechos de terceros.

Por otra parte, en el estudio técnico es posible distinguir algunos costos que se derivan de los aspectos legales y que se asocian, por ejemplo, con la compra de marcas, licencias o patentes; el pago de los aranceles y los permisos para la importación de maquinaria, los gastos derivados de los contratos de trabajo y finiquitos laborales; la inversión en implementos para la seguridad industrial que posibiliten dar cumplimiento a las normas fijadas para tales efectos, etcétera.

Quizá los efectos económicos de los aspectos legales que más frecuentemente se consideran en la viabilidad de un proyecto son los que tienen relación con el tema tributario, como los impuestos a la renta y al patrimonio, los gastos previsionales y de salud o el impuesto al valor agregado, IVA, situación que ya se analizó en el capítulo 6 de este libro.

A lo largo del estudio del proyecto se han podido determinar una serie de circunstancias que pueden tener efectos económicos sobre éste. Dichas circunstancias tienen relación principalmente con los siguientes aspectos:

- Exigencias ambientales
- Exigencias sanitarias
- Exigencias de seguridad laboral
- Leyes y normas laborales
- Leyes y normas tributarias

Todo proyecto debe cumplir con las exigencias y normativas que conforman el ordenamiento jurídico y social. El estudio de estas exigencias conlleva necesariamente a identificar inversiones y costos que podrían afectar el flujo de caja. Hoy día, cada vez con más insistencia, la sociedad intenta que los proyectos, además de entregar los bienes y servicios que ella requiere, éstos se hagan cumpliendo con las exigencias, leyes, normas y reglamentos que la propia sociedad ha generado con miras a que el desarrollo económico sea sustentable respetando el derecho de los demás a vivir en armonía con el medio ambiente y con el resto de la comunidad.

Los tratados de libre comercio, cada vez más aceptados como instrumentos de promoción del desarrollo entre las naciones, han traído aparejado el análisis y estudio de normas y procedimientos que tienden a la uniformidad de ellos, de tal manera que los bienes y servicios que se transen en los mercados libres de arancel se hayan producido respetando las exigencias y las normas a que se ha hecho mención.

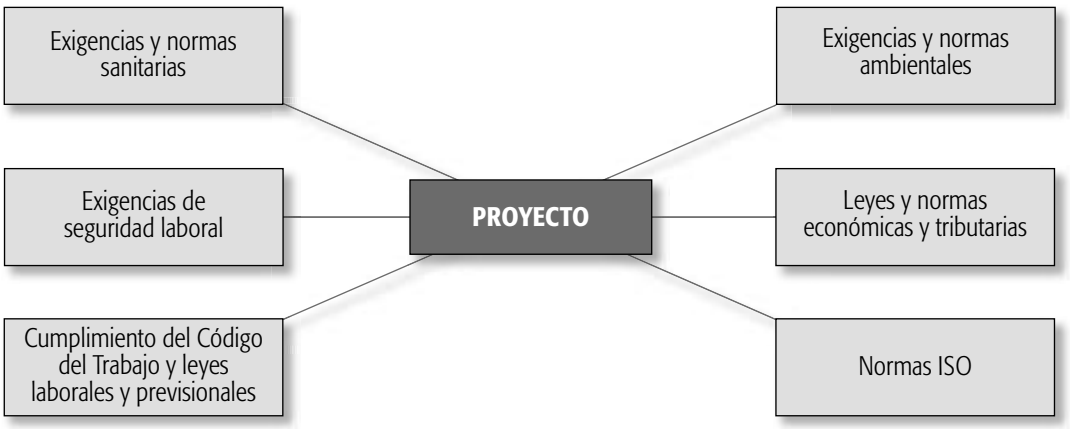
Por otra parte, cada vez se hace más común que las empresas se sometan a las normas ISO (9.000 y 14.000), las cuales intentan, precisamente, que los bienes que se transen en los mercados de libre comercio dispongan de las certificaciones que garanticen el cumplimiento de dichas exigencias. Las certificaciones son efectuadas por empresas independientes especializadas en este tema.

El desarrollo de las normas ISO ha sido cada vez más aceptado universalmente, lo cual se puede constatar en el hecho de que una gran cantidad de países se incorporan

al sistema para asegurar a los consumidores de todo el mundo que mediante su opción de compra están promoviendo la adquisición de bienes que respetan el medio ambiente y un desarrollo económico sustentable.

Por cierto, los proyectos deben considerar estas exigencias de tal manera que los flujos pertinentes incorporen las inversiones y los costos operacionales que les permiten acceder a los mercados dando cumplimiento a ellas.

Gráfico 11.1 Efectos económicos del estudio legal



11.3 Algunos efectos económicos del estudio legal

Muchos son los aspectos de carácter legal que pueden influir en los flujos del proyecto y que, por tanto, afectan su rentabilidad. De las investigaciones efectuadas en los diversos estudios que se han presentado en este texto se desprenden algunos efectos de carácter legal a los que se les pueda dar una expresión matemática. El preparador y evaluador de proyectos deberá poner atención especial a ellos, con el fin de estudiar y cuantificar su impacto económico en los flujos.

Antes de presentar un listado de aquellos aspectos más relevantes de carácter legal que pueden tener incidencia económica en los flujos del proyecto, resulta necesario profundizar acerca de los estudios previos a la realización del proyecto, los cuales es imprescindible llevar a cabo, precisamente por el hecho de que las disposiciones normativas así lo exigen. Un ejemplo de la aseveración anterior lo constituye el estudio de impacto ambiental al que se ha hecho referencia en el capítulo 9 de este libro.

En efecto, en un proyecto de construcción de una planta desalinizadora de agua en el Océano Pacífico, en pleno desierto de Atacama en el norte de Chile, de acuerdo con las normas legales vigentes, la autoridad marítima exigió que antes de iniciarse los trabajos respectivos debía entregarse un estudio de impacto ambiental en el cual se garantizara que el desecho de salmuera que se produciría al separar la sal del agua

y que se botaría en al mar no generaría efectos negativos en la flora y fauna marítima. Como se sabe, el Mar Muerto, en el Medio Oriente, lleva ese nombre precisamente por el hecho de que el exceso de sal impide la existencia de vida en esas aguas.

Cuando conoció esta exigencia, el inversionista señaló que ese problema estaba técnicamente resuelto y que en las 117 plantas desalinizadoras que ellos habían instalado en el mundo entero no se presentó problema alguno en el medio ambiente, dado que el proceso industrial y la tecnología que se utilizaría en el proyecto contaba con un emisario que se introducía a una cierta cantidad de metros en el mar para botar el desecho en pequeñas dosis a lo largo de una gran extensión.

Cuando el inversionista expresó lo anterior, aún no se había concluido el estudio del proyecto y, por tanto, no se sabía si la planta desalinizadora resultaría rentable o no. Lo que sí se sabía era que la legalidad vigente exigía la presentación de un estudio de impacto ambiental a la autoridad, en el cual se demostrara que el proyecto no generaría externalidades negativas. Por tanto, aun cuando el problema estuviese técnicamente resuelto a juicio del inversionista, el estudio tenía que efectuarse de todas maneras debido al imperativo legal que así lo exigía.

Lo anterior hizo que el equipo investigador del proyecto indagara acerca del costo que significaría entregar a la autoridad el estudio de impacto ambiental exigido. Para determinar dicho valor, consultó con diferentes empresas especializadas, registradas en un rol bajo la tuición estatal.

Por tanto, en el flujo del proyecto se consignó el costo del estudio como un desembolso necesario de ser efectuado en caso de que el proyecto resultara rentable y se llevara a cabo. Por cierto, si el resultado de la investigación en la preparación y evaluación del proyecto indicara que éste no generaba la rentabilidad deseada, no sería necesario efectuar el estudio de impacto ambiental.

Muchos ejemplos similares al anterior podrían darse en torno a los desembolsos que deberían efectuarse tanto en los estudios exigidos como en las inversiones y los costos operacionales que representan el cumplimiento de los aspectos legales en los flujos del proyecto.

Un resumen de estos efectos podría concentrarse en los siguientes factores globales:

- Regulación de tarifas en proyectos con participación privada en servicios públicos como transporte, carreteras, agua, electricidad, etcétera.
- Ordenanzas de construcción
- Planes reguladores
- Honorarios profesionales a oficinas de abogados por las acciones jurídicas derivadas del proyecto, como contratos por tecnología a pedido y otros
- Renovación de equipos por antigüedad de acuerdo con las normas legales vigentes
- Derechos de agua

- Concesiones
- Constitución de sociedades y sus exigencias
- Auditorías externas de acuerdo con la normativa vigente
- Políticas de depreciación y amortizaciones de acuerdo con la normativa tributaria
- Pagos de patentes
- Costos de permisos viales, de construcción, sanitarios y otros
- Estudio de títulos
- Inscripción de bienes raíces
- Contratos de subcontratación
- Contratos de trabajo
- Costos provisionales
- Exigencias de seguridad industrial
- Otras exigencias vinculadas con el factor laboral (guarderías infantiles, permisos, vacaciones progresivas, indemnizaciones y otros)
- Aranceles
- Impuestos a las empresas y sus opciones tributarias

11.4 El ordenamiento jurídico de la organización social

El ordenamiento jurídico de la organización social, expresado mayoritariamente en la constitución política de cada país, preceptúa normas que condicionan la estructura operacional de los proyectos, y que obligan al evaluador a buscar la optimización de la inversión dentro de restricciones legales que a veces atentan contra la sola maximización de la rentabilidad.

Usualmente dichas normas se referirán al dominio, uso y goce de ciertos bienes que, por su naturaleza estratégica, su valor intrínseco, su escasez u otra razón, se reservan al Estado. En oportunidades su explotación se comparte con los particulares, y a veces sólo con los nacionales del país, de acuerdo con el régimen de concesión (calidad que autoriza la operación en modalidades de permisos y tolerancias de distinta apertura y responsabilidad). Incluso, algunos proyectos nacidos de una decisión gubernamental pueden estar impedidos de implementarse, por las disposiciones establecidas en la Constitución.

Por otra parte, la normativa legal de los actos comerciales se regula por códigos de comercio que incorporan toda la experiencia legal mercantil, y aún la costumbre comercial. Así mismo, la situación laboral que afectará los contratos de los trabajadores (que puede ser determinante en los costos a considerar en la construcción de

los flujos de caja del proyecto), se encuentra regida por disposiciones expresas del Código del Trabajo.

Sin perjuicio de la existencia de un marco normativo legal de carácter general, pueden existir normas y leyes regionales, sectoriales o municipales como las que establecen regulaciones y franquicias en zonas francas. Cualquier proyecto que opere en el marco normativo de esas zonas tendrá que considerar variables distintas a las que se aplicarían en cualquier otra localidad del país.

En muchas legislaciones se restringe, entre otras, la actividad bancaria, aseguradora o comercial. También existen restricciones para actividades vinculadas con el juego de azar y la creación de canales de televisión, entre muchas otras.

La forma legal de constitución de la empresa que se crearía si se aprueba el proyecto tiene relación directa con el marco específico que lo norma tanto en lo legal, tributario y administrativo, como en las formas de fiscalización.

Por ejemplo, una sociedad de personas, como una compañía de responsabilidad limitada, inicialmente puede estar gravada como persona jurídica y posteriormente el ingreso personal de los dueños puede quedar afecto al impuesto a la renta y global complementario.

Al evaluar un proyecto se deben considerar sólo los tributos directos de la empresa y no los del inversionista, porque en la evaluación se busca medir la rentabilidad de la inversión más que la rentabilidad del inversionista. Y aunque este último fuese el caso, el análisis de la situación tributaria particular de cada uno de los socios en el negocio es complejo, más aún cuando existen países donde la tasa de impuestos aumenta por tramos de ingreso de las personas.

11.5 Un ejemplo de la incidencia de los resultados de la preparación del proyecto en los aspectos legales

Dos empresas deciden evaluar conjuntamente dos proyectos que resultan absolutamente complementarios entre sí. El proyecto de la primera empresa consiste en la construcción de un gasoducto, cuyo recorrido de más de 1.000 kilómetros abastecería los requerimientos de gas natural para tres grandes centrales de ciclo combinado que construiría la segunda empresa.

La empresa propietaria del gasoducto establece que para lograr la rentabilidad de 14% exigida por los inversionistas, la empresa dueña de las unidades de ciclo combinado –que transformarían el gas en electricidad– deberá cancelar un determinado precio, el cual sería revisado cada año mediante un procedimiento de cálculo que permitirá mantener la rentabilidad exigida en el tiempo.

Por su parte, la empresa generadora concluyó en su estudio de preinversión que el precio exigido por el transporte del gas le permitía llevar adelante su proyecto, el cual generaría una tasa interna de retorno del 17,2%.

En vista de que ambas empresas estaban resueltas a llevar adelante sus respectivos proyectos –en consideración a los resultados económicos previstos para ellos–, los directorios de una y otra solicitaron que se entregara un informe legal acerca de los alcances económicos que significarían posibles incumplimientos por imprevistos que pudieran ocurrir en uno u otro proyecto.

El directorio de la empresa que construiría el gasoducto plantea que el contrato respectivo debería reconocer dos aspectos clave: que el precio acordado debería cancelarse bajo cualquier circunstancia, o sea que si por alguna razón no llegara gas, o que el gas que se transportara no copara la capacidad acordada, el monto a pagar debería mantenerse de todas maneras. El otro aspecto fundamental que debería considerar en el contrato es que si al construir el gasoducto ellas cumplen con los plazos de término del proyecto y, por tanto, están en condiciones de entregar el gas a las tres unidades de ciclo combinado, y éstas no se encuentran totalmente construidas o que alguna de ellas no esté en condiciones de operar, el precio por el transporte deberá pagarse de todas maneras. El directorio indica otros aspectos que le interesaría se incluyeran en el contrato, aunque los dos más importantes son los señalados anteriormente.

Los abogados encargados de redactar el contrato respectivo confeccionan un primer documento que incorpora con exactitud las inquietudes del directorio y así se lo hacen llegar a la empresa que construiría las unidades generadoras.

Éstas, al recibir el borrador del contrato, efectúan el análisis respectivo y concluyen que en términos generales los puntos de vista que allí se señalan son razonables, ya que recogen los planteamientos de las conversaciones previas, y una vez hecha la consideración de que el gasoducto sólo se construiría para ellos, sin tener ninguna otra posibilidad de satisfacer requerimientos de terceros. Sin embargo, el directorio estima que el contrato también debería considerar lo que eventualmente ocurriría si la empresa constructora del gasoducto no llegara a tiempo y que las tres unidades de ciclo combinado, ya listas para funcionar, no pudieran hacerlo porque no llega el gas como consecuencia del atraso en la construcción del gasoducto.

De acuerdo con las inquietudes del directorio, la carta de respuesta al borrador del contrato plantea con claridad este punto fundamental, más otras inquietudes de menor importancia.

Cuando el gerente del gasoducto conoce la respuesta de la empresa generadora, señala a su directorio que le parece razonable la inquietud de ésta, y que para compensar el posible daño que ello le significaría, se le podría ofrecer la cancelación de los intereses bancarios que, según sus informaciones, podrían ser del 4,75% anual, tasa que ha ofrecido el grupo de bancos que financiarían la operación de compra de las tres unidades, en un crédito a largo plazo.

Tomando en consideración estos antecedentes, se instruye a los abogados con el fin de que comuniquen esta oferta a la generadora.

Una vez recibida y analizada la propuesta por el directorio de la empresa de los ciclos combinados, se concluye que la oferta de pago de los intereses resulta claramente insuficiente. Uno de los directores expresa con vehemencia que la empresa no lleva a cabo sus proyectos para pagar los intereses a los bancos y que si él dio su aprobación a los proyectos fue en consideración a que los flujos de las unidades de ciclo combinado rentaban satisfactoriamente al ser descontados a la tasa corporativa del 13,5%.

Los demás directores señalan su acuerdo con este planteamiento y así se lo comunican a sus abogados, con el fin de que éstos den a conocer que el planteamiento del gasoducto no satisface los intereses de la generadora.

Recibida esta comunicación, es llevada al directorio, con el fin de evaluar su contenido. Una vez hecho el estudio, el directorio acepta considerar como compensación la tasa de rentabilidad corporativa, por lo que indica su acuerdo de subir su oferta inicial de 4,75% a 13,5%. El directorio pide a los abogados que hagan especial énfasis en que la propuesta inicial de un 4,75% se ha incrementado en cerca de un 200% para llegar al 13,5% que ofrecen en esta oportunidad.

Recibida la nueva propuesta por parte del directorio de la generadora, se inicia un intercambio de opiniones en relación con ella, y se llega a la conclusión de que la nueva oferta, reconociendo que mejora sustancialmente la anterior, tampoco resulta satisfactoria puesto que si bien es cierto respeta la tasa corporativa, el proyecto se aprobó tomando en consideración que los flujos proyectados generaban un VAN (Valor Actual Neto) positivo y que la tasa interna de retorno fuera del 17,2%. Así mismo, el directorio señala que el gasoducto percibirá la tasa exigida por ellos, sin mayor riesgo, ya que a través del precio se le garantiza su rentabilidad en cualquier evento.

El directorio acuerda, además, que la carta de respuesta debe hacer énfasis en que el nivel de riesgo de uno y otro proyecto son absolutamente distintos, ya que al asegurar el precio en todo evento el gasoducto tiene cubierto el factor riesgo, pero si la generadora no recibe el gas requerido, de todas maneras deberá cumplir con sus contratos de venta de electricidad, pudiendo incurrir en costos muy elevados, y además viéndose en la necesidad de dejar sin operación a las tres unidades de ciclo combinado, con todos los efectos económicos que ello conllevaría.

Este ejemplo ficticio muestra claramente cómo los aspectos económicos y los resultados de la investigación en la aplicación de las técnicas de preparación y evaluación de proyectos deben primar al momento de estudiar los alcances legales en el estudio de un proyecto. Dicho de otra manera, todos los contratos que se efectúen deben tomar debida consideración de los alcances económicos que significan las relaciones entre las partes involucradas en cualquier proyecto.

Resumen

El estudio legal puede influir fuertemente tanto en los resultados de la rentabilidad económica de un proyecto de inversión como en la forma de organización y en su operación futura. Toda actividad empresarial, y los proyectos que de ella se originan, se encuentra incorporada en un régimen legal que regula los derechos y deberes de los diferentes agentes económicos que en ella intervienen. El estudio legal de la viabilidad económica recoge información económica derivada del marco normativo. Por ello, no debe confundirse con la viabilidad legal, que busca determinar la existencia de restricciones legales o reglamentarias que impidan implementar u operar el proyecto que se evalúa.

Al formular un proyecto es preciso identificar clara y completamente las principales normas que inciden sobre los resultados económicos de la inversión. Aunque generalmente el evaluador incorpora en su trabajo los principales aspectos económicos que se derivan de la legislación tributaria, no siempre aborda con el detenimiento adecuado el resto de las implicancias económicas de la legislación. Por ejemplo, aquellas que condicionan los actos de comercio, la localización de la empresa, las relaciones laborales y los derechos de propiedad, entre muchos otros.

La existencia de normas de carácter general se complementa muchas veces con legislaciones específicas de tipo regional. La posibilidad de identificar todas las implicancias económicas de la legislación guarda directa relación con la capacidad de conocer el marco normativo general y particular del proyecto.

Lo anterior posibilitará, junto con la incorporación en la evaluación del proyecto de los costos y beneficios que resultan directa o indirectamente del estudio legal, definir la estructura jurídica más conveniente para el tipo de empresa que se crearía con la implementación del proyecto.

Preguntas y problemas

1. Explique la importancia del marco legal en la formulación de un proyecto.
2. ¿En qué se diferencia el estudio legal en la viabilidad económica, del estudio de la viabilidad legal de un proyecto?
3. Señale las principales consideraciones legales que se deben tener en cuenta en un estudio de la localización más adecuada económicamente para un proyecto.
4. ¿Qué aspectos legales se pueden asociar con los aspectos comerciales en la formulación de un proyecto?
5. Si usted tuviera que preparar económicamente un proyecto de generación hidroeléctrica de energía, ¿cuáles son los cinco aspectos legales que consideraría más importantes de analizar en la determinación de los costos y beneficios?
6. ¿Cuáles son los aspectos legales más importantes en la realización del estudio técnico de la viabilidad económica de un proyecto?
7. ¿Cómo pueden afectar las normas legales la cuantificación de los costos de administración de la empresa que se crearía con el proyecto?

Comente las siguientes afirmaciones:

a. Hay proyectos en los que no es conveniente incluir el IVA en la construcción de los flujos de caja de un proyecto.

b. En los flujos de un proyecto los aspectos tributarios no tienen mayor incidencia en el estudio organizacional y legal, puesto que la carga tributaria siempre será igual para cualquier tipo de empresa que se establezca jurídicamente para la administración del proyecto.

c. Los aspectos legales a considerar en un proyecto se refieren a los costos asociados con la creación de la sociedad que administrará el proyecto. Así, los desembolsos respectivos deberán considerarse como un activo nominal, en el sentido de que podrán amortizarse de acuerdo con las normas tributarias vigentes.

d. El estudio técnico de un proyecto no genera mayores repercusiones posteriores en el estudio legal.

e. Los aspectos derivados de la contratación de personal deben enmarcarse de acuerdo con las normas legales vigentes. Lo anterior tendrá repercusiones en

Preguntas y problemas

el flujo de caja del proyecto en cuanto a los gastos operacionales que representan el cumplimiento de estas normas. Ello permitirá determinar el ahorro tributario que se genera en virtud de los gastos calculados de acuerdo con la ley, sin tener mayores repercusiones en el estudio de un proyecto.

f. En el estudio técnico de un proyecto se llega a la conclusión de que se requiere contratar la confección de una tecnología a pedido, por lo que deberá desembolsarse una gran cantidad de recursos en ese momento. Comente cómo podría esta situación repercutir en el estudio legal.

Bibliografía

Argeri, Saúl. *Diccionario de derecho comercial y de la empresa*. Buenos Aires: Astrea, 1982.

Castro, Hernán. *Nueva legislación sobre sociedades anónimas*. Santiago: Editorial Jurídica, 1982.

Chile, Banco Central. *Legislación económica chilena y de comercio internacional*. Santiago, 1982. *Código de comercio de Chile y leyes complementarias*.

Dromi, José. *Derecho administrativo económico*. 2 vols. Buenos Aires: Astrea, 1982.

Moore, Daniel. *Derecho económico*. Santiago: Editorial Jurídica, 1982.

Santa María, Raúl. *Manual de derecho económico*. 2 vols. Santiago: Ediciones Encino, 1972.

Capítulo 12

Las inversiones del proyecto

El objetivo de este capítulo es analizar cómo la información que proveen los estudios de mercado, técnico y organizacional –para definir la cuantía de las inversiones de un proyecto– debe sistematizarse, con el fin de ser incorporada como un antecedente más en la proyección del flujo de caja que posibilite su posterior evaluación.

Si bien la mayor parte de las inversiones debe realizarse antes de la puesta en marcha del proyecto, pueden existir inversiones que sea necesario realizar durante la operación, ya sea porque se precise reemplazar activos desgastados, o porque se requiere incrementar la capacidad productiva ante aumentos proyectados en la demanda.

Así mismo, el capital de trabajo inicial puede verse aumentado o disminuido durante la operación, si se proyectan cambios en los niveles de actividad. En este capítulo se tratan en detalle los distintos criterios de cálculo de la inversión en capital de trabajo y la manera de tomarlos en consideración.

12.1 Inversiones previas a la puesta en marcha

Las inversiones efectuadas antes de la puesta en marcha del proyecto se pueden agrupar en tres tipos: activos fijos, activos intangibles y capital de trabajo.

Las inversiones en activos fijos son todas aquellas que se realizan en los bienes tangibles que se utilizarán en el proceso de transformación de los insumos o que sirvan de apoyo a la operación normal del proyecto. Constituyen activos fijos, entre

otros, los terrenos, las obras físicas (edificios industriales, sala de venta, oficinas administrativas, vías de acceso, estacionamientos, bodegas, etcétera), el equipamiento de la planta, oficinas y salas de venta (en maquinarias, muebles, herramientas, vehículos y decoración en general) y la infraestructura de servicios de apoyo (agua potable, desagües, red eléctrica, comunicaciones, energía, etcétera).

Para efectos contables, los activos fijos están sujetos a depreciación, la cual afectará el resultado de la evaluación por su efecto sobre el cálculo de los impuestos. Los terrenos no sólo se deprecian, sino que muchas veces tienden a aumentar su valor por la plusvalía generada por el desarrollo urbano tanto en su alrededor como en sí mismos. También puede darse el caso de una pérdida en el valor de mercado de un terreno, como el que se daría si se agota la provisión de agua de riego o cuando el uso irracional de tierras de cultivo daña su rendimiento potencial. Lo común en estos casos es considerar como constante el valor del terreno, a menos que existan evidencias claras de que su valor puede cambiar en términos relativos con los otros elementos de beneficios y costos incluidos en el proyecto.

Las inversiones en activos intangibles son todas aquellas que se realizan sobre activos constituidos por los servicios o derechos adquiridos, necesarios para la puesta en marcha del proyecto. Constituyen inversiones intangibles susceptibles de amortizar y, al igual que la depreciación, afectarán el flujo de caja indirectamente por la vía de una disminución en la renta imponible y, por tanto, de los impuestos pagaderos. Los principales ítems que configuran esta inversión son los gastos de organización, las patentes y licencias, los gastos de puesta en marcha, la capacitación, las bases de datos y los sistemas de información preoperativos.

Los gastos de organización incluyen todos los desembolsos originados por la dirección y coordinación de las obras de instalación y por el diseño de los sistemas y procedimientos administrativos de gestión y apoyo, como el sistema de información, así como los gastos legales que implique la constitución jurídica de la empresa que se creará para operar el proyecto.

Los gastos en patentes y licencias corresponden al pago por el derecho o uso de una marca, fórmula o proceso productivo y a los permisos municipales, autorizaciones notariales y licencias generales que certifiquen el funcionamiento del proyecto.

Los gastos de puesta en marcha son todos aquellos que deben realizarse al iniciar el funcionamiento de las instalaciones, tanto en la etapa de pruebas preliminares como en las del inicio de la operación, y hasta que alcancen un funcionamiento adecuado. Aunque constituyan un gasto de operación, muchos ítems requerirán un desembolso previo al momento de puesta en marcha del proyecto. Por la necesidad de que los ingresos y egresos queden registrados en el momento real en que ocurren, éstos se incluirán en el ítem de inversiones que se denominará “gastos de puesta en marcha”. Por ejemplo, aquí se incluirán los pagos de remuneraciones, arriendos, publicidad, seguros y cualquier otro gasto que se realice antes del inicio de la operación.

Los gastos de capacitación consisten en aquellos tendientes a la instrucción, adiestramiento y preparación del personal para el desarrollo de las habilidades y conocimientos que deben adquirir con anticipación a la puesta en marcha del proyecto.

La mayoría de los proyectos consideran un ítem especial de imprevistos para afrontar aquellas inversiones no consideradas en los estudios y para contrarrestar posibles contingencias. Su magnitud suele calcularse como un porcentaje del total de inversiones.

El costo del estudio del proyecto, contrario a lo que plantean algunos textos, no debe considerarse dentro de las inversiones, por cuanto es un costo inevitable que se debe pagar independientemente del resultado de la evaluación, y, por tanto, es irrelevante. Por regla general, sólo se deben incluir como inversiones aquellos costos en que se incurrirá si se decide llevar a cabo el proyecto. Sin embargo, su efecto tributario podría ser relevante; por ejemplo, cuando después del estudio se determine que puede crearse una empresa nueva (el costo del estudio es contabilizado) o que no es conveniente crearla. El costo del estudio en ambos casos se desembolsó, pero sólo en el primero se puede contabilizar y aprovechar su efecto tributario positivo. Cuando el proyecto se evalúa en una empresa en marcha, tanto el desembolso como su efecto tributario son irrelevantes, por cuanto hágase o no la inversión, el gasto será contabilizado.

Al igual que los activos fijos, los activos intangibles pierden valor con el tiempo. Mientras la pérdida de valor contable de los activos fijos se denomina depreciación, la pérdida de valor contable de los activos intangibles se denomina amortización.[1]

Además de la reunión y sistematización de todos los antecedentes atinentes a las inversiones iniciales en activos fijos e intangibles del proyecto, se debe elaborar un calendario de inversiones previas a la operación, que identifique los montos para invertir en cada periodo anterior a la puesta en marcha del proyecto.

Como no todas las inversiones se desembolsarán conjuntamente con el momento cero (fecha de inicio de la operación del proyecto), es conveniente identificar el momento en que cada una debe efectuarse, ya que los recursos invertidos en la etapa de la construcción y montaje tienen un costo de capital, ya sea financiero, si los recursos se obtuvieron en préstamos, o de oportunidad, si los recursos son propios y obligan a abandonar otra alternativa de inversión. Para ello deberá elaborarse un calendario de inversiones previas a la puesta en marcha que, independientemente del periodo de análisis utilizado para la proyección del flujo de caja (casi siempre anual), puede estar expresado en periodos mensuales, quincenales u otro.

Como se verá en el capítulo siguiente, todas las inversiones previas a la puesta en marcha deben expresarse en el momento cero del proyecto. Para ello, puede capitalizarse el flujo resultante del calendario de inversiones a la tasa de costo de capital

---

[1] Aunque el costo del estudio del proyecto no debe incluirse en los flujos por ser un costo irrelevante para la toma de la decisión de hacer o no el proyecto, sí debe incluirse el efecto tributario de su amortización, ya que éste es aprovechable sólo si el proyecto se implementa.

del inversionista; denominar momento cero al momento en que se realiza el primer desembolso (y tener flujos negativos los primeros periodos) o incluir un ítem de gastos financieros en el calendario de inversiones, que represente el costo de los recursos así invertidos. Aunque el costo de oportunidad del uso de estos recursos no constituye un desembolso, cuando éstos se obtienen de aportes propios, debe considerarse en la inversión, ya que no hacerlo significa sobreestimar la rentabilidad económica real del proyecto.

12.2 Inversión en capital de trabajo

La inversión en capital de trabajo constituye el conjunto de recursos necesarios, en la forma de activos corrientes, para la operación normal del proyecto durante un ciclo productivo,[2] para una capacidad y tamaño determinados. Por ejemplo, en el estudio de factibilidad de una inversión en un proyecto de creación de un hotel, además de la inversión en edificios, equipos y mobiliario, será necesario invertir en capital de trabajo un monto tal que asegure el financiamiento de todos los recursos de operación que se consumen en un ciclo productivo. En este caso, será posible determinar como ciclo productivo el tiempo promedio de permanencia en el hotel; como capacidad la ocupación promedio de la capacidad instalada, y como capital de trabajo los recursos necesarios para financiar la operación durante los días de permanencia de los huéspedes y hasta que se reciba el pago del alojamiento y los consumos.

En una planta elaboradora de queso, el capital de trabajo debe garantizar la disponibilidad de recursos suficientes para adquirir la materia prima y cubrir los costos de operación durante los 60 días normales que dura el proceso de producción, más los 30 días promedio de comercialización y más los 30 días que demora la recuperación de los fondos para ser utilizados nuevamente en el proceso.

La teoría financiera se refiere normalmente al capital de trabajo que se denomina activos de corto plazo. Esto es efectivo desde el punto de vista de su administración, mas no así de la inversión. Por ejemplo, si una empresa programa un nivel de operaciones de $100, sin fines de lucro (compra y vende $100 en productos), pero tiene una política de venta que establece un 50% al contado y un 50% a crédito a 30 días, al iniciar la operación deberá desembolsar $100, de los cuales recuperará $50 inmediatamente y tendrá el saldo en cuentas por cobrar. El dinero recibido al contado se utilizará en la compra de la nueva mercadería, pero para mantener el nivel deseado de $100 deberá incurrir en un nuevo desembolso de $50. Si permanentemente las cuentas por cobrar ascienden a $50 y siempre el nivel de operación requiere existen-

[2] Se denomina ciclo productivo al proceso que se inicia con el primer desembolso para cancelar los insumos de la operación y termina cuando se venden los insumos, transformados en productos terminados, y se percibe el producto de la venta y queda disponible para cancelar nuevos insumos.

cias o caja de $100, los $150 totales tienen el carácter de una inversión permanente que sólo se recuperará cuando el proyecto deje de operar.

En consecuencia, para efectos de la evaluación de proyectos, el capital de trabajo inicial constituirá una parte de las inversiones de largo plazo, ya que forma parte del monto permanente de los activos corrientes necesarios para asegurar la operación del proyecto.

Si el proyecto considera aumentos en el nivel de operación, pueden requerirse adiciones al capital de trabajo. En proyectos sensibles a cambios estacionales pueden producirse aumentos y disminuciones en distintos periodos, considerándose estos últimos como recuperación de la inversión.

Los métodos principales para calcular el monto de la inversión en capital de trabajo son el contable, el del periodo de desfase y el del déficit acumulado máximo. Los siguientes apartados analizan estos métodos en detalle.

12.3 Método contable

Una forma comúnmente usada para proyectar los requerimientos de capital de trabajo es la de cuantificar la inversión requerida en cada uno de los rubros del activo corriente, considerando que parte de estos activos pueden financiarse por pasivos de corto plazo (pero de carácter permanente), como los créditos de proveedores o los préstamos bancarios. Los rubros del activo corriente que se cuantifican en el cálculo de esta inversión son el saldo óptimo para mantener en efectivo, el nivel de cuentas por cobrar apropiado y el volumen de existencias que se debe mantener, por un lado, y los niveles esperados de deudas promedio de corto plazo, por otro.

La inversión en efectivo dependerá de tres factores: el costo de que se produzcan saldos insuficientes, el costo de tener saldos excesivos y el costo de administración del efectivo.

El costo de tener saldos insuficientes hará que la empresa deje de cumplir con sus pagos. Si tuviera saldos suficientes, podría cumplir con sus compromisos y tener, en consecuencia, un costo cero, pero, a medida que disminuye el saldo, el costo de saldos insuficientes aumenta en el equivalente al costo de la fuente de financiamiento a que se recurra, sea el recargo de un interés a la deuda no pagada, o al interés cobrado por un banco, si se recurre a éste para obtener los fondos que remitan el pago de esa deuda.

El costo de saldos excesivos equivale a la pérdida de utilidad por mantener recursos ociosos por sobre las necesidades de caja. Este costo aumenta cuanto mayor sea el saldo ocioso.

El costo de administración del efectivo se compone de los costos de gestión (remuneraciones al personal) de los recursos líquidos y de los gastos generales de oficinas. Estos costos, que son fijos, deben tomarse en cuenta en conjunto con los anteriores para optimizar la inversión en efectivo, que se define como la de menor costo total.

El costo total se obtiene sumando los costos de administración con los de saldos, tanto excesivos como insuficientes.

Diversos autores[3] han propuesto alternativas metodológicas para calcular el nivel óptimo para mantener en efectivo. William Baumol[4] propone un método que generaliza el concepto de costos de oportunidad, definiendo una tasa de interés compuesto (*i*) y suponiendo un flujo de entrada constante de efectivo (*C*). El costo de hacer efectivo algún valor realizable es definido en forma fija en una cantidad (*b*) y los desembolsos (*T*) también son constantes. El costo total (*TC*) lo define por:

12.1

$$TC = \frac{bT}{C} + \frac{iC}{2}$$

donde *bT/C* equivale al número de conversiones en efectivo, *T/C*, multiplicado por el costo de cada conversión, *b*, y donde *iC/2* equivale al costo de oportunidad por mantener un saldo promedio de efectivo, *C/2,* durante el periodo. La optimización del monto para convertir, que se obtiene derivando la ecuación 12.1 con respecto a *C,* e igualando el resultado a cero, se calcula de la siguiente forma:

12.2

$$C^* = \sqrt{\frac{2bT}{i}}$$

Por ejemplo, si los desembolsos anuales ascienden a $1.600, el nivel óptimo para mantener en caja sería de $800 si el costo fijo de hacer realizable una cantidad fuese de $20 y el costo de capital de 10%. Esto se obtiene de:

$$C^* = \sqrt{\frac{2(20)(1.600)}{0,1}}$$

$$C^* = \sqrt{\frac{64.000}{0,1}}$$

$$C^* = 800$$

---

[3] Véanse, por ejemplo, Miller, M. y Orr, D. A Model of the Demand for Money in Firms. En: *Quarterly Journal of Economics*. Agosto 1966; Orgler, Y. *Cash Management: Methods and Models*. Belmont, Calif. Wadsworth, 1970; Sethi, S. y Thompson, G. An Aplication of Mathematical Control Theory to Finance: Modeling Simple Dynamic Cash Balance Problems. En: *Journal of Financial and Quantitative Analysis*. Diciembre 1970, y Beranek, W. *Analysis for Financial Decisions*. Homewood, Illinois. Irwin, 1963.

[4] Baumol, W. The Transactions Demand for Cash: An Inventory Theoretical Approach. En: *Quarterly Journal of Economics*. Noviembre, 1952.

La validez del modelo está condicionada al cumplimiento de los siguientes supuestos: los flujos de ingresos y egresos son constantes a través del tiempo, sin que se produzcan ingresos ni desembolsos inesperados de efectivos, y la única razón por la que la empresa mantiene efectivo se deriva de la demanda de transacciones por estos saldos.

La inversión en inventarios, por otra parte, depende básicamente de dos tipos de costos, a saber: los asociados con la compra y los asociados con el manejo de inventarios.

Los costos asociados con el proceso de compra son todos aquéllos en que se incurre al ordenar un pedido para constituir existencias.

Los costos asociados con el manejo de existencias, por otra parte, aumentan cuando se incrementa la cantidad que se recibe con cada pedido.

El costo total puede calcularse sumando los costos asociados con el pedido y el manejo de los inventarios.

El objetivo es, como se mencionó, definir la inversión promedio en existencias que sea óptima en términos de su mínimo costo. Las existencias promedio se pueden definir como *Q/2*. Luego,

12.3

$$Ip = \frac{Q}{2}$$

Si el inventario promedio es *Q/2* y además se supone que cada unidad cuesta $*S*, el valor de existencias promedio será *Q/2S* y los costos totales de manejo (*CM*) serán:

12.4

$$CM = \frac{Q}{2}S$$

Luego el costo total puede expresarse así:

12.5

$$CT = \frac{D}{Q}P + \frac{Q}{2}S$$

lo que se puede minimizar hasta:

12.6

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DP}{S}}$$

donde Q* constituye el lote económico de compra.

Las limitaciones del método se centran en la incertidumbre acerca de la demanda del bien, o combinación de bienes inventariables. Si se conociera con exactitud el tiempo de entrega requerido para colocar una orden de compra de existencias y se pudieran

cuantificar con certeza los costos que involucraría no disponer de las existencias en un momento dado, la inversión en inventarios podría resolverse con mayor facilidad.[5]

Por último, la inversión en cuentas por cobrar debe analizarse en función de los costos y beneficios que lleva asociados. Así, los principales costos son los de cobranzas, los de capital, los de morosidad en los pagos y los de incumplimiento. Los beneficios deben medirse por el incremento en las ventas y utilidades que se generan con una política de créditos.

Si la política fuese vender al contado, no se generarán costos de cobranzas ni de capital, como tampoco de morosidad ni incumplimiento.

Sin embargo, si la empresa otorga créditos a 30 días, se generan automáticamente dos tipos de costos, a saber, el del capital necesario para financiar las cuentas por cobrar durante 30 días y los que ocasione el proceso de cobranza. El costo de capital se incrementa cuanta más duración tenga el periodo de crédito, ya que posiblemente deba pagarse un interés por los recursos obtenidos para financiar el crédito. El crédito, por otra parte, probablemente genere un incremento en las ventas y, por tanto, en las utilidades.

Al incrementar la inversión en cuentas por cobrar, aumentan tanto los costos como los beneficios asociados con el crédito. Sin embargo, sobre cierto límite, el crédito se estaría otorgando a clientes menos buenos, con el consiguiente incremento en los riesgos de morosidad e incumplimiento.

Al igual que en el caso del efectivo, los inventarios y las cuentas por cobrar, el crédito de proveedores y los préstamos de corto plazo se administran en el corto plazo, pero en términos de fuentes de financiamiento se consideran de largo plazo, ya que son renovables y permanentes.

Los factores que influyen en las condiciones del crédito de proveedores son la naturaleza económica del producto, la situación del vendedor, la situación del comprador y los descuentos por pronto pago. La naturaleza económica del producto define qué artículo con alta rotación de ventas normalmente se venden con créditos cortos. Los proveedores con una débil posición financiera normalmente exigen el pago al contado o con crédito de muy corto plazo. El comprador muchas veces podrá influir en las condiciones de pago, dependiendo de la importancia relativa que tenga entre el total de consumidores del proveedor. Los descuentos por pronto pago pueden hacer poco atractivo aceptar un crédito del proveedor, como también si éste recarga un interés por el crédito otorgado.

El préstamo bancario y otras fuentes de financiamiento de corto plazo deben evaluarse en función de los costos y beneficios que reportan, así como medirse los montos óptimos y disponibles.

---

[5] Una amplia difusión de modelos de inventarios de existencias son tratados en Hillier, F. y Lieberman G. L. *Introduction to Operations Research*. San Francisco: Holden-Day, 1967.

Las dificultades para calcular estos niveles óptimos para empresas que ni siquiera se han creado, hace recomendable emplear este primer método cuando puede conseguirse información del resto de la industria, siempre que se considere representativo para el proyecto. De esta manera, se aplicará al proyecto el nivel de capital de trabajo observado en empresas similares.

Cuando se trata de un proyecto que formará parte de una empresa en funcionamiento, será posible asumir que se mantendrá la misma relación que existe, por ejemplo, entre el capital de trabajo actual y el valor de los activos, la cantidad producida u otra variable que pueda exhibir correlación con la inversión en capital de trabajo.

Por las mismas dificultades señaladas, es recomendable usar este método sólo en el estudio de perfil y excepcionalmente en el estudio de prefactibilidad.

12.4 Método del periodo de desfase

Este método consiste en determinar la cuantía de los costos de operación que debe financiarse desde el momento en que se efectúa el primer pago por la adquisición de la materia prima hasta el momento en que se recauda el ingreso por la venta de los productos, que se destinará a financiar el periodo de desfase siguiente.

El cálculo de la inversión en capital de trabajo (*ICT*) se determina por la expresión:

12.7

$$ICT = \frac{Ca}{365} * n_d$$

donde *Ca* es el costo anual y n_d el número de días de desfase.

Un periodo de recuperación puede ser corto (venta de yogur, servicio de hotel, fletes, etcétera) o largo (industria metalúrgica). Por ejemplo, en un hotel podría ser posible estimar un periodo de recuperación de cinco días promedio, que corresponde al tiempo desde que se inician los desembolsos que genera un turista hasta el instante en que paga su estadía en el hotel. Una planta elaboradora de quesos podría tener un periodo de recuperación de 120 días, si desde que compra la leche hasta que el queso está terminado pasan 60 días, si hay 30 días promedio de comercialización y si se vende con crédito a 30 días. Una manera de determinar el capital de trabajo, de acuerdo con la ecuación 12.7, consiste en calcular el costo de operación mensual o anual y dividirlo por el número de días de la unidad de tiempo seleccionada (30 ó 365 días). Así, se obtiene un costo de operación diario que se multiplica por la duración en días de ciclo de vida.

La simplicidad del procedimiento se manifiesta cuando se considera que para la elaboración de los flujos de caja ha sido necesario calcular tanto el costo total de un periodo, como el periodo de recuperación.

De igual manera, su utilidad queda demostrada si se tiene que el concepto propio del capital de trabajo es la financiación de la operación durante ese periodo de recuperación. Sin embargo, el modelo manifiesta la deficiencia de no considerar los ingresos que se podrían percibir durante el periodo de recuperación, con lo cual el monto así calculado tiende a sobrevaluarse, castigando a veces en exceso el resultado de la evaluación del proyecto. Sin embargo, sigue siendo un buen método para proyectos con periodos de recuperación reducidos, como la venta de periódicos, la operación de un hotel o un restaurante.

No obstante, como el método calcula un promedio diario, el resultado obtenido no asegura cubrir las necesidades de capital de trabajo en todos los periodos. Por ello se estima que la no consideración de los ingresos en el periodo sólo compensa esta situación.

Por todo lo anterior, el método se aplica generalmente en el estudio de prefactibilidad, por cuanto no logra superar la deficiencia de que al trabajar con promedios no incorpora el efecto de posibles estacionalidades. Cuando el proyecto se hace en el estudio de factibilidad y no presenta estacionalidades, el método puede aplicarse.

12.5 Método del déficit acumulado máximo

El cálculo de la inversión en capital de trabajo por este método supone calcular para cada mes los flujos de ingresos y egresos proyectados y determinar su cuantía como el equivalente al déficit acumulado máximo.

Por ejemplo, si los ingresos empiezan a percibirse el cuarto mes y los egresos ocurren desde el principio de la siguiente forma, puede calcularse el déficit o superávit acumulado como se muestra en el cuadro 12.1.

Cuadro 12.1

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos	-	-	-	40	50	110	200	200	200	200	200	200
Egresos	60	60	60	150	150	150	60	60	60	150	150	150
Saldos	– 60	– 60	– 60	–110	–110	– 40	140	140	140	50	50	50
Saldo acum.	– 60	– 120	–180	–290	–390	– 430	– 290	– 150	–10	40	90	140

En una situación como la anterior, donde las compras se concentran trimestre por medio, el máximo déficit acumulado asciende a 430, por lo que ésta será la inversión que deberá efectuarse en capital de trabajo para financiar la operación normal del proyecto.

Cuando en el séptimo mes disminuye el saldo acumulado deficitario, no disminuye la inversión en capital de trabajo. Así mismo, cuando el saldo acumulado pasa a po-

sitivo, tampoco significa que no se necesita esta inversión; por el contrario, el déficit máximo acumulado refleja la cuantía de los recursos a cubrir durante todo el tiempo en que se mantenga el nivel de operación que permitió su cálculo.

La reducción en el déficit acumulado sólo muestra la posibilidad de que con recursos propios, generados por el propio proyecto, se podrá financiar el capital de trabajo. Pero éste siempre deberá estar disponible, ya que siempre existirá un desfase entre ingresos y egresos de operación.

Aunque, como se verá en el capítulo 14, no siempre será necesario trabajar los flujos de caja con IVA, puesto que al efectuar una compra afecta a este impuesto, éste deberá pagarse aunque se recupere posteriormente con la venta del producto que elabore el proyecto.

12.6 Inversiones durante la operación

Además de las inversiones en capital de trabajo y previas a la puesta en marcha, es importante proyectar las reinversiones de reemplazo y las nuevas inversiones por ampliación que se tengan en cuenta.

El calendario de inversiones de reemplazo estará definido en función de la estimación de la vida útil de cada activo, lo que puede determinarse en función de cuatro criterios básicos: la vida útil contable (plazo a depreciar), la técnica (número de horas de uso, por ejemplo), la comercial (por imagen corporativa) y la económica, que define el momento óptimo para hacer el reemplazo.

La necesidad o conveniencia de efectuar un reemplazo se origina por cuatro razones básicas: a) capacidad insuficiente de los equipos actuales, b) aumento de costos de mantenimiento y reparación por antigüedad de la maquinaria, c) disminución de la productividad por aumento en las horas de detención para enfrentar periodos crecientes de reparación o mantenimiento, y d) obsolescencia comparativa de la tecnología.

Como se analizó en los capítulos relacionados con la ingeniería y la organización, lo que también puede extenderse al mercado, es preciso elaborar calendarios de reinversiones de equipos durante la operación para maquinarias, herramientas, vehículos, mobiliario, etcétera.

Como estos estudios ya fueron realizados, en este punto corresponderá al responsable del estudio financiero del proyecto sistematizar la información que proveen estos cuadros.

Igualmente, será posible que ante cambios programados en los niveles de actividad sea necesario incrementar o reducir el monto de la inversión en capital de trabajo, de manera tal que permita cubrir los nuevos requerimientos de la operación y también evitar los costos de oportunidad de tener una inversión superior a las necesidades reales del proyecto.

Resumen

En el capítulo 12 se analizó en detalle la manera de tratar las inversiones del proyecto, tanto aquellas que se realizan con anticipación a la puesta en marcha como las que se realizan durante la operación.

Las inversiones que se realizan antes de la puesta en marcha se agruparon en activos fijos, activos intangibles y capital de trabajo inicial.

La importancia de la inversión en capital inicial de trabajo se manifiesta en que, sin ser activo tangible ni nominal, es la que garantiza el financiamiento de los recursos durante un ciclo productivo.

Los métodos para calcular esta inversión normalmente difieren en sus resultados. Uno de ellos, el contable, considera la inversión como el equivalente para financiar los niveles óptimos de las inversiones particulares en efectivo, cuentas por cobrar e inventarios, menos el financiamiento de terceros a través de créditos de proveedores y préstamos de corto plazo. El método del periodo de desfase, por su parte, define la cantidad de recursos necesarios para financiar la totalidad de los costos de operación durante el lapso comprendido desde que se inician los desembolsos hasta que se recuperan los fondos a través de la cobranza de los ingresos generados por la venta.

El criterio del déficit acumulado máximo intenta ser menos conservador que el anterior e incorpora el efecto de los ingresos y egresos conjuntamente para determinar la cuantía del déficit que necesitará financiar el capital de trabajo. Además de las inversiones previas a la puesta en marcha, es importante incluir aquellas que deben realizarse durante la operación, ya sea por ampliaciones programadas como por el reemplazo necesario para mantener el funcionamiento normal de la empresa que se crearía con el proyecto.

Preguntas y problemas

1. Explique el concepto de ciclo productivo.
2. Analice los distintos métodos para determinar el monto de la inversión en capital de trabajo.
3. Analice los factores de costos que influyen en el cálculo del monto óptimo para invertir en efectivo.
4. Describa las variables que influyen en la determinación del monto óptimo de la inversión en cuentas por cobrar.
5. ¿Qué efectos tiene la estacionalidad en las ventas sobre la inversión en capital de trabajo?
6. Explique por qué la variación en las ventas (en pesos) de un producto afecta el nivel de la inversión en capital de trabajo. Analice detalladamente todas las situaciones que puede identificar.
7. En el estudio de un proyecto de instalación de una estación de servicios se busca calcular el monto para invertir en capital de trabajo. Los productos que venderán, la estimación de ventas mensuales, el costo de cada producto y el margen de utilidad son:

Productos	Ventas (m^3)	Costo ($/$m^3$)	Margen ($/$m^3$)
Gasolina	320	400	15
Diesel	150	370	12
Kerosene	20	250	14
Lubricantes	1	1.250	40

Antecedentes de otras estaciones de servicio de la misma compañía señalan que la inversión en caja es prácticamente cero, que los créditos a clientes corresponden a pagos con tarjetas de crédito y equivalen a 1,5 días venta y que los inventarios corresponden a un promedio de 15 días costo. Por otra parte, se sabe que la gasolina, diesel y kerosene son suministrados por un solo proveedor y que en promedio la deuda equivale a 15 días costo. Los lubricantes se adquieren a otros proveedores que otorgan un crédito promedio de 30 días. Se supone que no hay estacionalidades en la operación del negocio.

Comente las siguientes afirmaciones:

a. La inversión en activos nominales debe considerarse sólo como inversión inicial, ya que tienen valor de desecho.

b. El costo del estudio de factibilidad debe considerarse sólo como inversión inicial, ya que es una inversión en activo intangible que se efectúa antes de la puesta en marcha del proyecto.

c. Para determinar la inversión inicial del proyecto se deben sumar algebraicamente las inversiones previas a la puesta en marcha.

d. Los desembolsos en arriendos, remuneraciones, seguros y publicidad efectua-

Preguntas y problemas

dos antes de la puesta en marcha de un proyecto, deben considerarse dentro de la inversión inicial de ese proyecto.

e. La depreciación acelerada de los activos constituye un subsidio a la inversión, cuyo monto depende de la tasa de interés y de la tasa de impuesto a las utilidades de la empresa.

f. El método del periodo de desfase para calcular el monto para invertir en capital de trabajo permite cubrir los déficits ocasionales de caja, pero no permite adiciones ni reducciones en dicho monto en función de los déficits o superávits de caja.

g. En el estudio de algunos proyectos de inversión puede concluirse que no se necesita invertir en capital de trabajo. Por ejemplo, cuando las ventas mensuales son cuatro veces los costos de ese mes.

h. En el calendario de inversiones previas a la puesta en marcha debe incluirse un ítem de gastos financieros que incluya el costo del capital de los recursos invertidos.

i. Si la inversión en capital de trabajo está correctamente calculada, no debieran presentarse adiciones ni reducciones en su nivel de inversión durante su vida útil.

j. Da lo mismo incluir o no el IVA en las inversiones del proyecto.

k. No forman parte de la inversión todos los costos de los estudios que requieren un proyecto, por lo que no se les puede incorporar en el flujo.

l. La construcción en el flujo de fondos de un calendario de inversiones se efectúa con el objeto de identificar las distintas partidas que hacen posible determinar la cuantía total de ellas. El valor resultante constituye la base para el cálculo del VAN. El capital de trabajo requerido se incorpora al proyecto en la medida en que ello sea necesario, tomando en consideración los resultados operacionales de cada periodo. La estructuración del flujo de fondos estará dada por esas inversiones y los resultados operacionales después de impuestos a que se ha hecho mención.

m. El estudio del proyecto no tiene mayor incidencia en el flujo, ya que constituye un desembolso inevitable.

n. Si en el estudio de mercado de la estrategia comercial de un proyecto se ha establecido que para lograr un determinado volumen de ventas es necesario otorgar créditos para el primer año de operación, en el flujo de caja respectivo para ese año sólo podrán incorporarse los dineros efectivos recibidos, ya que lo que importa en la evaluación de proyectos es el flujo de caja y no la partida de "cuentas por cobrar".

