

Sustento del uso justo
de **Materiales Protegidos**
derechos de autor para
fines educativos



UCI

Universidad para la
Cooperación Internacional

UCI

Sustento del uso justo de materiales protegidos por derechos de autor para fines educativos

El siguiente material ha sido reproducido, con fines estrictamente didácticos e ilustrativos de los temas en cuestión, se utilizan en el campus virtual de la Universidad para la Cooperación Internacional – UCI - para ser usados exclusivamente para la función docente y el estudio privado de los estudiantes en el curso Formulación del Portafolio de Inversiones y Proyectos de Tecnología perteneciente al programa académico Maestría en Administración de Tecnologías de la Información.

La UCI desea dejar constancia de su estricto respeto a las legislaciones relacionadas con la propiedad intelectual. Todo material digital disponible para un curso y sus estudiantes tiene fines educativos y de investigación. No media en el uso de estos materiales fines de lucro, se entiende como casos especiales para fines educativos a distancia y en lugares donde no atenta contra la normal explotación de la obra y no afecta los intereses legítimos de ningún actor .

La UCI hace un USO JUSTO del material, sustentado en las excepciones a las leyes de derechos de autor establecidas en las siguientes normativas:

- a- Legislación costarricense: Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos, No.6683 de 14 de octubre de 1982 - artículo 73, la Ley sobre Procedimientos de Observancia de los Derechos de Propiedad Intelectual, No. 8039 – artículo 58, permiten el copiado parcial de obras para la ilustración educativa.
- b- Legislación Mexicana; Ley Federal de Derechos de Autor; artículo 147.
- c- Legislación de Estados Unidos de América: En referencia al uso justo, menciona: "está consagrado en el artículo 106 de la ley de derecho de autor de los Estados Unidos (U.S.Copyright - Act) y establece un uso libre y gratuito de las obras para fines de crítica, comentarios y noticias, reportajes y docencia (lo que incluye la realización de copias para su uso en clase)."
- d- Legislación Canadiense: Ley de derechos de autor C-11– Referidos a Excepciones para Educación a Distancia.
- e- OMPI: En el marco de la legislación internacional, según la Organización Mundial de Propiedad Intelectual lo previsto por los tratados internacionales sobre esta materia. El artículo 10(2) del Convenio de Berna, permite a los países miembros establecer limitaciones o excepciones respecto a la posibilidad de utilizar lícitamente las obras literarias o artísticas a título de ilustración de la enseñanza, por medio de publicaciones, emisiones de radio o grabaciones sonoras o visuales.

Además y por indicación de la UCI, los estudiantes del campus virtual tienen el deber de cumplir con lo que establezca la legislación correspondiente en materia de derechos de autor, en su país de residencia.

Finalmente, reiteramos que en UCI no lucramos con las obras de terceros, somos estrictos con respecto al plagio, y no restringimos de ninguna manera el que nuestros estudiantes, académicos e investigadores accedan comercialmente o adquieran los documentos disponibles en el mercado editorial. sea directamente los documentos, o por medio de bases de datos científicas, pagando ellos mismos los costos asociados a dichos accesos.

Los Proyectos de Inversión

- 2.1 Definiciones
- 2.2 Clasificación de los Proyectos de Inversión
- 2.3 El Marco de Análisis
- 2.4 Estudios Técnico-Económicos:
Inversiones, Vida económica
Valores residuales, Flujos de beneficios.

2.1 DEFINICIONES

Inversión significa formación de capital. Desde el punto de vista económico, se entiende por capital al conjunto de bienes que sirven para producir otros bienes. Se incluye dentro del capital a bienes heterogéneos, como terrenos, edificios, instalaciones, maquinarias, equipos e inventarios. Todos los bienes destinados a las labores productivas forman parte del capital de una empresa. Una empresa invierte y aumenta su capital cuando incrementa sus activos productivos.