Preguntas y problemas

ñ. El capital de trabajo es una inversión que debe incorporarse al momento cero, y cuya recuperación ocurrirá al horizonte del proyecto.

o. Para la determinación del capital de trabajo los factores clave que determinarán su cuantía son las cuentas por cobrar y la estacionalidad en la adquisición de las materias primas.

p. Suponga que un inversionista le entrega un estudio de prefactibilidad, el cual, de acuerdo con las técnicas de preparación y evaluación de proyectos, se encuentra bastante bien sustentado y fundamentado, con excepción de la determinación en capital de trabajo. Dicho ítem fue establecido por el profesional encargado del estudio como un porcentaje del total de inversiones en activo fijo que requería el proyecto, las cuales, dadas las características tecnológicas, resultaron ser muy importantes. En no más de 30 líneas, exprésele al inversionista sus comentarios al procedimiento que utilizó el profesional encargado del estudio.

q. En respuesta a sus comentarios a la pregunta anterior, el inversionista decide contratarlo con el fin de que establezca el procedimiento técnico para su cálculo, debiendo usted entregarle los términos de referencia de su investigación, el tiempo que demandaría el estudio y su costo. Responda solamente al primer punto; vale decir, confeccione los términos de referencia de su investigación, indicando la metodología que utilizaría y los resultados que se pueden lograr para incorporarlos en el flujo de caja.

Material complementario

Ejercicios recomendados del texto complementario *Evaluación de proyectos, guía de ejercicios, problemas y soluciones*, de José Manuel Sapag, McGraw-Hill, tercera edición, 2007:

16 Compra de insumos
17 Metales S.A.
27 Soda S.A.
28 Central Termoeléctrica
29 Sistemas de grabación digital
30 Elaboración de concentrado de pasta de tomate
33 Emsan
34 Traslado de planta
37 Centro virtual
41 Herencia
42 Marketing Technology
43 Toprint
45 Agua destilada
46 Vertiente natural Los Manantiales
47 Dr. Pepper
48 Centro de matenimiento aéreo
49 Campos de hielo
50 Fábrica de neumáticos
51 S&F
52 Transporte ferroviario
54 Extracción de arena
61 Ferrocarriles del sur
63 Granja educativa

Bibliografía

Baumol, William. The Transactions Demand for Cash: An Inventory Theoretical Approach. En: *Quarterly Journal of Economics*. Noviembre, 1952.

Beranek, William. *Analysis for Financial Decisions*. Homewood, I11.: Irwin, 1963.

Bid-odeplan. *Industrialización de la papa*. Curso interamericano de preparación y evaluación de proyectos. Santiago, 1977.

Bolten, Steven. *Administración financiera*. México: Limusa, 1981

Miller, M. y Orr, D. A model of the Demand for Money in Firms. En: *Quarterly Journal of Economics*. Agosto, 1966.

Orgler, Yair. *Cash Management: Methods and Models*. Belmont, Calif.: Wadsworth, 1970.

Philippatos, George. *Fundamentos de administración financiera*. México: McGraw-Hill, 1979.

Sapag, Nassir. *Criterios de evaluación de proyectos*. Madrid: McGraw-Hill, 1993.

Sapag, N. y R. Sapag. Determinación de la inversión en capital de trabajo en proyectos con estacionalidad en la adquisición de materias primas y ventas constantes. En: *Paradigmas en administración*. Diciembre, 1984.

Sethi, S. y Thompson, G. An Application of Mathematical Control Theory to Finance: Modeling Simple Dynamic Cash Balance Problems. En: *Journal of Financial and Quantitative Analysis*. Diciembre, 1970.

Weston, F. y Brigham, E. *Finanzas en administración*. México: Interamericana, 1977.

Capítulo 13

Beneficios del proyecto

En este capítulo se analizan los beneficios que pueden asociarse con un proyecto de inversión. Generalmente éstos son más los que consideran el común de los evaluadores en el proceso de preparación de los flujos de caja, no tanto por ignorancia, sino por estimar que algunos sólo influyen muy marginalmente en los resultados del proyecto.

Sin embargo, como se mencionó en los primeros capítulos de este libro, el estudio de proyectos debe ser capaz de exhibir la mayor coherencia posible de los datos que explicarían el comportamiento futuro de los distintos componentes del flujo de caja. Una manera de hacerlo, especialmente en los estudios de prefactibilidad o factibilidad, es identificando la totalidad de los beneficios del proyecto, independientemente de su relevancia para el resultado final. Esto se justifica por dos razones: una, porque sólo después de su determinación recién se podrá calificar su cuantía como relevante o irrelevante, y otra, porque al entregar un proyecto para la revisión por terceros, no puede omitirse una variable que, a juicio del revisor, pudiese ser más importante de lo que estima el propio evaluador.

En este capítulo se analizan tanto los ingresos como los beneficios que, sin constituir flujos de caja para el proyecto, es necesario considerarlos para la correcta medición de su rentabilidad.

13.1 Tipos de beneficios

Además de los ingresos directos ocasionados por la venta del producto o servicio que generaría el proyecto, existe una serie de otros beneficios que deberán incluirse en un flujo de caja para determinar su rentabilidad de la manera más precisa posible.

Para ser consistente con lo señalado en el balance de maquinarias y en el calendario de inversiones de reemplazo, la posibilidad de la venta de los activos que se reemplazarán deberá considerarse como un tipo adicional de ingreso. Al generar

una utilidad o pérdida contable que podría tener implicancias tributarias importantes para el resultado del proyecto, esta venta deberá incluirse en el flujo de caja antes de calcularse el impuesto.

Otro ingreso que podría identificarse en muchos proyectos es el ocasionado por la venta de subproductos o desechos. Si bien su cuantía generalmente no será significativa, su inclusión posibilita considerar una situación más cercana a la que podría enfrentar el proyecto, a la vez que permite mostrar la capacidad del evaluador para situarse en una posición de optimizador de las distintas variables del proyecto. Los avances tecnológicos observados en los últimos años muestran la posibilidad de aprovechar prácticamente todos los residuos que generan los proyectos: el suero como alimento para animales en la fabricación de queso, o las bolsas plásticas reciclables en las fábricas de leche que las reciben como devolución por producción no vendida, entre otros.

En muchos proyectos no hay ingresos directos asociados con la inversión; por ejemplo, cuando se evalúa el reemplazo de un procedimiento administrativo manual por uno computacional o de un vehículo viejo por uno nuevo para el transporte de personal de la empresa. En ambos casos, el beneficio está dado por el ahorro de costos que pueda observarse entre la situación base y la situación con proyecto.

Un ahorro de costos más particular es el que puede obtenerse de los cálculos tributarios. Por ejemplo, si se está evaluando un proyecto para reemplazar un equipo totalmente depreciado por otro nuevo, deberá considerarse, para este último, la posibilidad concreta de que su depreciación contable permitirá reducir la utilidad y, en consecuencia, el impuesto que sobre ella debería pagarse.

De igual manera, cuando en un proyecto se considera la conveniencia de reemplazar el vehículo de gerencia todos los años, por si impacto en la imagen corporativa de la empresa, problablemente su valor de venta será inferior al valor contable no depreciado que tenga en ese momento. La pérdida en la venta del activo hará la utidad global del negocio y, por tanto, producirá un beneficio por la vía del ahorro tributario.

El ingreso por la venta del producto o servicio, por la venta de activos, o por la venta de residuos y la mayor disponibilidad de recursos que podría generar un ahorro en los costos, constituyen recursos disponibles para enfrentar compromisos financieros del proyecto. Sin embargo, existen otros dos beneficios que deben considerarse para medir la rentabilidad de la inversión, pero que no constituyen recursos disponibles: la recuperación del capital de trabajo y el valor de desecho del proyecto.

El capital de trabajo está constituido por un conjunto de recursos que, siendo absolutamente imprescindibles para el funcionamiento del proyecto (y, por tanto, no estar disponibles para otros fines), son parte del patrimonio del inversionista y por ello tienen el carácter de recuperables. Si bien no quedarán a disposición del inversionista al término del periodo de evaluación (porque el proyecto seguirá funcionando, en el mayor número de casos, después de ese periodo), son parte de lo que ese inversionista tendrá por haber hecho la inversión en el proyecto.

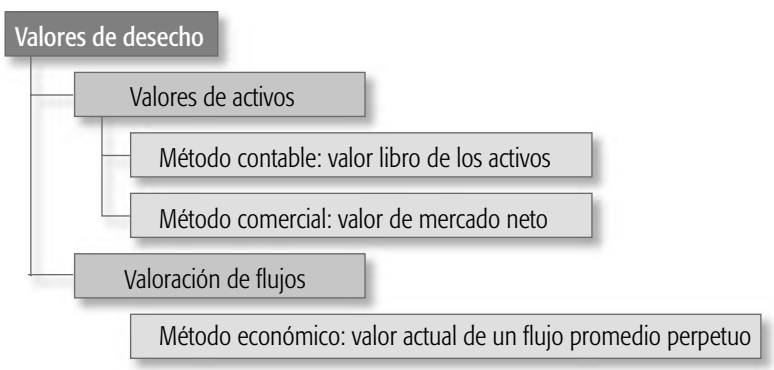
Lo mismo ocurre con el valor de desecho del proyecto. Al evaluar la inversión, normalmente la proyección se hace para un tiempo inferior a la vida útil real del proyecto. Por ello, al término del periodo de evaluación deberá estimarse el valor que podría tener el activo en ese momento, ya sea suponiendo su venta, considerando su valor contable o estimando la cuantía de los beneficios futuros que podría generar desde el término del periodo de evaluación hacia adelante. La inversión que se evalúa no sólo entrega beneficios durante el periodo de evaluación, sino durante toda su vida útil. Esto obliga a buscar la manera de considerar esos beneficios futuros dentro de lo que se ha denominado valor de desecho.

Al igual que para el capital de trabajo, el valor de desecho no está disponible para enfrentar compromisos financieros. Si bien es un recurso del inversionista, considerarlo como disponible podría hacer que deba venderse la maquinaria para pagar un préstamo. Por ello se considera como un beneficio no disponible pero que debe valorarse para determinar la rentabilidad de la inversión, ya que es parte del patrimonio que el inversionista podría tener si invierte efectivamente en el proyecto.

13.2 Valores de desecho[1]

La estimación del valor que podría tener un proyecto después de varios años de operación es una tarea de por sí compleja. Muchas veces el factor decisivo entre varias opciones de inversión lo constituye el valor de desecho.

Al respecto existen tres métodos posibles de usar para calcular el valor remanente que tendrá la inversión en el horizonte de su evaluación, y aunque cada uno conduce a un resultado diferente, su inclusión aporta, en todos los casos, información valiosa para tomar la decisión de aceptar o rechazar el proyecto. Dos de ellos valoran activos y el tercero la capacidad futura de generación de recursos.



[1] Tomado de Sapag, Nassir. *Evaluación de inversiones en la empresa*: outsourcing, *reemplazo, ampliación, abandono e internalización*. Santiago: Ciade-Universidad de Chile, 1998.

El primer modelo es el *contable*, que calcula el valor de desecho como la suma de los valores contables (o valores libro) de los activos. El valor contable corresponde al valor que a esa fecha no se ha depreciado de un activo y se calcula, en los estudios de perfil y de prefactibilidad, como:

13.1

$$\sum_{j=1}^{n} I_j - \left(\frac{I_j}{n_j} * d_j \right)$$

donde:
Ij = Inversión en el activo *j*
nj = Número de años a depreciar el activo *j*
dj = Número de años ya depreciados del activo *j* al momento de hacer el cálculo del valor de desecho

En aquellos activos donde no hay pérdida de valor por su uso, como los terrenos, no corresponde depreciarlos. Por ello se asignará, al término del periodo de evaluación, un valor igual al de su adquisición.

Por ejemplo, si el valor de uno de los activos (*j*) que se comprarán para el proyecto asciende a $12.000 y si el fisco permite depreciarlo en 15 años (n_j), su depreciación anual (I_j/n_j) será de 12.000/15 = $800.

Si el proyecto se evalúa en un horizonte de diez años (d_j), al término de su periodo de evaluación tendrá una depreciación acumulada (I_j/n_j)* d_j de $8.000.

Por tanto, su valor contable o valor libro será, aplicando la ecuación 13.1, de:

$$12.000 - \left(\frac{12.000}{15} * 10 \right) = 4.000$$

que corresponde al valor de la adquisición ($12.000) menos la depreciación acumulada ($8.000).

En activos intangibles se aplicará el mismo procedimiento, aunque es frecuente que al término de su periodo de evaluación se encuentren totalmente amortizados,[2] con excepción de aquellos en que se considera que se mantendrá su valor (un derecho de llaves o una marca).

Por lo aproximado y conservador del método,[3] su uso se recomienda en el estudio de perfil y, ocasionalmente, en el de prefactibilidad.

---

[2] Los activos fijos se deprecian y los activos intangibles se amortizan. El concepto es el mismo pero con denominaciones diferentes.

[3] Siempre supone que el activo va perdiendo valor.

Por esta razón, y dado que los estudios de perfil o prefactibilidad permiten el uso de aproximaciones en su evaluación, el método contable compensa, con su criterio conservador, la falta de precisión en algunas estimaciones de costos y beneficios.

Sin embargo, es necesario tener presente que, cuanto más se empleen criterios conservadores en la formulación del proyecto, más negativos serán siempre los resultados arrojados por la evaluación. Si se aceptan las aproximaciones al efectuar las estimaciones de las variables económicas en los estudios de perfil y prefactibilidad, podría ya estar incorporándose, sin percibirlo, un elemento conservador, o pesimista. De esta manera, si luego se opta conscientemente por aplicar un valor de desecho conservador, como el que provee este método contable, el efecto negativo sería mayor aún.

El segundo método parte de la base de que los valores contables no reflejan el verdadero valor que podrán tener los activos al término de su vida útil. Por tal motivo, plantea que el valor de desecho de la empresa corresponderá a la suma de los valores comerciales que serían posibles de esperar, corrigiéndolos por su efecto tributario.

Obviamente, existe una gran dificultad para estimar cuánto podrá valer, por ejemplo, dentro de diez años, un activo que todavía no se adquiere. Si bien hay quienes proponen que se busquen activos similares a los del proyecto con igual antigüedad de uso y determinar cuánto valor han perdido en ese plazo (para aplicar igual factor de pérdida de valor a aquellos activos que se adquirirían con el proyecto), esta respuesta no constituye una solución adecuada al problema, ya que no considera posible cambios en la tecnología, en los términos de intercambio ni en ninguna de las variables del entorno a las que nos referimos en el capítulo 2.

A lo anterior se agrega la enorme dificultad práctica de su aplicación a proyectos que tienen una gran cantidad y diversidad de activos, lo que hace que el cálculo de sus valores de mercado se constituya en una tarea verdaderamente titánica.

Si bien no parece conveniente recomendar este método en la formulación de un proyecto nuevo, sí podría tener un gran valor en aquellos que se evalúan en una empresa en funcionamiento, donde son pocos los activos en los que se invertirá. Es el caso de los proyectos de reemplazo, donde frecuentemente el activo que se evalúa es uno solo; de los proyectos de ampliación, donde generalmente no son muchos los activos que se agregarían a los existentes, o de los proyectos de abandono, total o parcial, como por ejemplo el de una línea de productos en la cual el valor comercial que se requiere calcular de los activos es precio vigente en el mercado.

Cualquiera sea el caso en que se aplique, se presenta, sin embargo, una complejidad adicional, a saber: la necesidad de incorporar el efecto tributario que generaría la posibilidad de hacer efectiva su venta.

Si el activo tuviese un valor comercial tal que al venderlo le genere a la empresa una utilidad contable, de dicho valor se descontará el monto del impuesto que deberá pagarse por obtener dicha utilidad.

El cálculo del valor de desecho mediante la corrección de los valores comerciales después de impuesto puede efectuarse por dos procedimientos que conducen a igual resultado. En ambos casos se requerirá determinar primero la utilidad contable sobre la cual se aplicará la tasa de impuesto vigente; para ello se restará al precio de mercado estimado de venta el costo de la venta, que corresponde al valor contable del activo.

Para mostrar su aplicación usaremos un ejemplo simple: supóngase que el proyecto se evalúa en un horizonte de tiempo de cinco años, que el activo será adquirido en $1.000 y que su vida útil contable es de diez años. La depreciación anual será de $100 ($1.000 divididos en diez años), lo que significa que en cinco años se tenga una depreciación acumulada de $500. Si se estima que el valor comercial del activo será al cabo de cinco años equivalente a $650, la utilidad contable será de $150. Suponiendo que la tasa de impuestos a las utilidades fuese de 10%, correspondería pagar $15 en impuestos.

El valor de desecho será entonces de $635, que resulta de restar los $15 de impuesto a los $650 del valor comercial.

El segundo procedimiento para llegar a ese mismo resultado es sumar a la utilidad después de impuesto el valor contable que se dedujo para calcular la utilidad contable antes de impuestos, por cuanto no constituye un flujo de caja desembolsable.

De esta manera, se tendría lo siguiente:

Valor comercial	$650
– Valor contable	$500
= Utilidad antes de impuestos	$150
– Impuesto (10%)	$15
= Utilidad neta	$135
+ Valor contable	$500
= Valor de desecho	$635

Cuando al activo se le asigna un valor comercial inferior al valor contable, se producen pérdidas contables. En este caso no podría afirmarse, como muchos lo hacen, que no hay efectos tributarios. Lo más probable es que haya beneficios tributarios, puesto que si la empresa que evalúa el proyecto tiene utilidades contables, la pérdida que la eventual venta ocasionaría colaboraría con el resto de la empresa reduciendo sus utilidades globales y, en consecuencia, la ayudaría a reducir los impuestos a pagar.

El ahorro de este impuesto es un beneficio que se debe reconocer y asociar con el proyecto, ya que sin su venta la empresa deberá pagar un impuesto mayor al que pagaría si hiciera la venta.

Lo anterior se aprecia más fácilmente si se agrega al ejemplo anterior el supuesto de que el proyecto permitiría la venta futura de un activo, adicional al que se expuso antes, y que se podría vender en $400, aunque tiene un valor contable de $500; es decir, su venta conlleva una pérdida contable de $100.

Si se toma en cuenta la venta de los dos activos en su conjunto, se observa la siguiente situación:

Concepto	Activo 1($)	Activo 2($)	Total($)
+ Valor comercial	650	400	1.050
− Valor contable	500	500	1.000
= Utilidad antes impuesto	150	100	50
− Impuesto	15	10	5
= Utilidad neta	135	90	45
+ Valor contable	500	500	1.000
= Valor de desecho	635	410	1.045

Como puede apreciarse con facilidad, por vender los dos activos la empresa paga sólo $5 de impuestos, mientras que cuando vendía sólo un activo debía pagar $15. O sea, la venta del segundo activo le permite a la empresa ahorrarse $10.

En otras palabras, cuando la empresa como un todo tenga utilidades contables, el ahorro de impuestos corresponderá exactamente a la tasa de impuestos multiplicada por la pérdida contable del activo que se vendería a precios inferiores a los de su valor contable.

En el ejemplo anterior, dado que la utilidad (pérdida) contable antes de impuesto sería de menos $100, el ahorro de impuestos corresponderá al 10% de esa cifra, es decir $10. De aquí se explica que el valor de desecho sea superior al valor comercial del activo. Por una parte, se obtiene el beneficio de su venta y, por otra, el del ahorro de impuestos.

El tercer método es el denominado económico, que supone que el proyecto valdrá lo que es capaz de generar desde el momento en que se evalúa hacia adelante. Dicho de otra manera, puede estimarse el valor que un comprador cualquiera estaría dispuesto a pagar por el negocio en el momento de su valoración.[4]

Según este método, el valor del proyecto será el equivalente al valor actual de los beneficios netos de caja futuros. Es decir,

13.2

$$VD = \sum_{t=1}^{n} \frac{(B-C)_t}{(1+i)^t}$$

donde:

VD = valor de desecho del proyecto.
$(B\text{-}C)_t$ = beneficio neto, o beneficio menos costo, de cada periodo *t*.
i = tasa exigida como costo de capital.

[4] Puede simularse que el propio dueño del proyecto lo "compra" a sí mismo.

Sin embargo, este modelo obliga a estimar nuevamente para el periodo *n* el valor de desecho que tendría por segunda vez el proyecto. A este respecto, Sapag[5] propone estimar un flujo perpetuo a futuro y calcular su valor actual. Para ello, toma un flujo normal como promedio perpetuo y le resta la depreciación, como una forma de incorporar el efecto de las inversiones de reemplazo necesarias para mantener la capacidad productiva (y por tanto el flujo) también como un promedio anual perpetuo. De esta forma, el valor de desecho quedaría como:

13.3

$$VD = \frac{\left(B - C\right)_k - Dep_k}{i}$$

donde:
$(B\text{-}C)_k$ = beneficio neto del año normal *k*
Dep_k = depreciación del año *k*

Lo anterior no es otra cosa que la utilidad neta de impuestos actualizada como una perpetuidad ya que, como se verá en el capítulo siguiente, el flujo de caja corresponde a la utilidad neta más la depreciación del ejercicio.

Por ejemplo, si el flujo neto de caja fuese $12.000, la depreciación $2.000 y la tasa de costo de capital de 10%, el valor de desecho sería:

$$VD = \frac{12.000 - 2.000}{0{,}1} = 100.000$$

Es decir, aunque el flujo normal esperado como promedio a perpetuidad sea de $12.000, se descuentan $2.000 como compensación anual por las reinversiones que necesariamente deberán hacerse a futuro por reposición de activos. Si se exige un retorno del 10% a la inversión sólo valorando el proyecto en $100.000, los $10.000 disponibles permitirán obtener ese 10%. Así, en lugar de incorporar el efecto de las reinversiones como un solo monto, se hará difiriéndolo en varios periodos, cuyo número dependerá de la vida útil contable.

La simplicidad del modelo hace pensar en la conveniencia de aplicarlo en cualquiera de los tres niveles de estudio de viabilidad. Quizá la única limitación para su uso sea que, en general, tiende a mostrar un resultado más optimista, aunque probablemente más real que el que se obtendría con cualquiera de los otros métodos y, por tanto, no podría aparecer como atractivo para aquellos evaluadores que tienden a incorporar criterios conservadores en la confección del flujo de caja, en reemplazo del innecesario ítem de imprevistos que agregan a las inversiones y a los costos (pero que nunca lo incorporan a los beneficios).

---

[5] Sapag, Nassir. *Proyectos de inversión, formulación, evaluación*. México: Prentice Hall, 2006.

Si bien con la aplicación de cualquiera de los tres métodos se logra mostrar, de manera matemática, un mayor beneficio en el resultado del proyecto, esto no constituye una distorsión para el trabajo del evaluador, ya que, por el contrario, al ser correctamente utilizado, permitirá mejorar sustancialmente la cuantificación del valor remanente de la inversión.

En relación con la recuperación de la inversión en capital de trabajo, debe mencionarse un último elemento, de inclusión o exclusión, según el método que se trate. Si bien es cierto que el capital de trabajo constituye para la empresa un activo que debe agregarse al remanente de la inversión al término del periodo de evaluación, y por ello debe sumarse al flujo de caja si el valor de desecho se calcula por los métodos contable o comercial, cuando se calcula por el método económico no se incluye, por cuanto este método valora la capacidad de generación de flujos futuros, con la configuración de activos existente en el momento de su cálculo.

Como se puede apreciar, los tres métodos llevan a resultados diferentes. Sin embargo, aunque no hay un criterio que permita determinar que uno sea mejor que otro, es posible recomendar su uso en determinadas condiciones. Por ejemplo, si la vida útil real del proyecto supera ampliamente al horizonte de evaluación, el valor de desecho es el más representativo del valor del proyecto en función de los flujos futuros que seguirían generando. Obviamente, cuando el proyecto tiene una vida útil definida, lo correcto sería aplicar el método comercial que considera la liquidación de los activos que no seguirán produciendo flujos futuros.

Cuando la cantidad de activos es muy grande, a veces se hace imposible proyectar el precio de mercado que tendría cada uno de ellos. En este caso, se puede recurrir a dos opciones: a) usar el método contable, o b) agrupar los activos para su valoración. En este último caso se recomienda hacer el esfuerzo de calcular el valor potencial de mercado de aquellos activos que concentran el mayor valor relativo y el contable para el resto.

Cuando se evalúa un proyecto de reemplazo de un activo donde las vidas útiles contables y real difieren mucho, no es válido el valor de desecho contable por la distorsión que genera. Si los flujos se hacen por comparación de costos, tampoco se puede recurrir al valor de desecho económico, salvo que se trabaje con el flujo incremental, por lo que deberá recurrirse al valor de desecho comercial, lo cual es menos complejo por tratarse de un activo.

13.3 Políticas de precio

El precio que se fije para el producto que se elaborará con el proyecto será determinante en el nivel de los ingresos que se obtengan, tanto por su monto propiamente, como por su impacto sobre el nivel de la cantidad vendida.

El precio (P) se define como la relación entre la cantidad de dinero (M) recibida por el vendedor y la cantidad de bienes (Q) recibidos por el comprador. Esto es:

13.4

$$P = \frac{M}{Q}$$

Para describir los alcances de esta definición, supóngase que se desea cambiar el precio. Para ello existen varias opciones, como subir o bajar el valor unitario a cobrar por cada producto; cambiar la cantidad de bienes proporcionados por el vendedor ante un mismo valor (por ejemplo, reduciendo el tamaño de una barra de chocolate y venderla por la misma cantidad de dinero); cambiar la calidad del producto (si la calidad baja y la cantidad a cobrar se mantiene, el precio sube porque el comprador está recibiendo menos calidad); o variar el momento de entrega respecto del momento en que se cobra (venta con opción de pago a 90 días sin intereses equivale a una reducción de precio).

En general, las estrategias de precio pueden basarse en costos o ventas. Sin embargo, los factores que deberían considerarse al establecer una estrategia de precios son: a) la demanda, que establecerá un precio máximo posible, b) los costos, que definen el precio mínimo, c) los factores competitivos, que definirán una variabilidad que pueda subirlos o bajarlos, y d) las restricciones al precio, ya sean externas a la empresa, como regulaciones gubernamentales, o internas, como exigencias de rentabilidad mínima.

La elasticidad-precio de la demanda permite medir la sensibilidad de los compradores frente a cambios en los precios de un producto y se define como el cambio porcentual en la cantidad demandada respecto de un cambio porcentual en el precio, tal como se expresó en la ecuación 3.1 del capítulo 3.

Una forma complementaria de medir la sensibilidad del comprador es mediante la elasticidad-ingreso de la demanda (E_I):

13.5

$$E_I = \frac{\Delta Q}{\Delta I} * \frac{I}{Q}$$

donde I es el ingreso personal.

Si E_I es negativa, muestra que el producto es un bien inferior, es decir, que cuando aumenta el ingreso personal se consume menos de ese bien. Si E_I es positiva, la demanda aumenta cuando el ingreso aumenta. Sin embargo, en este caso se presentan dos situaciones: que sea positiva pero menor que 1 (varía pero no significativamente) o mayor que 1 (varía en forma importante).

13.4 Análisis de rentabilidad para la fijación de precios

De acuerdo con lo expuesto en el capítulo 7, el resultado de un negocio se deduce de la diferencia entre los ingresos y los costos totales asociados con una inversión.

En este sentido, el precio o tarifa por cobrar debiera ser el que permite cubrir la totalidad de los costos de operación (fijos y variables, de administración, fabricación y ventas, tributarios, etcétera), otorgar la rentabilidad exigida sobre la inversión y recuperar la pérdida de valor de los activos por su uso.

La forma de calcular la tarifa se reduce a tomar la ecuación 7.13, asignar a *R* un valor cero y despejar la variable precio. Así, se obtiene un precio de equilibrio que cubre todo lo señalado anteriormente. Cualquier precio sobre este valor dará una rentabilidad superior a la exigida.

Otra opción se analiza en el capítulo 18, donde mediante la aplicación de un modelo de sensibilidad se calcula el precio de equilibrio en presencia de un flujo de caja proyectado. Es decir, se busca determinar la tarifa que haga al VAN igual a cero, lo que es lo mismo que buscar el precio que cubre todos los costos, permite recuperar la inversión, particularmente, obtener una rentabilidad para compensar el costo del capital asumido.

Resumen

Los beneficios de un proyecto son más que el simple ingreso por venta del producto o servicio que elaboraría la empresa que se crearía con su aprobación. Un análisis completo debería incluir los ingresos por venta de activos y por venta de desechos, los ahorros de costos y los efectos tributarios. Si bien no constituyen ingresos, existen dos beneficios que es necesario incluir, por constituir parte del patrimonio que tendría el inversionista si se hace la inversión: el valor de desecho del proyecto y la recuperación del capital de trabajo.

El valor de desecho se puede estimar por uno de tres métodos: el valor contable o libro, el valor comercial y el valor económico. Este último es el más exacto, aunque no siempre el más conveniente de usar.

El precio es obviamente uno de los aspectos centrales en la determinación de los ingresos. Su fijación debe considerar, a lo menos, cuatro aspectos: la demanda o intenciones de pago del consumidor, los costos, la competencia y las regulaciones, internas o externas que se le impongan.

Preguntas y problemas

1. Explique por qué debe considerarse el valor de desecho de un proyecto.
2. Analice los diferentes tipos de beneficios que se pueden identificar en un proyecto.
3. Explique cómo un proyecto de reemplazo de un vehículo nuevo por otro viejo puede generar beneficios tributarios.
4. Explique la diferencia entre la amortización de un activo intangible y la depreciación.
5. Señale las alternativas de modificación de un precio que tendrían que analizarse en un proyecto de inversión.
6. Indique las variables principales que afectarían el precio del producto que vendería el proyecto.
7. En el estudio de un proyecto se calcularon las siguiente inversiones con los años de depreciación que se indican:

Ítem	Inversión	Periodo de depreciación
Terreno	10.000	-
Construcción	80.000	40 años
Maquinaria	30.000	15 años
Equipos y muebles	10.000	10 años

   Determine el valor de desecho al final del año cinco y al final del año diez por el método contable.

8. Un proyecto considera la compra de dos maquinarias por un valor de $10.000 cada una. Contablemente se deprecian ambas en 10 años, aunque se estima conveniente su reemplazo al final del año ocho. Una de las máquinas trabajará a dos turnos y la otra sólo a uno, por lo que se presume que su valor comercial al final del año ocho será de $3.000 y $1.500, respectivamente.

   Elabore un cuadro para determinar el valor de desecho individual y el valor de desecho conjunto de ambas máquinas si el impuesto sobre las utilidades es de un 15%.

9. Al fallecer el padre de Alejandro, éste recibe de herencia un terreno en el cual existía un galpón de 450 m^2. Para desarrollar el proyecto que tenía en mente, el cual consistía en la creación de una central de distribución mayorista, éste debía invertir US$40.000 en remodelaciones y en la compra de un par de vehículos. Sin embargo, Alejandro no sabe si incluir en la evaluación del proyecto el valor de desecho de los activos o el valor de los activos heredados. ¿Qué le recomendaría desde el punto de vista metodológico?
10. El flujo de caja promedio perpetuo identificado en un proyecto es el que se muestra en el siguiente cuadro:

Preguntas y problemas

Ingresos	20.000
– Costos variables	3.000
– Costos fijos	6.000
– Depreciación	2.000
Utilidad antes del impuesto	9.000
– Impuesto (15%)	1.350
Utilidad neta	7.650
Depreciación	2.000
Flujo de caja	9.650

¿Cuál es el valor de desecho si la empresa exige una rentabilidad del 12% anual?

Comente las siguientes afirmaciones:

a. No siempre es necesario incluir el valor de desecho en un flujo, ya que influye muy marginalmente en la rentabilidad por estar al final del periodo de evaluación.

b. Un proyecto de reemplazo de un computador no se puede evaluar económicamente, ya que no tiene ingresos asociados.

c. El capital de trabajo se recupera al final del periodo de evaluación.

d. Los tres métodos para calcular el valor de desecho conducen a resultados diferentes pero muy similares, por lo que es indiferente usar cualquiera de ellos.

e. En un proyecto para reemplazar un solo activo, da lo mismo incluir su valor comercial como venta de activo antes de impuesto que como valor de desecho por el método comercial.

f. El valor de desecho calculado por el método económico es más alto que si se calcula el valor actual de la utilidad contable promedio perpetuo.

g. Para calcular el valor económico de una empresa en marcha deberá incluirse al horizonte del proyecto el criterio de valor de desecho económico.

h. Cuando el valor comercial de un activo es inferior al valor libro, entonces su valor de desecho es negativo.

i. Todo proyecto que no tenga capacidad de pago será rentable. Por eso da lo mismo el método por el cual se calcule el valor de desecho de los activos.

j. En el análisis de alternativas tecnológicas tanto en un proyecto en funcionamiento como en uno nuevo, los valores de desecho en una u otra opción tienen las mismas posibilidades de ser tratados en el flujo.

k. Al vender un activo por reemplazo durante la operación de un proyecto, su cálculo de valor de desecho puede hacerse mediante el criterio contable, el comercial o el económico. El capital de trabajo que se hubiese requerido para la operación de ese activo también se recuperará en ese momento.

Preguntas y problemas

l. La inversión en capital de trabajo es una inversión de largo plazo.

m. El valor libro de los activos constituyen una información de tipo contable, puesto que para la determinación del flujo del proyecto debe considerarse el valor residual de ellos.

Material complementario

Ejercicios recomendados del texto complementario *Evaluación de proyectos, guía de ejercicios, problemas y soluciones*, de José Manuel Sapag, McGraw-Hill, tercera edición, 2007:

21 Valores de desecho
27 Soda S.A.
28 Central Termoeléctrica
29 Sistemas de grabación digital
30 Elaboración de concentrado de pasta de tomate
33 Emsan
34 Traslado de planta
36 Externalización de servicios de transporte
37 Centro virtual
38 *Outsourcing* supermercado
39 Fábrica de calzados
40 Testamento II
41 Herencia
42 Marketing Technology
47 Dr. Pepper
48 Centro de Mantención aéreo
49 Campos de hielo
61 Ferrocarriles del Sur
62 Exportaciones de bacalaos

Bibliografía

Álvarez, C. *Evaluación financiera de proyectos*. Valparaíso: Ediciones Universitarias de Valparaíso, 1995.

Bierman, H., Bonini, C. Y W. Hausman. *Análisis cuantitativo para la toma de decisiones*. EE.UU.: Addison-Wesley Iberoamericana S.A., 1994.

De Velasco, Emilio. *El precio: variable estratégica de marketing*. Madrid: McGraw-Hill, 1994.

Miranda, J. *Los proyectos: la unidad operativa del desarrollo*. Santafé de Bogotá: ESAP, 1994.

Monroe, Kent B. *Política de precios*. Madrid: McGraw-Hill, 1992.

Ross, Elliot B. Marketing money with proactive pricing. En: *Harvard Business Review*. 62: 145-155 (1984).

Sapag, Nassir. *Evaluación de inversiones en la empresa*: outsourcing, *reemplazo, ampliación, abandono e internalización*. Santiago: CIADE- Universidad de Chile, 1998.

_____*Criterios de evaluación de proyectos*. Madrid: McGraw-Hill, 1993.

_____Estimación de precios mínimos en el estudio de proyectos de inversión. En: *Paradigmas en administración*. Chile, 13: 57-63, 1988.

Capítulo 14

Construcción de flujos de caja

La proyección del flujo de caja constituye uno de los elementos más importantes del estudio de un proyecto, ya que la evaluación del mismo se efectuará sobre los resultados que se determinen en ella. La información básica para realizar esta proyección está contenida tanto en los estudios de mercado, técnico y organizacional, como en el cálculo de los beneficios a que se hizo referencia en el capítulo anterior. Al proyectar el flujo de caja será necesario incorporar información adicional relacionada, principalmente, con los efectos tributarios de la depreciación, de la amortización del activo nominal, del valor residual, de las utilidades y pérdidas.

El problema más común asociado con la construcción de un flujo de caja es que existen diferentes fines: uno para medir la rentabilidad del proyecto, otro para medir la rentabilidad de los recursos propios y un tercero para medir la capacidad de pago frente a los préstamos que ayudaron a su financiación. También se producen diferencias cuando el proyecto es financiado con deuda o mediante *leasing*.

Por otra parte, la manera como se construye un flujo de caja también difiere si es un proyecto de creación de una nueva empresa, o si es uno que se evalúa en una empresa en funcionamiento.

14.1 Elementos del flujo de caja

El flujo de caja de cualquier proyecto se compone de cuatro elementos básicos: a) los egresos iniciales de fondos, b) los ingresos y egresos de operación, c) el

momento en que ocurren estos ingresos y egresos, y d) el valor de desecho o salvamento del proyecto.

Los egresos iniciales corresponden al total de la inversión inicial requerida para la puesta en marcha del proyecto. El capital de trabajo, si bien no implicará un desembolso en su totalidad antes de iniciar la operación, también se considerará como un egreso en el momento cero, ya que deberá quedar disponible para que el administrador del proyecto pueda utilizarlo en su gestión. De acuerdo con lo indicado en el capítulo 12, la inversión en capital de trabajo puede producirse en varios periodos. Si tal fuese el caso, sólo aquella parte que efectivamente deberá estar disponible antes de la puesta en marcha se tendrá en cuenta dentro de los egresos iniciales.

Los ingresos y egresos de operación constituyen todos los flujos de entradas y salidas reales de caja. Es usual encontrar cálculos de ingresos y egresos basados en los flujos contables en estudio de proyectos, los cuales, por su carácter de causados o devengados, no necesariamente ocurren de manera simultánea con los flujos reales. Por ejemplo, la contabilidad considera como ingreso el total de la venta, sin reconocer la posible recepción diferida de los ingresos si ésta se hubiese efectuado a crédito. Así mismo, concibe como egreso la totalidad del costo de ventas, que por definición corresponde sólo al costo de los productos vendidos, sin inclusión de aquellos costos en los que se haya incurrido por concepto de elaboración de productos para existencias.

La diferencia entre devengados o causados reales se hace necesaria, ya que el momento en que realmente se hacen efectivos los ingresos y los egresos será determinante para la evaluación del proyecto. Este tema se analiza con mayor detalle en el capítulo 16. Sin embargo, esta diferencia se hace mínima cuando se trabaja con flujos anuales, ya que las cuentas devengadas en un mes se hacen efectivas por lo general dentro del periodo anual.

El flujo de caja se expresa en momentos. El momento cero reflejará todos los egresos previos a la puesta en marcha del proyecto. Si se proyecta reemplazar un activo durante el periodo de evaluación, se aplicará la convención de que en el momento del reemplazo se considerará tanto el ingreso por la venta del equipo antiguo como el egreso por la compra del nuevo. Con esto se evitarán las distorsiones ocasionadas por los supuestos de cuando se logra vender efectivamente un equipo usado o de las condiciones de crédito de un equipo que se adquiere.

El horizonte de evaluación depende de las características de cada proyecto. Si el proyecto tiene una vida útil esperada posible de prever y si no es de larga duración, lo más conveniente es construir el flujo en ese número de años. Si la empresa que se creará con el proyecto no tiene objetivos de permanencia en el tiempo, se puede aplicar la convención generalmente usada de proyectar los flujos a diez años, a la cual el valor de desecho refleja el valor remanente de la inversión (o el valor del proyecto) después de ese tiempo.

Los costos que componen el flujo de caja se derivan de los estudios de mercado, técnico y organizacional analizados en los capítulos anteriores. Cada uno de ellos definió los recursos básicos necesarios para la operación óptima en cada área y cuantificó los costos de su utilización.

Un egreso que no es proporcionado como información por otros estudios y que debe incluirse en el flujo de caja del proyecto es el impuesto a las utilidades.

Para su cálculo deben tomarse en cuenta algunos gastos contables que no constituyen movimientos de caja, pero que permiten reducir la utilidad contable sobre la cual deberá pagarse el impuesto correspondiente. Estos gastos, conocidos como gastos no desembolsables, están constituidos por las depreciaciones de los activos fijos, la amortización de activos intangibles y el valor libro o contable de los activos que se venden.

Puesto que el desembolso se origina al adquirirse el activo, los gastos por depreciación no implican un gasto en efectivo, sino uno contable para compensar, mediante una reducción en el pago de impuestos, la pérdida de valor de los activos por su uso. Cuanto mayor sea el gasto por depreciación, menor será el ingreso gravable y, por tanto, también el impuesto pagadero por las utilidades del negocio.

Aunque existen muchos métodos para calcular la depreciación, en los estudios de viabilidad generalmente se acepta la convención de que es suficiente aplicar el método de línea recta sin valor residual; es decir, supone que se deprecia todo el activo en proporción similar cada año.

Lo anterior se justifica porque la depreciación no es un egreso de caja, luego sólo influye en la rentabilidad del proyecto por sus efectos indirectos sobre los impuestos. Al depreciarse todo el activo, por cualquier método se obtendrá el mismo ahorro tributario, diferenciándose sólo el momento en que ocurre. Como el efecto es tan marginal, se opta por el método de línea recta, que además de ser más fácil de aplicar, es el que entrega el escenario más conservador. Aunque lo que interesa al preparador y evaluador de proyectos es incorporar la totalidad de los desembolsos, independientemente de cualquier ordenamiento o clasificación de costos que permita verificar su inclusión.

Una clasificación usual de costos se agrupa, según el objeto del gasto, en costos de fabricación, gastos de operación, financieros y otros.

Los costos de fabricación pueden ser directos o indirectos (estos últimos también conocidos como gastos de fabricación). Los costos directos están compuestos por los materiales directos y la mano de obra directa, que debe incluir las remuneraciones, la previsión social, las indemnizaciones, gratificaciones y otros desembolsos relacionados con un salario o sueldo. Los costos indirectos, por su parte, se componen por la mano de obra indirecta (jefes de producción, choferes, personal de reparación y mantenimiento, personal de limpieza, guardias de seguridad); los materiales indirectos (repuestos, combustibles y lubricantes, útiles de aseo), y los gastos indirectos, como energía (electricidad, gas, vapor), comunicaciones (teléfono, radio, fax, intercomunicadores), seguros, arriendos, depreciaciones, etc.

Los gastos de operación están constituidos por los gastos de venta y los gastos generales y de administración. Los gastos de ventas están compuestos por los gastos laborales –como sueldos, seguro social, gratificaciones y otros–, las comisiones de ventas y cobranzas, la publicidad, los empaques, el transporte y el almacenamiento. Los gastos generales y de administración están compuestos por los gastos laborales, de representación, de seguros, de alquileres, de materiales y útiles de oficina, de depreciación de edificios administrativos y equipos de oficina, de impuestos y otros.

Los gastos financieros, que se analizan en sus distintos aspectos en los capítulos siguientes, están constituidos por los gastos de intereses de los préstamos obtenidos.

En el ítem "otros gastos" se agrupan la estimación de incobrables y un castigo por imprevistos, que usualmente corresponde a un porcentaje sobre el total de los gastos.

14.2 Estructura de un flujo de caja

La construcción de los flujos de caja puede basarse en una estructura general[1] que se aplica a cualquier finalidad del estudio de proyectos. Para un proyecto que busca medir la rentabilidad de la inversión, el ordenamiento propuesto es el que se muestra en la siguiente tabla:

+ Ingresos afectos a impuestos
– Egresos afectos a impuestos
– Gastos no desembolsables
= Utilidad antes de impuesto
– Impuesto
= Utilidad después de impuesto
+ Ajustes por gastos no desembolsables
– Egresos no afectos a impuestos
+ Beneficios no afectos a impuestos
= Flujo de caja

Ingresos y egresos afectos a impuesto son todos aquellos que aumentan o disminuyen la utilidad contable de la empresa. Gastos no desembolsables son los gastos que para fines de tributación son deducibles, pero que no ocasionan salidas de caja, como la depreciación, la amortización de los activos intangibles o el valor libro de un activo que se venda. Por no ser salidas de caja, se restan primero para aprovechar su descuento tributario, y se suman en el ítem Ajuste por gastos no desembolsables, con lo cual se incluye sólo su efecto tributario. Egresos no afectos a impuestos son las

[1] El modelo general es propuesto por Nassir Sapag en *Criterios de evaluación de proyectos*. Madrid: McGraw–Hill, 1993.

inversiones, ya que no aumentan ni disminuyen la riqueza contable de la empresa por el solo hecho de adquirirlos. Generalmente es sólo un cambio de activos (máquina por caja) o un aumento simultáneo de un activo con un pasivo (máquina y endeudamiento). Beneficios no afectos a impuesto son el valor de desecho del proyecto y la recuperación del capital de trabajo si el valor de desecho se calculó por el mecanismo de valoración de activos, ya sea contable o comercial.

Como se explicó en el capítulo anterior, la recuperación del capital de trabajo no debe incluirse como beneficio cuando el valor de desecho se calcula por el método económico, ya que representa el valor del negocio funcionando. Ninguno está disponible como ingreso, aunque son parte del patrimonio explicado por la inversión en el negocio.

Para aplicar a un ejemplo los conceptos señalados, considérese que en el estudio de la viabilidad de un nuevo proyecto se estima posible producir y vender 50.000 unidades anuales de un producto a $500 cada una durante los dos primeros años y a $600 a partir del tercer año, cuando el producto se haya consolidado en el mercado. Las proyecciones de ventas muestran que a partir del sexto año éstas se podrían incrementar en un 20%.

El estudio técnico definió una tecnología óptima para el proyecto que requeriría las siguientes inversiones para un volumen de 50.000 unidades:

Terrenos	$12.000.000
Obras físicas	$60.000.000
Maquinarias	$48.000.000

Una de las maquinarias, cuyo valor es de $10.000.000, debe reemplazarse cada ocho años por otra similar. La máquina usada podría venderse en $2.500.000.

El crecimiento de la producción para satisfacer el incremento de las ventas requeriría invertir $12.000.000 en obras físicas adicionales y $8.000.000 en maquinarias.

Los costos de fabricación para un volumen de hasta 55.000 unidades anuales son los siguientes:

Mano de obra	$20
Materiales	$35
Costos indirectos	$5

Sobre este nivel de producción es posible importar directamente los materiales a un costo unitario de $32.

Los costos fijos de fabricación se estiman en $2.000.000, sin incluir depreciación. La ampliación de la capacidad hará que estos costos se incrementen en $200.000.

Los gastos de administración y ventas se estiman en $800.000 anuales, los primeros cinco años, y en $820.000 cuando se incremente el nivel de operación. Los gastos de

venta variables corresponden a comisiones del 2% sobre ventas. La legislación vigente permite depreciar las obras físicas en 20 años y todas las máquinas en 10 años.

Los activos intangibles se amortizan linealmente en cinco años. Los gastos de puesta en marcha ascienden a $2.000.000, dentro de los que se incluye el costo del estudio de viabilidad, que asciende a $800.000.

La inversión en capital de trabajo se estima en el equivalente a seis meses de costo total desembolsable.

La tasa de impuestos a las utilidades es de 15% y la rentabilidad exigida al capital invertido es de 12%.

Para la construcción del flujo de caja se procederá según la estructura enunciada anteriormente; la cual considera los siguientes ítems:

a) **Ingresos afectos a impuesto:** Están constituidos por los ingresos esperados por la venta de los productos, lo que se calcula multiplicando el precio de cada unidad por la cantidad de unidades que se proyecta producir y vender cada año y por el ingreso estimado de la venta de la máquina que se reemplaza al final del octavo año.

b) **Egresos afectos a impuestos:** Corresponden a los costos variables resultantes del costo de fabricación unitario por las unidades producidas, el costo anual fijo de fabricación, la comisión de ventas y los gastos fijos de administración y ventas.

c) **Gastos no desembolsables:** Están compuestos por la depreciación, la amortización de intangibles y el valor libro del activo que se vende para su reemplazo. La depreciación se obtiene de aplicar la tasa anual de depreciación a cada activo, tal como se desprende del cuadro 14.1:

Cuadro 14.1

Activos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Obra física inicial	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Obra física ampliación						600	600	600	600	600
Maquinaria inicial (a)	3.800	3.800	3.800	3.800	3.800	3.800	3.800	3.800	3.800	3.800
Maquinaria inicial (b)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		
Maquinaria reemplazo									1.000	1.000
Maquinaria ampliación						800	800	800	800	800
Depreciación total	7.800	7.800	7.800	7.800	7.800	9.200	9.200	9.200	9.200	9.200

La amortización de intangibles corresponde al 20% anual del total de activos intangibles posibles de contabilizar, incluyendo el costo del estudio. El valor libro es el saldo por depreciar del activo que se vende al término del octavo año. Como

éste tuvo un costo de $10 millones y se deprecia en 10 años, su valor libro corresponde a $2 millones.

d) **Cálculo por impuestos:** Se determina como el 15% de las utilidades antes de impuesto.

e) **Ajuste por gastos no desembolsables:** Para anular el efecto de haber incluido gastos que no constituían egresos de caja, se suman la depreciación, la amortización de intangibles y el valor libro. La razón de incluirlos primero y eliminarlos después obedece a la importancia de incorporar el efecto tributario que estas cuentas ocasionan a favor del proyecto.

f) **Egresos no afectos a impuesto:** Están constituidos por aquellos desembolsos que no son incorporados en el Estado de Resultados en el momento en que ocurren y que deben ser incluidos por ser movimientos de caja. En el momento cero se anota la inversión en terrenos, obras físicas y maquinarias ($120.000.000), más la inversión relevante en activos intangibles (de los $2 millones se excluye el costo del estudio por ser un costo comprometido independientemente de la decisión que se tome respecto de hacer o no el proyecto); en el momento cinco (final del quinto año) se anota la inversión para enfrentar la ampliación de la capacidad de producción a partir del sexto año, y en el momento ocho, la inversión para reponer el activo vendido. La inversión en capital de trabajo se calcula como el 50% (medio año) de los costos anuales desembolsables; se anota primero en el momento cero y, luego, el incremento en esta inversión, en los momentos dos y cinco.

g) **Valor de desecho:** Se calculó por el método económico, dividiendo el flujo del año diez, sin valor de desecho, menos la depreciación anual por la tasa de retorno exigida.

En el cuadro 14.2 se muestra el resultado del flujo de caja del proyecto.

14.3 Flujo de caja del inversionista

El flujo de caja analizado en la sección anterior permite medir la rentabilidad de toda la inversión. Si se quisiera medir la rentabilidad de los recursos propios, deberá agregarse el efecto del financiamiento para incorporar el impacto del apalancamiento de la deuda.

Como los intereses del préstamo son un gasto afecto a impuesto, deberá diferenciarse qué parte de la cuota pagada a la institución que otorgó el préstamo es interés y qué parte es amortización de la deuda, ya que el interés se incorporará antes de impuesto, mientras que la amortización, por no constituir cambio en la riqueza de la

empresa, no está afecta a impuesto y debe compararse en el flujo después de haber calculado el impuesto.

Cuadro 14.2

Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		25.000	25.000	30.000	30.000	30.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000
Venta activo									2.500		
Costos variables		–3.000	–3.000	–3.000	–3.000	–3.000	–3.420	–3.420	–3.420	–3.420	–3.420
Costos fab. fijos		–2.000	–2.000	–2.000	–2.000	–2.000	–2.200	–2.200	–2.200	–2.200	–2.200
Comisiones venta		–500	–500	–600	–600	–600	–720	–720	–720	–720	–720
Gastos administración y venta		–800	–800	–800	–800	–800	–820	–820	–820	–820	–820
Depreciación		–7.800	–7.800	–7.800	–7.800	–7.800	–9.200	–9.200	–9.200	–9.200	–9.200
Amortización intangible		–400	–400	–400	–400	–400					
Valor libro									–2.000		
Utilidad antes de impuesto		10.500	10.500	15.400	15.400	15.400	19.640	19.640	20.140	19.640	19.640
Impuesto		–1.575	–1.575	–2.310	–2.310	–2.310	–2.946	–2.946	–3.021	–2.946	–2.946
Utilidad neta		8.925	8.925	13.090	13.090	13.090	16.694	16.694	17.119	16.694	16.694
Depreciación		7.800	7.800	7.800	7.800	7.800	9.200	9.200	9.200	9.200	9.200
Amortización intangible		400	400	400	400	400					
Valor libro									2.000		
Inversión inicial	–121.200										
Inversión de reemplazo									–10.000		
Inversión de ampliación						–20.000					
Inversión capital trabajo	–3.150		–50			–380					
Valor de desecho											139.117
Flujo de caja	–124.350	17.125	17.075	21.290	21.290	910	25.894	25.894	18.319	25.894	165.011

Por último, deberá incorporarse el efectivo del préstamo para que, por diferencia, resulte el monto que debe asumir el inversionista.

Para incorporar estos efectos, existen dos posibilidades con cada una de las cuales se logra el mismo resultado. La primera es adaptar la estructura expuesta, incorporando en cada etapa los efectos de la deuda; la segunda es realizar lo que algunos denominan flujo adaptado.

En el primer caso la estructura general del flujo queda como se muestra en el siguiente cuadro.

+	Ingresos afectos a impuestos
–	Egresos afectos a impuestos
–	Intereses del préstamo
–	Gastos no desembolsables
=	Utilidad antes de impuesto
–	Impuesto
=	Utilidad después de impuesto
+	Ajustes por gastos no desembolsables
–	Egresos no afectos a impuestos
+	Beneficios no afectos a impuestos
+	Préstamo
–	Amortización de la deuda
=	Flujo de caja

Si para el ejemplo del acápite anterior se supone que el inversionista obtendrá un préstamo inicial de $80.000.000 a una tasa de interés real de 8% que deberá pagar en cuotas anuales iguales durante ocho años, lo primero que tendrá que calcularse es el monto de las cuotas y la composición de cada una de ellas entre intereses y amortización.

El monto de la cuota anual se calcula aplicando la siguiente ecuación:

14.1

$$C = p\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

donde *C* es el valor de la cuota, *P* el monto del préstamo, *i* la tasa de interés y *n* el número de cuotas en que se servirá el crédito.

Reemplazando con los antecedentes del ejemplo, se tiene:

$$C = 80.000.000\frac{0,08(1+0,08)^8}{(1+0,08)^8} = 13.921$$

Recurriendo a una planilla electrónica como Excel, por ejemplo, el monto de la cuota se puede calcular usando la opción *Función* del menú *Insertar*, así: se seleccio-

na *Financieras* en la categoría de función y se elige *Pago* en el nombre de la función. En el cuadro *Pago* se escribe 8% en la casilla correspondiente a *Tasa*, el número 8 en la casilla *Nper* y 80.000.000 (con signo negativo) en la casilla *VA*. Marcando la opción *Aceptar*, se obtiene el valor de la cuota.

Para diferenciar la parte de la cuota que corresponde a los intereses de la que es amortización, se elabora una tabla de pagos que expresa, en la primera columna, el saldo de la deuda al inicio de cada año; en la segunda, el monto que amortizará la deuda inicial, calculada como la diferencia entre la cuota y el interés por pagar. Esto es como se aprecia en el cuadro 14.3.

Cuadro 14.3

Saldo deuda ($)	Cuota ($)	Interés ($)	Amortización ($)
80.000	13.921	6.400	7.521
72.479	13.921	5.798	8.123
64.356	13.921	5.148	8.773
55.583	13.921	4.447	9.474
46.108	13.921	3.689	10.232
35.876	13.921	2.870	11.051
24.825	13.921	1.986	11.935
12.890	13.921	1.031	12.890

Al incorporar el monto del préstamo, los intereses anuales y la amortización de cada periodo, el flujo de caja del inversionista queda como se muestra en el cuadro 14.4.

Nótese cómo, en el momento cero, la inversión neta se reduce de $124.350.000, en el flujo del proyecto, a sólo $44.350.000 en el flujo del inversionista, quien al invertir esta cantidad tiene los retornos netos de deuda proyectados en la última fila del flujo de caja.

Como podrá calcularse después de estudiar el capítulo 16, la rentabilidad porcentual del proyecto es de 15.77%, cuando la rentabilidad de los recursos propios invertidos en ese mismo proyecto es de 21.97%.

Otra manera de llegar a este flujo del inversionista es tomar el flujo de caja del proyecto y restarle el efecto neto de la deuda, calculado independientemente.

Cuadro 14.4

Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		25.000	25.000	30.000	30.000	30.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000
Venta activo									2.500		
Costos variables		–3.000	–3.000	–3.000	–3.000	–3.000	–3.420	–3.420	–3.420	–3.420	–3.420
Costos fab. Fijos		–2.000	–2.000	–2.000	–2.000	–2.000	–2.200	–2.200	–2.200	–2.200	–2.200
Comisiones venta		–500	–500	–600	–600	–600	–720	–720	–720	–720	–720
Gastos administración y venta		–800	–800	–800	–800	–800	–820	–820	–820	–820	–820
Interés préstamo		–6.400	–5.798	–5.148	–4.447	–3.689	–2.870	–1.986	–1.031		
Depreciación		–7.800	–7.800	–7.800	–7.800	–7.800	–9.200	–9.200	–9.200	–9.200	–9.200
Amortización intangible		–400	–400	–400	–400	–400					
Valor libro									–2.000		
Utilidad antes de impuesto		4.100	4.702	10.252	10.953	11.711	16.770	17.654	19.109	19.640	19.640
Impuesto		–615	–705,3	–1.538	–1.643	–1.756,7	–2.516	–2.648	–2.866	–2.946	–2.996
Utilidad neta		3.485	3.996,7	8.714,2	9.310,1	9.954,3	14.254	15.006	16.243	16.694	16.644
Depreciación		7.800	7.800	7.800	7.800	7.800	9.200	9.200	9.200	9.200	9.200
Amortización intangible		400	400	400	400	400					
Valor libro									2.000		
Inversión inicial	–121.200										
Inversión de reemplazo									–10.000		
Inversión de ampliación						–20.000					
Inversión capital trabajo	–3.150		–50			–380					
Préstamo	80.000										
Amortización deuda		–7.521	–8.123	–8.773	–9.475	–10.232	–11.051	–11.935	–12.890		
Valor de desecho											139.117
Flujo de caja	–44.350	–4.164	4.023,70	8.141	8.035	–12.458	12.403	12.271	4.553	25.894	164.961

Esto se logra incorporando en la tabla de pagos ya calculada el efecto del ahorro tributario de los intereses del préstamo, el cual, al incluirse como un gasto, permite

bajar la utilidad contable y, por tanto, el monto del impuesto por pagar. Esto se aprecia en el cuadro 14.5.

Cuadro 14.5

Saldo deuda ($)	Cuota ($)	Interés ($)	Amortización ($)	Interés neto impuesto ($)	Cuota neta de impuesto ($)
80.000	13.921	6.400	7.521	5.440	12.961
72.479	13.921	5.798	8.123	4.929	13.051
64.356	13.921	5.148	8.773	4.376	13.149
55.583	13.921	4.447	9.474	3.780	13.254
46.108	13.921	3.689	10.232	3.135	13.368
35.876	13.921	2.870	11.051	2.440	13.491
24.825	13.921	1.986	11.935	1.688	13.623
12.890	13.921	1.031	12.890	876	13.767

Al incluir la cuota neta de impuesto en el flujo de caja, se obtiene el mismo flujo de caja para el inversionista que se logró antes. Esto se observa en el cuadro 14.6.

Cuadro 14.6

Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo proyecto	−124.350	17.125	17.075	21.290	21.290	910	25.894	25.894	18.319	25.894	165.011
Efecto deuda	80.000	−12.961	−13.051	−13.149	−13.254	−13.368	−13.491	−13.623	−13.767		
Flujo inversionista	−44.350	4.164	4.024	8.141	8.036	−12.458	12.403	12.271	4.552	25.894	165.011

Una fuente alternativa de financiamiento de las inversiones de un proyecto lo constituye el *leasing*, instrumento mediante el cual la empresa puede disponer de determinados activos con anterioridad a su pago.

Para fines tributarios, el tratamiento del *leasing* difiere entre los países de acuerdo con su propia normativa. En Chile, por ejemplo, el total de la cuota es deducible de impuestos, considerándose similar a un arrendamiento.[2]

Si se incorpora la opción de *leasing* para financiar una parte de la inversión, en el momento cero aparecerá sólo la inversión que no es financiada con este mecanismo, observándose el mismo efecto que para el flujo del inversionista,[3] es decir, ser trata-

[2] Esto es sólo para fines tributarios, por cuanto en el Balance se activa el total de su valor y se deprecia anualmente.

[3] En este caso, en el momento cero se anota sólo aquella parte de la inversión que corresponde financiar antes del inicio de la operación, por cuanto el pago por la compra de los activos se hace diferido en los años del *leasing*.

do como un arrendamiento, la cuota total se resta antes de impuesto, con la cual la depreciación se reduce sólo a aquellos activos que se financian por la compra, compensando así el efecto tributario en ambos casos.

14.4 Flujos de caja de proyectos en empresas en marcha[4]

El análisis de las decisiones de inversión en empresas en marcha se diferencia del análisis de proyectos de creación de nuevos negocios, particularmente por la irrelevancia de algunos costos y beneficios que se observarán, en el primer caso, en las situaciones con y sin proyecto. Por ejemplo, si se evalúa reemplazar un vehículo, el sueldo del chofer o del guardia de seguridad es irrelevante para la decisión, ya que cualquiera sea la marca que se elija, la remuneración de ésta seguirá siendo la misma. Los costos y beneficios comunes a ambas alternativas no influirán en la decisión que se tome. Sin embargo, sí lo harán aquellos que modifiquen la estructura de costos o ingresos.

Los proyectos más comunes en empresas en marcha se refieren a los de reemplazo, ampliación, externalización o internalización de procesos o servicios y los de abandono.

Los proyectos de reemplazo se originan por una capacidad insuficiente de los equipos existentes, un aumento en los costos de operación y mantenimiento asociados con la antigüedad del equipo, una productividad decreciente por el aumento en las horas de detención por reparaciones o mejoras, o una obsolescencia comparativa derivada de cambios tecnológicos.

Los proyectos de reemplazo pueden ser de tres tipos: a) sustitución de activos sin cambios en los niveles de operación ni ingresos, b) sustitución de activos con cambios en los niveles de producción, ventas e ingresos, y c) sustitución imprescindible de un activo con o sin cambio en el nivel de operación.

Los proyectos de ampliación se pueden enfrentar por sustitución de activos (cambio de una tecnología pequeña por otra mayor) o por complemento de activos (agregación de tecnología productiva a la existente).

La externalización de procesos o servicios (conocida como *outsourcing*) tiene los beneficios de permitir la concentración de esfuerzos, compartir riesgo de la inversión con el proveedor, liberar recursos para otras actividades, generar ingresos por venta de activos y aumentar eficiencia al traspasar actividades a expertos, entre otros. Sus principales desventajas son la pérdida de control sobre la actividad, la dependencia a prioridades de terceros, el traspaso de información y el mayor costo de operación al tener que pagar a un tercero su propio margen de ganancias. Los proyectos de internalización de procesos o servicios permiten aumentar la productividad –si logra reducir los costos

---

[4] Un completo análisis de esta materia se incluye en Nassir Sapag. *Evaluación de proyectos en empresas en marcha*. Santiago: Ciade–Universidad de Chile, 1998.

mediante la disminución de recursos manteniendo el nivel de operación– o el nivel de actividad, disminuyendo las capacidades ociosas sin incrementar los recursos.

Los proyectos de abandono se caracterizan por posibilitar la eliminación de áreas de negocio no rentables o por permitir la liberalización de recursos para invertir en proyectos más rentables.

Todos los proyectos que se originan en empresas en funcionamiento pueden ser evaluados por dos procedimientos alternativos. El primero de ellos, de más fácil comprensión, consiste en proyectar por separado los flujos de ingresos y egresos relevantes de la situación actual y los de la situación nueva. El otro, más rápido pero de más difícil interpretación, busca proyectar el flujo incremental entre ambas situaciones. Obviamente, ambas alternativas conducen a idéntico resultado.

Supóngase que una empresa en funcionamiento está estudiando la posibilidad de reemplazar un equipo de producción que utiliza actualmente por otro que permitirá reducir los costos de operación. El equipo antiguo se adquirió hace dos años en $1.000.000. Hoy podría venderse en $700.000. Sin embargo, si se continúa con él, podrá usarse por cinco años más, al cabo de los cuales podrá venderse en $100.000.

La empresa tiene costos de operación asociados al equipo de $800.000 anuales y paga impuestos de un 10% sobre las utilidades.

Si compra el equipo nuevo, por un valor de $1.600.000, el equipo actual quedará fuera de uso, por lo que podría venderse. El nuevo equipo podrá usarse durante cinco años antes de tener que reemplazarlo. En este momento podrá venderse por $240.000. Durante el periodo de uso, permitirá reducir los costos de operación asociados al equipo en $300.000 anuales.

Todos los equipos se deprecian anualmente en un 20% de su valor a partir del momento de su adquisición.

Con estos antecedentes, pueden proyectarse los flujos de caja de la situación actual y de la circunstancia que incorpora el reemplazo. En ambos casos, se incorporan los movimientos efectivos de caja. Nótese que en la situación actual no hay inversión en el momento cero, puesto que el equipo se adquirió hace dos años. Por la misma razón, la depreciación sólo debe considerarse para los próximos tres años, puesto que ya lleva dos depreciándose. En caso de optar por el reemplazo, en el momento cero deben incorporarse el ingreso por la venta del equipo actual y el impuesto por pagar por la utilidad de la venta. Dado que costó $1.000.000 hace dos años, aún tiene un valor contable de $600.000. Como se vende en $700.000, debe pagarse el 10% de impuesto sobre la utilidad contable de $100.000. El valor en libros debe volver a sumarse, ya que no representa un egreso de caja.

En los cuadros 14.7 y 14.8 se muestran los dos flujos proyectados. En ambos se excluyen los ingresos en consideración a su irrelevancia para la decisión, la cual deberá seleccionar la opción de menor costo actualizado. El cuadro 14.9 muestra la variación en los costos entre una y otra alternativa.

Cuadro 14.7

Flujo de caja de la situación sin proyecto						
Concepto	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Venta activo						100
Egresos		–800	–800	–800	–800	–800
Depreciación		–200	–200	–200		
Valor libro						0
Utilidad antes impuesto		–1.000	–1.000	–1.000	–800	–700
Impuesto		100	100	100	80	70
Utilidad neta		–900	–900	–900	–720	–630
Depreciación		200	200	200		
Valor libro						0
Flujo de caja		–700	–700	–700	–720	–630

Cuadro 14.8

Flujo de caja de la situación con proyecto						
Concepto	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Venta activo	700					240
Egresos		–500	–500	–500	–500	–500
Depreciación		–320	–320	–320	–320	–320
Valor libro	–600					0
Utilidad antes impuesto	100	–820	–820	–820	–820	–580
Impuesto	–10	82	82	82	82	58
Utilidad neta	90	–738	–738	–738	–738	–522
Depreciación		320	320	320	320	320
Valor libro	600					0
Inversión	–1.600					
Flujo de caja	–910	–418	–418	–418	–418	–202

Cuadro 14.9

Flujos diferenciales						
Concepto	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Con reemplazo	–910	–418	–418	–418	–418	–202
Sin reemplazo		–700	–700	–700	–720	–630
Diferencia	–910	282	282	282	302	428

Alternativamente puede obtenerse un resultado similar mediante el análisis incremental. Para ello se calcula en un solo flujo, qué diferencias se producirán en los ingresos y egresos si se decide optar por el reemplazo.

El cuadro 14.10 muestra la proyección del flujo incremental entre la elección de la alternativa de reemplazo y la de continuar con la situación actual. El resultado de la proyección muestra que por ambos procedimientos se llega a idénticos resultados. El reemplazo se hará si los beneficios netos futuros actualizados (ahorros de costos) superan la inversión diferencial ($910.000) programada para el momento cero.

Cuadro 14.10

Flujo de caja incremental						
Concepto	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Venta activo	700					140
Ahorro costos		300	300	300	300	300
Depreciación		−120	−120	−120	−320	−320
Valor libro	−600					0
Utilidad antes impuesto	100	180	180	180	−20	120
Impuesto	−10	−18	−18	−18	2	−12
Utilidad neta	90	162	162	162	−18	108
Depreciación		120	120	120	320	320
Valor libro	600					0
Inversión	−1.600					
Flujo de caja	−910	282	282	282	302	428

14.5 EBITDA

Los primeros indicios del uso del Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization (EBITDA) nacen a partir de 1980, cuando se utilizaba como indicador financiero para adquirir pequeñas compañías con niveles de endeudamiento importantes y se requería determinar su capacidad de pago para servir la deuda. Con el pasar del tiempo, este indicador fue tomando cada vez más fuerza, incluyéndose en transacciones de compañías de mayor envergadura. Hoy en día es un indicador comúnmente utilizado por muchas compañías e inversionistas para analizar y comparar la rentabilidad entre distintas empresas e industrias, debido a que elimina efectos propios de una estructura de financiamiento y procedimientos contables.

Sin embargo, como se explica a continuación, EBITDA no es un instrumento que equipare su calidad de información con la que se emplea en el cálculo de la rentabilidad de un proyecto que se basa en la proyección de flujos de caja.

El EBITDA es un indicador que mide el rendimiento financiero de una compañía, el cual se determina por la diferencia entre los ingresos y gastos sin incluir los intereses por deuda, los impuestos a las utilidades generadas, las depreciaciones de los activos y las amortizaciones de los intangibles, es decir, es un indicador operacional puro que elimina los efectos derivados de los impuestos y de la estructura de financiamiento.

Al prescindir de aspectos financieros, tributarios y contables, este indicador es utilizado complementariamente para evaluar resultados, ya sea dividiendo dicho término entre la inversión realizada o entre las ventas hechas en un periodo de tiempo. Sin embargo, como se indicó anteriormente, no corresponde a un flujo neto de caja, ni a un estado de resultados contable, sino más bien a un resultado operacional puro. El cuadro 14.11 muestra la diferencia matemática que existe entre estado de resultados, flujo neto de caja y EBITDA.

Cuadro 14.11

		EBITDA	EERR	Flujo neto
+	Ingresos afectos a impuestos			
–	Costos directos e indirectos			
=	EBITDA	EBITDA		
–	Gastos financieros			
–	Depreciación			
–	Amortización intangibles			
=	Resultado antes de impuesto		EERR	
–	Impuesto			
=	Resultado después de impuesto			
+	Depreciación			
+	Amortización intangibles			
–	Inversiones			
+	Valor de desecho			
+	Préstamo			
–	Amortización de capital			
=	Flujo neto de caja			Flujo neto

El estado de resultados corresponde a la base imponible contable, la cual se utiliza para determinar el impuesto de primera categoría; el flujo neto de caja mide cuánto es capaz de generar la empresa o el proyecto para ser distribuido entre sus accionistas, mientras que el EBITDA es generalmente utilizado como factor base de valorización de empresas.

El EBITDA también es utilizado para comparar varias empresas de una misma industria o para comparar resultados de la empresa en diferentes momentos del tiempo.

Así, a mayor ratio, se dice que la empresa tiene una mayor eficacia operativa y mejores resultados. Como puede observarse, el EBITDA no refleja el flujo de caja del negocio, sino un parámetro de resultado netamente operacional. Es muy importante señalar lo anterior, debido a que varios analistas sostienen que el EBITDA equivale a un flujo de caja, confusión que se encuentra muy arraigada en el ambiente empresarial.

Una equivocación frecuente es pensar que el EBITDA representa el flujo de caja neto de un negocio o empresa, pues, aunque éste es un indicador de rentabilidad que permite medir la capacidad de generar ganancias, no representa el flujo neto de caja de una empresa. El EBITDA omite el dinero efectivo utilizado, por ejemplo, para financiar el capital de trabajo o el reemplazo de una maquinaria antigua, el cual puede ser significativo.

Considerar el EBITDA como flujo neto de caja de un negocio puede conducir a los directivos a tomar decisiones erradas, debido a que éste no representa el verdadero potencial de valor que tiene una empresa determinada, pues no considera las inversiones, los beneficios tributarios, el costo de capital ni el horizonte de evaluación. El uso del EBITDA resulta apropiado dependiendo de lo que se quiere analizar. Como consecuencia de lo anterior, el EBITDA es un parámetro más que se considera para efectos de valoración y comparación.

Resumen

En este capítulo se analizaron las principales variables que participan en la composición del flujo de caja del proyecto. La confiabilidad que otorguen las cifras contenidas en este flujo será determinante para la validez de los resultados, ya que todos los criterios de evaluación se aplican en función de él.

La información que se incorpora en el flujo es suministrada por cada uno de los estudios particulares del proyecto. Sin embargo, el estudio financiero deberá proporcionar antecedentes sobre el monto del impuesto a las utilidades, la carga financiera de los préstamos y la depreciación de los activos, además de la sistematización de toda la información.

Al proyectar los flujos, deberá estimarse un valor de salvamento para el proyecto, el cual, sin ser efectivamente vendido, debe valorarse de acuerdo con uno de los criterios señalados en el capítulo. El más simple es en función del valor en libros de los activos; sin embargo, es el más deficiente. Otro más complejo, que mejora la estimación, pero sólo levemente, es el del valor de mercado de los activos. El más eficiente es el del valor actual de los beneficios netos futuros, que tiene en cuenta el precio del proyecto en funcionamiento.

El flujo de caja sistematiza la información de las inversiones previas a la puesta en marcha, las inversiones durante la operación, los egresos e ingresos de operación, el valor de salvamento del proyecto y la recuperación del capital de trabajo.

Los costos que se denominan diferenciales expresan el incremento o la disminución de los costos totales que implicaría la implementación de cada una de las alternativas, en términos comparativos respecto a una situación tomada como base y por lo común es la vigente. En consecuencia, son estos costos los que en definitiva deberán utilizarse para tomar una decisión que involucre algún incremento o decrecimiento en los resultados económicos esperados de cada curso de acción que se estudie.

El análisis de una inversión con fines de sustitución de instalaciones constituye uno de los problemas mayores en la consideración de los costos relevantes, por las dificultades para obtener la información adecuada.

El análisis de sustitución puede considerar tanto los aumentos como los mantenimientos de la capacidad productiva. El razonamiento consistirá en determinar las ventajas económicas diferenciales del equipo nuevo frente al antiguo. Es decir, determinar si el ahorro en los gastos fijos y variables de operación originados por el reemplazo son suficientes para cubrir la inversión adicional y para remunerar el capital invertido a una tasa de interés razonable para cubrir el costo de oportunidad en función del riesgo implícito en la decisión.

Resumen

Aunque es posible, en términos genéricos, clasificar ciertos ítems de costos como relevantes, sólo el examen exhaustivo de aquellos que influyen en el proyecto posibilitará catalogarlos correctamente. Para identificar las diferencias inherentes a las alternativas, es recomendable que se establezcan previamente las funciones de costos de cada una de ellas. De su comparación resultará la eliminación, para efectos del estudio, de los costos inaplicables.

Entre los costos que más comúnmente se tienen en cuenta en una decisión, a pesar de ser irrelevantes, se encuentran los llamados costos sepultados, los cuales se denominan así si corresponden a una obligación de pago que se haya contraído en el pasado, aun cuando parte de ella esté pendiente de pago a futuro. Aunque constituyen un pago futuro, tienen un carácter inevitable que los hace irrelevantes.

Las partes de la deuda contraída y no pagada son un compromiso por el cual debe responder la empresa, independientemente de las alternativas que enfrente en un momento dado.

Preguntas y problemas

1. Explique la composición básica de un flujo de caja para un proyecto.
2. ¿Qué es lo que diferencia a los flujos de caja del proyecto y del inversionista? ¿En qué caso se debe evaluar uno u otro?
3. Suponga que un inversionista le ha encargado efectuar la evaluación de un proyecto cuya vida útil se encuentra condicionada a la duración de la concesión otorgada, correspondiente a 40 años. ¿Incluiría en su evaluación el flujo correspondiente al año 40? ¿Por qué?

Comente las siguientes afirmaciones:

a. Al elaborar el flujo de caja, el costo del estudio de factibilidad debe incluirse en la inversión inicial por constituir un egreso muchas veces importante del proyecto.

b. La depreciación acelerada de los activos constituye un subsidio a la inversión, cuyo monto depende de la tasa de interés y de la tasa de impuesto a las utilidades de la empresa.

c. Los activos nominales deben considerarse sólo como inversión inicial, ya que no tienen valor de desecho.

d. La evaluación de un proyecto arroja resultados idénticos si se aplica al flujo del proyecto y al flujo del inversionista.

e. No siempre es necesario considerar el valor de desecho en los flujos de un proyecto, ya que al estar en el último periodo, influye muy marginalmente en la rentabilidad por tener que estar actualizado al momento cero.

f. El costo del estudio de factibilidad debe considerarse sólo como inversión inicial, ya que es una inversión en activo nominal que se efectúa antes de la puesta en marcha del proyecto.

g. Un proyecto que estudia la conveniencia de reemplazar una máquina que opera satisfactoriamente por otra más eficiente debe omitir el gasto por depreciación, porque no tiene significación respecto a la decisión.

h. En el largo plazo, las utilidades contables deben ser iguales al resultado de los flujos del proyecto, puesto que en ambos casos sus resultados son después de impuestos.

i. Para determinar el valor económico de una empresa en marcha, cuyo horizonte de proyección se estimó en 15 años, la existencia de pérdidas acumuladas no tiene injerencia en el cálculo. Si el resultado operacional del proyecto en todos los años sigue siendo negativo, no será necesaria su evaluación, puesto que no se podría generar un VAN positivo.

Preguntas y problemas

j. Al efectuar la valorización económica de dos empresas en marcha, lo relevante para tomar la decisión de en cuál de ellas invertir, dependerá del VAN que cada una entregue al evaluar sus flujos futuros.

k. Los activos nominales y los intangibles no tienen mayor importancia en la preparación y evaluación de proyectos, más aún si se considera que su efecto en el flujo de caja es casi nulo.

l. La rentabilidad que genera un proyecto es directamente proporcional al resultado contable proyectado. Dicho de otra manera, cuanto mayor sea la utilidad contable, mayor será la rentabilidad del proyecto.

Material complementario

Ejercicios recomendados del texto complementario *Evaluación de proyectos, guía de ejercicios, problemas y soluciones*, de José Manuel Sapag, McGraw–Hill, tercera edición, 2007:

16 Compra de insumos
17 Metales S.A.
20 Trencito
22 Impuesto al valor agregado
23 Impuesto al valor agregado II
24 Renovación de equipos
25 Empresa metalúrgica
26 Profrut S.A.
27 Soda S.A.
28 Central Termoeléctrica
29 Sistemas de grabación digital
30 Elaboración de concentrado de pasta de tomates.

Bibliografía

Archer, S., G. M., Choate y G. Racette. *Financial Management*. New York: Wiley, 1979.

Bierman, H. y S. Smidt. *El presupuesto de bienes capital*. México: Fondo de Cultura Económica, 1977.

Bolten, Steven. *Administración financiera*. México: Limusa, 1981.

Bowlin, O. y otros. *Análisis financiero*: *Guía técnica para la toma de decisiones*. McGraw-Hill, 1981.

Brealey, R. y S. Myers. *Principles of Corporate Finance*. New York: McGraw-Hill, 1998.

Copeland, T. y F. Weston. *Financial Theory and Corporate Policy*. Reading, Mass.; Addison-Westley, 1980.

Neveu, Raymond. *Fundamentals of Managerial Finance*. Cincinnati, Ohio: South Western, 1981.

Philippatos, George. *Fundamentos de administración financiera*. México: McGraw-Hill, 1979.

Sapag, Nassir. *Criterios de evaluación de proyectos*. Madrid: McGraw-Hill, 1993.

_____ La decisión de abandono en el estudio de proyectos de inversión. En: *Investigación y gerencia*. Venezuela, 4 (2):81.84; 1987.

_____ *Decisiones de abandono*. En: *Cuadernos de ciencias económicas y empresariales*. España, (19):29-36; 1988.

_____ Construcción de flujos de caja en la evaluación de proyectos. En: *Documentos de trabajo*. *Serie Docencia No. 18*. Santiago: Universidad de Chile, Departamento de Administración, 1988.

Sweeny, H. W. y R. Rachlin. *Manual de presupuestos*. McGraw-Hill, 1984.

Van Horne, H. *Fundamentos de administración financiera*. Madrid: Dossat, 1979.

Weston, F. y E. Brigham. *Finanzas en administración*. México: Interamericana, 1977.

Capítulo 15

Criterios de evaluación de proyectos

En los capítulos anteriores se revisaron todos los aspectos relativos a la preparación de la información que posibilitará evaluar un proyecto en función de las oportunidades opcionales disponibles en el mercado. En este sentido, la evaluación comparará los beneficios proyectados, asociados con una decisión de inversión, con su correspondiente flujo de desembolsos proyectados.

El objetivo de este capítulo es analizar las principales técnicas de medición de la rentabilidad de un proyecto individual. Para ello se hará el supuesto, que más adelante se abandona, de que se está en un ambiente de certidumbre.

15.1 Fundamentos de matemáticas financieras

En el estudio de las inversiones, las matemáticas financieras son útiles puesto que su análisis se basa en la consideración de que el dinero, sólo porque transcurre el tiempo, debe ser remunerado con una rentabilidad que el inversionista le exigirá por no usarlo hoy y aplazar su consumo a un futuro conocido, lo cual se conoce como valor tiempo del dinero.

En la evaluación de un proyecto las matemáticas financieras consideran la inversión como el menor consumo presente, y la cuantía de los flujos de caja en el tiempo como la recuperación que debe incluir dicha recompensa.

La consideración de los flujos en el tiempo requiere la determinación de una tasa de interés adecuada que represente la equivalencia de dos sumas de dinero en dos periodos diferentes.

Para apreciar los conceptos de valor del dinero en el tiempo, flujos capitalizados y flujos descontados, considérese el gráfico 15.1. Supóngase una persona con un ingreso presente de Y^0_0, representado en el eje del momento presente t_0, y un ingreso futuro de Y^0_1, representado en el eje del tiempo futuro (periodo próximo) t_1. Con ambos ingresos es posible un consumo actual C^0_0 y un consumo futuro C^0_1. Sin embargo, también es posible un consumo C^1_0 actual, que permitirá ahorros posibles de invertir en alguna opción que genere un interés *i*, de tal manera que en el periodo 1 el ingreso Y^0_1 se vería incrementado a Y^1_2. Esto es:

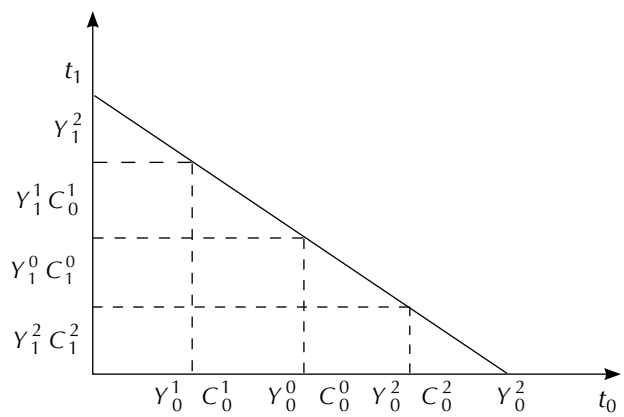
15.1

$$Y^1_1 = \left(C^0_0 - C^1_0\right)(1+i) + Y^0_1$$

La abstención de un consumo presente espera una recompensa futura representada por *i*. Por tanto:

$$\left(C^0_0 - C^1_0\right) < \left(Y^1_1 - Y^0_1\right)$$

Gráfico 15. 1 Representación de valor del dinero en el tiempo, flujos capitalizados y flujos descontados



Si se ahorrase todo el ingreso actual, vale decir, si no hubiera consumo en el periodo cero, el ingreso futuro esperado máximo sería representado por Y^2_1 en el gráfico, donde:

15.2

$$Y^2_1 = Y^0_0(1+i) + Y^0_1$$

De igual manera, el consumo actual se puede incrementar recurriendo a préstamos, por ejemplo, a cuenta de futuros ingresos. En el gráfico, un consumo actual de C^2_0 reduce la capacidad de consumo futuro a C^2_1, donde:

$$\left(C_0^2 - C_0^0\right)(1-i) = \left(C_1^0 - C_1^2\right)$$

y donde:

15.3

$$C_0^2 = C_0^0 + \frac{C_1^0 - C_1^2}{(1+i)}$$

El máximo consumo actual está limitado, entonces, por el punto Y_0^2 del gráfico, o sea,

15.4

$$Y_0^2 = \frac{C_1^0}{(1+i)} C_0^0$$

Bien puede apreciarse que la línea que une Y_0^2 con Y_1^2 representa el lugar geométrico de todas las combinaciones de consumo presentes y futuro equivalentes en términos de valor tiempo de dinero. El valor capitalizado es Y_1^2, que, en consecuencia, representa el mismo atractivo que Y_0^2 para el inversionista, en términos de valoración de sus flujos de ingreso en el tiempo.

Como la recta representa alternativas idénticas en preferencias de consumo actual y futuro, puede medirse el valor del dinero en el tiempo en cualquiera de sus puntos. Por simplicidad de cálculo, convendrá hacerlo en Y_1^2 o en Y_0^2. Hacerlo en Y_1^2 es calcular un valor capitalizado, mientras que hacerlo en Y_0^2 es calcular un valor actualizado o descontado.

Aunque se inició el capítulo señalando la medición de la rentabilidad en términos capitalizados, ahora puede apreciarse que hacerlo en valores actuales proporciona una base idéntica de comparación. El uso generalizado de esta última posibilidad hará que los análisis sucesivos de evaluación se hagan sobre la base de valores actuales.

Bierman y Smidt[1] explican el significado del valor actual señalando que "un dólar recibido ahora es más valioso que un dólar recibido dentro de cinco años en virtud de las posibilidades de inversión disponibles para el dólar de hoy. Al invertir o prestar el dólar recibido hoy, puedo tener considerablemente más de mi dólar dentro de cinco años. Si el dólar recibido se emplea ahora para el consumo, estaré dando más que el valor de un dólar de consumo en el año cinco. Por esta razón, los ingresos futuros deben descontarse siempre".

---

[1] H. Bierman y S. Smidt. *El presupuesto de bienes de capital*. México: Fondo de Cultura Económica, 1977, p. 78.

El objetivo de descontar los flujos de caja futuros proyectados es, entonces, determinar si la inversión en estudio rinde mayores beneficios que los usos de alternativa de la misma suma de dinero requerida por el proyecto.

Los principales métodos que utilizan el concepto de flujo de caja descontado son el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). Menos importante es el de razón beneficio–costo descontada.

Aunque actualmente cualquier calculadora financiera de bolsillo permite la aplicación directa de las matemáticas financieras a los procedimientos de evaluación basados en flujos de caja descontados, el siguiente apartado trata del uso de tablas financieras en la aplicación de matemáticas a su solución.

El análisis de las técnicas principales de evaluación, las de flujo de caja descontado, requiere la utilización de las matemáticas financieras para su aplicación. Si bien la operativa mecánica es bastante sencilla por los avances en el campo de la minicomputación y las calculadoras de bolsillo que poseen programas financieros de solución incorporada, es absolutamente necesario conocer sus fundamentos conceptuales para su correcta aplicación.

Supóngase que se invierten $1.000 a una tasa pactada del 10% anual compuesto. Al término de un año se tendrán los $1.000 invertidos más $100 de interés sobre la inversión. Es decir, se tendrán $1.100 que se obtuvieron de:

$$1.000 + \frac{10}{100}(1.000) = 1.100$$

lo que también puede escribirse así:

$$1.000\ (1 + 0{,}10) = 1.100$$

Si la inversión inicial, o valor actual, se representa por *VA*, el interés por *i* y el resultado de la operación, o valor futuro, por *VF*, este cálculo puede generalizarse en la siguiente expresión:

15.5

$$VA(1+i) = VF$$

Si al término del primer año la ganancia no se retira, sino que se mantiene depositada junto con la inversión inicial por otro año más, al finalizar éste se tendrá, por el mismo procedimiento:

$$1.100 + 1.100\ (0{,}10) = 1.210$$

que es lo mismo que:

$$1.100\ (1 + 0{,}10) = 1.210$$

Recordando cómo se obtuvieron los 1.100, se puede reemplazar para tener la expresión:

$$1.000(1+0,10)(1+1,10)=1.210$$

Simplificando se obtiene:

$$1.000\ (1+0,10)^2 = 1.210$$

De aquí puede generalizarse a:

15.6

$$VA(1+i)^n = VF$$

donde *n* representa el número de periodos durante los cuales se quiere capitalizar la inversión inicial.

En una planilla electrónica, como Excel por ejemplo, el valor futuro se calcula directamente usando la opción *Función*, del menú *Insertar*; se selecciona *Financieras* en la *Categoría de función* y se elige *VF* en el *Nombre de la función*. En el cuadro *VF* se escribe 10% en la casilla correspondiente a *Tasa*; 2 en la casilla *Nper* y –1.000 en *VA*. Marcando la opción *Aceptar*, se obtiene el valor futuro.

También puede calcularse el valor actual de un monto futuro conocido, despejando *VA* en la ecuación 15.6, lo cual queda así:

15.7

$$VA = \frac{VF}{(1+i)^n}$$

Para el ejemplo anterior, si se desea conocer el valor actual de los $1.210 que se van a recibir en dos años más a una tasa pertinente de interés del 10%, la aplicación de la ecuación 15.7 permite calcular como valor actual el monto de $1.000. También se puede recurrir a la planilla Excel para calcular el valor actual usando la opción *Función*, del menú *Insertar*, se selecciona *Financieras* en la *Categoría de función* y se elige *VA* en el *Nombre de la función*. En el cuadro *VA* se escribe 10% en la casilla correspondiente a *Tasa*; 2 en la casilla *Nper* y –1.210 en *VF*. Marcando la opción *Aceptar*, se obtiene el valor actual.

Considérese ahora un caso diferente: en vez de un depósito inicial único de $1.000 se depositarán $1.000 a término de cada año, durante tres años. Para determinar cuánto se habrá capitalizado al finalizar el año tres, al 10% de interés anual, el procedimiento sigue la misma lógica anterior.

Si cada depósito se realiza al término de cada año, la inversión del primer año ganaría intereses por dos periodos, la del segundo por uno y la del tercero no habría ganado aún sus intereses. Esta situación se presenta en el cuadro 15.1.

Cuadro 15.1

Cálculo del valor futuro			
Periodo	**Inversión ($)**	**Factor de capitalización**	**Valor futuro ($)**
1	1.000	$(1+i)^2$	1.210
2	1.000	$(1+i)^1$	1.100
3	1.000	$(1+i)^1$	1.000
Total			3.310

A los $1.000 de depósito anual se les denomina anualidad. Si ésta es una cuota constante, que se representará por *C*, se puede generalizar la presentación del cuadro 15.1 en la siguiente expresión:

15.8

$$VF = C(1+i)^0 + C(1+i)^1 + \ldots + C(1+i)^{n-1}$$

Del cuadro 15.1 se deduce que la potencia del último factor de capitalización es $n - 1$, donde n es el número de periodos para capitalizar. Así, la ecuación 15.8 puede expresarse como:

15.9

$$VF = C\sum_{t=0}^{n-1}(1+i)^t$$

También se puede recurrir a la planilla Excel para calcular el valor futuro de una anualidad usando la *Función* del menú *Insertar*, se selecciona *Financieras* en la *Categoría de función* y se elige *VF* en el *Nombre de la función*. En el cuadro *VF* se escribe 10% en la casilla correspondiente a *Tasa*; 3 en la casilla *Nper* y –1.000 en *Pago*. Marcando la opción *Aceptar*, se obtiene el valor futuro de las cuotas.

Si se quiere calcular el valor actual de los mismos depósitos, se tendrá la posición que se representa en el cuadro 15.2

Cuadro 15.2

Cálculo del valor presente			
Periodo	**Inversión ($)**	**Factor de descuento**	**Valor presente ($)**
1	1.000	$1/(1+i)^1$	909,09
2	1.000	$1/(1+i)^2$	826,45
3	1.000	$1/(1+i)^3$	751,31
Total			2.486,85

Nótese que en este caso se desea expresar la suma de las anualidades en moneda equivalente al periodo cero.

Si la anualidad es constante, se puede generalizar lo anterior en la siguiente ecuación:

15.10

$$VA = C\left[\frac{1}{(1+i)^1}\right] + \left[\frac{1}{(1+i)^2}\right] + \ldots + C\left[\frac{1}{(1+i)^n}\right]$$

que se puede expresar como:

15.11

$$VA = C\sum_{t=1}^{n}\frac{1}{(1+i)^t}$$

Al recurrir a la planilla Excel para calcular el valor actual de una cuota constante, se usa la opción *Función* del menú *Insertar*; se selecciona *Financieras* en la *Categoría de función* y se elige *VA* en el *Nombre de la función*. En el cuadro *VA,* se escribe 10% en la casilla correspondiente a *Tasa*; 3 en la casilla *Nper* y –1.000 en *Pago*. Marcando la opción *Aceptar,* se obtiene 2.486,8 que representa el valor actual de tres cuotas de $1.000 cada una, disponibles al término de cada año a partir del próximo.

Ahora bien, si se quisiera determinar la cuota anual que es necesario depositar a una cierta tasa de interés para que al final de un número dado de periodos se tenga una cantidad deseada, sólo se necesita reordenar la ecuación 15.9, despejando la variable que se desea conocer, o sea:

15.12

$$C = \frac{VF}{\sum_{t=0}^{n-1}(1+i)^t}$$

Por ejemplo, si se desea calcular la suma anual por depositar al 10% anual durante tres años para que a su término se disponga de $5.000, se tiene que:

$$C = \frac{5.000}{\sum_{t=0}^{2}(1+0{,}10)^t} = 1.510{,}57$$

Con la planilla Excel el valor de la cuota anual se calcula usando la opción *Función,* del menú *Insertar*; se selecciona *Financieras* en la *Categoría de función* y se elige *Pago* en el *Nombre de la función*. En el cuadro *Pago* se escribe 10% en la casilla

correspondiente a *Tasa*; 3 en la casilla *Nper* y –5.000 en *VF*. Marcando la opción *Aceptar*, se obtiene el valor de cada cuota.

Un análisis similar se realiza para calcular el retiro anual de un depósito actual a una tasa de interés dada. En este caso, es la ecuación 15.11 la que se reordena despejando la variable cuota, que representa el monto de los retiros, de la siguiente manera:

15.13

$$C = \frac{VA}{\sum_{t=1}^{n} \frac{1}{(1+i)^t}}$$

Si la incógnita que se va a calcular es la tasa de interés de un flujo uniforme que reditúa una inversión, en una plantilla de Excel se usa la opción *Función,* del menú *Insertar*, se selecciona *Financieras* en la *Categoría de función* y se elige *Tasa* en el *Nombre de la función*. En el cuadro *Tasa* se escribe el número de periodos en la casilla correspondiente a *Nper,* el monto de la inversión en *VA* y el valor de la cuota *Pago*. Marcando la opción *Aceptar*, se obtiene la tasa anual.

Si la incógnita es el número de periodos que permite recuperar una inversión única presente que reditúa un flujo de caja uniforme futuro, en la planilla Excel se usa la opción *Función,* del menú *Insertar*, se selecciona *Financieras* en la *Categoría de función* y se elige *Nper* en el *Nombre de la función*. En el cuadro *Nper* se escribe el interés en la casilla correspondiente a *Tasa,* el monto de la inversión en *VA* y el valor de la cuota en *Pago*. Marcando la opción *Aceptar*, se obtiene el número de años en que se recupera la inversión.

Un último caso lo constituye la actualización de flujos (o cuotas, como se han denominado hasta ahora) con valores desiguales. Para descontar este flujo podría hacerse cuota a cuota o utilizando directamente una planilla como Excel. En la opción *Función,* del menú *Insertar*, se selecciona *Financieras* en la *Categoría de función* y se elige *VNA* en el *Nombre de la función*. En el cuadro *VNA* se escribe el interés en la casilla correspondiente a *Tasa* y se selecciona el rango completo de valores que se desea actualizar. Marcando la opción *Aceptar*, se obtiene el valor actual de un flujo discontinuo.

15.2 El criterio del valor actual neto (VAN)

Este criterio plantea que el proyecto debe aceptarse si su valor actual neto (VAN) es igual o superior a cero, donde el VAN es la diferencia entre todos sus ingresos y egresos expresados en moneda actual.

Al utilizar las ecuaciones del apartado anterior, se puede expresar la formulación matemática de este criterio de la siguiente manera:[2]

15.14

$$VAN = \sum_{t=1}^{n} \frac{Y_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^{n} \frac{E_t}{(1+i)^t} - I_0$$

donde Y_t representa el flujo de ingresos del proyecto, E_t sus egresos e I_0 la inversión inicial en el momento cero de la evaluación. La tasa de descuento se representa mediante *i*.

Aunque es posible aplicar directamente esta ecuación, la operación se puede simplificar a una sola actualización mediante:

15.15

$$VAN = \sum_{t=1}^{n} \frac{Y_t - E_t}{(1+i)^t} - I_0$$

que es lo mismo que:

15.16

$$VAN = \sum_{t=1}^{n} \frac{BN_t}{(1+i)^t} - I_0$$

donde BN_t representa el beneficio neto del flujo en el periodo *t*. Obviamente, BN_t puede tomar un valor positivo o negativo.

Al ocupar una planilla como Excel, en la opción *Función,* del menú *Insertar*, se selecciona *Financieras* en la *Categoría de función* y se elige *VNA* en el *Nombre de la función*. En el cuadro *VNA* se escribe el interés en la casilla correspondiente a *Tasa* y se selecciona el rango completo de valores que se desea actualizar (se excluye la inversión en este paso por estar ya actualizado su valor). Marcando la opción *Aceptar*, se obtiene el valor actual del flujo. Para calcular el VAN se suma la casilla donde está registrada con signo negativo la inversión.

Al aplicar este criterio, el VAN puede tener un resultado igual a cero, indicando que el proyecto renta justo lo que el inversionista exige a la inversión; si el resultado fuese, por ejemplo, 100 positivos, indicaría que el proyecto proporciona esa cantidad de remanente sobre lo exigido. Si el resultado fuese 100 negativos, debe

[2] El subíndice $_t$ en los ingresos y egresos sólo explica la posibilidad de valores diferentes en el flujo de caja del proyecto.

interpretarse como la cantidad que falta para que el proyecto rente lo exigido por el inversionista.

15.3 El criterio de la tasa interna de retorno (TIR)

El criterio de la tasa interna de retorno (TIR) evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por periodo, con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual.[3] Como señalan Bierman y Smidt,[4] la TIR "representa la tasa de interés más alta que un inversionista podría pagar sin perder dinero, si todos los fondos para el financiamiento de la inversión se tomaran prestados y el préstamo (principal e interés acumulado) se pagara con las entradas en efectivo de la inversión a medida que se fuesen produciendo". Aunque ésta es una apreciación muy particular de estos autores (no incluye los conceptos de costo de oportunidad, riesgo ni evaluación de contexto de la empresa en conjunto), sirve para aclarar la intención del criterio.

La tasa interna de retorno puede calcularse aplicando la siguiente ecuación:

15.17

$$\sum_{t=1}^{n} \frac{Y_t}{(1+r)^t} \sum_{t=1}^{n} \frac{E_t}{(1+r)^t} + I_0$$

donde r es la tasa interna de retorno. Al simplificar y agrupar los términos, se obtiene lo siguiente:

15.18

$$\sum_{t=1}^{n} \frac{Y_t - E_t}{(1+r)^t} - I_0 = 0$$

que es lo mismo que:

15.19

$$\sum_{t=1}^{n} \frac{BN_t}{(1+r)^t} - I_0 = 0$$

Comparando esta ecuación con la 15.16, puede apreciarse que este criterio es equivalente a hacer el VAN igual a cero y determinar la tasa que le permite al flujo actualizado ser cero.

---

[3] Que es lo mismo que calcular la tasa que hace al VAN del proyecto igual a cero.

[4] Bierman y Smidt. *Op.cit*. p. 39.

La tasa calculada así se compara con la tasa de descuento de la empresa. Si la TIR es igual o mayor que ésta, el proyecto debe aceptarse, y si es menor, debe rechazarse.

La consideración de aceptación de un proyecto cuya TIR es igual a la tasa de descuento se basa en los mismos aspectos que la tasa de aceptación de un proyecto cuyo VAN es cero.

En determinadas circunstancias, el flujo de caja de un proyecto adopta una estructura tal, que más de una tasa interna de retorno puede utilizarse para resolver la ecuación 15.19.

James Lorie y Leonard Savage[5] fueron los primeros en reconocer la existencia de tasas internas de retorno múltiples. Para ilustrar esta situación utilizan el ejemplo de un proyecto que requiere una inversión inicial de $1.600, que permitirá recuperar $10.000 de beneficio neto a fines del primer año. Si no se hace la inversión, la empresa igualmente recuperará los $10.000, pero a fines del segundo año.

El objetivo, entonces, es evaluar una inversión inicial de $1.600 que informaría como provecho adelantar en un año la recepción de los beneficios del proyecto. El flujo del proyecto será, por tanto, el que se observa en el cuadro 15.3.

Cuadro 15.3

Periodo	0	1	2
Flujo neto	−1.600	10.000	−10.000

Al sustituir mediante estos valores en la ecuación 15.19, se obtiene el siguiente resultado:

$$\frac{10.000}{(1+r)} - \frac{10.000}{(1+r)^2} - 1.600 = 0$$

Al calcular la tasa interna de retorno, *r*, de este flujo de caja, se encuentran dos tasas que solucionan la ecuación: 25% y 400%, que pueden calcularse de la siguiente manera:

$$0 = -1.600 + \frac{10.000}{(1+r)} - \frac{10.000}{(1+r)^2}$$

$$= \frac{-1.600(1+r)^2 + 10.000(1+r) - 10.000}{(1+r)^2}$$

$$= 1.600(1+r)^2 - 10.000(1+r) + 10.000$$

que corresponde a una ecuación de segundo grado del tipo:

[5] J. Lorie y L. Savage. *Three Problems in Rationing Capital*. En: *Foundation for Financial Management*. Home Wood, Illinois: Irwin. 1966, p. 295.

15.20

$$ax^2 + bx + c = 0$$

donde:

15.21

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

o sea,

$$x = (1+r) = \frac{10.000 \pm \sqrt{(10.000)^2 - 4(1.600)(10.000)}}{2(1.600)} = \frac{10.000 \pm 6.000}{3.200}$$

donde:
i = 25%
i = 400%

El máximo número de tasas diferentes será igual al número de cambios de signos que tenga el flujo de proyecto, aunque el número de cambios de signos no es condicionalmente del número de tasas internas de retorno calculables. Un flujo de caja de tres periodos que presente dos cambios de signos puede tener sólo una tasa interna de retorno si el último flujo es muy pequeño.

Van Horne[6] presenta el flujo del cuadro 15.4 para dar un ejemplo de esa no dependencia estricta:

Cuadro 15.4

Periodo	0	1	2
Flujo neto	−1.000	1.400	−100

Aun cuando el flujo de caja presenta dos cambios de signo, el proyecto tiene sólo una tasa interna de retorno del 32,5%.

Al presentarse el problema de las tasas internas de retorno múltiples, la solución se debe proporcionar por la aplicación del valor actual neto como criterio de evaluación, que pasa así a constituirse en la medida más adecuada del valor de la inversión en el proyecto.

---

[6] James, Van Horne. *Administración financiera*. Buenos Aires: Ediciones Contabilidad Financiera, 1976, p. 100.