La presupuestación de inversiones es el proceso por medio del cual se procede a la asignación racional de recursos entre diferentes proyectos de inversión. La presupuestación de inversiones analiza, fundamental-

mente, las inversiones cuyos efectos se manifiestan en varios períodos anuales. Ejemplos de proyectos de inversión en una empresa son: la introducción de nuevos productos, el establecimiento de nuevos sistemas de distribución, la modernización de una planta, el penetrar a nuevos mercados, la construcción de instalaciones para bodegas o la renovación de la flota de transporte de una empresa. Todas las adquisiciones de activos físicos, aunque sean para reponer equipos existentes, son decisiones enmarcadas dentro del presupuesto de inversiones¹.

Las propuestas de inversión deben ser evaluadas cuidadosamente, con el fin de determinar su aceptación o rechazo y/o establecer su grado de prioridad dentro de los planes estratégicos de la empresa. Los errores cometidos en las decisiones de inversión, no sólo tienen consecuencias negativas en los resultados de las operaciones, sino que también impactan el desarrollo de las organizaciones.

2.2 CLASIFICACION DE LOS PROYECTOS DE INVERSION

Los proyectos pueden clasificarse de acuerdo a varios criterios y desde diferentes puntos de vista. Sin embargo, en este libro únicamente estudiaremos las clasificaciones que tienen un interés específico para los problemas de la evaluación de inversiones. En primer término, podemos clasificar² los proyectos de inversión

¹ Es importante señalar que las inversiones financieras también pueden utilizar las técnicas derivadas de la presupuestación de capital, aunque en sentido estricto no formen parte del mismo.

² Joel Dean. **Política de Inversiones**. Editorial Labor, Barcelona, 1973.

por el tipo de función que desempeñan dentro de la empresa:

- **Proyectos de renovación:** estas inversiones se realizan con el fin de sustituir equipos, instalaciones o edificaciones obsoletas o desgastadas físicamente, por nuevos elementos productivos.
- **Proyectos de modernización:** en esta categoría están comprendidas todas las inversiones que se efectúan para mejorar la eficiencia de la empresa tanto en su fase productiva como en la de la comercialización de sus productos.
- **Proyectos de expansión:** corresponden a esta clasificación las inversiones que se hacen, con el fin de poder satisfacer una demanda creciente de los productos de la empresa.
- **Proyectos estratégicos:** las inversiones calificadas como estratégicas son las que afectan la esencia misma de la empresa, pues tomadas en conjunto conforman su estrategia misma. Por su naturaleza, estas inversiones son difíciles de analizar, conllevan generalmente una alta dosis de riesgo en todos sus elementos, y sus efectos dentro de la organización son muy importantes. Como ejemplos podemos citar: las inversiones para diversificación, la cobertura de nuevos mercados, las inversiones asociadas con nuevos desarrollos tecnológicos y las derivadas de las decisiones de integración vertical en la empresa.

Es importante observar el alto grado de correlación existente entre el tipo de función que desempeña la inversión y su grado de riesgo. Así, la primera clasificación implica generalmente poco riesgo, mientras en las últimas clasificaciones el grado de riesgo tiende a

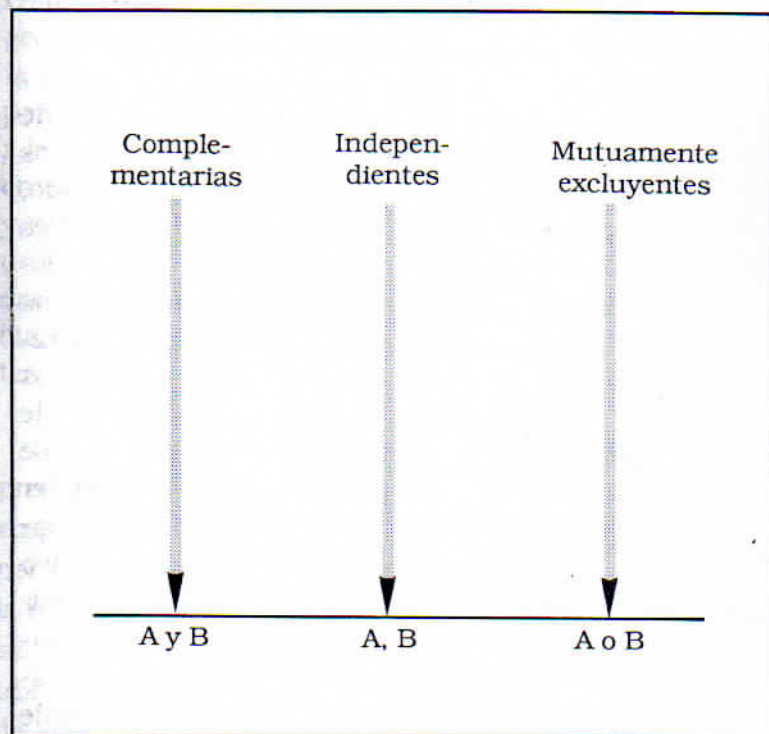
aumentar, correspondiendo el riesgo mayor a las inversiones estratégicas.