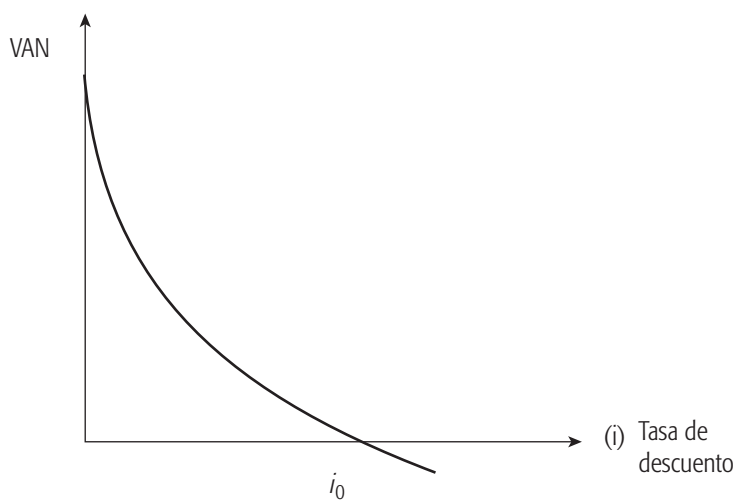
Utilizando una planilla Excel, en la opción *Función,* del menú *Insertar*, se selecciona *Financieras* en la *Categoría de función* y se elige *TIR* en el *Nombre de la función*. En el cuadro *TIR* se selecciona el rango completo de valores de flujo, incluyendo la inversión en el año cero. Marcando la opción *Aceptar*, se obtiene la tasa interna de retorno del proyecto.

15.4 Tasa interna de retorno (TIR) *versus* valor actual neto (VAN)

En ciertas circunstancias, las dos técnicas de evaluación de proyectos analizados, la TIR y el VAN, pueden conducir a resultados contradictorios. Ello puede ocurrir cuando se evalúa más de un proyecto con la finalidad de jerarquizarlos, tanto por tener un carácter de alternativas mutuamente excluyentes como por existir restricciones de capital para implementar todos los proyectos aprobados.

Cuando la decisión es sólo de aceptación o rechazo y no hay necesidad de consideraciones comparativas entre proyectos, las dos técnicas proporcionan igual resultado. Esta situación puede apreciarse en el gráfico 15.2. Si la tasa de descuento es cero, el VAN es la suma algebraica de los flujos de caja del proyecto, puesto que el denominador de la ecuación 15.11 sería siempre 1. A medida que se actualiza a una tasa de descuento mayor, el VAN va decreciendo.

Gráfico 15.2 VAN frente a tasa de descuento



Al cruzar el origen (VAN igual a cero), la tasa de descuento i_0 se iguala a la tasa interna de retorno. Recuérdese que la TIR es aquella tasa que hace al VAN del proyecto igual a cero.

Luego, si el criterio del VAN indica la aceptación de un proyecto cuando éste es cero o positivo (o sea, cuando la tasa de descuento *i* está entre cero e i_0) y si el criterio

de la TIR indica su aceptación cuando la tasa interna de retorno *r* es mayor o igual a la tasa utilizada como tasa de descuento (r > *i* para cualquier *i* entre cero e i_0, donde $r = i_0$), ambas conducirán necesariamente al mismo resultado.[7]

Lo anterior no siempre es tan concluyente cuando se desea jerarquizar proyectos. Tómense como ejemplo los flujos del cuadro 15.5, correspondientes a dos proyectos que requieren igual inversión, pero que son alternativas para obtener un mismo fin, o sea, son excluyentes entre sí, y que presentan diferencias en la recepción de ingresos futuros netos.

Cuadro 15.5

Ejemplo de flujos divergentes en la aplicación de TIR y VAN en jerarquización de proyectos				
Proyecto	Periodo			
	0	1	2	3
A	−12.000	1.000	6.500	10.000
B	−12.000	10.000	4.500	1.000

La TIR del proyecto A es 16,39%, mientras que la del proyecto B es 20,27%. De esto podría concluirse que el proyecto B debería ser aceptado.

Sin embargo, si se analiza el VAN se observan resultados diferentes, que dependen de la tasa de descuento pertinente para el proyecto. Los VAN que se obtienen a diferentes tasas son lo que muestra el cuadro 15.6.

Cuadro 15.6

Valores actuales netos resultantes de diferentes tasas de descuento				
Proyecto	Tasa de descuento			
	5%	10%	11,72%	15%
A	3.486	1.947	1.274	360
B	2.469	1.561	1.274	756

[7] Dado que:

$$VAN = \sum_{t=1}^{n} \frac{BN_t}{(1+i)^t} - I_0$$

que:

$$TIR = \sum_{t=1}^{n} \frac{BN_t}{(1+r)^t} - I_0 = 0$$

el VAN en la primera ecuación podrá ser cero sólo si $r = i$.

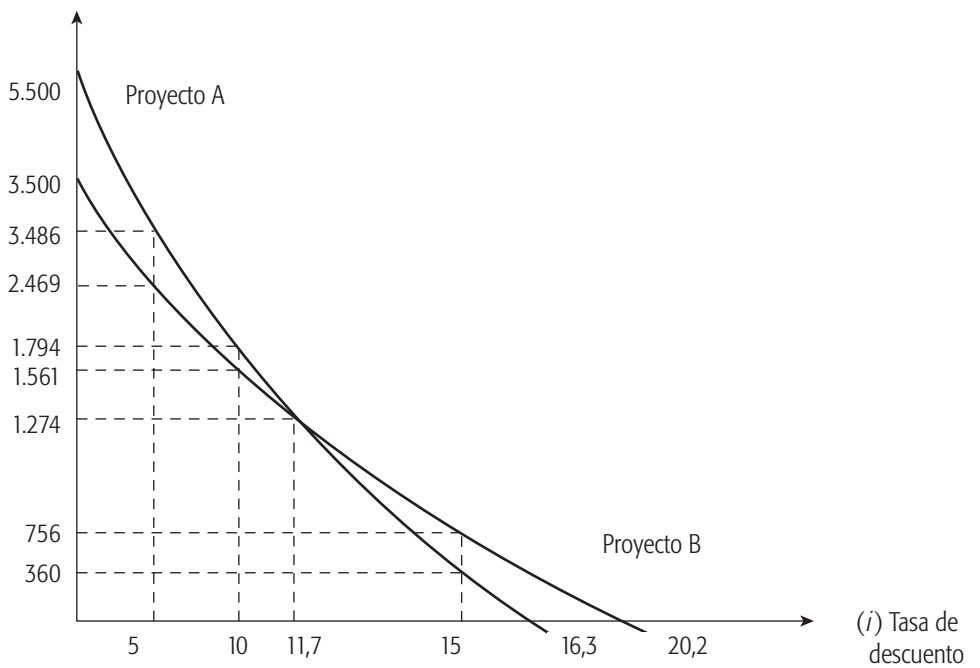
Mientras la tasa es superior a 11,72%, el VAN y la TIR coinciden en aceptar el proyecto B. Sin embargo, si la tasa es inferior a 11,72%, el VAN es mayor para el proyecto A, siendo el resultado contradictorio con el entregado por la TIR.

Esta situación se aprecia mejor en el gráfico 15.3.

La diferencia de los resultados que proporcionan ambas técnicas se debe a los supuestos en que cada una está basada. Mientras que el criterio de la tasa interna de retorno supone que los fondos generados por el proyecto serían reinvertidos a la tasa de rentabilidad del proyecto, el criterio del valor actual neto supone una reinversión a la tasa de descuento de la empresa.

Si se supone que la empresa actúa con un criterio de racionalidad económica, ella invertirá hasta que su beneficio marginal sea cero (VAN del último proyecto igual cero); es decir, hasta que su tasa de rentabilidad sea igual a su tasa de descuento. Si así fuese, un proyecto con alta TIR difícilmente podrá redundar en que la inversión de los excedentes generados por él reditúen igual tasa de rendimiento. Sin embargo, según el supuesto de eficiencia económica, la empresa reinvertirá los excedentes a su tasa de descuento, ya que si tuviera posibilidades de retornos a tasas mayores, ya habría invertido en ellas. Hay que señalar que algunos autores cuestionan el supuesto de que la TIR reinvierte los flujos del proyecto a la misma tasa.

Gráfico 15.3 Proyectos A y B respecto a la tasa de descuento



Por otra parte, si el VAN proporciona una unidad de medida concreta de la contribución de un proyecto para incrementar el valor de la empresa, éste debe ser el criterio que tendrá que primar en la evaluación.[8]

15.5 Otros criterios de decisión

Muchos otros métodos se han desarrollado para evaluar proyectos, aunque todos son comparativamente inferiores al valor actual neto; algunos por no considerar el valor tiempo del dinero y otros porque, aunque lo consideran, no entregan una información tan concreta como aquél.

Uno de los criterios tradicionales de evaluación bastante difundido es el del periodo de recuperación (*PR*) de la inversión, mediante el cual se determina el número de periodos necesarios para recuperar la inversión inicial, resultado que se compara con el número de periodos aceptable por la empresa. Si los flujos fuesen idénticos y constantes en cada periodo, el cálculo se simplifica a la siguiente expresión:

15.22

$$PR = \frac{I_0}{BN}$$

donde *PR,* periodo de recuperación, expresa el número de periodos necesarios para recuperar la inversión inicial I_0 cuando los beneficios netos generados por el proyecto en cada periodo son *BN*.

Por ejemplo, si la inversión fuese de $2.000 y los beneficios netos anuales de $400, el *PR* sería de:

$$PR = \frac{2.000}{400} = 5$$

---

[8] Normalmente, al jerarquizar proyectos de distinta vida útil, surge la duda de si se deben o no evaluar en un mismo horizonte de tiempo.
Un planteamiento es que no se hace así, el proyecto de menor duración queda en desventaja relativa, puesto que no se consideraría que los recursos generados por él se puedan reinvertir y generar más fondos entre el periodo de su finalización y el término de la alternativa con que se compara.
Sin embargo, una empresa que es eficiente en sus decisiones habrá implementado todos aquellos proyectos cuyo VAN sea positivo o, en otras palabras, su tasa de rendimiento será mayor que la tasa de descuento. Por tanto, cualquier inversión marginal se hará a la tasa de descuento. En este caso, el VAN marginal de invertir los excedentes del proyecto de menor duración durante el periodo necesario para igualar la finalización del proyecto más largo será cero y, en consecuencia, irrelevante. Es decir, no tendría sentido igualar las duraciones de las alternativas.
Pero si la empresa no se encuentra maximizando su potencial generador de utilidades, por incapacidad gerencial, restricción en sus oportunidades de financiamiento, etcétera, la inversión de los excedentes del proyecto más corto a una tasa de rendimiento superior a la tasa de descuento dará un VAN marginal positivo. En este caso sí sería necesaria la igualación de sus duraciones.
Teóricamente se han planteado muchas maneras de igualar los flujos. Por ejemplo, suponer que ambos proyectos son reiterativos hasta tal cantidad de veces como sea necesario para que coincidan sus finalizaciones. Sus limitaciones son obvias. Otra forma consiste en suponer que el proyecto más largo se liquida en la finalización del más corto. Para ello se considera un valor de liquidación que incrementa el flujo de caja del último periodo.

Es decir, en cinco años se recupera la inversión nominal.

Si el flujo neto difiriera entre periodos, el cálculo se realiza determinando por suma acumulada el número de periodos que se requiere para recuperar la inversión.

Suponiendo una inversión de $3.000 y los flujos que se muestran en el cuadro 15.7, se obtendría:

Cuadro 15.7

Año	Flujo anual	Flujo acumulado
1	500	500
2	700	1.200
3	800	2.000
4	1.000	3.000
5	1.200	
6	1.600	

En este ejemplo la inversión se recupera al término del cuarto año.

La ventaja de la simplicidad de cálculo no logra contrarrestar los peligros de sus desventajas. Entre éstas cabe mencionar que el criterio ignora las ganancias posteriores al periodo de recuperación, subordinando la aceptación a un factor de liquidez más que de rentabilidad. Tampoco considera el valor tiempo del dinero, al asignar igual importancia a los fondos generados el primer año con los del año *n*.

Lo anterior se puede solucionar si se descuentan los flujos a la tasa de descuento y se calcula la suma acumulada de los beneficios netos actualizados al momento cero.

Descontando los flujos a la tasa del 10% anual, en el ejemplo anterior se tendrían los resultados del cuadro 15.8.

Cuadro 15.8

Año	Flujo anual	Flujo actualizado	Flujo acumulado
1	500	454,54	454,54
2	700	578,48	1.033,02
3	800	601,04	1.634,06
4	1.000	683,00	2.317,06
5	1.200	745,08	3.062,14
6	1.600		

Esto indica que la inversión se recuperaría en un plazo cercano a cinco años.

Otro criterio comúnmente utilizado es el de la tasa de retorno contable (TRC), que define una rentabilidad anual esperada sobre la base de la siguiente expresión:

15.23

$$TRC = \frac{BN}{I_0}$$

donde *TRC* es una razón porcentual entre la utilidad esperada de un periodo y la inversión inicial requerida.

Con las cifras del ejemplo utilizado en la explicación del periodo de recuperación, puede determinarse la tasa de retorno contable como sigue:

$$TRC = \frac{400}{2.000} = 0,20$$

Como puede apreciarse, este criterio es el inverso del periodo de recuperación y, por tanto, sus desventajas son similares.

Ciertas modificaciones a este criterio, como la de definir una utilidad contable en lugar del flujo de caja, sólo han incrementado sus deficiencias.

Cuando se evalúa un proyecto individual, la tasa interna de retorno, como se señaló, constituye una medida adecuada de decisión. El siguiente planteamiento demuestra el grado de error que conlleva la tasa de retorno contable y el periodo de recuperación de la inversión. Para ello, se trabajará sobre la base de flujos uniformes en el tiempo.

Como se ha visto, la TIR se obtiene de calcular el *r* en la siguiente ecuación:

15.24

$$I_0 = \frac{BN_1}{1+r} + \frac{BN_2}{(1+r)^2} + \ldots + \frac{BN_n}{(1+r)^n}$$

que puede expresarse como:

15.25

$$I_0 = \frac{BN}{1+r}\left[1 + \frac{1}{1+r} + \frac{1}{(1+r)^2} + \ldots + \frac{1}{(1+r)^{n-1}}\right]$$

Luego, la TIR es:

15.26

$$r = \frac{BN}{I_0} - \frac{BN}{I_0}\left[\frac{1}{1+r}\right]^n$$

Puesto que se definió la tasa de retorno contable con la división de BN entre I_0, puede reemplazarse en la ecuación anterior, de tal manera que:

15.27

$$r = TRC - TRC\left[\frac{1}{1+r}\right]^n$$

Despejando *TRC,* se obtiene:

15.28

$$TRC = \frac{r}{1-\left[\frac{1}{1+r}\right]^n}$$

Luego si la TIR es 10% y los periodos de evaluación fuesen 10, la TRC sería:

$$TRC = \frac{0{,}10}{1-\left[\frac{1}{1+0{,}010}\right]^{10}} = 0{,}163$$

Como *r* = 10, la TRC sobrestima la rentabilidad del proyecto en 0,063 (6,3%).[9] Al calcular esta variabilidad para distintos valores de la TIR y del *n,* se obtiene el cuadro 15.9 que indica puntos porcentuales de desviación de la tasa de retorno contable sobre la tasa interna de retorno. En todos los casos considerados en este cuadro existe una sobrestimación en la evaluación del proyecto basado en los criterios de periodo de recuperación o tasa de retorno contable.

Cuadro 15.9

Puntos porcentuales de desviación de la tasa de retorno sobre la TIR				
n	TIR			
	2%	5%	10%	20%
5	+ 48,8	+ 18,1	+ 8,0	+ 3,0
10	+ 47,6	+ 16,4	+ 6,3	+ 1,8
20	+ 45,4	+ 13,4	+ 3,9	+ 0,7
40	+ 41,7	+ 9,1	+ 0,9	+ •

Un tercer criterio tradicionalmente utilizado en la evaluación de proyectos es la razón beneficio-costo (RBC). Cuando se aplica teniendo en cuenta los flujos no des-

[9] Nótese que la variación de 6,3% absoluto equivale en realidad al 63% de error sobre la TIR del 10%.

contados de caja, conlleva a los mismos problemas ya indicados respecto del valor tiempo del dinero. Estas mismas limitaciones han inducido a utilizar factores descontados. Para ello simplemente se aplica la siguiente expresión:

15.29

$$RBC = \frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{Y_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^{n} \frac{E_t}{(1+i)^t}}$$

que no es otra cosa que una variación de la ecuación 15.15 para calcular el VAN, en la cual se restaba el denominador al numerador de la ecuación 15.29.

Una manera diferente de presentar este indicador es:

15.30

$$\frac{\sum_{t=0}^{n} \frac{Y_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^{n} \frac{E_t}{(1+i)^t}}$$

donde:
Y = Ingresos
E = Egresos (incluida la inversión I_0)

Esta interpretación es más lógica respecto de los beneficios (ingresos) y costos (egresos con I_0 incluida).

Es fácil apreciar que ambas fórmulas proporcionan igual información. Cuando el VAN es cero (ambos términos de la resta son idénticos) la RCB es igual a 1. Si el VAN es superior a cero, la RBC será mayor que 1.

Las deficiencias de este método respecto al VAN se refieren a que éste entrega un índice de relación, en lugar de un valor concreto; requiere mayores cálculos, al hacer necesarias dos actualizaciones en vez de una, y se debe calcular una razón, en lugar de efectuar una simple resta.

Un método generalmente utilizado para comparar proyectos con distinta vida útil es el del valor anual neto equivalente (VAE), cuando las opciones que se comparan tienen diferentes beneficios asociados, o el del costo anual equivalente, cuando sólo difieren los costos.

El VAE se determina calculando primero el VAN del proyecto y después se equivalencia como flujo constante. Esto es:

15.31

$$VAE = \frac{VAN}{\sum_{t=1}^{n} \frac{1}{(1+i)^t}}$$

Por ejemplo, si se comparan dos proyectos que presentan la siguiente información, el VAN del proyecto A es mejor que el del proyecto B. Sin embargo, su VAE indica lo contrario, como se aprecia en el cuadro 15.10.

Cuadro 15.10

Concepto	Vida útil	VAN	VAE	i
Proyecto A	9 años	3.006	630	15%
Proyecto B	6 años	2.975	786	15%

Quienes plantean este modelo señalan que el VAN no puede usarse para comparar opciones con distinta vida útil, ya que no considera el incremento en la riqueza anual del inversionista.

Alternativamente proponen "repetir" ambos proyectos tantas veces como sea necesario para que finalicen en un mismo momento. Por ejemplo, para el caso anterior, ambos proyectos deberían evaluarse en un horizonte de 18 años, asumiendo que el primero se repite dos veces y el segundo tres veces.

Ambas propuestas, sin embargo, tienen un supuesto que debe ser evaluado en cada situación antes de ser utilizado: todas las opciones pueden repetirse en las mismas condiciones de la primera vez sin que se modifique su proyección de flujos, por cambios en la competencia ni por ningún otro factor.

Si los proyectos que se evalúan son para determinar qué maquinaria usar, es muy probable que los métodos señalados sean válidos, pero si los proyectos que se evalúan son de carácter comercial, es muy posible que al término del sexto año la empresa no encuentre un proyecto tan rentable como el B y, si es eficiente, deberá invertir a su tasa de costo de capital (siendo eficiente, ya habrá invertido en todos los proyectos que rindan sobre su tasa de costo del capital). Siendo así, el VAN de todo proyecto que haga desde ese momento será cero, con lo cual vuelve a ser más atractivo al proyecto que, en definitiva, exhiba el mayor VAN.

El VAE o la suposición de replicar varias veces el proyecto sólo será válido cuando el supuesto de repitencia pueda ser probado.

Una manera de corregir el efecto de vidas útiles diferentes será incorporando un mayor valor de desecho al equipo de mayor vida útil al momento de la vida útil del de menor duración.

15.6 Efectos de la inflación en la evaluación del proyecto

Del análisis realizado al inicio del presente capítulo se puede deducir que una inversión es el sacrificio de un consumo actual por otro mayor que se espera en el futuro. Al ser esto así, lo que debe ser relevante en la evaluación de un proyecto son los flujos reales, en lugar de sus valores nominales. En economías con inflación, en consecuencia, los flujos nominales deberán convertirse a moneda constante, de manera tal que toda información se exprese en términos de poder adquisitivo del periodo cero del proyecto, suponiendo que éste representa el periodo en que se evaluará económicamente.

La incorporación de la inflación como factor adicional a la evaluación de proyectos supone procedimientos similares, cualquiera sea el criterio utilizado. Dicho procedimiento implica que tanto la inversión inicial como el flujo de caja y la tasa de descuento deben ser homogéneos entre sí; es decir, deben estar expresados en moneda constante de igual poder adquisitivo. Para ello, lo más simple es trabajar con los precios vigentes al momento de la evaluación. En este caso, la ecuación 15.19 se aplica directamente.

Si los flujos tuvieran incorporada la expectativa de la inflación, tanto en sus ingresos como en sus egresos, el *VAN* se calculará de la siguiente manera:

15.32

$$VAN = \sum_{t=1}^{n} \frac{Bn_t}{\left[(1+i)(1+\phi)\right]^t} - I_0$$

donde $(1 + \phi)$ representa el factor de descuento de los flujos por el efecto de la inflación (ϕ).

Sin embargo, para que la ecuación 15.32 se pueda utilizar correctamente, debe existir la condición de que toda la inversión inicial tenga el carácter de no monetaria.[10] Pero son muchos los proyectos que requieren una inversión significativa en activos monetarios; por ejemplo, aquellas inversiones en capital de trabajo como efectivo o cuentas por cobrar que ven disminuido el poder adquisitivo de la inversión por efectos de la inflación. Cuando la inversión inicial está compuesta, parcial o totalmente, por elementos monetarios, en cada periodo posterior a la evaluación habrá una pérdida de valor por inflación, que deberá descontarse de los flujos de efectivo en los periodos correspondientes.

Si la inversión estuviera en moneda constante, pero tuviera un componente parcial de activos monetarios, y el flujo de caja también está en moneda constante, el VAN del proyecto resulta de la siguiente formulación:

---

[10] No monetarios son aquellos bienes reales que no modifican su valor real en épocas de inflación (inventarios, equipos, deuda en moneda extranjera), mientras que monetarios son aquellos que sí se modifican (efectivo en caja, cuentas por cobrar o pagar en moneda nacional).

$$VAN = \sum_{t=1}^{n} \frac{BN_t - \left[\frac{{I_0}^m}{(1+\phi)^t}\right] x\phi}{(1+i)^t} - I_0$$

donde el factor

$$\frac{{I_0}^m}{(1+\phi)} x\phi$$

representa la pérdida por inflación que afecta la parte de la inversión inicial que tiene un carácter monetario (I_0^m).

Al descontar esta pérdida por inflación, el numerador de la sumatoria queda expresado en la moneda real del periodo cero, con lo cual la evaluación se realiza sobre bases más exactas.

Nótese que para calcular la TIR en estas condiciones el procedimiento es idéntico. Bastará con hacer el VAN igual a cero en la ecuación 15.33 y buscar la tasa *r* (*i*, en la ecuación) que haga factible ese resultado.

Por otra parte, si se considera la posibilidad de endeudamiento para financiar la inversión inicial, parcial o totalmente, surgen dos efectos complementarios similares. Primero, teniendo el endeudamiento una tasa de interés fija por periodo, el monto real que hay que pagar por este concepto se abarata en presencia de inflación. Segundo, al amortizarse el préstamo en un periodo futuro, también se genera una ganancia por inflación derivada del pago diferido de una cantidad fija.

Aquí no interesa analizar si el prestatario ha recargado a la tasa de interés cobrada un factor adicional por sus propias expectativas de una tasa de inflación. Lo que realmente interesa es corregir los flujos de caja del proyecto, de manera que expresen la situación real esperada.

Para aclarar estos conceptos, supóngase la existencia de un proyecto que ofrece el flujo de caja del cuadro 15.11.

Cuadro 15.11

Periodo	Flujo neto
0	–1.000
1	200
2	400
3	700

Si el 20% de la inversión del año cero fuera financiada con un préstamo amortizable a fines del tercer año en una sola cuota, si la tasa de interés es de 15% cancelable anualmente y si la inflación esperada fuese de 10% anual, se tendría un flujo por financiamiento como el que muestra el cuadro 15.12.

Cuadro 15.12

Flujo por financiamiento				
Periodo	**Intereses**	**Amortización**	**Préstamo**	**Flujo total**
0			200	200
1	–30			–30
2	–30			–30
3	–30	–200		–230

Como se mencionó, el desembolso de los intereses y la amortización generan una ganancia por inflación que se calcula aplicando al flujo un factor de descuento por inflación, de manera que:

$$200 + \frac{-30}{(1+0{,}10)} + \frac{-30}{(1+0{,}10)^2} + \frac{-230}{(1+0{,}10)^3}$$

con lo que se tiene:

$$200 - 27{,}07 - 24{,}79 - 172{,}80$$

El cuadro 15.13 muestra el resultado de combinar el flujo del proyecto con el flujo del financiamiento.

Cuadro 15.13

Periodo	Flujo proyecto	Financiamiento	Flujo neto[11]
0	–1.000	200,00	–800,00
1	200	–27,07	172,93
2	400	–24,79	375,21
3	700	–172,80	527,20

Al generalizar este último caso puede plantearse la siguiente ecuación:

15.34

$$\sum_{t=1}^{n} \frac{BN_t - \left[\frac{jI_0^p}{(1+\phi)^t} + \frac{I_0^p}{(1+\phi)^n}\right]}{(1+i)^t} - \left(I_0 - I_0^p\right)$$

donde j representa la tasa de interés del préstamo e I_0^p el monto de la inversión financiada con préstamo. En el caso de que hubiera devoluciones parciales del préstamo, deberá cambiarse la potencia n por t en el factor que la actualiza.

[11] El VAN de este flujo necesariamente será mayor que el del proyecto original, puesto que éste incorpora el efecto de la inflación por pagos diferidos de la amortización y de un interés anual constante, que generan ganancias por inflación. En el caso general, deberá compararse las ganancias por el capital y las pérdidas por los intereses.

Obviamente, es posible combinar las variables de financiamiento y de inversión en activos monetarios. Para ello, bastaría reemplazar el BN_t de la ecuación 15.34 por todo el numerador de la sumatoria de la ecuación 15.33. Igual a como se señaló anteriormente, la TIR en este caso se calcula haciendo el VAN igual a cero y determinando la tasa *r* correspondiente.

También es posible agregar las expectativas de inflación de los inversionistas que aportan capital propio. Sin embargo, puesto que su inclusión se efectúa modificando la tasa de descuento, este análisis se dejará para el capítulo siguiente, en el cual se trata en detalle la determinación de la tasa de descuento pertinente para el proyecto.

Por otra parte, si se evalúa en función de la tasa interna de retorno, surgen consideraciones que llevan a tratar los conceptos de tasas nominal y real de interés. Esto porque con inflación la TIR no se constituye en una medida real de la rentabilidad de un proyecto.

Recordando la ecuación para calcular la TIR, se tiene:

$$\sum_{t=1}^{n} \frac{BN_t}{(1+r)^t} - I_0 = 0$$

En este caso, se define *r* como la tasa nominal del proyecto. Es nominal porque no ha sido corregida respecto al efecto de inflación. En presencia de ésta, puede modificarse la expresión anterior, separando el factor inflación del factor rendimiento. En este caso, se tiene:

15.35

$$\sum_{t=1}^{n} \frac{BN}{(1+R)^t (1+\phi)} - I_0 = 0$$

donde *R* es la tasa de rentabilidad real del proyecto y $(1+r)^t = (1+R)^t(1+\phi)^t$.

Luego, basta despejar *R* de la ecuación 15.35 para obtener la tasa real. Esto es:

15.36

$$R = \frac{r-\phi}{1+\phi}$$

Puesto que el objeto de la TIR es ser comparada con una tasa de corte, se presenta como alternativa la de calcular la tasa nominal y compararla con una tasa de corte incrementada por el factor inflación.

Igual a como se trató el financiamiento, en el modelo pueden y deben incluirse todas aquellas variables que impliquen pérdidas o ganancias por inflación.

Resumen

En este capítulo se presentaron los principales criterios utilizados en la evaluación de proyectos de inversión. Frente a las limitaciones de los métodos que no consideran el valor tiempo del dinero, se presentan dos alternativas de evaluación: el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). Si bien ambas tienen ventajas sobre aquéllos, el VAN es en todos los casos superior a la TIR. Quizás en favor de la TIR sólo se pueda plantear, en esta comparación, la mayor facilidad de comprensión de los ejecutivos, que ven en una tasa de rentabilidad una unidad de medida menos compleja que una cantidad de dinero neta expresada en términos actualizados. Las fuertes limitaciones tratadas en este capítulo la hacen, sin embargo, no recomendable para la decisión. La posibilidad de tasas múltiples, y suponer que los beneficios netos generados son reinvertidos a la misma tasa interna de retorno del proyecto son las principales deficiencias del método, que pueden conducir a decisiones de inversión equivocadas.

Un objetivo especial de este capítulo era dejar de manifiesto la importancia de incluir el análisis de los efectos de la inflación en la evaluación del proyecto. La evaluación, para que tenga sentido de ser, debe tener un carácter lo más realista posible. Sólo así podrá compararse el sacrificio de consumo presente con los mayores ingresos futuros esperados. En consecuencia, será preciso incorporar las ganancias y pérdidas por inflación que se generan sobre los flujos de caja. Si bien se recomienda trabajar con ingresos y egresos expresados en moneda constante, para obviar el problema de inflación en los montos no puede desconocerse la posibilidad bastante real de la existencia de activos monetarios en la inversión inicial o de una fuente de financiamiento con capital ajeno a tasas de interés nominales constantes que afectarán la valoración real de los flujos de caja del proyecto.

Preguntas y problemas

1. Señale en qué circunstancias las técnicas de evaluación *TIR* y *VAN* pueden conducir a resultados contradictorios y cuándo pueden proporcionar igual resultado. Grafique esta última situación y explique qué ocurriría cuando se desea jerarquizar proyectos.
2. Un inversionista desea efectuar la evaluación de un proyecto, cuya vida útil se encuentra condicionada a la duración de concesión otorgada, correspondiente a 40 años. Sin embargo, dicho inversionista no estaba seguro de cómo abordar la evaluación, siendo uno de los puntos más confusos el horizonte de evaluación del proyecto. ¿Qué le recomendaría al respecto como experto en la materia?

Comente las siguientes afirmaciones:

a. Un proyecto que tenga un *VAN* negativo puede tener utilidades, y uno que tenga un *VAN* positivo puede tener pérdidas.

b. La tasa interna de retorno mide el costo máximo del capital que puede resistir el proyecto.

c. El valor actual de los beneficios brutos descontados a la *TIR* del proyecto son siempre iguales al valor actual de los costos más la inversión, descontadas a esa misma *TIR*.

d. El valor actual neto es el método más adecuado para elegir entre proyectos de distinta vida y distinta inversión.

e. El criterio de la tasa interna de retorno sirve para optar entre proyectos mutuamente excluyentes que tienen la misma inversión inicial.

f. Todo proyecto que muestre una evaluación positiva debe realizarse en el más breve plazo.

g. Cuando los recursos no alcanzan para implementar todos los proyectos rentables, el uso de la tasa interna de retorno sigue siendo el método más razonable.

h. Si la tasa interna de retorno es positiva, el valor actual neto también lo es.

i. Si la tasa marginal interna de retorno de un proyecto es mayor que cero, entonces convendrá aumentar el tamaño de un proyecto.

j. Si baja la tasa de interés, subirá el peso promedio de los novillos que se envían al matadero.

k. Uno debería estar indiferente entre dos proyectos excluyentes que, teniendo igual TIR, tienen también igual flujo de beneficios brutos.

l. Si la inversión de un proyecto excede la capacidad financiera del inversionista, será preferible hacer una versión reducida del proyecto que tenga un *VAN* positivo, antes que no hacer nada.

Preguntas y problemas

m. Un proyecto que presenta un *VAN* igual a cero no debe implementarse, ya que no genera utilidades al inversionista.

n. Los cambios en la tasa de retorno requerida determinarán cambios en el precio del producto que se elabore si se llega a implementar el proyecto.

ñ. Ningún proyecto debe evaluarse a un horizonte de más de 30 años, ya que después de esa fecha las cifras traídas a valor actual no son relevantes.

o. Las técnicas del *VAN* y de la *TIR* pueden utilizarse indistintamente para determinar la conveniencia o inconveniencia de desarrollar una determinada inversión. Sus resultados permiten llegar a las mismas conclusiones, razón por la cual da lo mismo la adopción de uno u otro criterio de evaluación.

p. La *TIR* y la tasa de descuento representan el costo de oportunidad del inversionista cuando el *VAN* es igual a cero.

q. Todo proyecto que entregue un flujo negativo deberá ser rechazado.

Material complementario

Ejercicios recomendados del texto complementario *Evaluación de proyectos, guía de ejercicios, problemas y soluciones*, de José Manuel Sapag, McGraw–Hill, tercera edición, 2007:

1 Compañeros
2 Ahorro
3 Lotería
4 Contrato
5 Préstamo
6 Periodos
7 Cuotas
8 Valor presente
9 Testamento
10 Depósito
61 Ferrocarriles del Sur

Bibliografía

Aluja, Gil. Incidencia de la inflación en las inversiones de la empresa. En: *Alta dirección*. (57):91-103, 1974.

Archer, S., G.M. Choate y G. Racette. *Financial Management*. New York: Wiley, 1979.

Bierman, H. y S. Smidt. *El presupuesto de bienes de capital*. México: Fondo de Cultura Económica, 1977.

De Pablo, Juan C. Evaluación de proyectos e inflación. En: *Administración de empresas*. (73):27-32,1976.

Helfer, Erich A. *Técnicas de análisis financiero*. Madrid: Labor, 1975.

Lerner, Eugene. *Managerial Finance*. New York: Harcourt Brace, 1971.

Levi, H. y M. Sarnat. *Investment and Portfolio Analysis*. New York: Wiley, 1972.

Lorie H. y Savage, L. Three Problems in Rationing Capital. In: *Foundation for financial Management*. Homewood, I11.; Irwin, 1966.

Messuti, Domingo. Las decisiones financieras y los cambios en el nivel general de precios. En: *Administración de empresas*. (1):27-45, 1970.

Newman, Donald. *Análisis económico en ingeniería*. México: McGraw-Hill, 1984.

Pérez-Caraballo, Ángel. Impacto de la inflación en la evaluación de proyectos de inversión. En: *Alta dirección*. (74):43-58 y (75):27-34, 1977.

Philippatos, George C. *Financial Management Theory and Technique*. San Francisco: Holden-Day, 1973.

Porterfiel, James T. *Decisiones de inversión y costos de capital*. México: Herrero Hnos., 1967.

Pritchard, Robert. *Operational Financial Management*. Englewood Cliffs, New. Jersey: Prentice-Hall, 1977.

Ramírez, Octavio. Presupuestación de capital bajo condiciones de inflación. En: *Temas administrativos*. (32):4-7, 1978.

Renwick, Fred. *Introduction to Investment and Finance*. Macmillan, 1971.

Schall, L. y CH. Haley. *Administración financiera*. México: McGraw-Hill, 1983.

Schultz, R.G. y R.E. Schultz. *Basic Financial Management*. Intext Educational Publishers, 1972.

Van Horne, James. *Administración financiera*. Buenos Aires: Ediciones Contabilidad Moderna, 1976.

Viscione, Jerry A. *Financial Analysis Principles and Procedures*. Boston: Houghton Mifflin, 1977.

Weston, F. y E. Brigham. *Finanzas en administración*. México: Interamericana, 1977.

Capítulo 16

Tasa de descuento*

El objetivo de este capítulo es establecer las pautas generales que se deben considerar en el cálculo de la tasa de descuento pertinente para evaluar un proyecto.

Una de las variables que más influyen en el resultado de la evaluación de un proyecto es la tasa de descuento empleada en la actualización de sus flujos de caja. Aun cuando todas las variables restantes se hayan proyectado en forma adecuada, la utilización de una tasa de descuento inapropiada puede inducir un resultado errado en la evaluación.

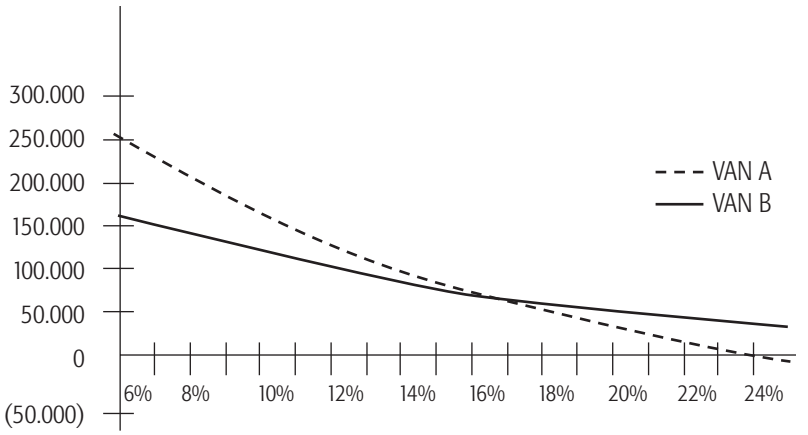
Si se considera la tasa de descuento como una función continua, el VAN de ambos proyectos se comportaría como se aprecia en el gráfico 16.1.

La importancia de este factor, sin embargo, no es comúnmente reconocida en toda su magnitud, observándose proyectos en los cuales todos los estudios parciales se desarrollan con un alto grado de profundidad, pero adolecen de una superficialidad inexplicable en el cálculo de la tasa de actualización.

Como se explicó en el capítulo anterior, el VAN de dos proyectos que se comparan cambia según la tasa de actualización que se emplee. Esto también se muestra en el gráfico 16.1.

* Debemos mencionar las contribuciones aportadas por José Manuel Sapag y Rodrigo Fuentes D.

Gráfico 16.1 Relación VAN/Tasa de descuento



16.1 El costo de capital

El costo de capital corresponde a aquella tasa que se utiliza para determinar el valor actual de los flujos futuros que genera un proyecto y representa la rentabilidad que se le debe exigir a la inversión por renunciar a un uso alternativo de los recursos en proyectos de riesgos similares. Si en un mismo proyecto se usan diferentes tasas de descuento, podría observarse cómo cambia la decisión de elegir por el VAN entre dos opciones en el mismo gráfico 16.1

Toda empresa o inversionista espera ciertos retornos por la implementación de proyectos de inversión. Inicialmente se desarrollan diversos sistemas para determinar e incorporar el costo capital, como las razones precio/utilidad, los dividendos esperados, los retornos esperados de la acción, los retornos sobre proyectos marginales, etcétera. Ninguno de estos métodos tradicionales incorpora el factor de riesgo asociado con la inversión.

Si los proyectos estuviesen libres de riesgo, no habría mayor dificultad en determinar el costo del capital, ya que bastaría usar como aproximación el retorno de los activos libres de riesgo como, por ejemplo, la rentabilidad de los pagarés de gobierno. No obstante, la gran mayoría de los proyectos no están libres de riesgo, por lo que se les debe exigir un premio por sobre la tasa libre de riesgo, el que dependerá de cuán riesgoso sea el proyecto.

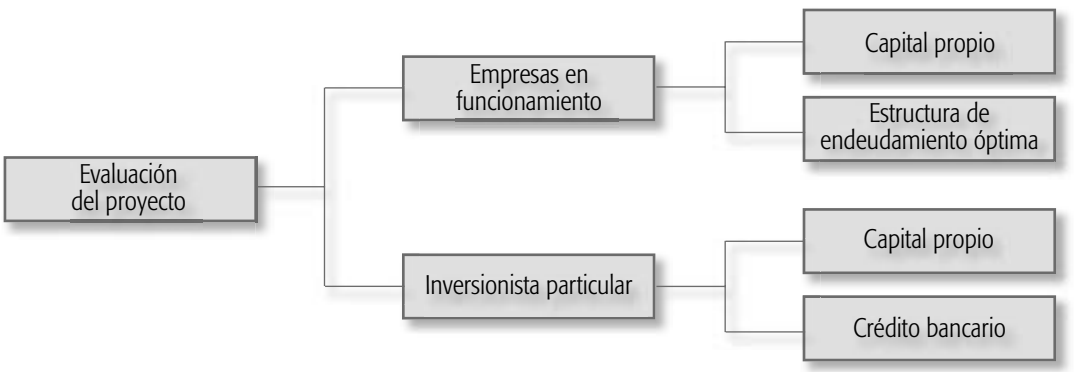
Una de las dificultades frecuentes que enfrenta el preparador y evaluador de proyectos para la actualización de los flujos proyectados tiene relación con la determinación del costo de capital, ya que por una parte no existe una metodología común, y por otra, existe un factor importante relacionado con la dificultad para obtener información para su cálculo. Es por eso que muchas veces se determinan tasas de des-

cuentos estimadas por intuición, lo que sin duda puede generar grandes distorsiones en la asignación de recursos, a tal punto que se puede recomendar una iniciativa que no necesariamente es viable, o rechazar una que sí lo sea.

La estimación del costo de capital es un punto de constante controversia entre los analistas. Un estudio realizado por McKinsey y la Escuela de Negocios de la Universidad de Chicago determinó que el 42% de los analistas y académicos utilizan modelos lineales basados en el CAPM[1] (Modelo de Valorización de Activos de Capital) para la estimación del costo de capital o tasa de descuento relevante, el 14% utiliza modelos multifactoriales, el 10% utiliza tasas de descuento basadas en políticas corporativas y el 34% restante en lo que llaman "olfato".

Sin embargo, más allá de pronunciarse acerca de cuál es el método más adecuado, es preferible señalar cuándo resulta conveniente utilizar un método u otro y cuáles debieran ser las aprensiones que hay que tener en consideración al momento de calcular el costo de capital. Para ello, nos situaremos en los cuatro distintos escenarios que muestra el gráfico 16.2, pues la génesis del proyecto en estudio genera efectos diferentes en la estimación del costo de capital.

Gráfico 16.2 Escenarios en la evaluación de un proyecto



Escenario A: Empresa en funcionamiento con capital propio

Si la idea del proyecto en estudio lo está llevando a cabo una empresa que no tiene deuda o que dispone de un grado de endeudamiento transitorio que no representa su estructura de endeudamiento óptima de largo plazo, y pretende financiar el proyecto con recursos propios o solicitar un crédito específico para su financiamiento, en un plazo conocido, la tasa de descuento relevante para el descuento de los flujos deberá estimarse en función del K_e, es decir, en función del retorno exigido al patrimonio, parámetro que puede ser estimado por CAPM, utilizando el beta desapalancado o sin deuda, de la industria en la cual operará el proyecto.

[1] Capital Asset Pricing Model.

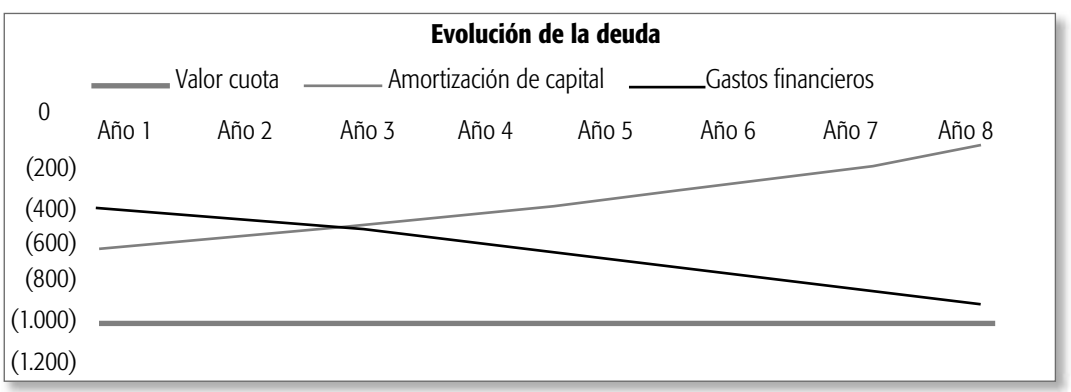
Aun cuando la empresa solicite un crédito específico para el financiamiento del proyecto, los analistas coinciden en que su tasa de descuento relevante debiera ser K_e y no aquella basada en el costo promedio ponderado, ya que, al ser un crédito específico, cada vez que la empresa amortiza capital en el pago de las distintas cuotas, la relación deuda/activos disminuye, hasta que llegue un momento en el cual la deuda se haga cero, momento en el cual se igualan los activos con el patrimonio. Cuando ello ocurre, la relación deuda/activos es cero y la relación patrimonio/activos es 1, con lo cual se igualan K_o con K_e, tal como se muestra en la siguiente ecuación:

$$k_o = r_{wacc} = K_d * \frac{D}{A} + K_e * \frac{P}{A}$$

Como se puede observar, cuando la deuda es cero, el primer componente del lado derecho de la ecuación se hace cero y, por tanto, el rendimiento exigido a los activos se iguala al rendimiento exigido al patrimonio, ya que, al no haber deuda, los activos se igualan con el patrimonio. Si bien es cierto que cuando se adquiere deuda el ponderador deuda/activos es distinto de cero, también sucede que cada vez que se paga deuda, el patrimonio aumenta por este hecho, por lo que, en estricto rigor, cada vez que se amortiza capital, la tasa de descuento ponderada cambia.

La siguiente situación explica esto: suponga que una empresa que tiene un costo patrimonial de 14% pretende llevar a cabo un proyecto cuya inversión total alcanza los $12.000. Si sólo dispone de capital propio de $7.000, deberá solicitar un crédito por $5.000; si éste es solicitado a un plazo de ocho años, a una tasa de interés del 12% anual, implicaría que se debiera cancelar una cuota anual de $1.007. Si bien la cuota es constante periodo a periodo, los gastos financieros y la amortización de capital difieren, siendo al principio más altos los intereses del crédito que la amortización de capital, debido a que la deuda va disminuyendo progresivamente cada vez que se va amortizando el capital. El gráfico 16.3 ilustra la evolución de la deuda durante los ocho años.

Gráfico 16.3 Evolución de la deuda durante ocho años



Tomando como referencia este comportamiento, se puede señalar que la relación deuda/activos y patrimonio/activos es dinámica en el tiempo, por lo que los ponderadores de la ecuación del costo de capital promedio ponderado, CCPP (o WACC, por sus siglas en inglés), cambian cada vez que se amortiza capital, tal como se muestra en el cuadro 16.1.

Inversión:	$12.000
Patrimonio:	$ 7.000
Crédito:	$ 5.000
Años:	8
Costo de la deuda:	12,0%
Costo patrimonial:	14,0%

Cuadro 16.1

Periodo	Cuota	Gasto financiero	Amortización de capital	Activos	Deuda	Patrimonio	Relación deuda/ activos	Relación patrimonio/ activos	Tasa ponderada
Año 0									
Año 1	1.007	(600)	(407)	12.000	4.593	7.000	38.28%	61.72%	13.2%
Año 2	1.007	(551)	(455)	12.000	4.138	7.407	34.48%	65.52%	13.3%
Año 3	1.007	(497)	(510)	12.000	3.628	7.862	30.24%	69.76%	13.4%
Año 4	1.007	(435)	(571)	12.000	3.057	8.372	25.48%	74.52%	13.5%
Año 5	1.007	(367)	(640)	12.000	2.417	8.943	20.15%	79.85%	13.6%
Año 6	1.007	(290)	(716)	12.000	1.701	9.583	14.18%	85.82%	13.7%
Año 7	1.007	(204)	(802)	12.000	899	10.299	7.49%	92.51%	13.9%
Año 8	1.007	(108)	(899)	12.000	0	11.101	0.00%	100.00%	14.0%
Año 9	0	0	0	12.000	0	12.000	0.00%	100.00%	14.0%
Año 10	0	0	0	12.000	0	12.000	0.00%	100.00%	14.0%

En la última columna de la tabla se observa que del primero al octavo año del proyecto la tasa ponderada va cambiando, debido a que cada vez que se paga una cuota, disminuye la deuda y aumenta el patrimonio; así, cada periodo la tasa ponderada se acerca más a la tasa exigida al patrimonio. De esta manera, una vez que se termina de pagar la deuda, y los activos se igualan con el patrimonio, el CCPP se iguala con el retorno exigido al patrimonio. Es por esta razón que algunos analistas descuentan flujos financiados a la tasa del patrimonio, ya que sostienen que en el largo plazo, una vez que se elimine el endeudamiento, la tasa de descuento relevante para la empresa siempre será el retorno exigido al patrimonio. Justamente por las distorsiones que este método puede generar, diversos analistas utilizan el concepto de VAN ajustado, cuando éste es el caso. Este método consiste en proyectar los flujos del proyecto puro y

descontarlos a la tasa del proyecto y, por otra parte, proyectar independientemente el flujo de la deuda, descontando dichos flujos a la tasa de la deuda, es decir, obteniendo el VAN de la deuda. Una vez estimado ambos VAN, proyecto y deuda, se procede a sumarlos linealmente para obtener el VAN ajustado. La ventaja de este análisis es que se aísla el efecto operacional del financiero, al tratarse de manera independiente, procediéndose posteriormente a fusionar los efectos finales.

Escenario B: Empresa en funcionamiento con estructura de endeudamiento óptima

Cuando el proyecto a estudiar es llevado a cabo por una empresa en funcionamiento que mantiene una estructura de endeudamiento óptima de largo plazo, la situación es distinta, ya que a diferencia de la situación anterior, la relación deuda/activos y patrimonio/activos es estable a través del tiempo, ya que la empresa, para maximizar su valor, mantiene permanente y constantemente un cierto nivel de deuda en el largo plazo. Cuando ello ocurre, la tasa corporativa estimada por CCPP o WACC[2] puede ser representativa.

En efecto, la teoría financiera indica que el valor de la empresa con deuda es mayor al valor de la empresa sin deuda, por el beneficio tributario que genera la posibilidad de imputar a gastos los intereses del crédito. Sin embargo, en la práctica ello tiene un límite, ya que si fuera así, en el extremo sería siempre más beneficioso financiarse 100% con deuda. Sin embargo, cuando el nivel de endeudamiento empieza a aumentar por sobre el nivel óptimo, la empresa comienza a perder valor. Es por ello que se dice que existe un nivel de endeudamiento óptimo o libre de riesgo. Este nivel de deuda libre de riesgo, es decir, totalmente controlable, implica que la probabilidad de *default* o quiebra es muy cercano a cero. Cuando la probabilidad de no pago tiende a cero, el costo del crédito es clasificado como de bajo riesgo; por tanto, no sólo es barato endeudarse, sino que además le permite a la empresa operar en condiciones normales aprovechando las ventajas de crecimiento. Si éste es el caso, el endeudamiento no sólo genera valor a la empresa producto del valor presente del ahorro tributario, sino que también se traspasa parte del riesgo a la institución financiera o financista.

Sin embargo, cuando la empresa tiene un nivel de endeudamiento por sobre un óptimo teórico, el valor de ésta disminuye, debido a que los costos del endeudamiento crecen cuando la probabilidad de caer en *default* aumenta. Esto se evidencia en deudas más caras y en restricciones al acceso a créditos para la ejecución de nuevos negocios. Junto con ello se generan documentos de corto plazo producto de la menor credibilidad de la compañía en el mercado, los cuales no sólo son más caros, sino que además restringen los plazos de pago, restringiendo la operación normal de la empresa.

---

[2] WACC = Weighted Average Cost of Capital.

Cuando la empresa alcanza el nivel óptimo, tiende a mantenerlo en el largo plazo, utilizando tasas corporativas basadas en CCPP para el descuento de los flujos de sus proyectos. Sin embargo, también hay que tener en consideración el nivel de riesgo del proyecto que está evaluando la empresa. En efecto, cuando ésta evalúa la adquisición de una empresa competidora, el lanzamiento de un producto similar a la familia de productos que actualmente posee, un cambio tecnológico o una decisión de ampliación, la tasa de descuento corporativa representa un buen *proxy* para el descuento de los flujos proyectados, ya que el nivel de riesgo es similar. Sin embargo, cuando la empresa está evaluando proyectos que no tienen relación directa con la industria en la que está inserta, en donde los niveles de riesgo son diferentes, la aplicación de tasas corporativas para el descuento de los flujos puede terminar generando distorsiones importantes, ya que podría terminar aprobándose un proyecto con alto nivel de riesgo y rechazándose otro con bajo nivel de riesgo, ya que la tasa de descuento relevante podría ser mucho mayor o menor, dependiendo del nivel de riesgo.

Escenario C: Inversionista particular con capital propio

Éste es el escenario menos complejo de evaluar en términos de estimación de tasas, ya que el efecto que ocasiona un cierto nivel de endeudamiento pasa a ser irrelevante. Cuando éste es el escenario, se debe estimar la tasa del proyecto puro, ya que cuando no existe deuda, el retorno exigido a los activos es el mismo que el retorno exigido al patrimonio. En este caso, la mayoría de los analistas estiman las tasas de descuento relevantes mediante el uso del CAPM puro, es decir, considerando el beta desapalancado de la industria en cuestión.

Escenario D: Inversionista particular con crédito bancario

Cuando éste es el escenario, más allá de cuestionarse cuál debiera ser la tasa ponderada relevante, que por lo demás en el largo plazo tiende a igualarse con la tasa exigida al patrimonio, tal como se analizó en el escenario A, resulta recomendable construir independientemente los flujos de caja de la operación y el financiamiento, con el fin de aislar los efectos operacionales de los financieros y luego descontar los flujos respectivos a las tasas correspondientes, para luego proceder a fusionar ambos VAN y estimar el VAN ajustado del proyecto. Suponga, por ejemplo, que al evaluar un proyecto puro, es decir, sin considerar el efecto que significa el hecho de solicitar un crédito, presenta el resultado que se muestra en el cuadro 16.2.

Cuadro 16.2

Flujo del proyecto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas		80.000	85.000	90.000	100.000	100.000
Costo de venta		(24.000)	(25.500)	(27.000)	(30.000)	(30.000)
Gastos de administración		(20.000)	(20.000)	(20.000)	(20.000)	(20.000)
Depreciación		(24.000)	(24.000)	(24.000)	(24.000)	(24.000)
Utilidad antes de impuestos		12.000	15.500	19.000	26.000	26.000
Impuestos		(1.800)	(2.325)	(2.850)	(3.900)	(3.900)
Utilidad después de impuestos		10.200	13.175	16.150	22.100	22.100
Depreciación		24.000	24.000	24.000	24.000	24.000
Inversión	(120.000)					
Flujo neto	**(120.000)**	**34.200**	**37.175**	**40.150**	**46.100**	**46.100**
VAN del Proyecto Puro (13%)	**20.500**					

Sin embargo, si el inversionista no dispusiera del 100% de los recursos para implementar el proyecto, deberá solicitar un crédito equivalente al 40% de la inversión, es decir, $48.000, pagadero a cinco años de plazo, a una tasa real del 10% anual. El flujo de caja que se aprecia en el cuadro 16.3 representa el flujo de la deuda.

Cuadro 16.3

Flujo de la deuda		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Gastos financieros		(4.800)	(4.014)	(3.149)	(2.198)	(1.151)
Ahorro tributario		720	602	472	330	173
Resultado después de imp.		(4.080)	(3.412)	(2.677)	(1.868)	(978)
Amortización de capital		(7.862)	(8.649)	(9.513)	(10.465)	(11.511)
Préstamo	48.000					
Flujo neto	**48.000**	**(11.942)**	**(12.060)**	**(12.190)**	**(12.333)**	**(12.490)**
VAN de la deuda (10%)	**1.839**					

VAN ajustado (Proyecto + Deuda)	**22.340**

Como puede observarse, el flujo del proyecto se descuenta a la tasa del proyecto, en cambio el flujo financiero se descuenta a la tasa del costo de la deuda, debido a que ésta es libre de riesgo, aislando así ambos efectos. Al sumar ambos VAN se obtiene lo que se conoce como VAN ajustado, que en este caso alcanza a la suma de $22.340.

Al analizar el flujo anterior resulta natural pensar que cuanto mayor sea el nivel de crédito, el VAN de la deuda debiera ser mayor; sin embargo, como se indicó ante-

riormente, existe un óptimo de deuda que permite que el valor del proyecto aumente sólo hasta cierto nivel, ya que cuando aumenta la probabilidad de quiebra y la deuda deja de ser libre de riesgo, el flujo del proyecto puro también se ve afectado, porque los costos operacionales aumentan, por ejemplo, al restringir las líneas de crédito, la adquisición de materias primas se hace más costosa, no se puede acceder a descuentos y las posibilidades de expansión se restringen, entre otros factores.

Durante los últimos cuarenta años se ha desarrollado fuertemente la teoría de *portfolio*, que se basa fundamentalmente en la cuantificación del riesgo en relación con cada proyecto en particular. La teoría moderna ha relacionado riesgo y rentabilidad principalmente con modelos como el CAPM y APT[3] (Arbitrage Pricing Theory).

Todo proyecto de inversión implica usar una cuantía de recursos conocidos hoy, a cambio de una estimación de mayores retornos a futuro, sobre los que no existe certeza. Por ello, en el costo del capital debe incluirse un factor de corrección por el riesgo que enfrenta.

Los recursos que el inversionista destina al proyecto provienen de dos fuentes generales: de recursos propios y de préstamos de terceros. El costo de utilizar los fondos propios corresponde a su costo de oportunidad (o lo que deja de ganar por no haberlos invertido en otro proyecto alternativo de similar nivel de riesgo). El costo de los préstamos de terceros corresponde al interés de los préstamos corregidos por su efecto tributario, puesto que son deducibles de impuestos.

Buscar la manera de financiar un proyecto de inversión puede dar como resultado una variedad bastante importante de opciones diferentes. El evaluador de proyectos deberá asumir la búsqueda de la mejor alternativa de financiamiento para el proyecto que está evaluando.

En proyectos de envergadura puede recurrirse a fuentes internacionales de financiamiento o al Estado; así se va revelando una gama enorme de alternativas, cada una de las cuales tendrá características diferentes tanto cualitativa como cuantitativamente. Las condiciones de plazo, tazas de interés, amortización y garantías requeridas deberán estudiarse exhaustivamente. Por otra parte, deberán estudiarse las barreras que sea necesario superar para la obtención del financiamiento, las características cualitativas en torno a los trámites que deberán cumplirse, las exigencias de avales, el periodo que podría transcurrir desde el inicio de la solicitud de la operación de crédito hasta su concreción definitiva, etcétera.

De lo anterior se desprende que es necesario evaluar todas las opciones de financiamiento posibles. Las preguntas básicas que corresponde hacerse consisten en cuáles son estas opciones y qué características tienen.

---

[3] El APT es un modelo que plantea que el retorno exigido a una determinada inversión no sólo se explica por el riesgo que tenga dicha inversión respecto del riesgo del mercado, sino que además existe otro conjunto de factores que lo explican.

Las principales fuentes de financiamiento se clasifican generalmente en internas y externas. Entre las fuentes internas se destacan la emisión de acciones y las utilidades retenidas en cada periodo después de impuesto. Entre las externas sobresalen los créditos y proveedores, los prestamos bancarios de corto y largo plazo y los arriendos financieros y *leasing*.

El costo de utilizar los recursos que prevé cada una de estas fuentes se conoce como costo del capital. Aunque la definición pudiera parecer clara, la determinación de ese costo es en general complicada. La complejidad del tema justifica que muchos textos de finanzas destinen parte importante a su análisis, cuyo estudio se encuentra fuera del alcance de este libro. Sin embargo, en las páginas siguientes se resumen aquellos elementos más importantes de la teoría de costo de capital, teoría de *portfolio* y su aplicación a la evaluación de proyectos.

Lógicamente, las fuentes de financiamiento interno son escasas y limitadas, por tanto, la posibilidad de realizar el proyecto. Pretender financiar un proyecto exclusivamente con recursos propios implica que la empresa debe generar dichos recursos en los momentos en que el proyecto lo requiera. Esto hace peligrar la viabilidad del proyecto, ya que muchas veces la empresa no genera los recursos necesarios, o no lo hace al ritmo que se le demanda.

Por otra parte, no deben desconocerse las ventajas que representa el financiamiento con recursos propios, que se traducen en un menor riesgo de insolvencia y en una gestión menos presionada, pero que en definitiva también deben evaluarse para lograr un equilibrio entre los niveles de riesgo y costo de la fuente de financiamiento.

El costo del capital propio se expresa como el retorno mínimo de beneficios que se puede obtener en proyectos financiados con capital propio, con el fin de mantener sin cambios el valor de dicho capital, es decir, la rentabilidad del proyecto con VAN = 0.

Las fuentes externas generan distintos tipos de crédito con diferentes tasas de interés, plazos, periodos de gracia, riesgos y reajustabilidad. Un proyecto agroindustrial, por ejemplo, puede financiarse mediante una fundación internacional que facilite recursos para la compra de animales productivos, un proveedor que otorgue una línea de crédito para la compra de la maquinaria agrícola necesaria o un banco comercial que financie con un préstamo el capital de trabajo necesario para la puesta en marcha.

Es claro que cada proyecto puede tener múltiples fuentes de financiamiento simultáneas, las cuales, evaluadas correctamente llevarán a la mezcla óptima de financiación.

La tasa de descuento del proyecto, o tasa de costo de capital, es el precio que se paga por los fondos requeridos para cubrir la inversión. Representa una medida de la rentabilidad mínima que se exigirá al proyecto, según su riesgo, de manera tal que el retorno esperado permita cubrir la totalidad de la inversión inicial, los egresos de la operación, los intereses que deberán pagarse por aquella parte de la inversión financiada con préstamos y la rentabilidad que el inversionista le exige a su propio capital invertido.

Si bien es posible definir un costo para cada una de las fuentes de financiamiento mediante deuda, con el objeto de buscar la mejor alternativa de endeudamiento, para la evaluación del proyecto interesará determinar una tasa de costo promedio ponderado entre esas distintas fuentes de financiamiento.

De acuerdo con lo señalado en el capítulo 14, existen diversas maneras de presentar el flujo de caja del proyecto. Sin embargo, se señalaba que éste debería ser consecuente con la tasa de descuento seleccionada.

Una manera de evaluar el proyecto es elegir una tasa representativa del costo del capital propio, o patrimonial, y aplicarla en el descuento del flujo para el inversionista, calculado en el capítulo anterior, aunque el procedimiento más usado es evaluar el flujo del proyecto a la tasa de costo de capital de la empresa. Este punto se analiza a continuación para proyectos con el mismo riesgo que la empresa.

16.2 El costo de la deuda

La medición del costo de la deuda, ya sea que la empresa utilice bonos o préstamo, se basa en el hecho de que éstos deben reembolsarse en una fecha futura específica, en un monto por lo general mayor que el obtenido originalmente. La diferencia constituye el costo que debe pagarse por la deuda. Por ejemplo, si es posible conseguir un préstamo al 11% de interés anual, el costo de la deuda se define como del 11%.

El costo de la deuda se simboliza *kd* y representa el costo antes de impuesto. Dado que al endeudarse los intereses del préstamo se deducen de las utilidades y permiten una menor tributación, es posible incluir directamente en la tasa de descuento el efecto sobre los tributos que obviamente serán menores, ya que los intereses son deducibles para el cálculo de impuesto. El costo de la deuda después de impuestos será:

16.1

$$k_d\,(1-t)$$

donde (t) representa la tasa de impuestos.

Es importante hacer notar, aunque parezca obvio, que los beneficios tributarios sólo se lograrán si la empresa que llevará a cabo el proyecto tiene, como un todo, utilidades contables, ya que aunque el proyecto aporte ganancias contables no se logrará el beneficio tributario de los gastos financieros si la empresa globalmente presenta pérdidas contables.

El efecto tributario de la deuda puede incorporarse en la tasa o en los flujos.

El costo de capital de una empresa o de un proyecto puede calcularse por los costos ponderados de las distintas fuentes de financiamiento o por el retorno exigido a los activos, dado su nivel de riesgo.

Una vez definida la tasa de descuento para una empresa, se evaluarán todos los proyectos con las mismas características de riesgo que ella, usando esta tasa, salvo que cambien las condiciones de riesgo implícitas en su cálculo. De ser así, se elimina el problema de tener que determinar una tasa para cada proyecto de inversión que se estudie.

Muchas empresas estiman la tasa de descuento para descontar los flujos de caja de nuevos proyectos de inversión mediante el retorno exigido por los inversionistas en sus títulos accionarios. Esta metodología es más recomendable cuanto más riesgosa sea la empresa, pero puede llevar a tomar decisiones equivocadas si sus nuevos proyectos no tienen el mismo riesgo de la empresa. Por tanto, la tasa de descuento correcta depende del riesgo del proyecto y no del riesgo de la empresa.

16.3 El costo del capital propio o patrimonial

En la evaluación de un proyecto se considera como capital patrimonial a aquella parte de la inversión que debe financiarse con recursos propios.

En una empresa constituida, los recursos propios pueden provenir de la propia generación de la operación de la empresa, mediante la retención de las utilidades (rehusando el pago de dividendos) para reinvertirlas en nuevos proyectos, u originarse en nuevos aportes de los socios.

La literatura es muy profusa en modelos de cálculo del costo de capital de fuentes específicas internas del proyecto. Para los objetivos de este texto, se desarrollará el concepto de costo de oportunidad del inversionista para definir el costo del capital propio.

En términos generales, puede afirmarse que el inversionista asignará sus recursos disponibles al proyecto si la rentabilidad esperada compensa los resultados que podría obtener si destinara esos recursos a otra alternativa de inversión de igual riesgo. Por tanto, el costo del capital propio, *ke,* tiene un componente explícito que se refiere a otras posibles aplicaciones de los fondos del inversionista. Así, entonces, el costo implícito de capital es un concepto de costo de oportunidad que abarca tanto las tasas de rendimiento esperadas en otras inversiones como la oportunidad del consumo presente. Como se vio en el capítulo 15, el inversionista está dispuesto a sacrificar un consumo presente si el consumo que este sacrificio le reporta a futuro es mayor. El consumo futuro también tiene, entonces, un costo de oportunidad equivalente al costo de no consumir en el presente.

Como usualmente el inversionista tendrá varias alternativas de inversión simultáneas a través de carteras de inversión (depósitos con cero riesgo en bonos de tesorería, depósitos en el mercado financiero con cierto grado de riesgo, compra de *brokers* con mayor riesgo o invertir en otras actividades productivas), se optará obviamente por tomar como costo de oportunidad de la inversión la mejor rentabilidad esperada después de su ajuste por riesgo.

Como se indicó anteriormente, existen diversas maneras y modelos para estimar el costo patrimonial. El resto del capítulo se concentra en el CAPM, por ser uno de los más utilizados en la determinación del costo de capital.

El costo del capital propio se puede calcular mediante el uso de la tasa libre de riesgo (*Rf)* más un premio por riesgo (*Rp). Es decir:*

16.2

$$k_e = Rf + Rp$$

La tasa que se utiliza como libre de riesgo es generalmente la tasa de los documentos de inversión colocados en el mercado de capitales por los gobiernos.

El premio por riesgo corresponde a una exigencia que hace el inversionista por tener que asumir un riesgo al optar por una inversión distinta a aquella que le reporta una rentabilidad asegurada. La mayor rentabilidad exigida se puede calcular como la media observada históricamente entre la rentabilidad del mercado (*Rm)* y la tasa libre de riesgo. Esto es:

16.3

$$Rp = Rm - Rf$$

Una manera alternativa de calcular el costo del capital propio para un proyecto que se evalúa en una empresa en funcionamiento es mediante la valoración de los dividendos así:

16.4

$$k_e = \frac{D}{P} + g$$

donde (*D)* es el dividendo por acción, pagado por la empresa a los accionistas; (*P*) es el precio de la acción y (*g*) es la tasa esperada de crecimiento. Por ejemplo, si el precio en el mercado de las acciones de la empresa es de $2.165, el dividendo que se pagará por acción es $184 y si se espera que el crecimiento a futuro sea constante anualmente a una tasa del 4%, el costo del capital es:

$$k_e = \frac{184}{2.160} + 4\% = 12{,}5\%$$

16.4 Modelo de los precios de los activos de capital para determinar el costo del patrimonio

Este modelo nace a partir de la teoría de *portfolio (*conjunto de inversiones) que intenta explicar el riesgo de una determinada inversión mediante la existencia de una relación positiva entre riesgo y retorno. Cuando un inversionista se enfrenta a la decisión de llevar a cabo una determinada inversión, no sólo evalúa y cuantifica el riesgo asociado con la propia inversión, sino que además evalúa y cuantifica cómo

afecta ésta al conjunto de inversiones que él mantiene, mediante la correlación de la rentabilidad de la inversión particular con la rentabilidad esperada del mercado. Comúnmente, esta rentabilidad se puede observar según el comportamiento del índice general de precios de todos los títulos accionarios de la economía, pues considera el rendimiento de todos los sectores económicos: energético, minero, metalúrgico, pesquero, forestal, etcétera.

El riesgo total del conjunto de inversiones puede clasificarse como riesgo sistemático o no diversificable, circunscrito a las fluctuaciones de otras inversiones que afectan la economía y el mercado, y riesgo no sistemático o diversificable, que corresponde al riesgo específico de la empresa, porque no depende de los movimientos del mercado como posibles huelgas, nuevos competidores, etcétera. El riesgo no sistemático se puede disminuir diversificando la inversión en varias empresas.

El enfoque del CAPM tiene como fundamento central que la única fuente de riesgo que afecta la rentabilidad de las inversiones es el riesgo de mercado, el cual es medido mediante beta, que relaciona el riesgo de proyecto con el riesgo de mercado.

La relación que existe entre el riesgo del proyecto respecto del riesgo de mercado se conoce como ß. El beta mide la sensibilidad de un cambio de la rentabilidad de una inversión individual al cambio de la rentabilidad del mercado en general. Es por ello que el riesgo de mercado siempre será igual a 1. Los bancos, por ejemplo, al participar en la mayoría de los sectores de la economía, tienen un beta cercano a 1. Si un proyecto o una inversión muestra un beta superior a 1, significa que ese proyecto es más riesgoso respecto del riesgo de mercado (como las inversiones en líneas aéreas). Una inversión con un beta menor a 1, significa que dicha inversión es menos riesgosa que el riesgo del mercado (como las inversiones en empresas distribuidoras de energía). Una inversión con ß igual a cero significa que es una inversión libre de riesgo, como los bonos de tesorería.

De este modo, para determinar por este método el costo de capital propio o patrimonial, debe utilizarse la siguiente ecuación:

16.5

$$k_e = Rf + \left[E\left(Rm\right) - Rf \right] \beta i$$

donde *E(Rm)* es el retorno esperado del mercado.

El problema del preparador y evaluador de proyectos surge cuando debe estimar los distintos componentes que incluye la ecuación. A continuación se analiza particularmente la metodología y las fuentes de información que deben utilizarse para cada caso.

El cálculo del *E*(*Rm*)

El parámetro más *proxy* para la estimación de la rentabilidad esperada del mercado de un país específico está determinado por el rendimiento accionario de la bolsa

de valores local. Por ejemplo, para Argentina está el Merval, para Chile el IPSA y el IGPA, para Brasil el Bovespa, para Estados Unidos el Dow Jones, etcétera. Por ello resulta necesario conocer el valor de los índices bursátiles que componen el portafolio de acciones. Así, mientras más acciones distintas tenga el índice bursátil, mayor representatividad tendrá como *proxy* a la rentabilidad del mercado. El cuadro 16.4 muestra el rendimiento nominal bursátil del IGPA (Índice General de Precio de las Acciones) del mercado chileno. Esta información permite calcular la rentabilidad mensual del índice para cada uno los periodos considerados.

Cuadro 16.4

Valor índice general de precios de acciones IGPA Chile						
Año	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**
Enero	5.103,57	5.282,24	4.981,90	7.079,38	8.864,43	9.513,40
Febrero	4.912,44	5.287,20	5.045,96	7.629,43	9.178,15	9.755,40
Marzo	4.943,64	5.340,43	5.057,13	7.474,34	9.413,22	9.930,98
Abril	5.071,90	5.223,76	5.679,59	7.339,68	9.263,71	10.005,84
Mayo	5.490,22	5.138,45	5.917,39	7.207.75	9.199,45	9.922,55
Junio	5.390,85	5.002,67	5.967,54	7.518,78	9.521,44	9.895,07
Julio	5.484,16	4.954,71	6.309,86	7.882,42	9.975,23	9.928,29
Agosto	5.666,10	4.955,49	6.727,96	8.238,23	9.757,51	10.077,98
Septiembre	5.075,42	4.695,27	6.991,60	8.562,71	10.073,32	
Octubre	5.180,93	4.768,42	7.452,02	8.805,95	9.786,64	
Noviembre	5.443,15	4.814,82	7.244,70	8.998,60	9.430,58	
Diciembre	5.397,69	5.019,64	7.336,67	8.962,57	9.206,10	

Rentabilidad mensual del IGPA						
Año	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**
Enero	4,82%	– 2,14%	– 0,75%	– 3,51%	– 1,09%	3,34%
Febrero	– 3,75%	0,09%	1,29%	7,77%	3,54%	2,54%
Marzo	0,64%	1,01%	0,22%	– 2,03%	2,56%	1,80%
Abril	2,59%	– 2,18%	12,31%	– 1,80%	– 1,59%	0,75%
Mayo	8,25%	– 1,63%	4,19%	– 1,80%	– 0,69%	– 0,83%
Junio	– 1,81%	– 2,64%	0,85%	4,32%	3,50%	– 0,28%
Julio	1,73%	– 0.96%	5,74%	4,84%	4,77%	0,34%
Agosto	3,32%	0,02%	6,63%	4,51%	– 2,18%	1,51%
Septiembre	– 10,42%	– 5,25%	3,92%	3,94%	3,24%	
Octubre	2,08%	1,56%	6,59%	2,84%	– 2,85%	
Noviembre	5,06%	0,97%	– 2,78%	2,19%	– 3,64%	
Diciembre	– 0,84%	4,25%	1,27%	– 0,40%	– 2,38%	

Para calcular la rentabilidad del mercado es necesario estimar un parámetro representativo de largo plazo, ya que la evaluación del proyecto debe realizarse considerando un horizonte también de largo plazo. Es por ello que los analistas consideran que un promedio de los últimos 60 meses, es decir, cinco años, resulta representativo. Del cuadro 16.4 se desprende que el promedio mensual desde septiembre de 2001 hasta agosto del 2006 alcanza el 1,03%, lo que expresado en términos anuales significa una rentabilidad nominal del 12,3%.

Sin embargo, este rendimiento debe ser ajustado por el cambio en el nivel de precios de la economía para así obtener la rentabilidad real. Para ello se deberá estimar un índice de precios anual representativo, para lo cual se considerará el rendimiento del índice de precios al consumidor de los últimos 60 meses, el cual se aprecia en el cuadro 16.5.

Cuadro 16.5

Índice de precios al consumidor (IPC)					
Año	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**
Enero	0,34%	– 0,08%	0,10%	– 0,18%	– 0,32%
Febrero	– 0,31%	0,01%	0,81%	0,01%	– 0,09%
Marzo	0,48%	0,53%	1,17%	0,42%	0,64%
Abril	0,46%	0,37%	– 0,10%	0,37%	0,90%
Mayo	0,44%	0,09%	– 0,38%	0,52%	0,27%
Junio	0,06%	– 0,13%	0,00%	0,43%	0,41%
Julio	– 0,19%	0,44%	– 0,09%	0,23%	0,61%
Agosto	0,80%	0,38%	0,17%	0,38%	0,29%
Septiembre	0,73%	0,84%	0,19%	0,05%	0,99%
Octubre	0,14%	0,87%	– 0,16%	0,29%	0,49%
Noviembre	– 0,01%	– 0,09%	– 0,30%	0,26%	– 0,24%
Diciembre	– 0,31%	– 0,44%	– 0,32%	– 0,38%	– 0,34%

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas

Al calcular el promedio simple de la muestra anterior, se puede señalar que el IPC promedio mensual alcanza el 0,21%, es decir, 2,50% anual. De esta manera, el retorno esperado real anual sería de 9,80%, que corresponde a la diferencia entre el retorno nominal y la inflación, es decir, 12,3% –2,5%.

Cálculo del *Rf*

La tasa libre de riesgo corresponde a la rentabilidad que se podría obtener a partir de un instrumento libre de riesgo, generalmente determinada por el rendimiento de algún documento emitido por un organismo fiscal. La tasa libre de riesgo

por excelencia corresponde al rendimiento que ofrecen los bonos del tesoro de Estados Unidos; sin embargo, cada país tiene su propia institución (para el caso chileno se utilizan las tasas de los instrumentos del Banco Central). Uno de los instrumentos más representativos para el cálculo de la tasa de libre riesgo en Chile tiene relación con la tasa de interés anualizada sobre la variación de la UF[4] de las licitaciones del Banco Central de Chile a diez años de plazo. El cuadro 16.6 muestra el rendimiento que ha mostrado este instrumento desde septiembre de 2002 hasta julio de 2006.

Cuadro 16.6

Tasa de interés anualizada sobre la variación de la UF de las licitaciones del Banco Central de Chile a 10 años					
Año	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**
Enero		3,83%	3,92%	3,10%	2,93%
Febrero		3,93%	3,79%	2,89%	2,96%
Marzo		3,78%	3,50%	2,78%	3,01%
Abril		3,81%	3,82%	2,61%	2,94%
Mayo		3,91%	3,72%	2,38%	3,15%
Junio		3,81%	3,79%	2,30%	3,33%
Julio		3,87%	3,64%	2,38%	3,21%
Agosto		3,87%	3,15%	2,21%	
Septiembre	3.66%	4,19%	3,27%	2,18%	
Octubre	3,96%	4,14%	3,25%		
Noviembre	4,06%	4,05%	3,17%		
Diciembre	4,09%	4,27%	3,23%		

Fuente: www.bcentral.cl

Si bien no se dispone de sesenta datos como en el cuadro 16.5, igualmente los 44 disponibles permiten formarse un *proxy* representativo de la tasa libre de riesgo, la que en este caso alcanza a un 3,41% real anual. De esta manera, se puede calcular el premio por riesgo chileno, correspondiente a la diferencia entre el retorno de mercado *E(Rm)* y la tasa libre de riesgo *Rf*, valor que alcanza los siguientes valores:

$$\begin{aligned} \text{Premio por riesgo} &= E(Rm) - Rf \\ &= 9{,}8\% - 3{,}41\% \\ &= 6{,}39\% \end{aligned}$$

[4] La UF o Unidad de Fomento es una unidad de medida en Chile que permite medir el cambio nominal en los precios, por lo que cualquier rendimiento por sobre la UF es considerado un rendimiento real, es decir, por sobre los precios nominales. La UF se reajusta exactamente por la variación del IPC (Índice de Precios al Consumidor).

El Cálculo del Beta

La relación que existe entre el riesgo del proyecto respecto al riesgo del mercado se conoce como ß. El beta mide la sensibilidad de un cambio de la rentabilidad de una inversión individual al cambio de la rentabilidad del mercado en general. Es por ello que el riesgo del mercado siempre será igual a 1. Por ejemplo, los bancos por estar participando en la mayoría de los sectores de la economía, tienen un beta cercano a 1. Si un proyecto o inversión muestra un beta superior a 1, significa que ese proyecto es más riesgoso respecto del riesgo del mercado como es el caso de las inversiones en líneas aéreas. Una inversión con un beta menor a 1 significa que dicha inversión es menos riesgosa que el riesgo del mercado, como sucede en las inversiones de empresas distribuidoras de energía. Una inversión con ß igual a cero, significa que es una inversión libre de riesgo como los bonos de tesorería.

La teoría financiera señala que la fórmula para determinar el beta de una determinada inversión es:[5]

16.6

$$\beta i = \frac{Cov(Ri, Rm)}{Var(Rm)}$$

donde *Ri* representa la rentabilidad del sector *i* y *Rm* la rentabilidad del mercado.

Por ejemplo, para determinar la beta de la industria pesquera –si se conocen los retornos del sector y del mercado, que se muestran en el cuadro 16.7– para los últimos cinco años, se puede desarrollar el cuadro 16.8 con el fin de encontrar la covarianza del sector pesquero en que se desea invertir con el mercado en general y la varianza del mercado.

Cuadro 16.7

Año (*t*)	*Ri(t)*	*Rm(t)*
2002	– 0,01	0,09
2003	0,04	0,08
2004	0,07	0,11
2005	0,09	0,18
2006	0,12	0,15
Suma	0,31	0,61
Promedio	0,062	0,122

[5] La varianza y la covarianza de dos series de datos se calculan en una planilla electrónica, como Excel, por ejemplo; la covarianza se calcula directamente usando la opción *Función* del menú *Insertar,* se selecciona *Estadísticas* en la *Categoría de Función* y se elige *COVAR* en el nombre de la función. Posteriormente se selecciona el rango de valores en las casillas correspondientes. Este procedimiento es similar para la función *VAR*.

Cuadro 16.8

Año (*t*)	*Rit*	*Rmt*	*(Rit – Ri)*	*(Rmt – Rm)*	*(Rit – Ri)(Rmt – Rm)*
2002	– 0,01	0,09	– 0,07200	– 0,03200	0,00230
2003	0,04	0,08	– 0,02200	– 0,04200	0,00092
2004	0,07	0,11	0,00800	– 0,01200	– 0,00010
2005	0,09	0,18	0,02800	0,05800	0,00162
2006	0,12	0,15	0,05800	0,02800	0,00162
Suma	0,31	0,61			0,00638
Promedio o rentabilidad esperada	*Ri* = 0,062	*Rm* = 0,122	*Cov(Ri,Rm)* = 0,0012760		

Rit representa la rentabilidad o retorno del sector *i* en el periodo *t*. *Rmt* representa la rentabilidad del mercado en el periodo *t*. Con ello pueden obtenerse las sumas y promedios correspondientes para determinar la desviación de la rentabilidad del sector industrial y el mercado respecto de su rentabilidad promedio o esperada (*Rit–Ri*) y (*Rmt–Rm*), respectivamente. Luego se suma el resultado de la multiplicación de estas desviaciones (*Rit – Ri*)(*Rmt – Rm*); al dividir este valor (0,00638) entre el número de datos, que en este ejemplo son cinco, se obtiene una covarianza de 0,001276.

Para calcular el beta debe determinarse adicionalmente la varianza del mercado. Para ello se debe utilizar la fórmula de la varianza, que es la siguiente:

$$Var(Rm) = \frac{\sum (Rmt - Rm)^2}{n-1} = 0,00177$$

Así, al aplicar la ecuación del beta se obtiene:

$$\beta = \frac{Cov\,(Ri, Rm)}{Var\,(Rm)} = 0,720904$$

Sin embargo, cuando no se dispone de información del retorno de una empresa o industria para calcular el beta, algunas compañías que se transan en bolsa tienen incorporado el cálculo del beta. Así, si por ejemplo se quiere estudiar el beta del sector *retail*, es posible obtener el beta particular de cada compañía que opera en ese sector y que se transe en bolsa y así sacar posteriormente un beta promedio ponderado. Es importante señalar que los beta de las empresas generalmente incluyen el efecto en riesgo que provoca el endeudamiento, es decir, son betas que consideran tanto el riesgo operacional como el financiero, por lo que resulta indispensable desapalancarlo para eliminar el riesgo financiero propio de la estructura de financiamiento que posee la empresa. Para lograr lo anterior, se considera la siguiente fórmula:

$$\beta^{c/d} = \underset{\text{Riesgo operacional}}{\beta^{s/d}} + \underbrace{(1 - \text{tc}) * (\text{D/P}) * \beta^{s/d}}_{\text{Riesgo financiero}}$$

Donde:

$\beta^{s/d}$ = Beta de la firma desapalancado o sin deuda
$\beta^{c/d}$ = Beta de la firma apalancado o con deuda
tc = Tasa de impuestos a las utilidades generadas por las empresas
D = Componente de deuda en la estructura de la empresa
P = Componente de patrimonio en la estructura de la empresa

Una vez desapalancado el beta, o una vez que éste haya eliminado el riesgo financiero, se obtiene el riesgo propio del negocio. Suponga, por ejemplo, que se desea obtener el beta del sector *retail* en Chile tomando en consideración la empresa D&S. En www.banchile.cl es posible obtener información financiera de las empresas chilenas que se transan en bolsa. Particularmente, para D&S se despliega la siguiente información:[6]

D&S Ord				Moneda: en Peso País: Chile				
Identificación				**Ind Mercado (12 m)**	**06.2005**	**12.2005**	**06.2006**	**2006.08.23**
Código	D&S			Precio / Utilidad (x)	56.29	28.52	29.44	29.02
País	CHL			Precio / Valor libro (x)	2.56	2.22	1.85	1.82
Sector (clasif. Eco.)	Comercio			Dividend Yld (cot fin) %	0.00	1.20	2.78	1.41
Sector (clasif. NAICS)	Otras tiendas de mercancías diversas			Capit Busat (esta tot) $	$ 1,238 B	1,083 B	938,670 M	925,506 M
Bolsa	BCS			Price Sales Ratio (x)	0.89	0.68	0.57	0.56
Cotizaciones		**Variación**		Div Efec Pago p/Acc $	0.00	2.00	4.00	2.00
Última cotización	142.02	1 día	−1.37	**Ind Financieros (12 m)**	**06.2005**	**12.2005**	**06.2006**	
Fecha ult. operación	2006.08.23	7 d (1 sem)	−2.41	Utilidad p/Acción $	3.3754	5.8284	4.8933	
Máx. (últ. 52 sem.)	197.52	30 d(1 mes)	−2.73	Valor Libro p/Acción $	74.362	74.931	77.842	
Vol $ prom(21 d.)	1,076 M	Ago/2006	−0.04	Margen Bruto %	25.81	28.00	28.00	
Estadísticos		En 2006	−13.61	Rent Patr (pat final) %	4.64	7.78	6.29	
Beta (60 m)	1.33	En 2005	0.85	Margen Neto %	1.49	2.38	1.94	
Correlación (60 m)	0.72	En 2004	−17.39	Deuda Bruta / Pat net %	71.05	67.32	75.11	
Volatility (21 d)	0.20	En 2003	73.92	Liquídez corriente (x)	1.13	0.79	0.72	
Index partic.	5.23	En 2002	−12.56	**Balance**	**06.2005**	**12.2005**	**06.2006**	
Tipo	**Fecha ex−1**	**Últimos derechos**		Activo total	1,048 B	1,104 B	1,134 B	
Dividendo	2006.03.09	$2.00		Patrimonio neto	484,600 M	488,305 M	507,274 M	
Div. accs.				Ingresos operacionales	745,771 M	1,599 B	788,912 M	
Suscripción	2004.07.31	0.18119 accs a $620.00		Result operativo EBIT	32,913 M	73,517 M	27,837 M	
Mayores accionistas		**en 2006.03.31**		Ganancia/Pérdida Neta	19,853 M	37,982 M	13,759 M	
Serv. Profesionales Comercialización		35%		Depreciación y Amortiz	–	–	–	
Empresas Almac S.A.		9%		Meses	6	12	6	
k = x 1.000 M = x 1.000.000 /k = /1.000				**Diversos**	**06.2005**	**12.2005**	**06.2006**	**2006.08.23**
				Cant Tot Acci Calc	6,517 M	6,517 M	6,517 M	6,517 M
				Fecha de divulgación	2005.09.07	2006.03.06	2006.08.10	2006.08.10
				Consolidado	Si	Si	Si	Si

[6] La información financiera de una compañía es dinámica; por eso, los antecedentes expuestos aquí pueden resultar obsoletos cuando se publique este texto, por lo cual ésta sólo debe considerarse para efectos metodológicos o de aprendizaje.

Al analizar la tabla anterior se puede observar que bajo el subtítulo *Estadísticos* se encuentra como primer dato el Beta (60m) es decir, el parámetro calculado considerando los resultados de la compañía y el mercado en los últimos cinco años. Sin embargo, como se indicó, este beta considera el riesgo operacional y financiero de la compañía, por lo que para obtener el beta operacional es necesario desapalancarlo de acuerdo con la fórmula señalada anteriormente. Cabe señalar que bajo el subtítulo *Balance* es posible obtener el nivel de deuda y patrimonio de D&S. Particularmente a junio de 2006, la empresa tiene activos por M$1.048.000 y pasivos M$486.600, lo que significa que tiene un patrimonio de M$561.400. Si además se considera que la tasa de impuestos a las utilidades en Chile es del 17%, se tienen todos los antecedentes para desapalancar el beta. Despejando el parámetro beta sin deuda de la ecuación anterior, ésta queda expresada de la siguiente manera:

$$\beta^{s/d} = \beta^{c/d} / (1 + (1 - tc) * D/P)$$

Aplicando la ecuación, se obtiene:

$\beta^{s/d}$ = 1,33 / (1 + (1 − 17%) * M$486.600 / M$561.400)
$\beta^{s/d}$ = 1,33 / (1 + (1 − 17%) * 0,8668)
$\beta^{s/d}$ = 1,33 / (1 + 0,7194)
$\beta^{s/d}$ = 0,7735

Como puede observarse, el beta sin deuda es menor que el beta con deuda, ya que se le está eliminando el riesgo financiero al beta de D&S. De esta manera, al aplicar CAPM la tasa de descuento relevante para el sector *retail* sería:

E (Ri) = 3,41% + (9,8% − 3,41%)* 0,7735
E (Ri) = 8,35%

Otro de los problemas comunes del preparador y evaluador de proyectos es estimar una tasa de descuento para un proyecto particular cuando no existe ninguna empresa del rubro que se transe en la bolsa local. En este caso se debe aplicar exactamente el mismo procedimiento anterior, tomando como referencia una empresa estadounidense del rubro que se transe en la bolsa de ese país.[7] Dichas empresas se utilizan generalmente por ser éste un mercado más completo y más profundo que los mercados latinoamericanos. Así, la posibilidad de encontrar empresas del sector en estudio es bastante mayor. Si éste es el caso, se debe estimar cada uno de los componentes de la ecuación del CAPM considerando parámetros estadounidenses, es decir, el rendimiento del Dow Jones y las tasas de libre de riesgo de los bonos del tesoro. Sin embargo, dado que la tasa obtenida es una tasa para Estados Unidos y no para el país donde se desarrollará el proyecto, se debe aplicar un ajuste por riesgo/país. El

[7] http://www.nyse.com/marketinfo/mktsummary/MarketMovers.html

riesgo/país es un índice que intenta medir el grado de riesgo que tiene un país para las inversiones extranjeras y está dado por la sobretasa que paga un país por sus bonos en relación con la tasa que paga el Tesoro de Estados Unidos.

Según el índice que elabora el banco de inversión estadounidense JP Morgan, Chile es el país más seguro de América Latina, con un *spread* o sobretasa de 59 puntos base por sobre los bonos del tesoro de Estados Unidos. El segundo país más seguro es México, con un *spread* de 159 puntos; Perú ocupa el tercer lugar con 240 puntos, Colombia se ubica como cuarto, con 359; Uruguay quinto, con 382; Brasil sexto, con 405 y Venezuela séptimo, con 469.[8]

Si, por ejemplo, se ha calculado una tasa de descuento para un sector industrial en Perú tomando en consideración parámetros estadounidenses para la determinación de la tasa, al resultado correspondiente se le deberá sumar 240 puntos o 2,4%. Por ejemplo, si la tasa estadounidense para un determinado sector da como resultado 12,24% anual, se le deberá agregar un 2,4% por concepto de riesgo/país, obteniéndose finalmente una tasa de descuento de 14,64% real anual. Por último, es importante señalar que algunos analistas consideran además que si el negocio que se está estudiando corresponde a una empresa que no se transa en bolsa de valores, deberá incluirse además un costo de iliquidez, pues no resulta lo mismo disponer de acciones de empresas que se transan día a día en una bolsa de valores, que disponer de acciones de una sociedad anónima cerrada. Cuando éste es el caso, se considera además un costo adicional estimado en 1% anual, haciendo que la tasa final de descuento pueda quedar en 15,64%. Esta estimación es por definición arbitraria, razón por la cual pueden existir opiniones encontradas.

16.5 Tasas promedio de las empresas *versus* CAPM

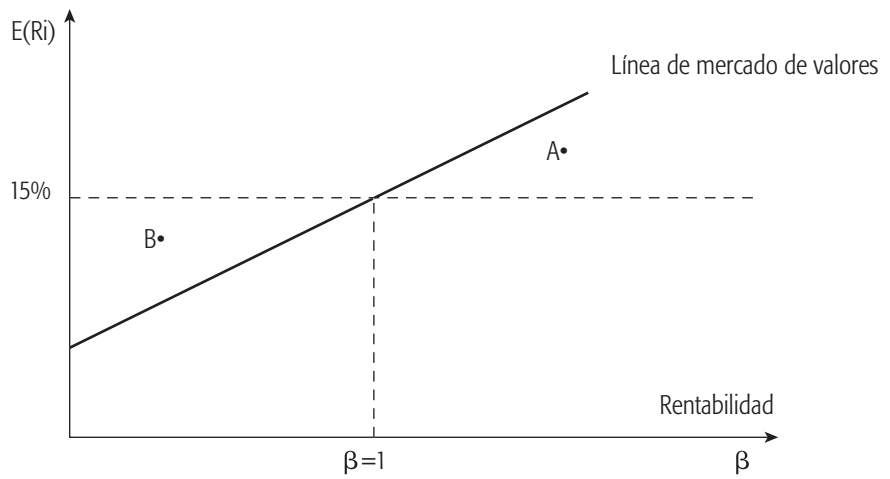
Es común observar que las empresas utilizan una tasa de descuento determinada para evaluar sus proyectos de inversión, independientemente del nivel de riesgos que estas inversiones puedan tener. Al evaluar un proyecto individual de inversión, el costo de capital de la empresa podría no representar el costo de oportunidad de un nuevo proyecto que pudiera tener un mayor o menor riesgo de la empresa.

Por ejemplo, suponga que una empresa con un nivel de riesgo asociado a un beta = 1 está evaluando la posibilidad de hacer dos proyectos alternativos A y B. Dado este nivel de riesgo, la empresa exige a cualquier inversión un 15% de rentabilidad. Según este criterio, el proyecto B, con una rentabilidad del 14%, será rechazado, pues no alcanza a retornar el 15%, y el proyecto A será aceptado ya que reporta una

[8] Es importante señalar que al igual que con cualquier parámetro del CAPM, el riesgo/país es un parámetro dinámico que cambia constantemente, por lo que los valores antes señalados deben considerarse netamente referenciales al momento de estimar una tasa de costo de capital, debiéndose utilizar los valores a la fecha de estimación. Estos datos corresponden a febrero de 2005.

rentabilidad de 16% superior al exigido. Si se hubiese considerado el nivel de riesgo asociado con cada uno de los proyectos, las decisiones serían opuestas, ya que como el proyecto A tiene un nivel de riesgo superior al de la empresa (beta mayor que 1), debe exigírsele una tasa de rentabilidad esperada superior al 15%, dada por la línea del mercado de valores. Por otro lado, el proyecto B debería aceptarse, ya que como tiene un menor nivel de riesgo (beta menor que 1), la rentabilidad exigida debiese ser menor al 15%. Por tanto, si el proyecto tiene un riesgo superior al promedio de la empresa, no podrá exigírsele una rentabilidad equivalente al costo de capital de la empresa. La tasa que se exigirá a la inversión dependerá del beta del proyecto y, por tanto, de las preferencias de los inversionistas en cuanto a la relación entre riesgo y rentabilidad (ver gráfico 16.4).

Gráfico 16.4 Relación entre riesgo y rentabilidad



Si el proyecto que se evalúa es de una ampliación de lo existente, podrá asumirse que el riesgo no varía. Si correspondiera a la creación de una empresa, podrá tomarse el beta sectorial como una buena referencia. También se podrá optar por el beta del sector cuando el proyecto que se evalúa está en un sector diferente al del rubro propio de la empresa, como cuando se evalúa un proyecto inmobiliario que sería ocupado en parte por las oficinas de la empresa, y en parte vendido o arrendado.

16.6 El problema de agencia

La teoría moderna de *portfolio* no considera el problema de agencia como un elemento de importancia al momento de calcular el costo de capital, ya que su enfoque es desde el punto de vista de los inversionistas y no de los directivos de las empresas que apoyan la toma de decisiones en un proyecto dado. En efecto, se le pone

el énfasis al riesgo diversificable y no diversificable. El problema es que este riesgo puede considerarse de diferentes maneras por inversionistas y directivos, generando conflicto en dos áreas: diversificación corporativa y evaluación de proyectos.

Así como los accionistas pueden reducir el riesgo por medio de la diversificación, las empresas pueden hacer lo mismo reduciendo la variabilidad de los retornos. El problema surge porque los gerentes pueden estar más preocupados en reducir su exposición y la de sus empleados al riesgo, que en aumentar la riqueza de los inversionistas. Incluso esta situación se repite en niveles intermedios de la organización.

La situación anterior no es un problema de los gerentes en niveles de grupos de conglomerados de empresas diversificadas, ya que éstos están en posiciones similares a la de los accionistas y, por ende, están dispuestos a asumir proyectos riesgosos, pero rentables, mientras que los gerentes de niveles intermedios no tienen el mismo punto de vista, ya que el riesgo total de cada proyecto los afecta directamente, pues su cartera es menos diversificada.

Esta última razón explica por qué muchas buenas ideas que se originan en niveles divisionales o de planta no se llevan a cabo, por ser percibidos por los gerentes divisionales como demasiado riesgosos. Lo anterior incluso lleva a extremos en ciertos organismos públicos, haciendo que proyectos no propuestos, o propuestos demasiado tarde, representen una pérdida de oportunidades para la organización.

La existencia del mercado de capitales permite que los riesgos sean compartidos ampliamente por medio de la diversificación, reduciendo sustancialmente el riesgo total si se cuenta con métodos de control, medición e incentivos adecuados que motiven a los gerentes a asumir proyectos riesgosos, pero más rentables, y a apreciar de manera adecuada el riesgo económico de cada proyecto, evitando así tomar decisiones que finalmente redunden en una menor inversión y una reducción en la riqueza de los accionistas.

Por otra parte, desde el enfoque de la evaluación de proyectos, los accionistas desean que los gerentes acepten cualquier proyecto riesgoso con VAN positivo, dado que pueden ignorar el riesgo específico de una inversión particular, ya que poseen carteras bien diversificadas. Por tanto, estos últimos pueden estar más preocupados del riesgo total de un proyecto particular (diversificable y no diversificable) y rechazar proyectos con VAN positivo y que se muestran como demasiado riesgosos si se evalúan individualmente.

El enfoque de la evaluación de proyectos por medio de la proyección de los flujos de caja esperados que incorporen todas las posibles situaciones con sus respectivas probabilidades, sienta las bases para una buena evaluación, basada en un ajuste de la tasa de descuento del proyecto por el riesgo sistemático.

Al realizar la evaluación de proyectos considerando estos factores, se asegura que a proyectos riesgosos se les exija una tasa de retorno que exceda la tasa libre de riesgo, reconociendo que a proyectos más riesgosos se les deba exigir una mayor tasa de rentabilidad.

Resumen

En este capítulo se analizó tanto la tasa de costo de capital pertinente para el proyecto, como las maneras comunes de calcularlo. En particular, se analizó la manera que adopta la tasa de descuento utilizada en la evaluación de un proyecto, la cual se definió como el precio que se debe pagar por los fondos requeridos para financiar la inversión, al mismo tiempo que representa una medida de la rentabilidad mínima que se exigirá al proyecto de acuerdo con su riesgo.

Las fuentes específicas de financiamiento analizadas fueron la deuda y el patrimonio. La medición del costo de la deuda se efectúa sobre la base de la tasa de interés explícita en el préstamo. Dado que los gastos financieros son deducibles de impuesto, el costo efectivo de la deuda se calcula por $k_d\,(1–t)$ si la empresa tiene utilidades contables.

El costo del capital patrimonial se basa en un concepto de costo de oportunidad, que representa la rentabilidad que el inversionista exige a sus recursos propios, la cual incluye un premio por el riesgo asumido al hacer la inversión.

Para la evaluación de proyectos con financiamiento múltiple se deberá considerar el costo ponderado del capital, que representa el costo promedio de todas las fuentes de fondos utilizadas. La tasa ponderada resultante, k_0 o k'_0, dependerá de si el flujo de caja fue o no ajustado por los beneficios tributarios de los gastos financieros deducibles del impuesto.

Un enfoque para el cálculo del costo patrimonial lo constituye el modelo de los precios de los activos de capital, que se basa en la definición del riesgo como la variabilidad en la rentabilidad de una inversión y que plantea que aquel puede reducirse diversificando las inversiones.

Preguntas y problemas

1. Explique el concepto de costo de capital y por qué se usa como tasa de descuento en la determinación de la rentabilidad de un proyecto.
2. Explique el concepto del beta en el cálculo de la tasa de descuento.
3. ¿En qué caso es indiferente utilizar las tasas k_d y k_d $(1–t)$?
4. ¿Qué se entiende por fuentes de financiamiento propias? ¿Qué ventajas presentan? ¿En que se diferencian de las ajenas?
5. Explique por qué el evaluar el flujo de un proyecto por el criterio del VAN utilizando la tasa y K_0 se obtiene un resultado distinto del que se obtiene evaluando el flujo del inversionista a la tasa k_p, si por definición el VAN es un excedente para el inversionista y tanto como k_0 como k_p representan los costos de las fuentes de financiamiento involucradas en cada flujo.
6. Explique en qué consiste el modelo de los precios de los activos de capital y cómo se aplica el cálculo del costo del capital patrimonial.

Comente las siguientes afirmaciones:

a. El tratamiento tributario de los intereses financieros constituye un incentivo para nuevas inversiones, por ser un subsidio directo a los inversionistas.

b. Si el interés cobrado por un préstamo es del 10% anual y si la tasa de impuesto a las utilidades es del 15%, el costo efectivo de endeudarse es del 8,5%.

c. El costo del capital del proyecto se calcula como un promedio de los costos de las diversas fuentes de financiamiento involucradas.

d. El costo de la deuda generalmente es menor que el costo del capital propio.

e. El costo del capital propio calculado por los distintos métodos debe ser siempre el mismo.

f. El objetivo del análisis de la tasa de descuento es que permite seleccionar la alternativa de endeudamiento más adecuada a los intereses del proyecto.

g. Al calcular una tasa de descuento ponderada se deberán evaluar todos los proyectos de la empresa a esa tasa.

h. Al evaluar un proyecto individual el costo del capital de la empresa podría no ser representativo para el proyecto.

i. Siempre que se introduce más deuda, el k_0 baja y el valor de la empresa aumenta.

j. Un inversionista evalúa un proyecto para construir un edificio de apartamentos. La tasa de interés de cap-

Preguntas y problemas

tación del sector financiero se ha mantenido alrededor del 3,8% mensual y el inversionista no cree que variará. Él sostiene que: "dado que el costo de oportunidad de mis fondos es la tasa de mercado y puesto que usaré deuda para financiarlos, ésta será la tasa de descuento que usaré para evaluar el proyecto".

k. Para calcular el VAN del proyecto puro y del VAN del proyecto con financiamiento las partidas de ingresos y egresos no tendrán mayor cambio con excepción del costo del financiamiento.

l. Para el pago de una deuda bancaria, el monto a cancelar anualmente constituye un desembolso que deberá incluirse en el flujo de caja del año respectivo, por lo que el resultado del flujo disminuirá en ese monto.

m. La búsqueda del financiamiento óptimo significa optar para el proyecto la más baja tasa existente en el mercado.

n. Dado un nivel de ingresos determinado, cuanto mayor sea el nivel de inversión, los costos operaciones y el costo de capital, menor será la rentabilidad del proyecto.

ñ. La tasa del descuento que debe aplicarse para la decisión de la mejor opción tecnológica no reviste mayor importancia, ya que si se utiliza una misma tasa para cada una de ellas se obtiene el resultado correcto para la toma de la decisión correspondiente.

o. La tasa de descuento a aplicar en la determinación de la mejor alternativa tecnológica no es mayormente relevante. Lo importante es que al estudiar dos opciones diferentes, ellas sean sometidas a la misma tasa.

Material complementario

Ejercicios recomendados del texto complementario *Evaluación de proyectos, guía de ejercicios, problemas y soluciones*, de José Manuel Sapag, McGraw–Hill, tercera edición, 2007:

36. Externalización de servicio de transporte
50. Fábrica de neumáticos
51. S&F
52. Transporte ferroviario
53. *Leasing*
54. Extracción de arena
55. Costo de capital
56. Costo de capital II
63. Granja educativa

Bibliografía

Brealey, R. y S. Myers. *Fundamentos de financiación empresarial*. Madrid: McGraw-Hill, 1998.

Copeland, T. y F. Weston. *Financial Theory and Corporate Policy*. Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1980

Elton, E. y M. Gruber. *Finance as a Dynamic Process*. Foundation of Finance Series. Englewood Cliffs. New Jersey: Prentice-Hall, 1975.

Modigliani, F. y M. Miller. *The American Economic Review:* Junio 1958, pp. 261-296.

Porterfield, James. *Investment Decisions and Capital Cost*. Englewood Cliffs. New Jersey: Prentice-Hall, 1965.