Una segunda forma de clasificar los proyectos de inversión³ es atendiendo a la relación de dependencia o independencia económica de los mismos. Las inversiones, de acuerdo con este criterio, pueden clasificarse en *complementarias*, *independientes* y *mutuamente excluyentes*. Se considera que dos o más inversiones son *complementarias* cuando la ejecución de una de ellas facilita o es condición para realizar las otras. Los flujos de fondos correspondientes a proyectos complementarios tienen un alto grado de dependencia entre sí, especialmente los referentes a la medición de los ingresos de los proyectos. Las inversiones son *independientes* cuando no guardan ninguna relación o dependencia económica entre sí. Por último las inversiones son *mutuamente excluyentes* cuando, por su propia naturaleza, sólo puede llevarse a la práctica una de ellas. Un ejemplo de inversiones mutuamente excluyentes puede ser el de distintos equipos para desempeñar un mismo proceso o el de distintas utilizaciones posibles de una misma extensión de tierra. En las inversiones mutuamente excluyentes, la selección de una de las diferentes opciones, elimina todas las otras ya que solamente una de ellas podrá realizarse.

Esta clasificación de los proyectos de inversión se puede representar gráficamente a lo largo de un segmento de línea recta. En el extremo izquierdo tenemos la situación de inversiones complementarias, donde una inversión A es prácticamente necesaria para rea-

³ Harold Bierman y Seymour Smidt. **The Capital Budgeting Decision**. Mc-Millan Publishing Co., Fourth Edition, 1975.

lizar una inversión B. A medida que nos movemos hacia el centro la complementariedad se va reduciendo hasta ubicarnos en el propio centro donde la inversión A es independiente de la inversión B. Cuando nos desplazamos hacia la derecha se obtiene una relación de sustitución creciente entre las inversiones A y B, hasta que en el extremo derecho se convierten en mutuamente excluyentes.



El presupuesto de inversiones y el análisis costo-beneficio

Una tercera forma de clasificar los proyectos de inversión es en función del sector de la economía en que

se realizan; así podemos reconocer inversiones en empresas del sector privado e inversiones en el sector público. Los proyectos de inversión del sector privado se deben aceptar cuando incrementan los beneficios de las empresas (crean valor) y por lo tanto, aumentan el patrimonio de sus accionistas. La presupuestación de inversiones, en su dimensión financiera, nos proporciona los métodos de selección y criterios de rendimiento para decidir sobre los proyectos de inversión en las empresas privadas.

En las empresas privadas se facilita el proceso de análisis y evaluación porque las inversiones, ingresos y costos relacionados se valoran a precios de mercado, situación que se presenta a medias en las inversiones públicas, donde algunos elementos no se pueden valorar a precios de mercado. Con frecuencia, en este tipo de inversiones, es necesario sustituir el sistema de precios de mercado por otro sistema, llamado de precios "teóricos" o "sombra", que responde a una situación de bienestar social óptima. En las inversiones públicas se tienen que valorar, además, otros aspectos de carácter eminentemente socioeconómico, como son las llamadas economías externas o externalidades. El objetivo importante y decisivo en los proyectos del sector público es aumentar el bienestar social, y el análisis denominado costo-beneficio, proporciona los criterios de racionalidad para evaluar la deseabilidad de este tipo de inversiones. La necesidad del análisis costo-beneficio se debe únicamente a la disparidad entre el beneficio neto privado y el bienestar social que buscan las inversiones públicas. Si esta diferencia no existiera, los métodos de selección y evaluación de proyectos privados y públicos serían completamente idénticos.