Shim J. y Siegel J. *Administración financiera*. Bogotá: McGraw-Hill, 1978.

Salvatore, Dominick. *Economía y empresa*. *México: McGraw-Hill, 1993, p. 397.*

Capítulo 17

Análisis de riesgo

En el capítulo anterior se estudiaron los criterios para definir la conveniencia de una inversión basada en condiciones de certeza. Tal suposición, sin embargo, se adoptó sólo para presentar el estudio de los procedimientos operativos de evaluación de un proyecto.

El comportamiento único de los flujos de caja supuesto en el capítulo anterior es incierto, ya que no es posible conocer con anticipación cuál de todos los hechos que pueden ocurrir y que tienen efectos en los flujos de caja ocurrirá efectivamente. Al no tener certeza sobre los flujos futuros de caja que ocasionará cada inversión, se estará en una situación de riesgo o incertidumbre. Existe riesgo cuando hay una situación en la cual una decisión tiene más de un posible resultado y la probabilidad de cada resultado específico se conoce o se puede estimar. Existe incertidumbre cuando esas probabilidades no se conocen o no se pueden estimar.

El objetivo de este capítulo es analizar el problema de la medición del riesgo en los proyectos y los distintos criterios de inclusión y análisis para su evaluación.

En este estudio no se incluye el riesgo de cartera, que, aunque es un tema de alto interés, escapa al objetivo de este texto.

17.1 El riesgo en los proyectos

El riesgo de un proyecto se define como la variabilidad de los flujos de caja reales respecto de los estimados. Cuanto más grande sea esta variabilidad, mayor es el riesgo del proyecto. Así, el riesgo se manifiesta en la variabilidad de los rendimientos del proyecto, puesto que se calculan sobre la proyección de los flujos de caja.

Como ya se indicó, el riesgo define una situación donde la información es de naturaleza aleatoria, en la cual se asocia una estrategia con un conjunto de resultados posibles, cada uno de los cuales tiene asignada una probabilidad. La incertidumbre caracteriza a una situación donde los posibles resultados de una estrategia no son conocidos y, en consecuencia, sus probabilidades de ocurrencia no son cuantificables. La incertidumbre, por tanto, puede ser una característica de información incompleta, de exceso de datos, o de información inexacta, sesgada o falsa.

La incertidumbre de un proyecto crece en el tiempo. El desarrollo del medio condicionará la ocurrencia de los hechos estimados en su formulación. La sola mención de las variables principales incluidas en la preparación de los flujos de caja deja de manifiesto el origen de la incertidumbre: el precio y la calidad de las materias primas; el nivel tecnológico de producción; las escalas de remuneraciones; la evolución de los mercados; la solvencia de los proveedores; las variaciones de la demanda, tanto en cantidad y calidad como en precio; las políticas del gobierno respecto del comercio exterior (sustitución de importaciones, liberalización del comercio exterior); la productividad real de la operación, etcétera.

Una diferencia menos estricta entre riesgo e incertidumbre identifica al riesgo como la dispersión de la distribución de probabilidades del elemento en estudio o los resultados calculados, mientras que la incertidumbre es el grado de falta de confianza respecto a que la distribución de probabilidades estimadas sea la correcta.

John R. Canada[1] señala y analiza ocho causas del riesgo y la incertidumbre en los proyectos. Entre éstas cabe mencionar el número insuficiente de inversiones similares que puedan proporcionar información promediable; los prejuicios contenidos en los datos y su apreciación, que inducen efectos optimistas o pesimistas, dependiendo de la subjetividad del análisis; los cambios en el medio económico externo que anulan la experiencia adquirida en el pasado y la interpretación errónea de los datos o los errores en la aplicación de ellos.

Se han hecho muchos intentos para enfrentar la falta de certeza en las predicciones. Las "mejoras limitadas", que David B. Hertz[2] señalaba como "esfuerzos con éxito limitado que parecen no haber llegado a alcanzar la meta para hacer frente a la incertidumbre", se han superado por diversas técnicas y modelos cuya aplicación ha permitido una evaluación de proyectos que aún con las limitaciones propias de tener que trabajar sobre la base de predicciones futuras, logra incorporar la medición del factor riesgo.

---

[1] Canada, John. *Técnicas de análisis económico para administradores e ingenieros*. México: Diana, 1978, p. 223.

[2] Las mejoras limitadas a las que se refiere el autor citado son: a) pronósticos más exactos, b) ajustes empíricos, c) revisión de la tasa límite, d) estimaciones en tres niveles, y e) probabilidades seleccionadas. *Véase* Hertz, David B. Risk Analysis in Capital Investment. En: *Harvard Business Review* 42 (1):95–106, 1964.

17.2 La medición del riesgo

El riesgo de un proyecto se definió como la variabilidad de los flujos de caja reales respecto de los estimados. Ahora corresponde analizar las maneras de medir esa variabilidad como un elemento de cuantificación del riesgo de un proyecto.

La falta de certeza de las estimaciones del comportamiento futuro se puede asociar normalmente con distribución de probabilidades de los flujos de caja generados por el proyecto. Su representación gráfica permite visualizar la dispersión de los flujos de caja, asignando un riesgo mayor a aquellos proyectos cuya dispersión sea mayor. Existen, sin embargo, modos precisos de medición que manifiestan su importancia principalmente en la comparación de proyectos o entre alternativas de un mismo proyecto. El más común es la desviación estándar, que se calcula mediante la expresión

17.1

$$\sigma = \sqrt{\sum_{x\overline{A}1}^{n} \left(A_x = \overline{A}\right)^2 P_x}$$

donde A_x es el flujo de caja de la posibilidad x, P_x es su probabilidad de ocurrencia, y es el valor esperado de la distribución de probabilidades de los flujos de caja, que se obtienen de

17.2

$$\overline{A} = \sum_{x\overline{A}1}^{n} A_x P_x$$

Si $\overline{A}$ correspondiera al valor esperado del valor actual neto, ante igualdad de riesgo se elegirá el proyecto que exhiba el mayor valor esperado. Cuanto mayor sea la dispersión esperada de los resultados de un proyecto, mayores serán su desviación estándar y su riesgo.

Para ejemplificar la determinación del valor esperado y de la desviación estándar, supóngase la existencia de un proyecto que presente la siguiente distribución de probabilidades de sus flujos de caja estimados:

X	Probabilidad	Flujo de caja
	P_x	A_x
1	0,30	2.000
2	0,40	2.500
3	0,30	3.000

Al aplicar la ecuación 17.2, se determina que el valor esperado de la distribución de probabilidades es de 2.500, que se obtiene de

$P_x(A_x)$
0,30 (2.000) = 600
0,40 (2.500) = 1.000
0,30 (3.000) = 900
$\bar{A} = 2.500$

Reemplazando con estos valores en la ecuación 17.1, se calcula la desviación estándar en $387,30, que resulta de:

$A_x - \bar{A}$	$(A_x - \bar{A})$	$(A_x - \bar{A})^2$	$(A_x - \bar{A})^2 \times P_x$
2.000 – 2.500	–500	250.000	(250.000) 0,30 = 75.000
2.500 – 2.500	0	0	(0) 0,40 = 0
3.000 – 2.500	+500	250.000	(250.000) 0,30 = 75.000
			Varianza = 150.000
			$\sigma = \sqrt{150.000}$ = 387,30

Si hubiera otra alternativa de inversión cuya desviación estándar fuese mayor que $387,30, su riesgo sería mayor, puesto que estaría indicando una mayor dispersión de sus resultados. La desviación estándar, como se verá luego, se utiliza para determinar la probabilidad de ocurrencia de un hecho. No es adecuado utilizarla como única medida de riesgo, porque no discrimina en función del valor esperado. De esta manera, alternativas con valores esperados diferentes de sus retornos netos de caja pueden tener desviaciones estándares iguales, requiriendo una medición complementaria para identificar diferenciaciones en el riesgo.

El coeficiente de variación es, en este sentido, una unidad de medida de la dispersión relativa, que se calcula por la expresión

17.3

$$v = \frac{\sigma}{\bar{A}}$$

Aun cuando las alternativas pudieran presentar desviaciones estándares iguales, si los valores esperados de sus flujos de caja son diferentes, este procedimiento indicará que cuanto mayor sea el coeficiente de variación, mayor es el riesgo relativo. Es decir, comúnmente se dará preferencia a un proyecto más riesgoso sólo si su retorno esperado es suficientemente más alto que el de un proyecto menos riesgoso.

Reemplazando con los valores del ejemplo anterior, se tendría:

$$v = \frac{387{,}3}{2.500} = 0{,}15$$

17.3 Métodos para tratar el riesgo

Para incluir el efecto del factor riesgo en la evaluación de proyectos de inversión se han desarrollado diversos métodos o enfoques que no siempre conducen a un resultado idéntico. La información disponible es, una vez más, uno de los elementos determinantes en la elección de uno u otro método.

El criterio subjetivo es uno de los métodos comúnmente utilizados. Se basa en consideraciones de carácter informal de quien toma la decisión, sin incorporar específicamente el riesgo del proyecto, salvo en su apreciación personal. Se ha intentado mejorar este método sugiriendo que se tengan en cuenta la expectativa media y la desviación estándar del VAN, lo cual, aunque otorga un carácter más objetivo a la inclusión del riesgo, no logra incorporarlo en toda su magnitud. De igual manera, el análisis de fluctuaciones de los valores optimistas, más probables y pesimistas del rendimiento del proyecto, sólo disminuye el grado de subjetividad de la evaluación del riesgo, sin eliminarla.

Los métodos basados en mediciones estadísticas son quizá los que logran superar de mejor manera, aunque no definitivamente, el riesgo asociado con cada proyecto. Para ello, analizan la distribución de probabilidades de los flujos futuros de caja para presentar a quien tome la decisión de aprobación o rechazo los valores probables de los rendimientos y de la dispersión de su distribución de probabilidad. En el apartado 17.4 se analiza este método para los casos de dependencia e independencia del flujo de caja respecto del tiempo.

Un método diferente de inclusión del riesgo en la evaluación es el del ajuste a la tasa de descuento. Con este método, el análisis se efectúa sólo sobre la tasa pertinente de descuento, sin entrar a ajustar o evaluar los flujos de caja del proyecto.

Si bien este método presenta serias deficiencias, en términos prácticos es un procedimiento que permite solucionar las principales dificultades del riesgo. En la sección "El método del ajuste a la tasa de descuento" se aborda nuevamente este tema.

Frente a las desventajas (que posteriormente se analizarán) respecto del método del ajuste a la tasa de descuento y con similares beneficios de orden práctico, está el método de la equivalencia a certidumbre. Según este criterio, quien decide está en condiciones de determinar su punto de indiferencia entre flujos de caja por percibir con certeza y otros, obviamente mayores, sujetos a riesgo. La sección "El método de la equivalencia a certidumbre" se destina a analizar este método.

Otro de los criterios que debe evaluarse es el de los valores esperados. Este método, conocido comúnmente como análisis del árbol de decisiones, combina las probabilidades de ocurrencia de los resultados parciales y finales para calcular el valor esperado de su rendimiento. Aunque no incluye directamente la variabilidad de los flujos de caja del proyecto, ajusta los flujos al riesgo en función de la asignación de probabilidades. El apartado "Uso del árbol de decisión" se ocupa de este procedimiento.

El último método que se estudia en este texto es el análisis de sensibilidad, que si bien es una forma especial de considerar el riesgo, se analiza como caso particular en el capítulo 18, por la importancia práctica que ha adquirido. La aplicación de este criterio permite definir el efecto que tendrían sobre el resultado de la evaluación cambios en uno o más de los valores estimados en sus parámetros.

17.4 Dependencia e independencia de los flujos de caja en el tiempo

El análisis de riesgo en los proyectos de inversión se realiza de manera distinta según los flujos de caja en el tiempo, sean o no dependientes entre sí. Es decir, si el resultado de un periodo depende o no de lo que haya pasado en otro periodo anterior.

Cuando hay independencia entre las distribuciones de probabilidad de los flujos de caja futuros, el valor esperado del valor actual neto sería:

17.4

$$VE(VAN) = \sum_{t=1}^{n} \frac{\overline{A}_t}{(1+i)^t} - I_0$$

donde i es la tasa de descuento libre de riesgo. La desviación estándar de la distribución de probabilidades de este valor actual neto es:[3]

17.5

$$\sigma = \sqrt{\sum_{x=1}^{n} \frac{\sigma^2}{(1+i)^{2t}}}$$

Incorporando en esta ecuación la ecuación 17.1, resulta:

17.6

$$\sigma = \sqrt{\sum_{x=1}^{n} \frac{\left[\sum_{x=1}^{n} \left(A_x - \overline{A}\right)^2 P_x\right]^t}{(1+i)^{2t}}}$$

[3] Respecto a la derivación de la fórmula, se puede consultar en: Hillier, Frederick. The Derivation of Probabilistic Information for Evaluation of Risky Investments. En: *Management Science*. Vol. 9, pp. 443–457.

que corresponde a la desviación estándar alrededor del valor esperado calculado por la ecuación 17.5.

Además de la información proporcionada por las ecuaciones 17.5 y 17.7, es posible calcular la probabilidad de que el VAN sea superior o inferior a cierto monto de referencia. Para ello, se resta el valor esperado del valor actual neto calculado en la expresión 17.5 de ese valor de referencia y se divide su resultado entre la desviación estándar. Esto es:

17.7

$$z = \frac{X - VE(VAN)}{\sigma}$$

donde z es la variable estandarizada o el número de desviaciones estándar de la media (valor esperado del VAN).

Para determinar la probabilidad de que el VAN del proyecto sea menor o igual que x, se acude a una tabla de distribución normal, que muestra el área de dicha distribución, que es×desviaciones estándares hacia la izquierda o derecha de la media.

Para ilustrar la aplicación de estas fórmulas, supóngase la existencia de una propuesta de inversión que requiere $100.000 en el momento cero. Los flujos de caja futuros se proyectan a tres periodos con las siguientes probabilidades de ocurrencia:

Periodo 1		Periodo 2		Periodo 3	
Probabilidad	Flujo de caja	Probabilidad	Flujo de caja	Probabilidad	Flujo de caja
0,30	40.000	0,30	30.000	0,30	20.000
0,40	50.000	0,40	40.000	0,40	30.000
0,30	60.000	0,30	50.000	0,30	40.000

Al aplicar la ecuación 17.2, se obtiene que los valores esperados de los flujos de caja para cada periodo son $50.000, $40.000 y $30.000.

De acuerdo con la ecuación 17.5, el valor esperado del VAN es, para una tasa libre de riesgo del 6%, de $7.958.

Al utilizar la ecuación 17.7, puede obtenerse la desviación estándar alrededor del valor esperado, de la siguiente forma:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{t=1}^{n} \frac{7.746}{(1,06)^{2t}}} = 18.490$$

Se deja como una constante los $7.746, por cuanto la distribución de probabilidades de todos los periodos tiene la misma dispersión en relación con los valores esperados y, por tanto, sus desviaciones estándares son iguales.

Si se deseara calcular la probabilidad de que el VAN de este proyecto fuese igual o menor que cero, se utiliza la fórmula 17.7, con lo que se obtiene:

$$z = \frac{0 - 7.958}{18.490} = -0,43$$

Recurriendo a una tabla de distribución normal, se obtiene que la probabilidad que se deseaba averiguar corresponde aproximadamente al 33%.

Hasta ahora se ha supuesto que los flujos de caja son independientes entre sí a lo largo del tiempo. Sin embargo, en la mayoría de los proyectos existe cierta dependencia entre los resultados de dos periodos. Es importante saber si existe o no dependencia entre los flujos, por las consecuencias que tienen sobre el análisis del riesgo. Si los flujos son dependientes, o sea, si están correlacionados a través del tiempo, la desviación estándar de la distribución de probabilidad de los valores actuales netos probables es mayor que si fueran independientes. A mayor correlación, mayor dispersión de la distribución de probabilidad.

Los flujos de caja estarán perfectamente correlacionados si la desviación del flujo de caja de un periodo alrededor de la media de la distribución de probabilidades en ese periodo implica que en todos los periodos futuros el flujo de caja se desviará exactamente de igual manera.

La desviación estándar de los flujos de caja perfectamente correlacionados de un proyecto se calcula aplicando la siguiente expresión:

17.8

$$\sigma = \sum_{t=1}^{n} \frac{\sigma_t}{(1+i)^t}$$

Utilizando el mismo ejemplo anterior, se incorporan sus valores en esta fórmula, para calcular la siguiente desviación estándar:

$$\sigma = \sum_{t=1}^{n} \frac{7.746}{(1,06)^t} = 20.705$$

Esto confirma que cuando los flujos de caja están perfectamente correlacionados, la desviación estándar y el riesgo son mayores que cuando existe independencia entre ellos.

Cuando los flujos de caja no se encuentran perfectamente correlacionados, es posible aplicar el modelo de correlación intermedia desarrollado por Frederick Hillier.[4] En él se plantea que la desviación estándar para un flujo de caja que no está

[4] Hillier. *Op. cit.*

perfectamente correlacionado se encuentra en algún punto intermedio entre las dos desviaciones calculadas antes. El problema de su cálculo reside en que incorpora en un mismo modelo tanto flujos perfectamente correlacionados como independientes. La dificultad práctica más relevante es la necesidad de clasificar como independientes o perfectamente correlacionadas las distintas variables del flujo de caja.

David Hertz[5] propuso un modelo de simulación integral para calcular los resultados probables, así como su dispersión. Su modelo se basa en la definición de nueve factores principales del proyecto que influyen en el resultado de la evolución: dimensión del mercado, precios de venta, tasa de crecimiento del mercado, participación en el mercado, inversión en el mercado, inversión requerida, valor de recuperación de la inversión, costos operativos, costos fijos y vida útil de los equipos.

Para cada factor se estiman los valores probables que asumiría y se le asigna una probabilidad de ocurrencia a cada valor sólo como referencia. Sin calcular un valor esperado de cada factor, se combinan al azar los nueve factores para valores probables cambiantes. Es decir, se calculan distintos rendimientos sobre la inversión, simulando valores cambiantes para cada uno de los nueve factores.

Con los resultados observados mediante este procedimiento se elabora una tabla de frecuencia sobre la cual se calcula el resultado probable y su dispersión o riesgo.

El modelo de simulación de Hertz es similar a uno de los criterios de análisis de sensibilidad que se desarrolla en el próximo capítulo. Sin embargo, el modelo se ampliará, generalizándolo al uso de cualquier variable y para calcular no sólo la tasa media de rendimiento sobre la inversión, sino cualesquiera de los criterios de decisión analizados en el capítulo anterior.

17.5 El método del ajuste a la tasa de descuento

Una forma de ajustar los flujos de caja consiste en hacerlo mediante correcciones en la tasa de descuento. A mayor riesgo, mayor debe ser la tasa para castigar la rentabilidad del proyecto. De esta manera, un proyecto rentable evaluado en función de una tasa libre de riesgo puede resultar no rentable si se descuenta a una tasa ajustada.

El principal problema de este método es determinar la tasa de descuento apropiada para cada proyecto. Por no considerar explícitamente información tan relevante como la distribución de probabilidades del flujo de caja proyectado, muchos autores definen este método como una aproximación imperfecta para incorporar el factor riesgo a los proyectos.

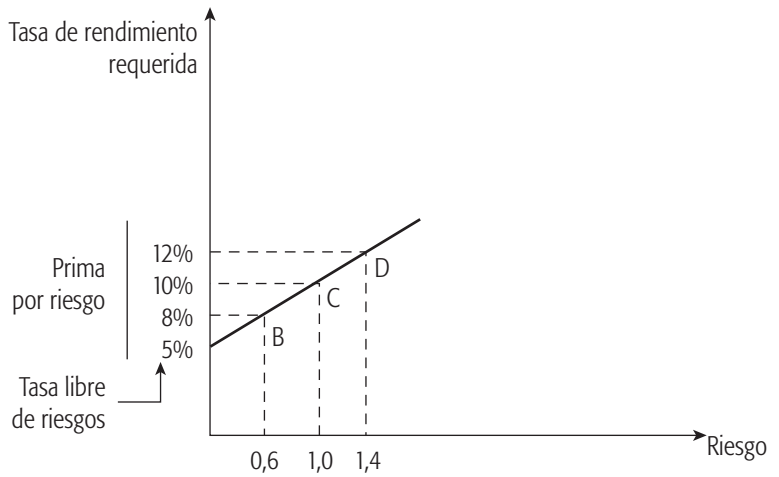
Para ajustar adecuadamente la tasa de descuento, se define una curva de indiferencia del mercado cuya función relaciona el riesgo y los rendimientos con la tasa de

---

[5] Hertz, David B. La incertidunbre y el riesgo en la evolución de proyectos de inversión. En: *Administración de empresas*. Vol. 1, p. 139.

descuento. La curva de indiferencia del mercado se ilustra en el gráfico 17.1, cuyos ejes representan la tasa de rendimiento necesaria y el riesgo expresado en términos de un coeficiente de variación.

Gráfico 17.1 Curva de indiferencia del mercado



La curva de indiferencia del mercado graficada indica que los flujos de caja asociados con un evento sin riesgo se descuentan a una tasa libre de riesgo del 5%, que corresponde a una situación de certeza. Los puntos B, C y D indican que para coeficientes de variación de 0,6, 1,0 y 1,4 se precisan tasas de descuento de 8% y 12%, respectivamente. Al aumentar el riesgo de un proyecto se necesitan rendimientos mayores para que ameriten aprobarse.

Así, el mayor grado de riesgo se compensa por una mayor tasa de descuento que tiende a castigar el proyecto. De acuerdo con esto, el cálculo del valor actual neto se efectúa mediante la siguiente ecuación:

17.9

$$VAN = \sum_{t=1}^{n} \frac{BN_t}{(1+f)^t} - I_0$$

donde BN_t son los beneficios netos del periodo t y f la tasa de descuento ajustada por riesgo, que resulta de aplicar la siguiente expresión:

17.10

$$f = i + p$$

donde i es la tasa libre de riesgo y p es la prima por riesgo que exige el inversionista para compensar una inversión con retornos inciertos.

La dificultad de este método reside en la determinación de la prima por riesgo. Al tener un carácter subjetivo, las preferencias personales harán diferir la tasa adicional por riesgo entre distintos inversionistas para un mismo proyecto.

17.6 El método de la equivalencia a certidumbre

La equivalencia a certidumbre es un procedimiento de alternativa al método de la tasa de descuento ajustada por riesgo. Según este método, el flujo de caja del proyecto debe ajustarse por un factor que represente un punto de indiferencia entre un flujo del que se tenga certeza y el valor esperado de un flujo sujeto a riesgo. Si se define este factor como α, se tiene que:

17.11
$$\alpha_t = \frac{BNC_t}{BNR_t}$$

donde α_t es el factor de ajuste que se aplicará a los flujos de caja inciertos en el periodo *t*, BNC_t representa el flujo de caja en el periodo *t* sobre el que se tiene certeza y BNR_t representa el flujo de caja incierto en el periodo *t*.

El factor del coeficiente α varía inversamente proporcional al grado de riesgo. A mayor riesgo asociado, menor será el coeficiente α, cuyo valor estará entre cero y uno.

Weston y Brigham[6] explican el concepto de equivalencia de certeza ejemplificando una situación en que debe optarse por una de estas alternativas: a) recibir $1.000.000 si al tirar al aire una moneda perfecta resulta cara, sin obtener nada si sale sello, b) no tirar la moneda y recibir $300.000. El valor esperado de la primera opción es $500.000 ($0,5 \times 1.000.000 + 0,5 \times 0$). Si el jugador se muestra indiferente entre las alternativas, los $300.000 son el equivalente de certeza de un rendimiento esperado de $500.000 con riesgo. Al reemplazar mediante estos valores en la ecuación 17.11, se tiene:

$$\frac{300.000}{500.000} = 0,6$$

Al expresar todos los flujos de caja en su equivalencia de certeza, puede evaluarse el proyecto mediante el VAN, actualizando estos flujos a la tasa libre de riesgo *(i)*, de acuerdo con la siguiente expresión:

17.12
$$VAN = \sum_{x=1}^{n} \frac{\alpha_t BNR}{(1+i)^t} = i_0$$

El índice *t* del coeficiente indica que éste puede variar en un mismo proyecto a través del tiempo.

---

6 Weston, F. y Brigham, E. *Finanzas en administración*. México: Interamericana, 1977, p. 283.

La aplicación de este método permite descontar los flujos sólo considerando el factor tiempo del uso del dinero, sin incorporar en la tasa de descuento el efecto del riesgo. Sin embargo, en la práctica resulta muy difícil la conversión al equivalente de certeza de los flujos de caja.

Robichek y Myers[7] hacen un interesante análisis para demostrar que este método es superior al de ajuste a la tasa de descuento. Para ello suponen que la tasa de descuento ajustada por riesgo *(f)* y la tasa libre de riesgo *(i)* permanecen constantes. Si ambos métodos fueran correctos, el resultado de un ajuste a la tasa de descuento debería ser igual al ajuste a condiciones del equivalente a certeza. Para un periodo *t* cualquiera, se tendría:

17.13

$$\frac{\alpha_t BNR_t}{(1+i)^t} = \frac{BNR_t}{(1+F)^t}$$

lo cual no indica otra cosa sino que el valor actual de un flujo de caja ajustado a condiciones de certeza descontado a la tasa libre de riesgos es igual al valor actual de un flujo de caja descontado a una tasa ajustada por riesgo. De la ecuación anterior se deduce:

17.14

$$\alpha_t = \frac{BNR_t(1+i)^t}{BNR_t(1+f)^t} = \frac{(1+i)^t}{(1+f)^t}$$

Si ambas tasas permanecen constantes y si *(f)* es mayor que (*i)*, puede demostrarse que α_t es mayor que $\alpha_t + 1$. Es decir, al permanecer constante la tasa de descuento ajustada por riesgo, los coeficientes de conversión a condiciones de equivalente por certeza serían decrecientes y el riesgo crecería en el tiempo. De esta manera, el método de la tasa de descuento ajustada por riesgo supone que el riesgo aumenta por el tiempo *per se*. No puede afirmarse que existe riesgo por tiempo, pero sí que el riesgo puede ser mayor si los condicionantes del proyecto en el tiempo tienen un riesgo mayor. Van Horne[8] ejemplifica el caso de una plantación forestal cuyo riesgo, más que aumentar, decrecería en el tiempo. De esto Van Horne concluye que "la presunción de un riesgo creciente no sería apropiada para este caso, y el proyecto de plantación sería penalizado si utilizáramos el método de conversión a condiciones equivalentes por certeza, la gerencia puede especificar directamente el grado de riesgo para cada

---

[7] Robichek, A. y Myers, R. Conceptual Problems in the Use of Risk–Adjusted Discount Rates. En: *Journal of Finance*. Diciembre 1996, p. 727–736.

[8] Van Horne, James. *Administración financiera*. Buenos Aires: Ediciones Contabilidad Moderna, 1976, p.169.

periodo futuro en particular, y luego descontar el flujo de caja empleando la tasa que representa el valor tiempo del dinero".

Esta posición parece ser bastante razonable puesto que permite ajustar el riesgo a cada periodo y no al proyecto en su conjunto, como sería emplear la tasa de descuento. De esta manera, es posible considerar que el riesgo puede variar en el tiempo en función de que los factores condicionantes del proyecto en el tiempo tengan un riesgo con carácter variable.

Un procedimiento distinto sugiere John Canada[9] para tratar la equivalencia por certeza, o método de expectativa y variaciones, como él lo denomina, consistente en determinar la variación de la expectativa, relacionando el resultado previsto con la variación de ese resultado mediante la expresión:

17.15

$$V = \mu - \alpha\sigma$$

donde V es la variación de la expectativa, μ es la media o resultado monetario esperado, σ (la desviación estándar de ese resultado y α el coeficiente del temor al riesgo).

La utilidad de ese procedimiento se manifiesta en el proceso de comparación entre alternativas de inversión. Por ejemplo, si una alternativa A de inversión se asocia con un valor actual esperado de $20.000 y su α es 0,6 cuando la desviación estándar es de $4.000, se obtiene una variación de la expectativa de $11.000, reemplazando con estos valores en la expresión anterior. Esto es:

$$V = 20.000 - 0{,}6\left(15.000\right)$$

Si esta alternativa se compara con otra cuyo valor actual esperado fuese de sólo $16.000 y su α de 0,8 cuando la desviación estándar es de $4.000, se obtendría una variación de la expectativa de $11.800, resultante de:

$$V = 16.000 - 0{,}8\left(4.000\right)$$

De acuerdo con lo anterior, la segunda alternativa es superior a la primera.

17.7 Uso del árbol de decisión

El árbol de decisión es una técnica gráfica que permite representar y analizar una serie de decisiones futuras de carácter secuencial a través del tiempo.

Cada decisión se representa gráficamente por un cuadrado con un número dispuesto en una bifurcación del árbol de decisión. Cada rama que se origina en este punto representa una alternativa de acción. Además de los puntos de decisión, en

[9] Canada, *Op. cit.* p. 283.

este árbol se expresan, mediante círculos, los sucesos aleatorios que influyen en los resultados. A cada rama que parte de estos sucesos se le asigna una probabilidad de ocurrencia. Así, el árbol representa todas las combinaciones posibles de decisiones y sucesos, permitiendo estimar un valor esperado del resultado final, como un valor actual neto, utilidad u otro.

Supóngase, a manera de ejemplo, que se estudia el lanzamiento de un nuevo producto. Las posibilidades en estudio son introducirlo en el ámbito nacional o regional. Si se decide lanzar el producto regionalmente, es posible hacerlo luego nacionalmente si el resultado regional así lo recomienda.

En el gráfico 17.2 se representa un diagrama de un árbol de decisión para este caso, en el cual cada ramificación conduce a un cierto valor actual neto diferente.

Para tomar la decisión óptima se analizan los sucesos de las alternativas de decisión más cercanas al final del árbol, calculando el valor esperado de sus valores actuales netos y optando por aquella que proporcione el mayor valor esperado del VAN. Por ejemplo, la última decisión de nuestro caso es la [2], que presenta dos sucesos de alternativa. El valor esperado del suceso (C) se calcula aplicando la ecuación 17.2, así:

0,60	× 4.000	=	2.400
0,10	× 1.000	=	100
0,30	× 2.000	=	(600)
	VE (VAN)	=	1.900

que representa el valor esperado del VAN en el caso de ampliar la introducción en el ámbito nacional.

En el caso de continuar regionalmente, se obtiene, por el mismo procedimiento, el siguiente resultado:

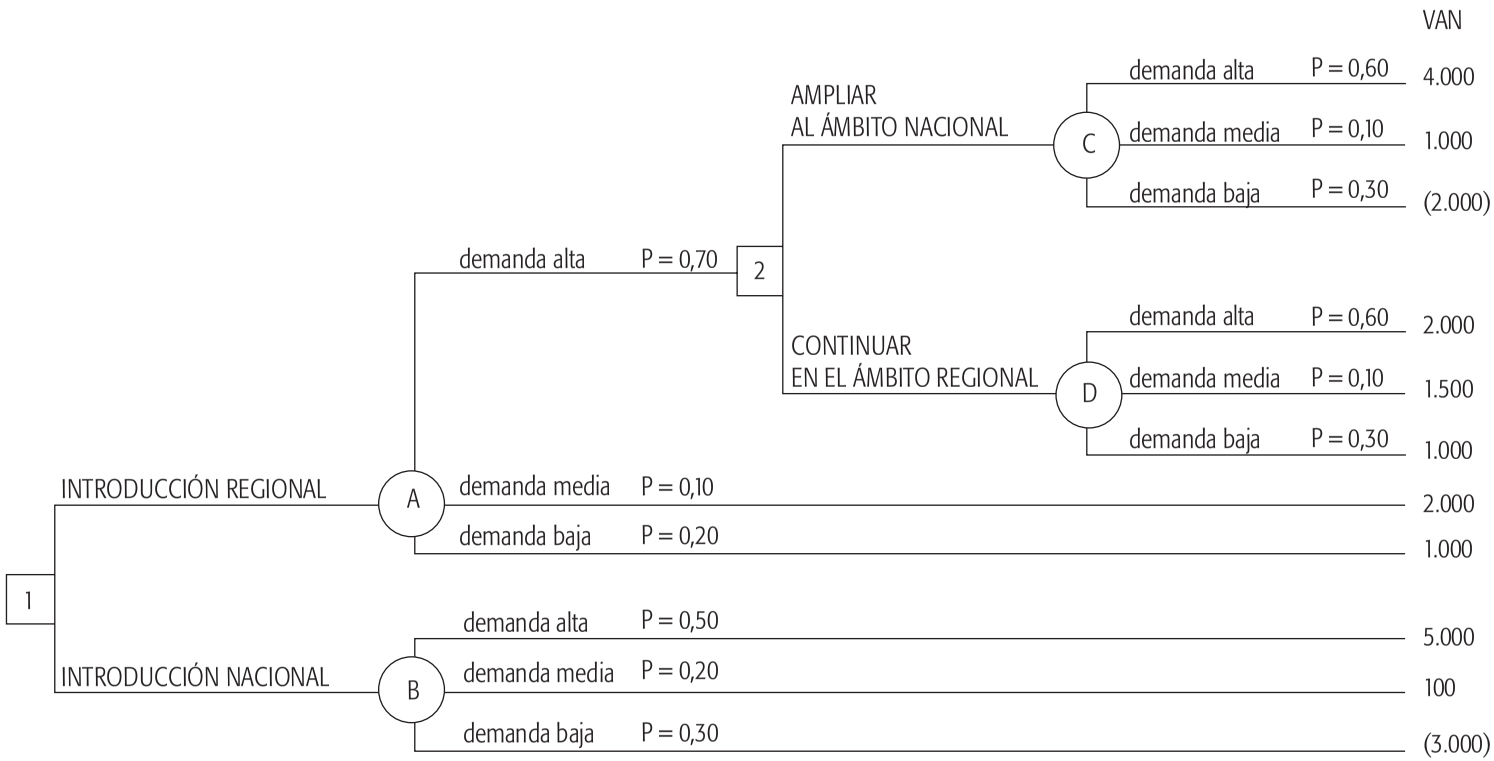
0,60	× 2.000	=	1.200
0,10	× 1.500	=	150
0,30	× 1.000	=	300
	VE (VAN)	=	1.650

Por tanto, la decisión será ampliar nacionalmente, porque retorna un VAN esperado mayor.

La siguiente decisión se refiere a la introducción inicial. Si es regionalmente, existe un 70% de posibilidades de que la demanda sea alta. Si así fuese, el VAN esperado sería de 1.900, que correspondería al resultado de la decisión que se tomaría de encontrarse en ese punto de decisión. Aplicando el procedimiento anterior, se obtiene:

0,70	× 1.900	=	1.330
0,10	× 2.000	=	200
0,20	× 1.000	=	200
	VE (VAN)	=	1.730

Gráfico 17.2


VAN
1
INTRODUCCIÓN REGIONAL
INTRODUCCIÓN NACIONAL
A
B
C
D
2
demanda alta P = 0,70
demanda media P = 0,10
demanda baja P = 0,20
AMPLIAR
AL ÁMBITO NACIONAL
CONTINUAR
EN EL ÁMBITO REGIONAL
demanda alta P = 0,60
demanda media P = 0,10
demanda baja P = 0,30
demanda alta P = 0,60
demanda media P = 0,10
demanda baja P = 0,30
demanda alta P = 0,50
demanda media P = 0,20
demanda baja P = 0,30
4.000
1.000
(2.000)
2.000
1.500
1.000
2.000
1.000
5.000
100
(3.000)

Para la alternativa de introducción nacional se tendría:

0,50 ×	5.000 = 2.500
0,20 ×	100 = 20
0,30 ×	(3.000) = (900)
	VE (VAN) = 1.620

En consecuencia, se optaría por una introducción inicial en el ámbito regional, que luego se ampliaría nacionalmente. Esta combinación de decisiones es la que maximiza el valor esperado de los resultados.

Este método, así tratado, no incluye el efecto total del riesgo, puesto que no considera la posible dispersión de los resultados ni las posibilidades de las desviaciones. En el ejemplo anterior, la decisión se hacia sobre la base de un valor actual neto promedio. Sin embargo, es fácil apreciar que, dependiendo de su grado de aversión al riesgo, algunos inversionistas podrían optar por continuar regionalmente.

Una manera de obviar este problema es medir los árboles de decisión probabilísticos que, además de las características señaladas, permiten que todas las cantidades, variables y sucesos aleatorios puedan representarse por distribuciones continuas de probabilidad. Así mismo, la información acerca del resultado de cualquier combinación de decisiones puede ser expresada probabilísticamente, lo que permite su comparación, considerando sus respectivas distribuciones de probabilidad.

17.8 Modelo de simulación de Monte Carlo

El modelo de Monte Carlo, llamado también método de ensayos estadísticos, es una técnica de simulación de situaciones inciertas que permite definir valores esperados para variables no controlables, mediante la selección aleatoria de valores, donde la probabilidad de elegir entre todos los resultados posibles está en estricta relación con sus respectivas distribuciones de probabilidades.

En la actualidad se dispone de varios *software* que solucionan fácilmente esta tarea. Programas como Crystal Ball, Parisimet, SimulAr, EasyPlanEx permiten asignarle a determinadas variables un comportamiento aleatorio posible de definir por medio de una distribución de probabilidades que se elige de entre varias opciones que ofrece cada *software*: normal, triangular, uniforme, beta, lognormal, gamma, exponencial, pareto, etcétera.

De esta manera, el programa selecciona un valor aleatorio al azar para cada variable elegida, el cual está acorde con la distribución de probabilidades asignada a cada una. Al pedirle que ejecute, por ejemplo, mil iteraciones, permite obtener valores actuales netos, los cuales presenta en un resumen gráfico con los resultados de la simulación. Además de entregar información estadística, indica el porcentaje de escenarios en que el VAN es igual o superior a cero.

Si las variables inciertas relevantes en un proyecto fuesen, por ejemplo, la demanda y la participación de mercado, deberá aplicarse en ambas la simulación para estimar su comportamiento en el futuro. Supóngase que estudios realizados señalan que la demanda global esperada del mercado tiene la siguiente distribución de probabilidades:

Demanda	Probabilidad
200.000	0,10
250.000	0,25
300.000	0,35
350.000	0,15
400.000	0,10
450.000	0,05

Al mismo tiempo, supóngase que la participación en el mercado para el proyecto sea también una variable incierta, para la cual se estima la siguiente distribución de probabilidades:

Participación	Probabilidad
0,08	0,26
0,09	0,22
0,10	0,16
0,11	0,13
0,12	0,10
0,13	0,07
0,14	0,05
0,15	0,01

Supóngase, además, que la demanda global del mercado está correlacionada con la tasa de crecimiento de la población, que se estima en un 2% anual a futuro. El precio y los costos asociados con el proyecto se suponen conocidos o su resultado futuro menos incierto.

El primer paso en la solución consiste en expresar matemáticamente el problema. En este caso, la demanda por año que podría enfrentar el proyecto se puede expresar como:

17.16

$$D_p = D_g * p$$

donde *Dp* corresponde a la demanda del proyecto, *Dg* a la demanda global y *p* al porcentaje de participación del proyecto en el mercado.

La tasa de crecimiento de la demanda se incorporará al final como un factor de incremento sobre la demanda del proyecto. Una alternativa es incorporarlo en la fórmula anterior, lo que permite obtener el mismo resultado, con cálculos más complejos.

El siguiente paso del método Monte Carlo es la especificación de la distribución de probabilidades de cada variable. En el ejemplo, las variables que deben especificar su distribución de probabilidades son la demanda global del mercado y la participación del proyecto. Posteriormente en ambos casos se deberá calcular la distribución de probabilidad acumulada y la asignación de rangos de números entre 0 y 99 (o sea, 100 números). A continuación se muestran estos cálculos para las dos variables en estudio.

Demanda global	Distribución de probabilidades	Probabilidad acumulada	Asignación Nos. representativos
200.000	0,10	0,10	00 – 09
250.000	0,25	0,35	10 – 34
300.000	0,35	0,70	35 – 69
350.000	0,15	0,85	70 – 84
400.000	0,10	0,95	85 – 94
450.000	0,05	1,00	95 – 99

Participación de mercado	Distribución de probabilidades	Probabilidad acumulada	Asignación Nos. representativos
0,08	0,26	0,26	00 – 25
0,09	0,22	0,48	26 – 47
0,10	0,16	0,64	48 – 63
0,11	0,13	0,77	64 – 76
0,12	0,10	0,87	77 – 86
0,13	0,07	0,94	87 – 93
0,14	0,05	0,99	94 – 98
0,15	0,01	1,00	99

La asignación de números representativos se efectúa en proporción a la probabilidad acumulada. Así por ejemplo, si el 10% se encuentra en el rango de hasta 200.000, deben asignarse 10 números representativos (0 al 9). Como hasta 250.000 hay un 35% de probabilidades, se asignan 35 números representativos (0 al 34).

La etapa siguiente del modelo requiere tomar al azar números aleatorios. Para ello, se puede usar una tabla de números aleatorios como la del cuadro 17.1. Cada número seleccionado debe ubicarse en la columna "Asignación de números representativos". Una vez localizado, se da el valor correspondiente de demanda global, el cual se ajusta por el porcentaje de participación en el mercado obtenido de igual manera. Por ejemplo, si se usa la tabla de números aleatorios de arriba hacia abajo, se encuentra

que el primer número es 23, el cual se ubica en el rango 10–34 de la asignación de números representativos del cuadro de demanda global, lo que hace seleccionar el primer valor de 250.000. El segundo número aleatorio es 05, el cual se ubica en el rango 0–25 de la asignación de números representativos (cuadro 17.2) de la participación del proyecto en el mercado, lo que hace seleccionar el valor de 0,08.

Cuadro 17.1 Tabla de números aleatorios

1	23 15	75 48	50 01	83 72	59 93	76 24	97 08	86 95	23 03	67 44
2	05 54	55 50	43 10	53 74	35 08	90 61	18 37	44 10	96 22	13 43
3	14 87	16 03	50 32	40 43	62 23	50 05	10 03	22 11	54 38	08 34
4	38 97	67 49	51 94	01 17	58 53	78 80	59 01	94 32	42 87	16 95
5	97 31	26 17	18 99	75 53	08 70	94 25	12 58	41 54	88 21	05 13
6	11 74	26 93	81 44	33 93	08 72	32 79	73 31	18 22	64 70	68 50
7	43 36	12 88	59 11	01 64	56 23	93 00	90 04	99 43	64 07	40 36
8	93 80	62 04	78 38	26 80	44 91	55 75	11 89	32 58	47 55	25 71
9	49 54	01 31	81 08	42 98	41 87	69 53	82 96	61 77	73 80	95 27
10	36 76	87 26	33 37	94 82	15 69	41 95	96 86	70 45	27 48	38 80
11	07 09	25 23	92 24	62 71	26 07	06 55	84 53	44 67	33 84	53 20
12	43 31	00 01	81 44	86 38	03 07	52 55	51 61	48 89	74 29	46 47
13	61 57	00 63	60 06	17 36	37 75	63 14	89 51	23 35	01 74	69 93
14	31 35	28 37	99 10	77 91	89 41	31 57	97 64	48 62	58 48	69 19
15	57 04	88 65	26 27	79 59	36 82	90 52	95 65	46 35	06 53	22 54
16	09 24	34 42	00 68	72 10	71 37	30 72	97 57	56 09	29 82	76 50
17	97 95	53 50	18 40	89 48	83 29	52 23	08 25	21 22	53 26	15 87
18	93 73	25 95	70 43	78 19	88 85	56 67	16 88	26 95	99 64	45 69
19	72 62	11 12	25 00	92 26	82 64	35 66	65 94	34 71	68 75	18 67
20	61 02	07 44	18 45	37 12	07 94	95 91	73 78	66 99	53 61	93 78
21	97 83	98 54	74 33	05 59	17 18	45 47	35 41	44 22	03 42	30 00
22	89 16	09 71	92 22	23 29	06 37	35 05	54 54	89 88	43 81	63 61
23	25 96	68 82	20 62	87 17	92 65	02 82	35 28	62 84	91 95	48 83
24	81 44	33 17	19 05	04 95	48 06	74 69	00 75	67 65	01 71	65 45
25	11 32	25 49	31 42	36 23	43 86	08 62	49 76	67 42	24 52	32 45

De acuerdo con esto, la demanda esperada para el proyecto en el primer año corresponde a:

$$D_p = 250.000 \times 0,08 = 20.000$$

El mismo procedimiento se repite un número suficiente de veces como para que la probabilidad de elegir entre todos los resultados posibles guarde estrecha relación

con sus distribuciones de probabilidades. En el ejemplo, se toman 100 pruebas para cada variable, obteniéndose los resultados que se indican.

Cuadro 17.2

Número aleatorio			Valor		
Prueba	Demanda global	Participación	Demanda global	Participación	Valor demanda proyecto
1	23	5	250.000	0,08	20.000
2	14	38	250.000	0,09	22.500
3	97	11	450.000	0,08	36.000
4	43	93	300.000	0,13	39.000
5	49	36	300.000	0,09	27.000
6	7	43	200.000	0,09	18.000
7	61	31	300.000	0,09	27.000
8	57	9	300.000	0,08	24.000
9	97	93	450.000	0,13	58.500
10	72	61	350.000	0,10	35.000
11	97	89	450.000	0,13	58.500
12	25	81	250.000	0,12	30.000
13	11	15	250.000	0,08	20.000
14	54	87	300.000	0,13	39.000
15	97	31	450.000	0,09	40.500
16	74	36	350.000	0,09	31.500
17	80	54	350.000	0,10	35.000
18	76	9	350.000	0,08	28.000
19	31	57	250.000	0,10	25.000
20	35	4	300.000	0,08	24.000
21	24	95	250.000	0,14	35.000
22	73	62	350.000	0,10	35.000
23	2	83	200.000	0,12	24.000
24	16	96	250.000	0,14	35.000
25	44	32	300.000	0,09	27.000
26	75	55	350.000	0,10	35.000
27	16	67	250.000	0,11	27.500
28	26	26	250.000	0,09	22.500
29	12	62	250.000	0,10	25.000
30	1	87	200.000	0,13	26.000
31	25	0	250.000	0,08	20.000
32	0	25	200.000	0,09	18.000

(Continúa)

(Continuación cuadro 17.2)

Número aleatorio			Valor		
Prueba	Demanda global	Participación	Demanda global	Participación	Valor demanda proyecto
33	88	34	400.000	0,09	36.000
34	53	25	300.000	0,08	24.000
35	11	7	250.000	0,08	20.000
36	98	9	450.000	0,08	36.000
37	68	33	300.000	0,09	27.000
38	25	48	250.000	0,10	25.000
39	50	3	300.000	0,08	24.000
40	49	17	300.000	0,08	24.000
41	93	88	450.000	0,13	58.500
42	4	31	200.000	0,09	18.000
43	26	23	250.000	0,08	20.000
44	10	63	250.000	0,10	25.000
45	37	65	300.000	0,11	33.000
46	42	50	300.000	0,10	30.000
47	95	12	450.000	0,08	36.000
48	44	54	300.000	0,10	30.000
49	71	82	350.000	0,12	42.000
50	17	49	250.000	0,10	25.000
51	59	43	300.000	0,09	27.000
52	50	51	300.000	0,10	30.000
53	18	81	250.000	0.12	30.000
54	59	78	300.000	0.12	36.000
55	81	33	350.000	0.09	31.500
56	92	81	400.000	0,12	48.000
57	60	99	300.000	0,15	45.000
58	26	0	250.000	0,08	20.000
59	18	70	250.000	0,11	27.500
60	25	18	250.000	0,08	20.000
61	74	92	350.000	0,13	45.500
62	20	19	250.000	0,08	20.000
63	31	1	250.000	0,08	20.000
64	10	32	250.000	0,09	22.500
65	94	99	400.000	0,15	60.000
66	44	11	300.000	0,08	24.000
67	38	8	300.000	0.08	24.000
68	37	24	300.000	0,08	24.000

(Continuación cuadro 17.2)

Número aleatorio			Valor		
Prueba	Demanda global	Participación	Demanda global	Participación	Valor demanda proyecto
69	44	6	300.000	0.08	24.000
70	10	27	250.000	0,09	22.500
71	68	40	300.000	0,09	27.000
72	43	0	300.000	0,08	24.000
73	45	33	300.000	0,09	27.000
74	22	62	250.000	0,10	25.000
75	5	42	200.000	0,09	18.000
76	83	53	350.000	0,10	35.000
77	40	5	300.000	0,08	24.000
78	75	33	350.000	0,09	31.500
79	1	26	200.000	0,09	18.000
80	42	94	300.000	0,14	42.000
81	62	86	300.000	0,12	36.000
82	17	77	250.000	0,12	30.000
83	79	72	350.000	0,11	38.500
84	89	78	400.000	0,12	48.000
85	92	37	400.000	0.09	36.000
86	5	23	200.000	0,08	16.000
87	87	4	400.000	0,08	32.000
88	36	72	300.000	0,11	33.000
89	74	43	350.000	0,09	31.500
90	17	53	250.000	0,10	25.000
91	93	64	400.000	0,11	44.000
92	80	98	350.000	0,14	49.000
93	82	71	350.000	0,11	38.500
94	38	36	300.000	0.09	27.000
95	91	9	400.000	0,10	40.000
96	10	48	250.000	0,10	25.000
97	19	26	250.000	0,09	22.500
98	12	59	250.000	0,08	20.000
99	29	17	250.000	0,08	20.000
100	95	23	450.000	0,08	36.000

Basados en los resultados de las 100 pruebas aleatorias para cada variable, debe elaborarse una distribución de probabilidades para la demanda del proyecto. El análisis de la distribución de probabilidades acumuladas permite determinar la probabi-

lidad de que la demanda del proyecto se encuentre bajo un determinado valor. En el cuadro 17.3 se aprecia, por ejemplo, que la probabilidad de que la demanda del proyecto sea menor o igual que 39.999 unidades es de 86%.

Cuadro 17.3

Rango total de demanda	Observaciones en el rango	Distribución de probabilidades	Probabilidad acumulada
15.000 – 19.999	6	6%	6%
20.000 – 24.999	26	26%	32%
25.000 – 29.999	22	22%	54%
30.000 – 34.999	13	13%	67%
35.000 – 39.999	19	19%	86%
40.000 – 44.999	5	5%	91%
45.000 – 49.999	5	5%	96%
50.000 – 54.999	0	0%	96%
55.000 – 59.999	3	3%	99%
60.000 – 64.999	1	1%	100%

Por otra parte, el valor esperado de la demanda del proyecto para el primer año es de 31.150 unidades. Luego si la tasa de crecimiento estimada fuese de un 2% anual, podría esperarse una demanda para el proyecto de:

Año	Demanda
1	31.150
2	31.773
3	32.408
4	33.057
5	33.718

Resumen

En el capítulo anterior se analizaron los conceptos y los principales criterios de análisis de una inversión de capital cuando los flujos de caja del proyecto se conocían con certeza. En este capítulo ese supuesto se abandona, incorporando el factor riesgo a la decisión. Por riesgo se define la variabilidad de los flujos de caja reales respecto a los estimados. Su medición se realiza obteniendo la desviación estándar de la distribución de probabilidades de los posibles flujos de caja. Se presentó el coeficiente de variación como una unidad de medida relativa del riesgo.

Para la evaluación de proyectos riesgosos pueden utilizarse diversos enfoques. Un método es el de ajustar la tasa de descuento conforme a una tasa adicional correspondiente a una prima por riesgo. Este método supone un riesgo por el tiempo en sí, en vez de considerarlo en función de circunstancias condicionantes del proyecto en el tiempo. Otro método consiste en castigar los flujos de caja según un índice que represente un factor de ajuste por riesgo. Este método, denominado equivalencia a certidumbre, elimina la deficiencia del anterior, aunque ninguno de los dos supone todas las limitaciones.

Los métodos probabilísticos parecen ser conceptualmente los más adecuados, aunque subsiste en ellos el problema de calcular una probabilidad de ocurrencia que sea confiable. Dos son los enfoques que se pueden identificar en este método, según cuál sea la correlación que exista entre los flujos de caja en el tiempo. Cuando no existe correlación, o sea, cuando son independientes entre sí, el riesgo es sustancialmente menor que cuando los flujos están correlacionados de manera perfecta; es decir, cuando un flujo se desvía, todos los siguientes varían exactamente igual. Entre ambas posiciones de dependencia o independencia existen puntos intermedios cuyos riesgos también son intermedios entre las desviaciones estándares de aquéllas.

Otro criterio de análisis que se definió fue el árbol de decisiones, el cual, combinando las probabilidades de ocurrencia de los resultados parciales y finales estimados, calcula el valor esperado del resultado de las distintas alternativas posibles.

Preguntas y problemas

1. ¿Por qué la desviación estándar del flujo de caja de una inversión podría no ser una unidad de medida adecuada del riesgo del proyecto?
2. ¿Cómo podría llegarse a igual resultado ajustando la tasa de descuento o los flujos de caja de un proyecto por el efecto riesgo?
3. ¿Qué validez le asigna usted al criterio subjetivo en el tratamiento del riesgo? Estimar probabilidades de ocurrencia para un flujo de caja, ¿no sería en parte una aplicación del criterio subjetivo?
4. ¿Cómo afectaría la decisión de aceptación o rechazo de una inversión el grado de correlación existente entre los flujos de caja del proyecto?
5. ¿En qué casos se recomienda el uso del árbol de decisiones?
6. Al estimar una propuesta de inversión se consideraron los siguientes flujos de caja anuales, dependiendo de la situación económica esperada del país:

Situación económica esperada	Flujo de caja anual	
	Probabilidad	Flujo
Recesión alta	0,10	70.000
Recesión moderada	0,25	100.000
Crecimiento normal	0,30	150.000
Sobrecrecimiento moderado	0,25	200.000
Crecimiento alto	0,10	230.000

Determine:

a) El valor esperado de la distribución.

b) La desviación estándar.

c) El coeficiente de variación.

¿Qué significa cada uno de estos conceptos? ¿Cómo se utilizan en la medición del riesgo?

Comente las siguientes afirmaciones:

a. La desviación estándar es útil para calcular el riesgo sólo si se la emplea en el cálculo de la variable estandarizada para determinar un área bajo una distribución normal.

b. El riesgo se refiere a la situación en la cual existe más de un posible curso de acción para una decisión y la probabilidad de cada resultado específico no se conoce y no se puede estimar.

c. El análisis de riesgo en los proyectos tiene la propiedad de reducir la incertidumbre de sus resultados.

d. La rentabilidad del proyecto y la rentabilidad del inversionista será la misma si la tasa de descuento que se utiliza es igual a la tasa del costo del crédito.

e. En el análisis de alternativas tecnológicas la tasa de descuento que se debe aplicar es la del costo del crédito en

Preguntas y problemas

una empresa en funcionamiento, cuando se sabe que el proyecto podría obtener financiamiento externo para su adquisición. Por otra parte, el valor de desecho que se utilizará deberá ser el económico, considerando que la empresa seguirá en funcionamiento después de la adquisición de la nueva tecnología.

f. Cuanto mayor sea la tasa de descuento, menor será la rentabilidad del proyecto.

g. Un proyecto que requiere una gran inversión en activos fijos, es menos riesgoso que otro que requiera una menor inversión, puesto que los activos al liquidarse le da mayor seguridad de recuperación al inversionista.

h. En la medida en que la mezcla de financiamiento óptima para el proyecto implique un costo financiero ponderado inferior a la tasa de descuento exigida por el inversionista a su dinero, la rentabilidad del proyecto siempre aumentará.

i. La búsqueda del financiamiento óptimo significa optar para el proyecto la tasa más baja existente en el mercado.

j. Un inversionista decía: "Cuanto más financie el proyecto con capital, mayor rentabilidad tendré".

k. El análisis de riesgo nos lleva a concluir que las inversiones están sometidas a fluctuaciones cuya probabilidad de ocurrencia puede calcularse matemáticamente. Conocido este resultado debemos incorporarlo necesariamente a la tasa de descuento. Si los grados de probabilidad de ocurrencia tienen variaciones cíclicas en relación con el tiempo del horizonte del proyecto, se deberá utilizar el mecanismo de tasas múltiples con el fin de dejar constancia de las fluctuaciones previstas.

Material complementario

Ejercicios recomendados del texto complementario *Evaluación de proyectos, guía de ejercicios, problemas y soluciones*, de José Manuel Sapag, McGraw–Hill, tercera edición, 2007:

50 Fábrica de neumáticos
51 S&F
52 Transporte ferroviario
53 Cámara de congelado
54 Extracción de arena
55 Costo de capital
56 Costo de capital II
63 Granja educativa

Bibliografía

Bierman, H. y Hausman, W. Resolución de la incertidumbre en el tiempo. En: *Administración de empresas*. Vol. IV-B, 1974.

Brealey y Myers. *Fundamentos de financiación empresarial*. Madrid: McGraw-Hill, 1998.

Canada, John R. *Técnicas de análisis económico para administradores e ingenieros*. México: Diana, 1978.

English, J. Morley. La tasa de descuento y la evaluación del riesgo. En: Weston, Fred y Woods, Donalds, eds. *Teoría de la financiación de la empresa*. Barcelona: Gili, 1970.

Georgiades, Stavros. Introducción a la incertidumbre en las decisiones de inversión. En*: Administración de empresas*. (18), 1971.

Hertz, David B. Risk Analysis in Capital Investment. En*: Harvard Business Review*. 42(1):95-106, 1964.

_____ .La incertidumbre y el riesgo en la evaluación de proyectos de inversión. En: *Administración de empresas*. Vol. I, p. 139.

Hespos R. y Strassman, P. Árboles probabilísticos de decisión. En: *Administración de Empresas*. Vol. IV-B, 1974.

Hillier. Frederick. The Derivation of Probabilistic Information for the Evaluation of Risky Investments. En: *Management Science*. Vol. IX, 1963, pp. 443-457.

Kristy, James. La intuición y el cálculo de probabilidades frente a la incertidumbre. En: *Administración de empresas*. (125), 1980.

Mao, James. Evaluación de proyectos de inversión: teoría y práctica. En: *Administración de empresas*. Vol. IV-B, 1974.

Mao, James y Helliwel, J. Decisiones de inversión en condiciones de incertidumbre: Teoría y práctica. En: *Administración de empresas*. Vol. IV –B, 1974.

Polimeni, R. Fabozzi, F. y Adelberg, A. *Cost Accounting*. McGraw-Hill, 1993.

Robichek, A. A. y Myers, S. C. Conceptual Problems in the Use of Risk-Adjusted Discount Rates. En: *Journal of Finance*. Diciembre, 1966, pp. 727-736.

Schall, L. D. y Haley, C. *Introduction to Financial Management*. New York: McGraw-Hill, 1980.

Solomon, Martín B., Jr. La incertidumbre y su efecto sobre el análisis de la inversión de capital. En: Weston, Fred y Woods, Donald, eds.*, Teoría de la financiación de la empresa*. Barcelona: Gili, 1970.

Weston F. y Brigham, E. *Finanzas en administración*. México: Interamericana, 1977.

Capítulo 18

Análisis de sensibilidad

La medición de la rentabilidad analizada en el capítulo 15 sólo evalúa el resultado de uno de los escenarios proyectados, el cual es elegido por el analista con un criterio distinto (muchas veces) al que tendría el inversionista, porque la aversión al riesgo de ambos y la perspectiva desde donde se analizan los problemas es diferente. En los capítulos precedentes se ha tratado el tema de la evaluación de proyectos en condiciones de certidumbre y riesgo. En ambos casos, la evaluación se realiza sobre la base de una serie de antecedentes escasa o nada controlables por parte de la organización que pudiera implementar el proyecto. Es necesario, entonces, que al formular un proyecto se entreguen los máximos antecedentes para que quien deba tomar la decisión de emprenderlo disponga de los elementos de juicio suficientes para ello.

Con este objetivo, y con una manera de agregar información a los resultados pronosticados del proyecto, se puede desarrollar un análisis de sensibilidad que permita medir cuán sensible es la evaluación realizada a variaciones en uno o más parámetros decisorios.

En este capítulo se presentan distintos modelos de sensibilización que se pueden aplicar directamente a las mediciones del valor actual neto, la tasa interna de retorno y la utilidad. Aunque todos los modelos aquí presentados son de carácter económico, la sensibilización es aplicable al análisis de cualquier variable del proyecto, como la localización, el tamaño o la demanda.

18.1 Consideraciones preliminares

La importancia del análisis de sensibilidad se manifiesta en el hecho de que los valores de las variables que se han utilizado para llevar a cabo la evaluación del proyecto pueden tener desviaciones con efectos de consideración en la medición de sus resultados.

La evaluación del proyecto será sensible a las variaciones de uno o más parámetros si, al incluir estas variaciones en el criterio de evaluación empleado, la decisión inicial cambia. El análisis de sensibilidad, por medio de los diferentes modelos que se definirán posteriormente, revela el efecto que tienen las variaciones sobre la rentabilidad en los pronósticos de las variables relevantes.

Visualizar qué variables tienen mayor efecto en el resultado frente a distintos grados de error en su estimación permite decidir acerca de la necesidad de realizar estudios más profundos de esas variables, para mejorar las estimaciones y reducir el grado de riesgo por error.

La repercusión que un error en una variable tiene sobre el resultado de la evaluación varía según el momento de la vida económica del proyecto en que ese error se cometa. El valor tiempo del dinero explica qué errores en los periodos finales del flujo de caja para la evaluación tienen menor influencia que los errores en los periodos más cercanos. Sin embargo, son más frecuentes las equivocaciones en las estimaciones futuras por lo incierta que resulta la proyección de cualquier variable incontrolable, como los cambios en los niveles de los precios reales del producto o de sus insumos.

Dependiendo del número de variables que se sensibilicen simultáneamente, el análisis puede clasificarse como unidimensional o multidimensional. En el análisis unidimensional, la sensibilización se aplica a una sola variable, mientras que en el multidimensional se examinan los efectos sobre los resultados que se producen por la incorporación de variables simultáneas en dos o más variables relevantes.

Aun cuando la sensibilización se aplica sobre las variables económico–financieras contenidas en el flujo de caja del proyecto, su ámbito de acción puede comprender cualquiera de las variables técnicas o de mercado, que son, en definitiva, las que configuran la proyección de los estados financieros. En otras palabras, la sensibilización de factores como la localización, el tamaño o la tecnología se reduce al análisis de sus inferencias económicas en el flujo de caja.[1]

---

[1] Una aplicación importante de la sensibilización se realiza para comparar opciones de inversión; por ejemplo, determinando con qué nivel de operación una alternativa tecnológica deja de ser la más rentable porque, a partir de ese punto, otra exhibe un mayor valor actual neto. Otro caso similar es cuando la sensibilización se aplica para cuantificar sobre qué número de horas de trabajo es más conveniente la contratación de un segundo turno que el pago de sobretiempo.

18.2 Modelo unidimensional de la sensibilización del VAN

El análisis unidimensional de la sensibilización del VAN determina hasta dónde puede modificarse el valor de una variable para que el proyecto siga siendo rentable.

Si en la evaluación del proyecto se concluyó que en el escenario proyectado como el más probable el VAN era positivo, es posible preguntarse hasta dónde puede bajarse el precio o caer la cantidad demandada o subir un costo, entre otras posibles variaciones, para que ese VAN positivo se haga cero. Se define el VAN de equilibrio como cero por cuanto es el nivel mínimo de aprobación de un proyecto. De aquí que al hacer el VAN igual a cero se busca determinar el punto de quiebre o variabilidad máxima de una variable que resistiría el proyecto.

Como su nombre lo indica, y aquí radica la principal limitación del modelo, sólo se puede sensibilizar una variable por vez.

El principio fundamental de este modelo define a cada elemento del flujo de caja como el de más probable ocurrencia. Luego la sensibilización de una variable siempre se hará sobre la evaluación preliminar.[2]

Como se planteo en el capítulo 15, el VAN es la diferencia entre los flujos de ingresos y egresos actualizados del proyecto. Por tanto, para que el VAN sea igual a cero, debe cumplirse que:

18.1

$$0 = \sum_{t=1}^{n} \frac{Y_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^{n} \frac{E_t}{(1+i)^t} - I_0$$

donde

I_0 = Inversión inicial
Y_t = Ingresos del periodo t
E_t = Egresos del periodo t
i = Tasa de descuento
t = Periodo

Esta fórmula deberá desagregarse en función de las variables que se van a sensibilizar. Supóngase, por ejemplo, que se desea determinar las máximas variaciones posibles en los precios de la materia prima y en el volumen de producción y ventas.

Al descomponer la ecuación 18.1, de manera que contenga expresamente los dos elementos que se desea sensibilizar, se llega a la siguiente expresión que resume los diferentes componentes de un flujo de caja:

---

[2] Nótese que si se sensibiliza una variable cualquiera y se determina su máxima variación para que el proyecto siga siendo rentable, y se incluye este valor en el lujo para sensibilizar otra variable, esta última necesariamente se mantendrá inalterable, puesto que aquélla ya ha llevado el VAN a su límite cero.

18.2

$$0=\left(\sum_{t=1}^{m}\frac{p.q}{(1+i)^t}+\frac{V.q}{(1+i)^j}-\sum_{t=1}^{m}\frac{cv.q}{(1+i)^t}-\sum_{t=1}^{m}\frac{C}{(1+i)^t}-\sum_{t=1}^{m}\frac{Dep}{(1+i)^t}-\frac{VL}{(1+i)^j}\right)(1-K)$$
$$+\sum_{C=1}^{m}\frac{Dep}{(1+i)^t}+\frac{VL}{(1+i)^j}-I_0-\frac{I_j}{(1+i)^j}-I_{CT}+\frac{I_{CT}}{(1+i)^m}+\frac{VD}{(1+i)^m}$$

Dado que la ecuación se desagregó en función de sensibilizar el precio o la cantidad producida y vendida, supóngase un flujo de caja en el cual el precio (*p*) es de $100 la unidad, la producción y ventas (*q*) de 10.000 unidades anuales, el costo variable (*cv*) unitario es de $30, el costo fijo (*Cf*) anual es $150.000 y la depreciación (*Dep*) durante los diez años de evaluación, de $100.000. Se supondrá que al término del séptimo año (*j* = 7) se deberá reemplazar un activo cuyo precio de venta (*Veq*) alcanzará a $250.000, su valor libro (*VL*) será de $150.000 y la inversión en su reposición (*Ij*) alcanzará a $500.000. Para llevar a cabo el proyecto, deberán hacerse inversiones por $1.200.000 en capital fijo (*I*) y $300.000 en capital de trabajo (*CT*). El valor de desecho del proyecto (*VD*) se estimará en $400.000. La tasa de impuesto (*k*) a las utilidades es de un 10% y la de costo de capital (*i*) de 20%.

Se agregó, al final del flujo, una columna adicional que muestra el resultado de la actualización de cada cuenta del flujo. Al reemplazar la ecuación 18.2 con los valores obtenidos, exceptuando los ingresos por contener la variable precio por sensibilizar, se obtiene:

18.2a

$$0=\left(\sum_{t=1}^{10}\frac{p.q}{(1+i)^t}+69.770-1.257.742-628.871-419.247-41.862\right)(0,9)$$
$$+419.247+41.862-1.200.000-139.541-251.548+64.602$$

Dado que el modelo asume como constante la variable por sensibilizar,

$$\sum_{t=1}^{10}\frac{p.q}{(1+i)^t}$$

puede expresarse como

$$p\sum_{t=1}^{m}\frac{q}{(1+i)^t}=p\sum_{t=1}^{m}\frac{10.000}{(1+i)^t}=41.925p$$

Reemplazando con esto la ecuación 18.2a después de agrupar términos, se obtiene lo siguiente:

$$0=(41.925p-2.277.952)(0,9)-1.065.378$$

Cuadro 18.1

Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VA
Ingresos		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	4.192,47
Venta equipos								250				69,77
Costo variable		–300	–300	–300	–300	–300	–300	–300	–300	–300	–300	–1.257,74
Costo fijo		–150	–150	–150	–150	–150	–150	–150	–150	–150	–150	628,87
Depreciación		–100	–100	–100	–100	–100	–100	–100	–100	–100	–100	–419,25
Valor libro								–150				–41,86
Unidad bruta		450	450	450	450	450	450	550	450	450	450	1.914,52
Impuesto		–45	–45	–45	–45	–45	–45	–55	–45	–45	–45	–191,45
Utilidad neta		405	405	405	405	405	405	495	405	405	405	1.723,07
Depreciación		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	419,25
Valor libro								150				41,86
Inversión	–1.200											–1.200,00
Reemplazo								–500				–139,54
Capital de trabajo	–300										300	–251,55
Valor de desecho											400	64,60
Flujo de caja	–1500	505	505	505	505	505	505	245	505	505	1.205	657,69

de donde resulta que:

$$0 = 37.733p - 2.050.157 - 1.065.378$$

Por tanto, el precio que hace que se cumpla la igualdad es, despejando la variable *p*, igual a $82,57. Esto indica que el precio puede caer hasta en un 17,43% para que, al vender 10.000 unidades, se alcance un VAN igual a cero.

Para calcular la cantidad producida y vendida que hace al VAN igual a cero, deberá procederse de igual manera, observándose que la variable *q* se encuentra tanto en la cuenta de ingresos como en la de costos variables.

El mismo procedimiento se sigue para sensibilizar cualquier otra variable. El resultado siempre indicará el punto o valor límite que puede tener el factor sensibilizado para que el VAN sea cero. La única limitación del modelo es que el índice *t* deja de ser relevante en la variable analizada, puesto que adoptará siempre un valor constante.[3]

En una planilla electrónica como Excel, por ejemplo, se puede obtener fácilmente los valores límites de las variables por sensibilizar. Por ejemplo, en el menú *Herramientas* se selecciona *Buscar objetivo*. En la pantalla desplegada se anota en *Definir la celda* aquella donde está calculado el VAN; en *Con el valor* se anota 0, que es el VAN buscado, y en *Para cambiar la celda*, se anota la celda donde se encuentra la referencia que se debe sensibilizar. Por ejemplo, si el precio de venta está en la celda B2 y todos los ingresos anuales están expresados como función de ella, esta celda es la que debe anotarse.

18.3 Modelo multidimensional de la sensibilización del VAN, simulación de Monte Carlo

La operatividad de los modelos de sensibilización radica en la mayor o menor complejidad de sus procedimientos. El análisis multidimensional, a diferencia del unidimensional, además de incorporar el efecto combinado de dos o más variables, busca determinar de qué manera varía el VAN frente a cambios en los valores de esas variables como una forma de definir el efecto en los resultados de la evaluación de errores en las estimaciones.

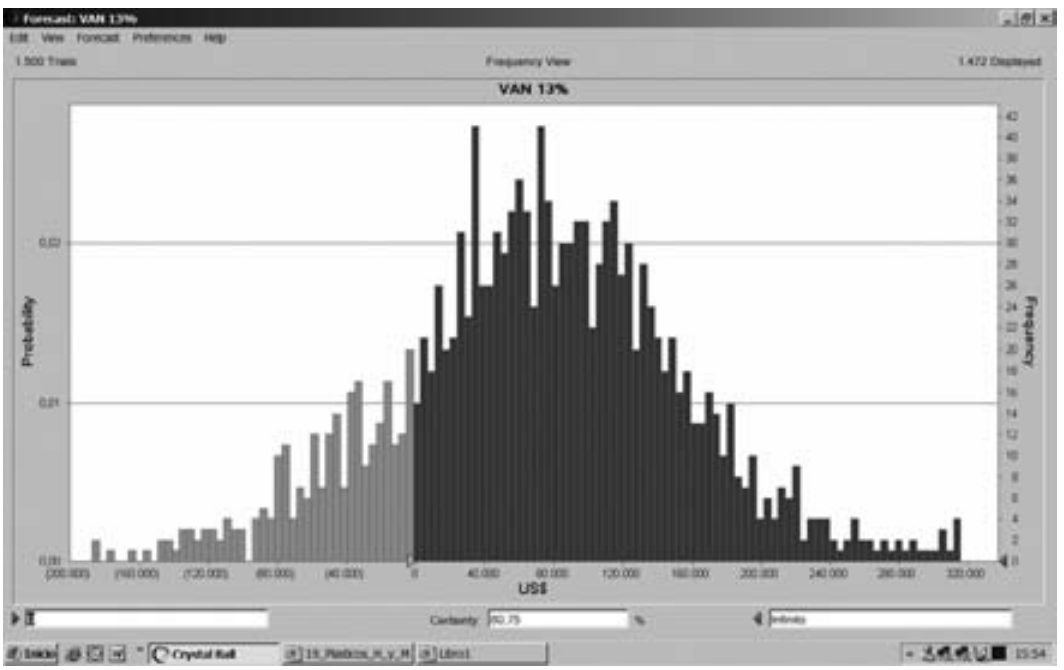
La simulación de Monte Carlo permite considerar una gran cantidad de combinaciones posibles respecto de las variables que afectan los resultados de un proyecto o negocio. Es una técnica basada en la simulación de distintos escenarios inciertos, los que permiten estimar los valores esperados para las distintas variables no controlables,

[3] Resulta obvio que la sensibilización con este modelo aplicada sobre la TIR es innecesaria, puesto que al buscarse la TIR que iguale a la tasa de descuento se llegará a idénticos valores que al hacer el VAN igual a cero. Por definición, el VAN es cero cuando la TIR es igual a la tasa de descuento. De aquí que pueda afirmarse que el cálculo de la TIR es un análisis de sensibilidad de la tasa de costo de capital.

por medio de una selección aleatoria, en la cual la probabilidad de escoger entre todos los resultados posibles está en estricta relación con sus respectivas distribuciones de probabilidades. Esta herramienta permite entregar una mayor base científica a las predicciones sobre las que se fundamenta la toma de decisiones. Es muy útil en el proceso de toma de decisiones, formulación de estrategias y planes de acción.

Para la implementación de la aplicación computacional se recomienda la utilización del *software* Crystal Ball, del cual se podrá obtener la sensibilización de un modo bastante sencillo. Los principales pasos consisten en identificar las variables críticas a sensibilizar, asignar una distribución de probabilidad a dichas variables, junto con un valor promedio y una desviación estándar; definir la variable que se quiere medir como resultado, como por ejemplo el valor de mercado de la compañía o el VAN del proyecto y, finalmente, determinar el número de escenarios a simular con base en la respectiva proyección que se tiene.

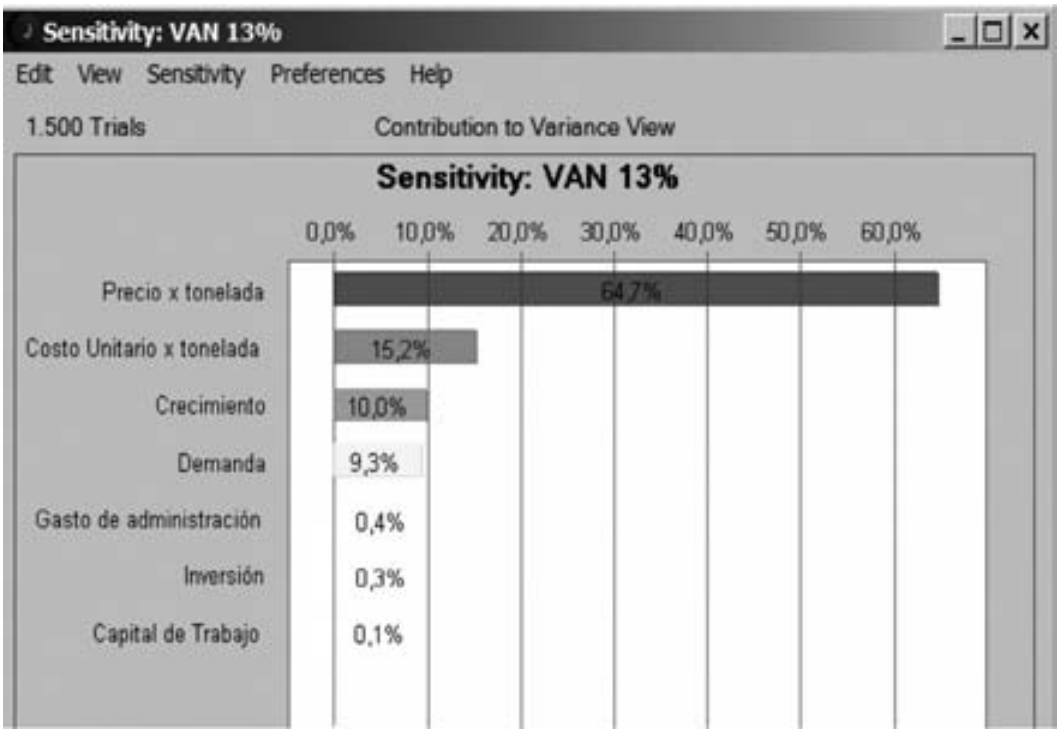
Con todo ello se obtiene el valor más probable de la compañía o el VAN esperado del proyecto, dados todos los escenarios iterados en la simulación, además del respectivo intervalo dentro del cual podría caer el valor de la empresa y su determinada probabilidad de ocurrencia asociada. A continuación se muestra cómo quedaría una función de distribución de probabilidades acumuladas para el VAN de un proyecto cualquiera, en el cual el principal aporte podría ser la pregunta: ¿cuál es la probabilidad de que el VAN sea mayor que cero? En este ejemplo, un 80%.



Adicionalmente se podrá conocer indicadores estadísticos que apoyen el análisis y la toma de decisiones.

Statistic	Forecast values
Trials	1.500
Mean	69.478
Median	72.930
Mode	---
Standard Deviatio	90.055
Variance	8.109.961.850
Skewness	-0,1098
Kurtosis	4,32
Coeff. of Variabilit	1,30
Minimum	(314.028)
Maximum	482.661
Mean Std. Error	2.325

Y como podrá observarse en el siguiente cuadro, incluso se puede conocer el grado de sensibilidad de las variables sobre el proyecto.



18.4 Usos y abusos de la sensibilidad

Aunque después de revisar las principales técnicas de su aplicación los usos del análisis de sensibilidad pueden parecer obvios, es necesario insistir sobre determinados aspectos que aún no han sido explicados. Básicamente la sensibilización se realiza para evidenciar la marginalidad de un proyecto, para indicar su grado de riesgo o para incorporar valores no cuantificados.

Determinar la marginalidad de un proyecto es relevante, puesto que el monto del VAN calculado no representa una medida suficiente para calcular la proporcionalidad de los beneficios y costos del proyecto. El análisis de sensibilidad muestra cuán cerca del margen se encuentra el resultado del proyecto, al permitir conocer si un cambio porcentual muy pequeño en la cantidad o el precio de un insumo o del producto hace negativo el VAN acumulado. Si así fuese, el proyecto sería claramente marginal.

En teoría no es importante conocer la marginalidad de un proyecto si no existe incertidumbre. Sin embargo, por ser el flujo de caja, sobre el que se basa la evaluación, el resultado de innumerables estimaciones acerca del futuro, siempre será necesaria su sensibilización.

De aquí se desprende cómo se puede emplear este análisis para ilustrar lo riesgoso que puede ser un proyecto. Si se determina que el valor asignado a una variable es muy incierto, se precisa la sensibilización del proyecto a los valores probables de esa variable. Si el resultado es muy sensible a esos cambios, el proyecto es riesgoso.

En estos términos, el análisis de sensibilidad es útil para decidirse a profundizar el estudio de una variable en particular o, a la inversa, para no profundizar más su estudio si, por ejemplo, se determina que el resultado del proyecto es insensible a determinada variable. En este caso, no se justifica ser perfeccionista para calcular exactamente un valor que se sabe es irrelevante. En general, cuanto mayor sea un valor y más cercano esté el periodo cero en el tiempo, más sensible es el resultado a toda variación porcentual en la estimación.

Aun incorporando variables cualitativas en la evaluación, es preciso que éstas sean de alguna forma expresadas cuantitativamente. Esto mismo hace que el valor asignado tenga un carácter incierto, por lo que se requiere su sensibilización.

Si bien el análisis de sensibilidad facilita el estudio de los resultados de un proyecto, su abuso puede conllevar serias deficiencias en la evaluación. Hay un abuso del análisis de sensibilidad cuando el evaluador lo usa como excusa para no intentar cuantificar cosas que podrían haberse calculado. Lo mismo sucede cuando el informe presenta solamente un conjunto complicado de interrelaciones entre valores cambiantes, omitiendo proporcionar una orientación. Es preciso que el evaluador asuma un papel de consejero frente al inversionista, sirviéndose del análisis de sensibilidad como un complemento para su objetivo de recomendación de la aceptación o el rechazo del proyecto.

Resumen

En este capítulo se presentaron los diversos mecanismos con los cuales se puede efectuar una sensibilización de los resultados de la evaluación frente a cambios en las variables del proyecto. La sensibilización, aunque permite incorporar de alguna manera el factor riesgo, no debe tomarse como un procedimiento para simplificar la cuantificación de las estimaciones del proyecto.

Dependiendo del número de variables que se sensibilicen simultáneamente, el análisis puede clasificarse como unidimensional o multidimensional. En el análisis unidimensional, la sensibilidad se aplica a una sola variable, mientras que en el multidimensional se examinan los efectos incorporando dos o más variables de manera simultánea.

El análisis unidimensional consiste en determinar hasta qué punto puede modificarse una variable para que el proyecto siga siendo rentable. El modelo multidimensional determina el resultado frente a cambios de alternativa en las variables. Estos dos modelos se aplican al VAN del proyecto.

Aunque en este capítulo se trató la sensibilidad de las variables de carácter económico, también es posible ampliarlo a todos los estudios de la preparación del proyecto; por ejemplo, a la localización, el tamaño y la demanda, entre otros aspectos.

Los principales modelos tratados aquí abarcan la sensibilización del valor actual neto, la tasa interna de retorno y la utilidad. Sin embargo, el criterio central que se proporcionó hace posible diseñar cualquier modelo específico para situaciones diferentes a las consideradas. La lógica que da fundamento a estos criterios así lo permite.

Preguntas y problemas

1. Explique el concepto de sensibilidad y justifique por qué razón se deben incluir después de la evaluación del proyecto.
2. ¿Puede el análisis de sensibilidad cambiar la decisión recomendada por la evaluación del proyecto?
3. ¿A que variables puede aplicarse al análisis de sensibilidad? ¿Cómo cree usted que se deberían elegir y priorizar?
4. ¿Cómo se aplica el análisis de sensibilidad a la comparación de opciones de inversión?
5. Explique en qué consiste el modelo unidimensional de la sensibilización del VAN.
6. ¿Cuáles son las limitaciones de un análisis unidimensional?
7. ¿Por qué se señala que la sensibilización unidimensional no se aplica a la TIR?
8. ¿En qué consiste el análisis multidimensional de la sensibilización del VAN?
9. Señale las principales limitaciones del modelo multidimensional.
10. ¿Cómo se deben usar los resultados de la sensibilización multidimensional cuando se han definido múltiples VAN posibles?
11. Si la magnitud de los errores de entrada a los modelos de sensibilización ¿puede crecer la magnitud de los errores porcentuales inducidos en la tasa de rendimiento a medida que aumenta la tasa esperada de rendimiento?
12. Es posible llegar a conclusiones distintas si se aplican los modelos unidimensionales sobre el VAN a la TIR?

Comente las siguientes afirmaciones:

a. El análisis unidimensional de la sensibilización de VAN, si bien da una pauta para la evaluación de los rangos de variación en las variables, no es un instrumento adecuado de medición del riesgo, porque no considera posibilidades de ocurrencia en las variables que condicionan el resultado.

b. Al aplicar el análisis de sensibilidad unidimensional sobre el VAN o la TIR, se llega necesariamente a idénticos resultados.

c. Si al sensibilizar el valor actual se obtiene un porcentaje de variación de –99%, el proyecto sigue siendo rentable, pues el resultado si es positivo, debería variar en –100% para que recién se iguale a cero.

Preguntas y problemas

Material complementario

Ejercicios recomendados del texto complementario *Evaluación de proyectos, guía de ejercicios, problemas y soluciones*, de José Manuel Sapag, McGraw–Hill, tercera edición, 2007:

32 Chancado de caliza
36 Externalización de servicio de transporte
44 Forestal Arauco
57 Agroindustria
58 Helados
59 Simulación de Monte Carlo
60 Cerro Dorado
62 Exportación de bacalaos

Bibliografía

Brealey R. y S. Myers. *Fundamentos de financiación empresarial*. Madrid: McGraw-Hill, 1998.

House, W. C. *The Usefulness of Sensitivity Analysis in Capital Investment Decisions*. En*: Management Accounting*. 47 (6), 1966.

Huerfner, Roland. *Analyzing and Reporting Sensitivity Data*. En*: The Accounting Review*. Octubre, 1971.

Joy, M. y T. Bradley. *A Note on Sensitivity Analysis of Rates of Return*. En*: The Journal of Accounting of Finance*. 28 (5), 1973.

Manes, Rene. *A New Dimensions to Breakeven Analysis*. En*: The Journal os Accounting Research*. 4 (1), 1966.

Mitchel G. B. *Breakeven Analysis and Capital Budgeting*. En*: The Journal of Accounting Research*. 7 (2), 1969.

Sapag, Nassir. Un modelo alternativo de sensibilización de proyectos. En*: Proyección (*Perú). Marzo, 1983.

_____. *Modelos de sensibilización para el análisis de inversión*. Santiago: Universidad de Chile, Departamento de Administración, 1980.

_____. *Criterios de evaluación de proyectos*. Madrid: McGraw-Hill, 1993.

Solomon, Martín. Incertidumbre y su efecto sobre el análisis de la inversión de capital. En*:* Weston, J. y D. Woods S, Donald, eds. *Teorías de la financiación de la empresa*. Barcelona: Gili, 1970.

Whisler, William. Sensitivity Analysis of Return. En: *The Journal of Finance*. 31 (1), 1976.

Capítulo 19

Preparación y evaluación social de proyectos*

En el primer capítulo de este libro se expusieron los conceptos básicos que definen la evaluación social de proyectos, indicando que ésta compara los beneficios y costos que una determinada inversión pueda tener para la comunidad de un país en su conjunto, por medio del impacto en el bienestar social de dicha comunidad. Se señalaba, además, que no siempre un proyecto rentable desde el punto de vista privado lo es también para la sociedad y viceversa.

La evaluación social pretende determinar los costos y beneficios pertinentes del proyecto para la comunidad, comparando la situación con proyecto respecto de la situación sin proyecto, en términos de bienestar social, cuantificando y agregando las externalidades positivas con las externalidades negativas, además de otros factores que pudieran influir en la toma de decisión.

Lo anterior, que debería mostrar la diferencia fundamental respecto de la evaluación privada, refleja el hecho de que no todo lo positivo (o negativo) que el proyecto signifique para sus dueños es necesariamente bueno (o malo) para la sociedad en la cual está inserto. Cabe notar que el objetivo de bien común (social) no es necesariamente incompatible con el privado.

Si bien la manera de calcular la rentabilidad de un flujo social no se diferencia de la del privado desde el punto de vista de los instrumentos que proveen las matemáticas financieras, sí se diferencia en lo conceptual y cuantitativo.

---

* Debemos mencionar especialmente los aportes de los profesores José Manuel Sapag y Gregorio Donoso.

La evaluación social se basa en costos y beneficios que podrían ser muy diferentes a los costos y beneficios privados. Lo anterior se sustenta en el hecho de que el valor social de los bienes y servicios que genera el proyecto es distinto a los valores que paga o percibe el inversionista privado.

Por ejemplo, si un país evalúa la construcción de un tren urbano subterráneo, sus flujos no sólo incorporan los ingresos que generaría su operación, sus costos o reinversiones, sino que además deberá incorporar el beneficio social que representaría su construcción, ya sea por la descongestión vehicular que podría representar su construcción, su contribución a la descontaminación ambiental o la mayor rapidez que le podría significar al usuario trasladarse entre un lugar y otro de la ciudad.

Las principales diferencias que explican un flujo social respecto de uno privado son:

a) Beneficio y costo social no significa lo mismo que beneficio y costo privado, aunque ambas se miden en una unidad de cuenta real común.

b) El precio social de un bien producido por el proyecto no es lo mismo que su precio privado.

c) Las externalidades, que no son más que efectos indirectos generados positiva o negativamente por el proyecto, pueden afectar a la sociedad, aunque no necesariamente al inversionista privado.

d) La tasa a la cual descontar un flujo social es distinta de lo que se entiende por la tasa relevante de descuento desde el punto de vista privado.

e) La rentabilidad social de un proyecto persigue estimar su impacto en el crecimiento económico del país, pudiendo incorporar información sobre cambios en la distribución del ingreso que pudiera generar.

Es necesario tener en cuenta que los proyectos, por encontrarse insertos en la economía del país, pueden afectar tanto su bienestar como su producto nacional. El producto nacional es un indicador de bienestar que se encuentra directamente vinculado con la evolución del crecimiento nacional. Dado lo anterior, no es extraño que diversos autores, como Arnold Harberger[1] y Ernesto Fontaine,[2] sugieran usar el producto como unidad de cuenta de los efectos sobre la sociedad. Es decir, el indicador varía positiva o negativamente. La variación observada puede considerarse como una

---

[1] Arnold Harberger. *Three Basic Postulates for Applied Welfare Economics*. En: *Journal of Economic Literature*. Vol. IX No. 3, 1971.

[2] Ernesto Fontaine. *Evaluación social de proyectos*. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile. Ediciones Universidad Católica, 2004.

aproximación positiva o negativa del impacto para el bien común y generada a partir de la parcialidad del producto.

Cabe notar que el que la parcialidad sea de propiedad privada o estatal no es relevante, porque tanto privados como públicos están insertos en el mismo país, afectándose el todo cuando uno u otro intervienen. Luego no es correcto señalar, como a veces se hace, que el sector público debe evaluar sólo socialmente sus proyectos, mientras el sector privado lo debe hacer privadamente.

19.1 Preparación y evaluación social de proyectos

Al igual que los proyectos privados, los proyectos sociales obedecen en su búsqueda de información a un proceso metodológico que en general puede adaptarse a cualquier proyecto.

Toda decisión de inversión social debe responder a un estudio de preinversión, cuyos resultados permitan establecer el beneficio social que significaría su implementación, sus ventajas y desventajas asociadas, el incremento que éste generaría en el ingreso nacional o cualquier otro estándar que permita identificar cuantitativamente el impacto que tendría en el desarrollo del país y en el bienestar neto de la población. Sin lugar a dudas, este mecanismo de medición no es perfecto, puesto que el resultado de la evaluación social no permite medir el impacto que el proyecto, una vez ejecutado, provoca en el bienestar individual de las personas o en el de una familia, razón por la cual se mide en términos agregados.

Muchos son los sectores específicos en los que se podrían desarrollar proyectos sociales. Así, pueden existir proyectos vinculados con el sector de vialidad, de agua potable, de sistemas de regadío, de proyectos de educación, de salud, de áreas verdes, parques y plazas, de proyectos relacionados con programas sociales, con el desarrollo de microempresas, de descontaminación ambiental, de defensa nacional, de soberanía, de promoción para la superación de la pobreza y de tantos otros que pueden ser evaluados, en la mayoría de los casos también privadamente.

En el proceso de preparación y evaluación de proyectos sociales también será necesario diferenciar la etapa de formulación y preparación de la evaluación. En efecto, primero se deberá obtener la información pertinente que permita modificar y complementar el flujo de caja privado para transformarlo en social y posteriormente proceder a su evaluación, con las mismas metodologías privadas pero con valores sociales como la tasa de descuento.

La existencia de externalidades determinantes sobre terceros y que no pertenecen al proyecto en sí pero tienen incidencia directa en la comunidad, obliga a estudiarlas de manera tal que se puedan dimensionar cuantitativa y cualitativamente los beneficios o costos que generan. Algunos proyectos sociales surgen precisamente como consecuencia de externalidades negativas que diversos proyectos en funcionamiento,

tanto públicos como privados, causan a la comunidad, en particular, o a la sociedad como un todo, y cuyos efectos se intenta corregir, eliminar o aminorar.

La preparación social de proyectos debe corregir los valores privados modificando los precios de mercado y agregando otros que la evaluación privada no debe incorporar, con lo cual se efectúan los ajustes que permitan expresar en los flujos los valores sociales, en consideración al problema o distorsión que el proyecto intenta resolver. Así, un determinado proyecto que puede ser desechado por un inversionista privado puede no serlo desde el punto de vista social.

La evaluación social de un proyecto incorpora, además de los precios sociales de los factores y de las externalidades, los costos y beneficios intangibles que un determinado proyecto o acción de gobierno puede generar en la comunidad, la calidad de vida, el mejoramiento en la imagen de la autoridad, el orgullo nacional y otros.

Las técnicas de preparación y evaluación social de un proyecto no pueden medir efectivamente todos los costos y beneficios que demandaría o generaría ese proyecto en particular.

La toma de decisiones vinculada con proyectos evaluados socialmente también dependerá de consideraciones de tipo político, económico y social. Por supuesto, éstas pueden constituir elementos de juicio de carácter subjetivo, a los cuales es imposible asignarles expresiones de carácter cuantitativo.

Intentar medir cuantitativamente el impacto contributivo que un proyecto social genera en el desarrollo y crecimiento del país probablemente constituya no sólo el objetivo más importante de su preparación y evaluación, sino además el único procedimiento técnico capaz de dimensionar matemáticamente esa contribución, a pesar de su dificultad.

En el hecho, los gobiernos disponen de programas de desarrollo donde señalan prioridades y, por tanto, efectúan asignaciones presupuestarias que pueden privilegiar a determinados sectores, aun cuando los proyectos sociales que se lleven a cabo en ese sector no contribuyan efectivamente a generar la mayor rentabilidad social efectiva si se le compara con el resto de proyectos sociales del país. Resulta importante señalar que esa prioridad, en un régimen democrático, queda legitimada por la voluntad ciudadana que le otorga al gobierno un mandato de acción, el cual es evaluado periódicamente por la comunidad para cuyo beneficio y bienestar se desarrolla el programa de acción gubernamental y los proyectos que lo llevan a cabo. Esta elección ciudadana es la que permite, de alguna manera, aminorar las evidentes dificultades técnicas que significa otorgar valor o costo social a los objetivos gubernamentales.

La autoridad usa el derecho que le asiste de fijar sus propios objetivos y de calcular los precios sociales para alcanzarlos. De este modo la autoridad está actuando subsidiariamente, al igual como lo hace cuando calcula y difunde el cambio de los procesos mediante un índice.

Con este capítulo no se pretende que el lector se transforme en un experto capaz de determinar los precios sociales, la tasa social de descuento o los otros factores que influyen en la preparación y evaluación social,[3] ya que ellos generalmente requieren entrenamiento especial y, en algunos casos, son calculados por la autoridad de gobierno competente, por lo que no se precisa que sea el evaluador del proyecto quien se enfrasque en la intrincada metodología destinada a calcular los precios. Sin embargo, existirán determinados precios sociales que el evaluador sí podrá calcular.

19.2 Costos y beneficios sociales

El beneficio social refleja el valor que tiene para la sociedad el aumento de la disponibilidad de un determinado bien atribuible al proyecto más el efecto que éste induce a que otros productores disminuyan su nivel de producción, ahorrando al país factores productivos, sin que el consumidor del bien se vea afectado. La diferencia, que se avala por medio de la teoría económica, lleva a que el valor de los beneficios en ambos casos tenga un sentido diferente. Por lo mismo, el valor de una unidad producida y equivalente al precio también tiene ese sentido diferente.

El costo social refleja el valor que tiene para la sociedad proveer una mayor cantidad de factores de producción a los mercados donde el proyecto se abastece y el efecto de que otros usuarios dejen de usarlos.

Dadas las diferencias entre beneficios y costos sociales y privados, surge la necesidad de disponer de precios sociales[4] tanto para los bienes producidos como para los usados por el proyecto. Los precios privados surgen de los mercados donde el proyecto vende su producción o donde se abastece de ellos y pueden, en algunos casos, reflejar el verdadero valor para la economía. Sin embargo, en otros pueden o no hacerlo, dependiendo de las distorsiones y las externalidades que pudieran existir.

El cálculo de precios sociales dependerá de una gran cantidad de variables, cuya importancia y ponderación se deberá establecer de acuerdo con los objetivos y las prioridades que la sociedad determine por medio del Estado como garantes del bien común. No menos importante pueden ser aspectos de carácter circunstancial, temporal o cíclico que pueden afectar al país o a una localidad en un momento determinado. Lo mismo ocurre con la aplicación de políticas económicas que la autoridad concibe como necesarias de ser implementadas. Los precios privados no siempre reflejan el verdadero valor para la sociedad de contar con el bien que generaría el proyecto. En los proyectos privados se estudia la "estructura económica del mercado", cuyo

---

[3] Para un estudio más profundo se puede consultar Axel Jansson *Fundamentos de evaluación social de proyectos*. Santiago: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, 1998, o Ernesto Fontaine, *Op. cit*.

[4] Algunos autores utilizan los conceptos de precios sombra o precios de cuenta como sinónimos de precios sociales.

funcionamiento, en el hecho, no es perfecto, presentándose distorsiones de mayor o menor gravedad que pueden resultar socialmente necesarias de corregir.

Existen distintos tipos de precios sociales. Uno de ellos es el precio social del factor trabajo o de la mano de obra. Su determinación reviste serias dificultades a causa de la gran variedad de tipos de trabajo, especialidades y oficios diferentes, debiendo considerarse, además, el lugar o región donde se ubique. El problema del costo de oportunidad de un determinado salario puede variar de acuerdo con el sector productivo al que pertenezca, a la situación de desempleo que afecte al país o a una región, al desempleo estacional o a la necesidad de efectuar una reconversión de las capacidades de la mano de obra en una zona determinada. Éstas y otras situaciones pueden entregar prioridades que impliquen la existencia de precios sociales diferenciados dependiendo de las condiciones del mercado del trabajo, por lo que será posible incorporar en el flujo una situación de carácter transitorio.

Teóricamente se puede señalar que el costo social de la mano de obra coincide con el costo privado cuando en la sociedad existe una situación de pleno empleo, lo que evidentemente no resulta fácil que se dé en la realidad. Las distorsiones más frecuentes y claramente identificables que afectan el mercado laboral y que, por tanto, tienen influencia en la determinación de su precio social, están dadas por los subsidios a la contratación de mano de obra o los impuestos que podrían gravarla, por la existencia de sindicatos fuertes, salarios mínimos, asimetría de información, subempleo, etcétera.

Un ejemplo que explica la aseveración anterior es el de un país donde el nivel de cesantía de los jóvenes entre los 16 y 20 años supera el 20%, mientras que la cifra nacional, incorporando todas las edades, es de un 7,8%. Lo anterior permitiría observar que el precio social de la mano de obra no es una constante para todo el país, por lo que resulta evidente concluir que el precio social de la mano de obra podría tener un valor diferenciado de acuerdo con la edad, el sexo, la profesión, la región en que viva, u otras variables.

Otro precio social importante es el de las divisas o del tipo de cambio. En una economía abierta con pleno empleo, en donde no existan distorsiones en los mercados ni un poder monopólico o monopsónico en relación con los bienes transables en el mercado internacional, se puede decir teóricamente que no existiría diferencia entre los precios social y privado de la divisa.

La oferta y demanda de divisas juega un papel muy importante en la determinación de su precio social. En efecto, si el precio de los productos de exportación tiende a la baja en el mercado internacional y las importaciones principales tienden a la alza, la divisa se transforma en un bien cuya escasez influirá en la determinación del precio social de ella. De esta manera, proyectos que requieran una gran cantidad de divisas para la adquisición de tecnología de gran valor, por ejemplo, podrían verse afectados al variar el precio social de la divisa como consecuencia de su escasez.

La estimación de este precio no está exenta de dificultades metodológicas, entre otras muchas razones, debido a la multiplicidad de orígenes y usos diferentes a los que se podría destinar. De este modo, un mismo proyecto puede demandar tecnología o insumos importados por una parte y, por otra, generar divisas por la venta al exterior de los bienes que eventualmente produciría en el caso de su implementación.

También deberá considerarse la existencia de impuestos, subsidios y cualquier otro factor incidental que el gobierno haya fijado y que impacten en la comercialización de los bienes transables. Cabe señalar que los impuestos, subsidios y cuotas a las importaciones o exportaciones generan distorsiones en la asignación de recursos, lo que también da origen a que los precios sociales difieran de los privados.

La teoría económica indica que el flujo social debería construirse excluyendo los impuestos específicos (o sumando los subsidios específicos) en el caso de los ítems no relacionados con el comercio internacional (no transables), al igual que excluyendo los aranceles a la importación o incluyendo los que van a la exportación.

La entidad estatal de planificación de los distintos países es la responsable de dar a conocer la información necesaria para el cálculo del precio social de la divisa y de la mano de obra. Cuando no exista una entidad que calcule previamente dichos parámetros, es el evaluador quien deberá hacerlo.

Además de las distorsiones anteriormente mencionadas, deben considerarse las cuotas de producción y de comercio, los problemas de monopolio u otras distorsiones, cuando ellas existan.

19.3 Incidencia de los efectos indirectos o las externalidades

Los efectos indirectos son aquellos cambios que puede generar el proyecto con su implementación. Al ocasionarse cambios en la producción y consumo de los bienes relacionados con los que elaboraría el proyecto, puede resultar determinante la medición de los posibles beneficios o costos indirectos de su eventual puesta en marcha, ya sean beneficiosos o perjudiciales para la sociedad.

En la medida en que se advierta su existencia, se deberán estudiar los sectores o las actividades productivas o de servicios que podrían resultar afectados, con el fin de determinar si su incidencia es significativa. De esta manera, se podría investigar dónde se advierten esas distorsiones y los beneficios o costos sociales adicionales indirectos que generaría la puesta en marcha de un proyecto específico.

Un cambio en la estructura de precios derivado de la puesta en marcha de un proyecto genera efectos indirectos en la medida en que el precio social de demanda sea distinto al precio social de oferta de los bienes, cuyas cantidades (demandadas y ofrecidas) muestran variación como consecuencia del cambio en la estructura de precios.

Algunos autores consideran que las externalidades forman parte de los efectos indirectos; otros las plantean separadamente. Sin embargo, cualquiera sea la ubicación

de ellos y su conceptualización, deberían considerarse estos efectos en los flujos. Los efectos indirectos se producen sólo en la medida en que los precios de mercado de los bienes directamente relacionados con el del proyecto en cuestión varían, ya sea favorable o desfavorablemente. Por lo general, éstos se producen cuando el proyecto en estudio ocasiona cambios en la producción y el consumo de los bienes o servicios relacionados con los que el proyecto entregaría al mercado, razón por la cual podrían variar los precios de los demás bienes.

Por ejemplo, si se construye una nueva industria cuyas emanaciones provocan daños a las tierras cultivadas colindantes, se generan externalidades negativas. En el caso de la construcción de un tren urbano subterráneo, la contribución de este proyecto a la descontaminación ambiental y a la descongestión representa externalidades positivas. Lo mismo ocurre con la rapidez de traslado de las personas, ya que en la medida en que se disponga de un mayor tiempo para dedicarlo a otras actividades, se estará logrando un beneficio adicional que sólo es posible de lograr socialmente en la medida en que el proyecto efectivamente se lleve a cabo.

En un proyecto privado, estas correcciones en los flujos no se efectúan, puesto que la toma de decisiones en relación con la eventual inversión sólo considera los costos y beneficios que influyen directamente en los flujos de caja. Sin embargo, sí deben incluirse aquellos efectos indirectos como, por ejemplo, los costos de la administración central cuando se evalúa privadamente un proyecto de ampliación.

Todos los autores coinciden en señalar las dificultades para determinar con cierta precisión el efecto que generan las externalidades, ya sean positivas o negativas, en un determinado proyecto. En algunos casos, se podría utilizar el procedimiento de valorar a precio de mercado las posibles pérdidas de producción que ese hecho generaría. Dado lo anterior, siempre conviene considerar el grado de sesgo aceptable y el nivel de costo para llegar a una cierta estimación de la rentabilidad.

19.4 Incidencia de los efectos intangibles

Los efectos intangibles constituyen probablemente los de mayor dificultad de cuantificar, por su carácter de inmedibles, por lo cual se convierten en un parámetro. Además de ser difíciles de identificar, en otros casos se puede apreciar que son de naturaleza antagónica: algunos favorables y otros desfavorables. Medir la magnitud de cada uno de ellos y el efecto que podrían tener en el flujo resulta imposible de lograr. Estos efectos podrían identificarse, pero no existe una metodología capaz de cuantificarlos.

Existen múltiples ejemplos, como la contribución a fortalecer la soberanía nacional de un proyecto de ganadería en una zona limítrofe, los costos o beneficios que generen en la imagen o popularidad del Gobierno, de un ministerio o de una autoridad nacional, regional o local, razones de carácter estratégico, el orgullo patrio, la conta-

minación del aire y los efectos sobre el medio ambiente, el clima, la calidad de vida, la contribución en favor de la redistribución del ingreso y otros.