2.3 EL MARCO DE ANALISIS

La presupuestación de inversiones debe visualizarse como un *proceso* continuo y dinámico, que se genera dentro de las organizaciones, y no como una agrupación de técnicas aplicables a las decisiones de inversión. El proceso tiene diferentes fases, con funciones y tareas concretas a realizarse. El Cuadro 2.1 resume los componentes y responsabilidades del proceso, desde la generación de las ideas de proyectos de inversión hasta la preparación del presupuesto de inversiones. Es importante reconocer que este proceso deberá adaptarse a las necesidades y características específicas de cada empresa en particular, y por lo tanto, las metodologías y principios recomendados en este libro representan un enfoque técnico solamente. A continuación se explican las funciones y tareas en cada una de las etapas, así como las interrelaciones correspondientes:

La generación de ideas de proyectos de inversión se produce a varios niveles dentro de la organización de la empresa. La cantidad y tipo de ideas propuestas depende en gran medida del crecimiento financiero y de la naturaleza de la empresa, así como del grado de desarrollo tecnológico de la industria donde se encuentre ubicada. Es de vital importancia, para la funcionalidad de esta fase, el disponer de comunicaciones e incentivos apropiados dentro de la empresa. Nos referimos aquí tanto a las comunicaciones formales que fluyen de acuerdo a la organización como a las comunicaciones de tipo informal. La comunicación formal es conveniente que se produzca no sólo verticalmente de arriba

hacia abajo, sino también de abajo hacia arriba y horizontalmente.

La segunda fase en el proceso de análisis/evaluación de las inversiones, corresponde a la *selección preliminar* de las ideas de proyectos que se consideran más prometedoras por su potencial económico. La selección preliminar identifica las ideas que deben estudiarse a fondo, así como aquéllas que pueden ser rechazadas de inmediato. Normalmente, un comité formado por dos o tres ejecutivos de la empresa puede ser valioso en la selección preliminar de las inversiones. Los miembros del comité deben tener vasta experiencia, pertenecer a los cuadros técnicos de alto nivel dentro de la organización y proceder de diferentes áreas funcionales, especialmente producción, mercadeo y finanzas. Las decisiones del comité pueden adoptarse con base en criterios tales como: la adecuación de las propuestas de inversión a la estrategia y planes futuros de la empresa; el monto de los recursos que han de invertirse en relación con las disponibilidades de los mismos dentro de la organización y finalmente, el potencial económico que se puede apreciar en el proyecto aun antes de conocer los resultados de estudios técnico-económicos formales.

Una vez que los proyectos han sido aprobados preliminarmente, se procede a efectuar los *estudios técnicos y económicos de factibilidad*, para determinar sus rendimientos financieros y económicos. En esta etapa del proceso se analizan los núcleos fundamentales de información económica, que son necesarios para determinar el potencial de rendimiento de las propuestas de inversión. Específicamente se deben estimar

inversiones, valores residuales, vidas económicas y los flujos de beneficio provenientes de las operaciones de cada proyecto. Para que las estimaciones efectuadas reflejen las presiones económicas del entorno, es necesario incorporar parámetros macroeconómicos relevantes, especialmente en lo concerniente al fenómeno de inflación/devaluación. Las tareas y trabajos desarrollados en esta etapa son responsabilidad primordial de los equipos de trabajos formados "ad hoc" para la preparación de los estudios de factibilidad.