Ciertamente, su cálculo puede mostrar distorsiones graves cuando la autoridad intenta adoptar decisiones guiadas más por efectos políticos partidistas o personales que por el bienestar de la comunidad.

19.5 Incidencia de la tasa social de descuento

Conceptualmente existen dos posibilidades para estimar la tasa a la cual descontar el flujo social que se construye. La primera hace referencia a una situación en la cual no existe apertura de mercado de capitales. En este caso, la tasa de descuento social debería nacer de la interacción de la oferta y demanda de fondos para ser invertidos. En el caso de no ser un mercado libre de distorsiones, es necesario considerarlas.

La segunda posibilidad es representativa de un mercado de capitales abierto al movimiento de capitales internacionales. En este caso, la tasa se estima considerando el costo de obtener fondos en el extranjero (suponiendo que el país importa capitales), el riesgo país y la presencia de distorsiones en el mercado interno, si fuera pertinente. Sea cual fuere la modalidad, la tasa social de descuento resulta difícil de medir, por lo cual es frecuentemente calculada por una entidad estatal, que la pone a disposición de quien deba evaluar proyectos socialmente. En Chile, por ejemplo, la tasa social es comunicada por la entidad de planificación, la cual lo hace junto con lo referente a la divisa y la mano de obra.

En el caso de proyectos sociales, el análisis y estudio de diversas alternativas de inversión puede adquirir mayor relevancia que en los privados. Aun cuando un proyecto determinado pudiera ubicarse en un sector específico del programa de desarrollo, éste podrá compararse con otros proyectos del mismo sector, con el fin de priorizarlos socialmente.

Según Fontaine,[5] en una economía sin distorsiones, con pleno empleo y cerrada al mercado financiero internacional, la tasa de interés que impere en el mercado será al mismo tiempo el valor del producto marginal del capital invertido en el país y la tasa marginal de preferencia en el tiempo de quienes ahorren. En consecuencia, se puede expresar que la tasa de interés existente en el mercado debe ser la tasa de descuento que se aplique a los flujos para la evaluación social del proyecto. Naturalmente, si existe flujo internacional de capitales, la tasa de interés relevante deberá incluir el efecto de éstos. Sin embargo, existen algunos aspectos distorsionadores que pueden hacer variar el criterio anterior.

En efecto, si se estudia el comportamiento de las tasas de interés en Chile, por ejemplo, se puede constatar que durante mucho tiempo ellas fueron negativas, vale decir, la

[5] *Op. cit.*

información fue superior a las tasas de interés nominales imperantes en la economía. Durante este tiempo existieron tasa de interés fijados por el Estado por lo que una decisión discriminatoria y discrecional generó distorsiones importantes en el funcionamiento económico general. Posteriormente, durante ocho años de la economía chilena (el periodo que media entre 1975 y 1982), las tasas de interés quedaron determinadas por las fuerzas del mercado sin participación estatal, observándose que la tasa de interés promedio real fue de un 42.8%.[6] Cuando existen estas distorsiones, que se traducen en tasas de interés negativas, en las cuales la inflación es mayor que la tasa nominal o tan altamente positivas como las señaladas, pierde validez la definición de que la tasa de descuento social debe ser igual a la tasa de interés imperante en el mercado.

Por otra parte, es necesario destacar que normalmente la tasa de descuento para los proyectos sociales es calculada y determinada por la autoridad estatal para todos los proyectos del sector público. Con base en lo anterior, cuando se evalúen proyectos sociales se deberá aplicar sólo la tasa vigente calculada por la autoridad.

La determinación de una tasa de descuento social y los mecanismos que la determinan no resultan fáciles de conseguir. Tampoco resulta fácil defender el criterio de una tasa única para todos los proyectos emprendidos por el sector público, independientemente de sus características y del sector al que pertenezcan. Es por ello que la búsqueda de parámetros que permitan identificar una tasa social de descuento compatible con el funcionamiento nacional e internacional del mercado de capitales y su costo debiera constituir un punto de referencia importante de ser considerado por la autoridad al determinar la tasa social de descuento.

19.6 Evaluación privada y social

En este momento el lector ha podido constatar las dificultades inherentes a la preparación de proyectos sociales. En definitiva, lo que influye en la rentabilidad del proyecto son los precios sociales y los efectos directos e indirectos.

Cada una de esas variables representa dificultades de medición cuantitativas significativas que impiden encontrar un procedimiento matemático que garantice su validez plena. Más aún si se considera que en la sociedad existen percepciones disímiles en cuanto a lo social, con prioridades también diferentes de acuerdo con los distintos sectores que componen la comunidad. Otro tanto ocurre con la tasa social de descuento, la cual también presenta dificultades en su determinación al momento de evaluar los flujos.

Otro aspecto que debe analizarse lo constituye la vinculación de los proyectos sociales con los privados. En efecto, hoy día resulta cada vez más común observar cómo el sector público y el privado pueden emprender proyectos conjuntamente,

---

[6] Roberto Zahler, *Las tasas de interés en Chile, periodo 1975-1982*. Venezuela: Instituto Interamericano de Mercados de Capital, 1985.

cumpliendo cada uno con su respectivo papel y con los intereses que a cada cual le corresponde defender.

En este sentido, se puede identificar cuantitativamente inversiones sociales y privadas en donde cada cual, de acuerdo con sus propios intereses, efectúa los análisis técnicos correspondientes que le permitan identificar sus respectivas rentabilidades, tanto desde el punto de vista social como privado.

Por ejemplo, si el Estado, considerando su rentabilidad social, decide construir una de las líneas de un tren subterráneo urbano y la ejecución del proyecto cumple en tiempo y costo con lo programado, de tal manera que la inversión alcanza US$550 millones, y si el Gobierno decide entregar su administración al sector privado mediante una concesión por 30 años a quien resulte ganador del proceso de licitación pública correspondiente, el inversionista privado deberá determinar lo que estaría dispuesto a pagar para que esa inversión le sea rentable, independientemente de cuánto haya sido lo que invirtió el Estado en ese mismo proyecto.

Si construye sus propios flujos futuros de costos y beneficios y los descuenta a su tasa de costo de capital y obtiene, por ejemplo, un valor actual de US$330 millones, el Estado, al percibir como resultado de la licitación pública US$220 millones de dólares menos que los efectivamente invertidos en la construcción del tren subterráneo, podría concluir que ese monto representa aproximadamente la diferencia a favor del país como una probable consecuencia de los beneficios sociales de la descontaminación ambiental, la descongestión vehicular en la superficie y el evidente beneficio que representa el menor tiempo de viaje para los usuarios. Se señala el término "aproximadamente", en razón de que al término del periodo de concesión existe un valor de desecho de propiedad estatal.

Todo proyecto de orden público en el que pudiera haber interés privado por su administración, podría ser evaluado de manera mixta, en la cual el sector privado, de acuerdo con sus propios intereses, efectúa su respectivo análisis de preinversión y el Estado proyecta el monto de la inversión social que deberá efectuar para cumplir con los objetivos del proyecto que se desea llevar a cabo.

Muchas son las modalidades en las cuales el sector privado podría incursionar en este mecanismo mixto de desarrollo de proyectos; sin embargo, en cualquiera de ellas siempre se podrá efectuar los estudios pertinentes tanto sociales como privados.

Un caso similar lo constituye el de la construcción de carreteras susceptibles de ser concesionadas al sector privado. Si, como es habitual, el Estado se encarga de efectuar las expropiaciones de acuerdo con el trazado definido por los técnicos y efectúa todos los estudios de ingeniería y diseño destinados a establecer las características de la ruta, la mecánica de suelos, el largo de los puentes y sus detalles y llama a licitación privada para la construcción, mantenimiento y administración de la obra con financiamiento privado, al igual que en el caso anterior, el inversionista privado proyectará todas las inversiones necesarias que deberá efectuar y simulará lo que podrían ser los

beneficios y costos operacionales futuros. Para los primeros indagará acerca de los procedimientos de determinación de la tarifa e intentará obtener información histórica que le permita estimar con cierta validez el comportamiento futuro de la demanda. Así mismo, estudiará los costos operacionales, los de mantenimiento y las reinversiones, procurando construir los flujos con la información suficiente para definir la conveniencia o inconveniencia de participar en un proyecto que, siendo de origen social, pasa a ser privado. Lo anterior no impide que la decisión de llevarlo a cabo haya sido de origen social y que, por tanto, el Estado haya aprobado las inversiones necesarias para efectuar las expropiaciones y los estudios finales pertinentes.

Al igual que en el caso anterior, puede existir una multiplicidad de modalidades para el desarrollo de la inversión privada, en las cuales se puede asumir mayor o menor riesgo de obtener la rentabilidad exigida. Se podría lograr, por ejemplo, que el Estado garantice un ingreso mínimo en caso de no conseguirse por el pago de peajes el monto calculado en los flujos y, como contrapartida, el Estado se resarce de dicho aporte cuando los ingresos superan lo estimado.

En el caso de haber sido ya asignada la carretera y de producirse la imperiosa necesidad de realizar inversiones adicionales en protecciones para garantizar, por ejemplo, una mayor seguridad en el transporte, esa inversión social podría ser efectuada por el sector privado, negociándose un plazo de concesión mayor que le permita a éste mantener su rentabilidad privada. Será entonces al Estado a quien le corresponda medir socialmente el beneficio que le reporte otorgar a la carretera mayor seguridad *versus* el costo que le significa ampliar el plazo de la concesión.

Las posibilidades de interacción entre el interés social y privado son múltiples, pudiendo adoptar diferentes e imaginativas modalidades de operación y cooperación. Sin embargo, cualquiera que ellas sean, siempre será necesario adelantar los estudios pertinentes que, sustentados en las técnicas de preparación y evaluación de proyectos, tanto desde el punto de vista privado como social, permitan adoptar las decisiones que correspondan, con el fin de recomendar o desalentar las inversiones pertinentes que aseguren rentabilidad privada para los privados y social para el Estado.

19.7 Una aplicación

Los Hornos es una localidad rural ubicada en Chile en la comuna de La Ligua, en la provincia de Petorca, V Región, a 42 km al norte de la Ligua y a 18 km de Huaquén. Según cifras de 1997, Los Hornos tiene una población de 152 habitantes residentes en 34 viviendas. El nivel socioeconómico de la población es bajo, siendo su principal actividad económica la crianza de ovejas, la cual se ha visto afectada por la sequía de los últimos años. A pesar de su tamaño, cuenta con una escuela primaria, pero no dispone de servicios básicos, ni equipamientos comunitarios como energía eléctrica, agua potable y teléfono.

Huaquén es el poblado rural más cercano a Los Hornos y cuenta con Sistema Interconectado Central (SIC), lo que le permite disponer de energía continua. Sin embargo, dadas las características geográficas y demográficas de Los Hornos, en términos de la lejanía del SIC del poblado más cercano, la dispersión de sus viviendas a 500 metros entre una casa y otra y el difícil acceso a la localidad, no existe viabilidad económica para que se sume al SIC, desechándose dicha opción. Ello ha llevado a la comunidad de Los Hornos a buscar otras alternativas de abastecimiento energético.

Una característica que posee esta zona es que la irradiación solar es suficiente para transformarla en electricidad mediante paneles fotovoltaicos, inclusive en los meses de invierno. Esta posibilidad de solucionar el abastecimiento eléctrico motivó a las autoridades a evaluar dicha iniciativa.

El proyecto consiste en suministrar electricidad mediante soluciones individuales a través de equipos fotovoltaicos a las 34 viviendas, más la escuela, con una potencia máxima de diseño para cada solución de 20 kilovatios, con capacidad suficiente para cuatro puntos de luz de alta eficiencia y dos tomas de corriente que podrían utilizarse para conectar un radio o un televisor y eventualmente otro artefacto, lo que es suficiente para suplir las necesidades básicas.

Dado que este sistema se presenta mediante soluciones individuales y que además es muy simple de instalar y mantener, tiene una serie de ventajas respecto de los sistemas tradicionales: puede ser utilizado por personas sin preparación, ser una solución individual o colectiva, es aplicable en cualquier lugar con radiación suficiente, su mantenimiento es poco frecuente y posee una gran vida útil económica.

Respecto de sus características técnicas, se sabe que el suministro para iluminación y para los artefactos es 220 voltios en corriente alterna y 50 hercios alternos. Cada solución consta de dos paneles fotovoltaicos, un regulador de carga, dos baterías de acumulación, un inversor de voltaje y una estructura de soporte. Las instalaciones interiores, como enchufes, soquetes y otros, son responsabilidad del usuario final. La inversión total por vivienda se presenta en el cuadro 19.1. Cabe señalar que se prevé una reinversión durante la operación del proyecto; es por ello que se diferencia entre las inversiones previas a la puesta en marcha y las reinversiones durante la operación.

Cuadro 19.1

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Paneles Solavolt SV 8500	70	$253.300	$17.731.000
Baterías Trojan 27 TM	70	$39.780	$2.784.600
Regulador Morningstar Pro Star 12	35	$52.800	$1.848.000
Inversor Stapower SP 150	35	$55.300	$1.935.500
Estructura para paneles	35	$15.000	$525.000
Total			$24.824.100

Los costos de los equipos se encuentran expresados en moneda nacional y son adquiridos en el extranjero. Dichos valores son netos de IVA (Impuesto al Valor Agregado) y con un arancel del 20% incluido.

Con el fin de asegurar la continuidad de la operación ante posibles morosidades, se ha estimado una inversión en capital de trabajo correspondiente a dos meses de funcionamiento por un monto de $355.334.

Según las especificaciones técnicas de los equipos, se ha estimado una vida útil económica de seis años, tiempo en el cual deberán reemplazarse. El cuadro 19.2 muestra las reinversiones durante la operación.

Cuadro 19.2

Año	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
6	Batería Trojan 27 TM	70	$39.780	$2.784.600
12	Batería Trojan 27 TM	70	$39.780	$2.784.600
18	Batería Trojan 27 TM	70	$39.780	$2.784.600

Los ingresos de explotación provienen del cobro de la tarifa fija mensual establecida por las autoridades correspondientes, la que alcanza a $646 por kW, precio que enfrentan los usuarios. Este monto tendrá un reajuste semestral según la variación registrada por el IPC (Índice de Precios al Consumidor) para mantener la tarifa en términos reales.

Los costos de explotación son de carácter fijo y corresponden a costos de operación y mantenimiento. Este comportamiento se debe a que la disponibilidad de energía eléctrica de las familias será fija. Los costos de operación están determinados básicamente por las remuneraciones de un contador, un operador técnico, un cobrador, insumos y repuestos nacionales e internacionales, en proporción de 60% y 40%, respectivamente. Dichos costos están detallados en el cuadro 19.3.

Cuadro 19.3

Cargo	No de puestos	Remuneración bruta	
		Mensual	Anual
Contabilidad externa	1	$15.000	$180.000
Operador	1	$150.000	$1.800.000
Mantenimiento		$200.000	$2.400.000
Total		$365.000	$4.380.000

Para la situación sin proyecto se observa que los requerimientos energéticos de Los Hornos son para satisfacer las necesidades de iluminación, entretención, comunicación e información. De acuerdo con las encuestas CAS1 que realizó la Municipalidad

de La Ligua en 1997, se determinó que para satisfacer las necesidades de iluminación, la comunidad de Los Hornos utiliza velas, linternas con pilas y lámparas a parafina, a baterías o a gas. Para la entretención e información, utilizan radios con pilas, que además son un eficaz medio de comunicación entre los habitantes rurales desprovistos de telefonía y telegrafía, ya que la utilizan para enviar y recibir mensajes. Las viviendas que poseen televisor normalmente utilizan baterías.

Abastecer de energía eléctrica a la comunidad de Los Hornos permitiría reducir el gasto mensual de las viviendas en bienes sustitutos, ya que para satisfacer las necesidades indicadas en el párrafo anterior gastan entre $6.000 y $15.000 por vivienda al mes. Para determinar la energía equivalente entregada por los distintos energéticos que utilizan actualmente, existen factores de conversión determinados por la Comisión Nacional de Energía, que equivalen a horas artefactos. A continuación se describen los energéticos más utilizados en la zona de Los Hornos.

a) **Velas:** Las velas corrientes duran 2.5 horas y tienen una capacidad lumínica de 18 vatios. El uso conjunto de las velas con otros energéticos permite estimar aproximadamente en 20 el número de velas utilizadas por mes.

b) **Parafina:** El artefacto más usado para la generación de luz con parafina es el chonchón, cuyo rendimiento aproximado es de 32 horas por litro. De acuerdo con los antecedentes de consumo proporcionados en la investigación, se determinó que el consumo mensual de parafina es de 6 litros por hogar.

c) **Baterías:** Su principal uso como energético es para el televisor, por tanto, su rendimiento está directamente relacionado con su número de horas de uso. El cuadro 19.4 muestra el tiempo de uso según día de la semana.

Cuadro 19.4

Días	Tiempo diario de uso (h)	Tiempo semanal de uso (h)
Lunes a viernes	3	15
Sábados y domingos	5	10
Total	8	25

Fuente: esquema de consumo eléctrico típico de familias de escasos recursos.
Serplac IV Región

De acuerdo con lo anterior, el tiempo de uso semanal es de 25 horas. Considerando que cada mes tiene 4,28 semanas aproximadamente, se obtiene un consumo total de 107 horas/mes.

Las baterías comunes son de 12 voltios y 60 amperios/hora, lo que equivale a 720 vatios/hora. Ellas soportan una descarga máxima cercana al 80% de su capacidad, lo que implica una disponibilidad de energía de 576 vatios/hora. Cada carga de batería otorga un rendimiento de 22 horas; por tanto, el requerimiento mensual por familia es de cinco cargas de batería. Cada carga cuesta $800, lo que significa un gasto mensual de $4.000.

d) **Pilas:** Normalmente son utilizadas para el uso de radios y linternas. En el caso de las radios, el tiempo de uso diario y mensual es el que se aprecia en el cuadro 19.5.

Cuadro 19.5

Días	Tiempo diario de uso (h)	Tiempo semanal de uso (h)
Lunes a viernes	2	10
Sábados y domingos	3	6
Total	5	16

Fuente: esquema de consumo eléctrico típico de familias de escasos recursos.
Serplac IV Región.

Como puede apreciarse, el uso semanal alcanza las 16 horas, lo que significa un consumo mensual de 68,48 si se considera que cada mes tiene 4,28 semanas. La linterna se utiliza 10 minutos diarios en promedio y usa dos pilas que le permiten un funcionamiento máximo de cuatro horas, lo que da un uso diario de la linterna de 0,17 horas (cinco horas mensuales). Se estima que el número de pilas utilizadas mensualmente es de seis para radios y 2,5 para linternas.

Para calcular el precio social medio de la energía en la situación sin proyecto (*Po*), se debe calcular el consumo energético (*Qo*), que corresponde a la cantidad de energía utilizada en energéticos sustitutos, multiplicada por un factor de conversión para expresarlos en kW, para posteriormente establecer el gasto actual en energía (*Go*), que corresponde a la multiplicación del consumo por el precio unitario de cada energético sustituido. El precio medio de la energía en la situación base puede expresarse como:

19.1

$$Po = \frac{Go(\$ / mes)}{Qo(Kw / mes)}$$

El cuadro 19.6 corresponde a los gastos por consumo de energía mensual total por unidad familiar que actualmente se consume en la localidad de Los Hornos.

Cuadro 19.6

Fuente de energía	Rendimiento unitario por hora	Consumo mensual promedio	Factor de conversión a kW/hr	Consumo en kW/ mes	Precio unitario ($)	Gasto ($)
Velas (unidades)	2,5 hr	20 unidades	0,160	3,200	150	3.000
Baterías (cargas)	22 hr	5 cargas	0,576	2,880	800	4.000
Pilas (unidades)	2 hr	9 unidades	0,003	0,027	400	3.600
Parafina (litros)	32 hr	6 litros	0,480	2,880	250	1.500
Consumo mes total (kW/mes) Qo		8,987				
Gasto total en ($) Go		$12.100				
Precio × vatio ($/kW/mes) Po		$1.346				

Reemplazando en la fórmula los datos obtenidos en el cuadro 19.6, se obtiene el siguiente precio social:

$$Po = \frac{20 * \$150 + 5 * \$800 + 9 * \$400 + 6 * \$250}{20 * 0,16 + 5 * 0,576 + 9 * 0,003 + 6 * 0,48}$$

$$Po = \frac{\$12.100}{8,987 kW / mes}$$

$$Po = \$1.346,39$$

Al aplicar la ecuación correspondiente se desprende que para obtener 8,987 kW/ mes, cada familia debe gastar mensualmente $12.100, lo que equivale a decir que pagan $1.346 por kW/mes.

Para la situación con proyecto, los niveles de consumo energético esperados están establecidos como los mínimos necesarios para elevar la calidad de vida de las familias, lo que se logra con cuatro puntos de luz y dos tomas de corriente.

Dado que las tarifas eléctricas son fijas y reguladas por la autoridad estatal, los inversionistas privados no tienen incidencia sobre el precio final. Como se indicó anteriormente, las autoridades estatales han fijado para zonas rurales de las características analizadas en este caso una tarifa mensual de $646 por kW. Esta tarifa resulta ser inferior a lo que la comunidad actualmente gasta en promedio por un kW, por lo que se deberá producir un aumento en la cantidad demandada de 8,987 kW a 20 kW por vivienda, potencia equivalente a la capacidad máxima de los equipos, lo que significa cobrar una tarifa por $12.920 mensuales para este nivel de consumo.

No se consideran incrementos en los niveles de consumo, ya que según los datos históricos de tamaño de la población, se proyecta un crecimiento nulo, pues existe la tendencia a emigrar de Los Hornos. Además, la capacidad de los equipos se encuentra utilizada al 100% desde los inicios del proyecto.

La evaluación privada considerará los siguientes ítems de costos y beneficios:

a) **Inversión:** Las inversiones en equipos definidas en el cuadro 19.1, más los requerimientos de capital de trabajo corresponden a $25.179.434. La depreciación de todos los activos es lineal, estimándose una vida útil contable de tres años. Así, la depreciación anual sería de:

$$\frac{24.824.100}{3} = 8.274.700$$

b) **Beneficios:** Provienen del cobro de la tarifa fija mensual correspondiente a $12.920 por familia. Dichos beneficios se representan en la siguiente ecuación:

19.2

$$BP = G1 \times F0$$

donde *BP* representa el Beneficio Total Privado, *G*1 el Gasto fijo mensual por familia y *F*0 el Número de familias. Al reemplazar los valores determinados en el estudio de mercado se determina que los riesgos mensuales serían iguales a:

BP mensual = $12.920 × 35 = $452.200
BP anual = $452.200 × 12 = $5.426.400

c) **Costos:** Corresponden a $15.000 mensuales por servicio de contabilidad, $150.000 mensuales por gastos de operación y $200.000 por concepto de mantenimiento de equipos. Todo ello implica costos mensuales por $365.000 y $4.380.000 anuales.

El valor de desecho del proyecto se estimó bajo un criterio comercial, lo que significa sumar los valores de mercado esperados de los equipos al final del año 20 corregidos por su efecto tributario. Los valores se detallan en el cuadro 19.7.

Cuadro 19.7

Descripción	Cantidad	Valor de salvamento unitario año 20	Valor de salvamento total	Valor libro año 20	Valor de desecho año 20
Paneles Solavolt SV 8500	70	$0	$0	$0	$0
Baterías Trojan 27 TM	70	$19.136	$1.339.520	$928.200	$1.277.822[7]
Regulador Pro Star 12	35	$15.840	$554.400	$0	$471.240
Inversor Stapower SP 150	35	$16.590	$580.650	$0	$493.552
Estructura para paneles	35	$0	$0	$0	$0
Valor de salvamento total		$51.566	$2.474.570	$928.200	$2.242.614

[7] El valor de desecho de las baterías vendidas antes del año 20 asciende a $1.138.592, ya que se encuentran totalmente depreciadas. El valor de desecho al año 20 difiere, puesto que queda una cuota por depreciar.

El panel fotovoltaico no tiene valor de salvamento, ya que ninguno de sus componentes puede ser reutilizado. En el caso de las baterías, su valor de salvamento corresponde al valor del plomo que la compone, el que se estima en US$2 por kilo. Las baterías tienen 23 kilos de plomo, lo que equivale a $19.136.[8] Del inversor y regulador de carga se puede recuperar el 30% de su valor de compra que corresponde a $16.590 y $15.840, respectivamente.

Con todos estos antecedentes es posible construir el flujo de caja privado. Al aplicar una tasa de descuento de 11%, resulta un VAN privado negativo en $18.126.440.

A diferencia de la evaluación privada, la evaluación social no considera los impuestos por ser elementos distorsionadores en la asignación de recursos. Así mismo, los beneficios y costos por incluir en el flujo de caja son sustancialmente diferentes, ya que los precios sociales de los factores son distintos. Cabe señalar que los beneficios indirectos e intangibles no se considerarán en los flujos por la imposibilidad de su cuantificación. Los principales ítems que componen el flujo de caja social son:

a) **Inversión:** Para determinar la inversión social, debe establecerse si los activos involucrados en el proyecto son de carácter transable o no, pues de ello depende si a su precio privado debe descontarse el IVA, el arancel y ajustarlo por el factor de ajuste de la divisa para incorporar en el análisis el precio social de la divisa. El cuadro 19.1 indica el valor total de las inversiones en activos fijos, al cual debe descontársele el 20% de arancel para conocer la inversión social. Como se indicó, el IVA ya está descontado. Si el factor de ajuste de la divisa corresponde a+0,1, y si el monto en capital de trabajo social corresponde al 90% de la inversión privada, la inversión social corresponde a la información del cuadro 19.8.

Cuadro 19.8

Inversión Social		
Activo fijo	$24.824.100 (1 – 20%) (1 + 0,1)=	$21.845.208
Capital de trabajo	$355.334 (1 – 10%)) =	$319.800
Total		$22.165.009

[8] Dólar vendedor $416 al momento de la evaluación.

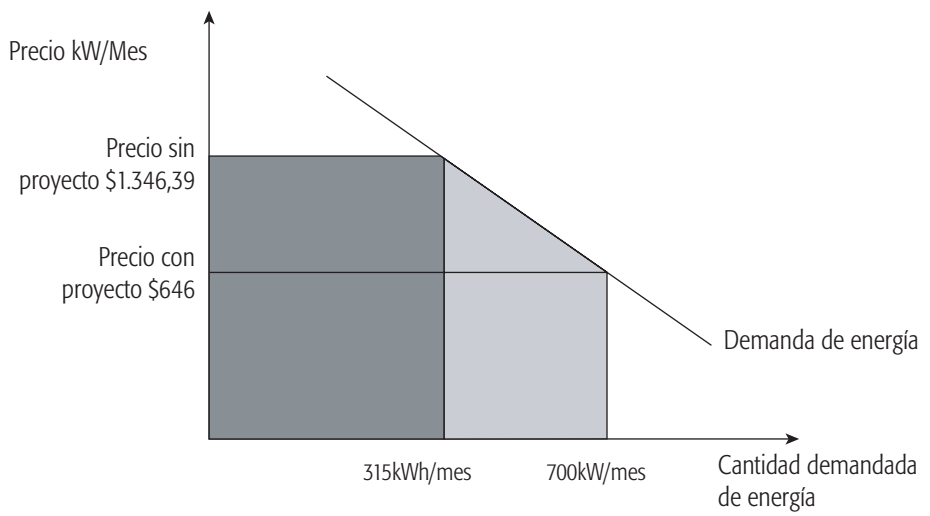
Cuadro 19.9

Concepto	0	1–3	4–5	6	7–9	10–11	12	13–15	16–17	18	19	20
Ingreso		5.426.400	5.426.400	5.426.400	5.426.400	5.426.400	5.426.400	5.426.400	5.426.400	5.426.400	5.426.400	5.426.400
Remuneración operador técnico		–1.800.000	-1.800.000	-1.800.000	-1.800.000	-1.800.000	-1.800.000	-1.800.000	-1.800.000	-1.800.000	-1.800.000	-1.800.000
Remuneración contador		–180.000	-180.000	-180.000	-180.000	-180.000	-180.000	-180.000	-180.000	-180.000	-180.000	-180.000
Costo de mantenimiento		–2.400.000	-2.400.000	-2.400.000	-2.400.000	-2.400.000	-2.400.000	-2.400.000	-2.400.000	-2.400.000	-2.400.000	-2.400.000
Depreciación paneles		–5.910.333										
Depreciación baterías		–928.200			-928.200			-928.200			-928.200	-928.200
Depreciación regulador		–616.000										
Depreciación inversor		–645.167										
Depreciación estructura		–175.000										
Beneficio antes de impuestos		–7.228.300	1.046.400	1.046.400	118.200	1.046.400	1.046.400	118.200	1.046.400	1.046.400	118.200	118.200
Impuesto (15%)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficio neto		–7.228.300	1.046.400	1.046.400	118.200	1.046.400	1.046.400	118.200	1.046.400	1.046.400	118.200	118.200
Depreciación paneles		5.910.333										
Depreciación baterías		928.200			928.200			928.200			928.200	928.200
Depreciación regulador		616.000										
Depreciación inversor		645.167										
Depreciación estructura		175.000										
Inversión paneles	–17.731.000											
Inversión baterías	–2.784.600			-2.784.600			-2.784.600			-2.784.600		
Inversión regulador	–1.848.000											
Inversión inversor	–1.935.500											
Inversión estructura	–525.000											
Capital de trabajo	–355.334											355.334
Valor de desecho baterías				1.138.592			1.138.592			1.138.592		1.277.822
Valor de desecho reguladores												471.240
Valor de desecho inversores												493.552

Flujo de caja	**–25.179.434**	**1.046.400**	**1.046.400**	**-599.608**	**1.046.400**	**1.046.400**	**-599.608**	**1.046.400**	**1.046.400**	**-599.608**	**1.046.400**	**3.644.348**
VAN (11%)	**–18.126.440**											

b) **Beneficios:** El beneficio bruto social directo del proyecto (BBS) se encuentra determinado por dos factores: el ahorro de recursos que las familias estaban utilizando para satisfacer su necesidad de energía (velas, baterías, pilas y parafina) y la mayor disponibilidad y consumo de energía. Como puede observarse, a un precio de $1.346,4 por kW[9]/mes, la comunidad de Los Hornos consume 315 kW. Dicho consumo resulta de multiplicar el consumo mensual por el número de familias (8.987 kW × 35 = 314,5). Al observar la situación con proyecto, se produce un mayor consumo por efecto precio y liberación de recursos por cambio de sistema.

Gráfico 19.1 Situación con proyecto.



El área gris oscuro representa el ahorro de factores o recursos que la comunidad de Los Hornos utilizaba mensualmente para generar energía antes de que se implementara el proyecto, es decir, $1.346,39 × 314,5 = $423.440, lo que significa un beneficio anual por $5.081.276.

El área gris claro representa el beneficio que tiene la comunidad por consumir mayor cantidad de energía a un menor precio. Para calcular este beneficio bruto social se efectuará el análisis en dos partes. Primero, si el mayor consumo corresponde a 385 kWh/mes, valor que resulta de la diferencia entre el mayor consumo y el consumo actual (700 kWh – 315 kW = 385 kW). Si este mayor consumo se multiplica por el precio fijado por la autoridad, se obtiene un beneficio por $248.710, es decir,

[9] Ver aplicación de ecuación 19.1.

$$\frac{\$12.100}{8,987 kW \text{ / mes}}$$

385 kW × $248.710. A ello se le debe sumar el área triangular restante que resulta de multiplicar el mayor consumo por el menor precio dividido por 2, es decir:

$$\frac{(385kW)(\$1.346,39-\$656)}{2}=\$132.900$$

Por tanto, el beneficio por mayor consumo total es:

Beneficio por mayor consumo	$248.710	$2.984.520
Beneficio por mayor consumo	$132.900	$1.594.800
Total	$381.610	$4.579.320

y el beneficio social bruto total es:

	Beneficio Social Bruto	
	Mensual	Anual
Beneficio por ahorro de recursos	$423.440	$5.081.280
Beneficio por mayor consumo	$381.610	$4.579.320
Beneficio Social Bruto Total	$805.050	$9.660.600

c) **Costos:** Los costos sociales respecto de los privados no difieren en gran magnitud, puesto que socialmente la mano de obra calificada tiene el mismo precio que la social, no así la no y semicalificada, la que en este caso en particular no interesa. De este modo, los costos correspondientes a los servicios de contabilidad externos y al operador permanecerán constantes para ambos flujos. No ocurre lo mismo con los costos de mantenimiento, puesto que el 60% de ellos corresponde a insumos nacionales y el 40% restante a insumos importados. Como se indicó anteriormente, el factor de ajuste de la divisa corresponde a 0,1 y el arancel a la importación alcanza el 20%. De este modo, el costo bruto social mensual del proyecto corresponde al siguiente:

Costo Bruto Social = 60% ($200.000) + 40% ($200.000) (1 − 20%) (1 + 0,1)
= $190.400 mensual
= $2.284.800 anual

d) **Venta de activos:** A diferencia de la venta de activos de la evaluación privada, en evaluación social no puede utilizarse su valor de desecho, ya que como el flujo social no considera impuestos, no tienen sentido los valores contables ni los ajustes tributarios. De este modo, se considerarán únicamente los valores de mercado.

Cuadro 19.10

Concepto	0	1–3	4–5	6	7–9	10–11	12	13–15	16–17	18	19	20
Ahorro por liberación de recursos		5.081.280	5.081.280	5.081.280	5.081.280	5.081.280	5.081.280	5.081.280	5.081.280	5.081.280	5.081.280	5.081.280
Beneficio por mayor consumo		4.579.320	4.579.320	4.579.320	4.579.320	4.579.320	4.579.320	4.579.320	4.579.320	4.579.320	4.579.320	4.579.320
Remuneración operador técnico		−1.800.000	−1.800.000	−1.800.000	−1.800.000	−1.800.000	−1.800.000	−1.800.000	−1.800.000	−1.800.000	−1.800.000	−1.800.000
Remuneración contador		−132.000	−132.000	−132.000	−132.000	−132.000	−132.000	−132.000	−132.000	−132.000	−132.000	−132.000
Costo de mantenimiento		−2.284.800	−2.284.800	−2.284.800	−2.284.800	−2.284.800	−2.284.800	−2.284.800	−2.284.800	−2.284.800	−2.284.800	−2.284.800
Inversión paneles	−15.603.280											
Inversión baterías	−2.450.448			−2.450.448			−2.450.448			−2.450.448		
Inversión regulador	−1.626.240											
Inversión inversor	−1.703.240											
Inversión estructura	−462.000											
Capital de trabajo	−319.801											319.801
Venta de baterías				1.339.520			1.339.520			1.339.520		1.339.520
Venta de reguladores												554.400
Venta de inversores												580.650
Flujo de caja	-22.165.009	5.443.800	5.443.800	4.332.872	5.443.800	5.443.800	4.332.872	5.443.800	5.443.800	4.332.872	5.443.800	8.238.171
VAN (12%)	17.794.389											

Si la tasa de descuento relevante para proyectos sociales alcanza al 12% real anual, el VAN social asciende a $17.794.389.

Como puede observarse, el proyecto privadamente no resulta rentable, pero socialmente sí. Si el Estado quisiera que un privado implemente el proyecto, deberá subsidiarlo en al menos la pérdida que indica el VAN privado, es decir, en $18.126.440. Ello no significa que ésa sea la inversión social, sino el aporte que el Estado debiera hacer para que el sector privado implemente el proyecto.

Si bien es cierto que en el flujo privado deben considerarse los impuestos correspondientes al resultado operacional, en este caso en particular no corresponde hacerlo, puesto que la pérdida acumulada de los primeros años por el efecto de la depreciación de los activos, permite ahorrar el pago de impuestos en periodos posteriores en los cuales se registra resultados operacionales positivos.

Resumen

Este capítulo intenta familiarizar al lector con los procedimientos más utilizados para la preparación y evaluación social de proyectos de inversión.

En términos generales, se puede afirmar que la evaluación social pretende determinar los costos y beneficios pertinentes tomado en cuenta las ventajas que le reportaría al país y a la comunidad en general llevar a cabo una idea de proyecto.

La evaluación social de proyectos intenta identificar, medir y valorar los costos y beneficios sociales, los que podrían ser muy diferentes a los costos y beneficios privados. Se pueden apreciar diferencias importantes entre una evaluación privada y una social: a) el beneficio y costo social no tienen el mismo significado que el beneficio y costo privado, aun cuando se midan en una unidad de cuenta común, b) el precio del bien social difiere del precio privado, c) existen externalidades que un proyecto evaluado socialmente debe incorporar para establecer cómo repercute en la sociedad en su conjunto, d) la tasa de descuento social incorpora el costo del capital de las inversiones de toda la comunidad como un todo, y e) las distorsiones por la existencia de impuestos, aranceles, subsidios y cualquier otro factor individual fijado por el Gobierno pueden impactar en la comercialización de los bienes transables.

Las técnicas de evaluación social no permiten medir efectivamente todos los costos y beneficios que demanda o genera un proyecto en particular. Lo anterior se sustenta en el hecho de que las decisiones vinculadas a proyectos evaluados socialmente también dependerán de consideraciones de tipo político, económico y social. Sin embargo, lo anterior no obstaculiza el hecho de que la obtención de información pertinente y su correcta sistematización constituye el único procedimiento capaz de dimensionar cuantitativamente su contribución al desarrollo y crecimiento del país. También se reconoce la incidencia de los efectos indirectos y las externalidades, puesto que todo proyecto puede generar efectos beneficiosos o perjudiciales para la sociedad. Otro tanto ocurre con la incidencia de los efectos intangibles, como pueden ser los costos o beneficios que un determinado proyecto puede generar en la imagen o popularidad del Gobierno, o el orgullo patrio o la soberanía nacional, los cuales resultan imposibles de medir.

Los flujos que se logran en la preparación social deberán someterse a la evaluación correspondiente, utilizando para ello una tasa social de descuento. La determinación de esta tasa y los mecanismos que la explican no resultan fáciles de conseguir. Sin embargo, resulta necesario destacar que la tasa de descuento para los proyectos sociales normalmente es calculada y publicada por la autoridad estatal, razón por la cual el preparador y evaluador de proyectos sociales deberá tan solo aplicar la tasa vigente ya calculada por la autoridad.

Preguntas y problemas

1. ¿Qué es el costo social?
2. Señale las razones que explican las diferencias entre un flujo social y uno privado.
3. ¿Los proyectos requieren un estudio de preinversión?
4. ¿Qué es el beneficio social?
5. ¿Qué incidencia tienen los efectos indirectos sobre el resultado social de un proyecto?

Comente las siguientes afirmaciones:

a. Un proyecto privado rentable siempre será rentable socialmente.

b. Las externalidades de un proyecto privado no deben considerarse en la evaluación social por ser un costo en el que nadie incurre.

c. El proceso de preparar y evaluar socialmente una idea de proyecto se efectúa con el objeto de cuantificar el aporte del Estado a un proyecto privado.

d. Para que un proyecto privado se evalúe socialmente, basta con aplicar en el cálculo del VAN una tasa social de descuento.

e. Los precios sociales y los privados siempre serán diferentes.

f. Si se tiene una economía abierta al mercado de capitales, la tasa de descuento social será la tasa promedio del sistema financiero.

g. Para realizar una evaluación desde el punto de vista social nunca debemos preocuparnos de qué tasa de descuento utilizar, ya que siempre será definida por un organismo central.

h. Para analizar una evaluación a nivel social, basta con evaluar el flujo privado a una tasa de descuento social.

i. Desde el punto de vista de la evaluación social, los factores cualitativos son más importantes que los cuantitativos para recomendar una determinada inversión.

Bibliografía

Fontaine, Ernesto. *Evaluación social de proyectos*. Pontificia Universidad Católica de Chile. Instituto de Economía. Ediciones Universidad Católica, 1999.

Harberger Arnold. *Evaluación de proyectos*. Londres: The Macmillan Press Ltd., 1972. Traducción revisada del Instituto de Estudios Fiscales, Madrid, España, 1973.

_____. Three Basic Postulates for Applied Welfare Economics**.** En: *Journal of Economic Literature*. Vol. IV Nº 3, 1971.

Jansson, Axel. *Preparación y evaluación privada y social de proyectos de salud*. Programa de Interfacultades en Administración de Salud. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Chile, 1994.

_____. *Fundamentos de evaluación social de proyectos*. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, 1998.

MIDEPLAN, Ministerio de Planificación de la República de Chile. *Preparación y presentación de proyectos de inversión,* 1998.

Varios autores. El cálculo de precios sociales en Chile. En: *Cuadernos de Economía. Pontificia Universidad Católica de Chile*. Nº 74, abril, 1988.

Índice

A

Activos,
- Fijos, 259
- intangibles, 260
- venta de los, 275

Ahorro,
- de costos, 276
- tributarios, 276

Análisis,
- costo-volumen-utilidad, 129
- de sensibilidad, 399
- del medio, 79

Árbol de decisión, 383

Área(s),
- de influencia, 215

B

Balance(s),
- de equipos particulares, 154
- de insumos generales, 163
- de las obras físicas, 159
- de materiales, 162
- de personal, 160

Baumol, William, 264

Beneficios,
- directos, 9
- y costos sociales intangibles, 10

Bienes,
- complementarios, 50
- inferiores, 49
- normales, 49
- sustitutos, 49

Bierman H. y Smidt, S., 316

C

Cálculo,
- del Rf, 358
- del Beta, 360
- del E(*Rm*), 356

Cambio,
- en la cantidad demandada, 45
- en la demanda, 45
- en los gustos, 48
- tecnológico, 80

Canada, John R., 372, 383

Capital
- de trabajo, 276
- patrimonial, 354

CAPM (Modelo de Valorización de Activos de Capital), 345, 356, 363, 364

Carteras de inversión, 354

Ciclo productivo, 262

Código(s),
- de comercio, 251
- del trabajo, 252

Comercialización,
- análisis de la, 27

Comisión Federal de Comercio, 246

Competencia,
- estudio de la, 27
- monopólica, 43
- perfecta, 43

Consenso de panel, 92

Constitución política, 251

Consumidor, 71
- análisis del, 27
- institucional, 71

Consumo,
- hábitos de, 73

Índice

Costos, 247
contables, 119, 131
de administración del efectivo, 263
de capital, 344, 352
determinación del, 344
estimación del, 345
propio, 352, 354-356
de corto plazo, 128
de fabricación, 293
fijos, 119
de la deuda, 353
de mano de obra, 160
de operación, 30
de publicidad, 78
de saldos excesivos, 263
de una deuda, 134
del estudio del proyecto, 261
del flujo de caja, 293
del transporte, 205
diferenciales, 119
elementos relevantes de, 125
estimación de, 118
fabril, 148
fijo(s),
medio, 128
totales, 128
futuros, 121
históricos, 121
marginal, 128
medio total, 128
no contables, 118
operacionales de administración, 230
otros, 162
pertinentes, 127
de sustitución de instalaciones, 123
sepultados, 126
total(es), 128, 264
tradicionales, 118
unitario de operación, 148
variable(s)
medio, 128
totales, 128
y beneficios sociales, 415
indirectos, 10
Criterio(s)
subjetivo, 375
de decisión, 329
Cultura, 80

D

Declaración de Impacto Ambiental (DIA), 34
Demanda, 44, 81, 190
básica, 82
bienes finales, 82
bienes intermedios, 82
cíclica, 82
continua, 82
cuantificación de la, 82
curva de, 45
de flujo, 82
de stock, 82
de un producto, 44
elasticidad de la, 44
Funciones de, 83
insatisfecha, 82
satisfecha, 82
suntuaria, 82
y las áreas de influencia, 215

Índice

Depreciación, 132, 293
Dervitsiotis, Kostas N., 91, 165
Deslandes H., 147
DIA (*véase* Declaración de Impacto Ambiental)
Distribución, 73
Dow, Jones, 357, 363

E

EBITDA (Earnings Before Interest, Taxes Depreciation and Amortization), 306-308
Economía(s),
de escala, 147
con inflación, 335
Efecto(s),
ambientales directos, 34
económicos de las variables organizacionales, 228
ingreso, 45
sustitución, 45
EIA (*véase* Estudio del Impacto Ambiental)
Envase, 75
Etapa idea, 21
Escala,
nominal, 94
ordinal, 94
proporcional, 94
Estrategia,
comercial, 73
Estudio(s),
del Impacto Ambiental, 34, 35
Objetivos del, 35
de ingeniería, 144
de la organización del proyecto, 226
de las inversiones, 314
de localización, 203, 247,
de mercado, 24, 26
de preinversión, 413
financiero, 24
legal, 244
objetivo y la finalidad, 5
organizacional-administrativo-legal, 24, 28
técnico del proyecto, 235
técnico, 24, 25, 248
viabilidad económica, 24
Evaluación privada y social, 420

F

Factibilidad, 23
Factores organizacionales, 229
Fayol, Henri, 227
Financiera,
Sistematización de la información, 30
Flujo(s),
de caja, 291, 292, 371, 378
composición del, 73
construcción de, 291
de proyectos en empresas en marcha, 303
del inversionista, 297
descontado, 317
elementos del, 291
en el tiempo, 376
estructura de un, 294
social, 411, 412
Fontaine, Ernesto, 419
Función(es),
lineales de costo total, 166
no lineales de costo total, 167-168

Índice

G

Gastos,
de capacitación, 261
de operación, 294
de organización, 260
de puesta en marcha, 260
de venta variables, 120
en patentes y licencias, 260
financieros, 294
notariales, 247
Guadagni, A. A., 164

H

Hertz, David B., 372, 379
Hillier, Frederick, 378
Horne, Van, 325

I

IGPA (*véase* Índice General de Precios de las acciones)
Impuesto(s), 121
a la renta y al patrimonio, 248
al Valor Agregado (IVA), 134, 248
Incertidumbre, 372
Indicadores, 11
Índice General de Precios de las acciones, 357
Ingeniería,
del proyecto, 144
efectos económicos de la, 146
Ingresos,
de operación, 30
marginal calculado, 48
Insumos,
disponibilidad de, 182
Intereses del préstamo, 297
Inversion(es), 158
cálculo de las, 232
del proyecto, 30, 259
durante la operación, 269
en activos fijos, 259
en capital de trabajo, 262
en cuentas por cobrar, 266
en efectivo, 263
en equipamiento, 154
en obra física, 232
en organización, 232
estudio de las, 314
finalidad o el objeto de la, 6
otras, 233
previas, 259
sociales y privadas, 421
IPSA, 357
IVA (*véase* Impuesto al Valor Agregado)

K

Kotler, Philip, 80

L

Lange, Oskar, 150
Leasing, 302
Legal(es),
aspectos, 244
carácter, 249
estudio, 246, 249
marco, 244
Legislación tributaria, 245
Ley,
Clayton, 246
Sherman, 246
Localización, 202, 214
de un proyecto, 202

Índice

estudio de la, 203, 247
factores de, 204
macrolocalización, 203, 204
microlocalización, 203, 204
teoría económica de la, 203
Lorie, James, 324

M

Macrolocalización, 203, 204
Marco legal,
importancia del, 244
Matemáticas financieras, 314
Maximización del valor actual neto, 214
Medio político y legal, 80
Mejoras limitadas, 372
Mercado, 42
competidor, 66
consumidor, 67
de capitales, 366
distribuidor, 67
estructura oligopólica de, 43
estudio de, 63, 187
etapas del, 69
objetivos del, 68
externo, 67
investigación de, 92, 93, 95
proveedor, 64-65
proyección de, 89
rentabilidad del, 358
técnicas de proyección de, 89
Merval, 357
Método(s),
afinamiento exponencial, 109
análisis de sensibilidad, 376
contable, 263
cualitativo(s), 32, 91
por puntos, 209
cualitativo-numérico, 32
cuantitativos, 32
de Brown y Gibson, 210
de evaluación por factores no contables, 208
de la equivalencia a certidumbre, 381
de los precios hedónicos, 34
de proyección, 90
de valoración contingente, 33
del ajuste a la tasa de descuento, 379
del costo evitado, 33
del déficit acumulado máximo, 268
del periodo del desfase, 267
Delphi, 91, 92
para calcular la depreciación, 293
para estimar funciones de, 83
para tratar el riesgo, 375
pronósticos visionarios, 95
valores esperados, 376
Microlocalización, 203, 204
Modelo(s),
básicos de regresión, 96
causales, 96
de correlación intermedio, 378
de Lange, 150
de los precios de los activos de capital, 355
de pronósticos causales, 91
de series de tiempo, 91, 103
componente(s),
de tendencias, 103
cíclicos, 103
estacionales, 103

Índice

de simulación integral, 379
unidimensional de la sensibilización del VAN, 400
Momento Cero, 261
Monopolio, 43
equilibrio del, 54
maximización de beneficios de un, 54
Monte Carlo,
modelo de simulación, 386
simulación de, 403
Muestreo,
de convivencia, 95
de bola de nieve, 95
de estratos, 95

N

Norma(s),
ISO 9000, 248
ISO 14000, 248

O

Oferta,
conocimiento de la, 57
curva de, corto plazo, 56
teoría de la, 55
Ordenamiento jurídico, 251
Organización,
del proyecto, 226
inversión en, 232
teoría clásica de la, 227
Organizacional(es),
factores, 229
variables, 228
Outsourcing, 53, 303
administrativo, 230

P

Perfil,
estudio de, 22, 23
Plan de mitigación de posibles efectos ambientales, 36
Planificación, 10, 12,
Planilla electrónica Excel, 318-322, 326, 413
Precio, 66, 73, 75, 283
de venta, 75
determinación del, 52
fijación de, 285
políticas de, 283-284
Prefactibilidad, 22, 23
Preinversión, 22, 23
Problemas de agencia, 365
Proceso de producción, 145
Producto, 73
ciclo de vida del, 74
Programas,
Crystal Ball, 386
de desarrollo, 414
EasyPlanEx, 386
Parisimet, 386
SimulAr, 386
Promoción,
sistema de, 78
Proveedores, 27
Proyección,
ámbito de la, 90
de mercado, 89
método de, 90
Proyecto(s),
beneficios del, 275
clasificación de los, 7

Índice

criterios de evaluación de, 314
de abandono, 304
de ampliación, 303
de inversión, 231
de reemplazo, 303
estrategia comercial del, 79
estudio técnico del, 235
evaluación (de), 5-8, 23, 30
privada de, 34
social de, 9, 411, 413
externalidades de un, 10
formulación y preparación, 23
ingeniería del, 144
inversiones del, 30, 259
localización del, 182, 202
mercado del, 64,
optimidad del, 187
organización del, 226
posevaluación del, 36
preparación y evaluación de, 1, 11, 23
proceso de evaluación de, 52
riesgos en los, 371
tamaño de un, 181, 231
con demanda constante, 193
con mercado creciente, 190
tipología de los, 5
toma de decisiones, 4
valor de desecho del, 277
viabilidad de un, 66
Publicidad, 69
costo en, 78

R

RCA, 35
Reemplazo, 269
inversiones de, 269
proyectos de, 303
Remuneración, 234
Resolución de Calificación Ambiental (*véase* RCA)
Riesgo, 372
análisis de, 371
causas del, 372
de un proyectos, 371
medición del, 371, 373
métodos para tratar el, 375
Robichek, A. y Myers, R., 382

S

Segmentación,
del mercado, 72
Sensibilidad,
análisis de 398, 399
usos y abusos de la, 406
Sensibilización, 398
Submercado,
investigación del, 183

T

Tasa,
de descuento, 379
Interna de Retorno (TIR), 323, 336
Libre de Riesgo, 358
para proyectos sociales, 420
Promedio de las empresas *versus* CAPM, 364
social, 419
Técnica estructurada, 94
Tecnología, 183
del proceso, 205
Tecnológicas,

Índice

alternativas, 164, 183
Teoría(s),
administrativa, 228
clásica de la organización, 227
de la organización burocrática, 227
de *portfolio*, 351, 352, 355, 365
TIR, (*véase* Tasa Interna de Retorno)
Transporte, 206
costos del, 205
Tratados de Libre Comercio, 248

V

Valor Actual Neto (VAN), 321, 335, 343, 377, 400, 404
Valor(es),
de desecho, 277-279, 281, 286
Van Horne, James, 382
VAN, (*véase* Valor Actual Neto)
Viabilidad, 22
comercial, 19, 21
de Impacto Ambiental, 21
de la idea, 19
económica, 19
estudio de la, 20
financiera, 19, 20
legal, 21
organizacional, 20, 21
técnica, 20, 21

W

Weber, Max, 227