El siguiente paso, en el proceso, es la escogencia de una *metodología de evaluación* para determinar los rendimientos económicos de los proyectos de inversión y el establecimiento de los rendimientos mínimos aceptables por la empresa. Los métodos de evaluación que utilizan procedimientos de actualización y que, por lo tanto, toman en cuenta la cronología de los flujos de efectivo, tales como: la Tasa Interna de Rendimiento (TIR), el Valor Actual Neto (VAN) y el Valor Actual Neto ajustado (VAN ajustado), deben ser analizados, evaluados y adoptados de acuerdo con las necesidades específicas de cada empresa. Una vez que se tienen calculadas las tasas de rendimiento y/o valores actuales netos de los diferentes proyectos, se procede a realizar el *análisis de riesgo*, según el caso, mediante la identificación de variables críticas, la construcción de escenarios probables, la utilización de modelos de simulación, o bien el ajuste de las tasas de rendimiento requeridas para las inversiones en función de los riesgos percibidos. Las decisiones atinentes a la metodología de evaluación, puntos de corte y análisis de riesgos deben ser tomadas por la dirección superior de cada empresa.

La etapa, en donde se procede a la *selección definitiva de los proyectos*, es quizás la más importante y crítica del proceso. Además de decidirse qué proyectos deben aceptarse y qué proyectos deben rechazarse, se procede a su jerarquización⁴, en un orden que va de los económicamente más deseables a los menos deseables. Asimismo, se determina finalmente el grado de acoplamiento entre los proyectos aceptables y la estrategia global de la empresa. En términos generales, los proyectos de inversión congruentes con los planes estratégicos de la empresa y cuyos rendimientos sean mayores, al punto o los puntos de corte establecidos, deberán ser aprobados y ejecutados⁵. Por supuesto, con frecuencia habrá proyectos que se aprueben por razones no económicas, cuyos rendimientos son, o muy difíciles de estimar, o menores al punto de corte establecido. Como ejemplos se pueden citar: un comedor para el personal de la empresa, un programa de seguridad industrial o un plan de vivienda para la fuerza de trabajo.

Finalmente, en la última fase del proceso se tiene la *elaboración y documentación* propiamente dicha del *presupuesto de inversiones*, con base en los proyectos debidamente aceptados. La preparación del presupuesto y las labores de coordinación relacionada son responsabilidad de la dirección financiera. Es importante observar que la inclusión de los proyectos dentro del presupuesto de inversiones no significa una auto-

4 En el caso de que la empresa confronte una situación de racionamiento de recursos de capital y/o humanos, situación que se presenta con frecuencia en la práctica.

5 A menos que se presente una situación de racionamiento de recursos, en cuyo caso se procede a su jerarquización.

CUADRO 2.1

ANALISIS/EVALUACION DE LOS PROYECTOS DE INVERSION

FASES	TAREAS	RESPONSABILIDADES
IDEAS DE PROYECTOS SELECCION PRELIMINAR	CRITERIOS - <i>Tamaño del proyecto</i> - <i>Potencial económico</i> - <i>Relaciones con estrategias globales</i>	COMITE TECNICO
PREPARACION DE ESTUDIOS TECNI- CO-ECONOMICOS	ESTUDIOS - <i>Flujos de beneficios</i> - <i>Inversiones</i> - <i>Valores residuales</i> - <i>Vidas económicas</i>	EQUIPOS DE TRABAJO
DETERMINACION DE METODOLOGIA DE TRABAJO	METODOS - <i>TIR</i> - <i>VAN</i> - <i>VAN ajustado</i>	DIRECCION SUPERIOR
ESTIMACIONES MACROECO- NOMICAS	PARAMETROS - <i>Inflación</i> - <i>Devaluación</i> - <i>Riesgos del entorno</i>	DIRECCION SUPERIOR
ANALISIS DE RIESGO	TECNICAS - <i>Análisis de sensibilidad</i> - <i>Análisis de escenarios</i> - <i>Probabilidades/ simulaciones</i> - <i>Tasas de corte</i>	DIRECCION SUPERIOR Y EQUIPOS DE TRABAJO
SELECCION FINAL	DECISIONES - <i>Aceptación o rechazo</i> - <i>Prioridades</i> - <i>Relaciones con estrategia global</i>	DIRECCION SUPERIOR
ELABORACION DEL PRESUPUESTO DE INVERSIONES	PRESUPUESTO - <i>Proyectos aceptados criterios económicos</i> - <i>Proyectos aceptados criterios no económicos</i>	DIRECCION FINANCIERA

rización para su ejecución inmediata. Por el contrario, cada proyecto incorporado en el presupuesto deberá ser autorizado individualmente en las condiciones y tiempos establecidos.

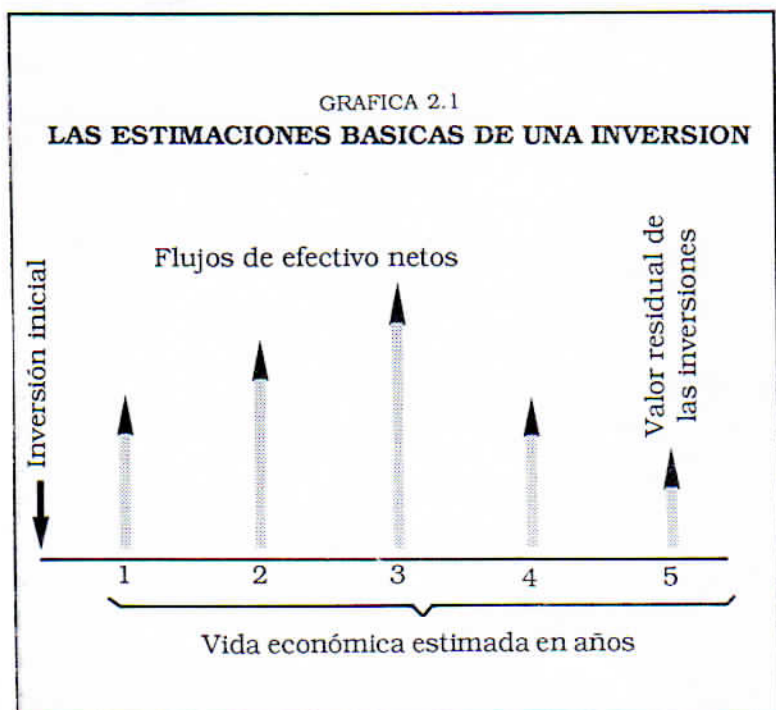
1.4 ESTUDIOS TECNICO/ECONOMICOS

Uno de los propósitos fundamentales de la presupuestación de inversiones es determinar la contribución económica de los diversos proyectos a la empresa, para otorgar prioridad a aquéllos que ofrezcan mayor contribución. Para determinar el potencial de contribución de un proyecto, se requiere estimar: las inversiones, los ingresos, los costos y gastos, y los valores residuales del mismo. Asimismo es necesario determinar el tiempo en que se producen estas transacciones. Las estimaciones cuantitativas pueden ser pocas y sencillas o bien muchas y complejas, dependiendo del tamaño y del tipo de proyecto. El lector puede reflexionar sobre las estimaciones económicas, técnicas y financieras que se requieren, por ejemplo, para determinar el potencial de contribución al adquirir una unidad de transporte, versus una nueva fábrica de fertilizantes. En el último caso, será necesario hacer estudios completos de mercados, competencia, mezcla de productos, costos, tamaño óptimo de la planta, localización de la planta, sistemas de distribución, y otros. Al conjunto de estos estudios, generalmente se les denomina *estudios técnico-económicos de factibilidad*, o simplemente *estudios de factibilidad*.

A pesar de la importancia que tienen los estudios de factibilidad, este libro no pretende ser un manual o guía para su preparación; por el contrario, su

enfoque corresponde, más bien, al estudio del proceso de análisis y evaluación de los proyectos ya estudiados. No obstante lo anterior, es necesario destacar la gran importancia que tienen para la correcta evaluación de los proyectos, algunas estimaciones económicas y financieras contenidas en los estudios. A continuación se presentan (y posteriormente se analizan) esas estimaciones básicas, que en conjunto forman lo que podríamos denominar como el *horizonte económico* del proyecto:

- Las inversiones necesarias para la realización del proyecto.



- La vida económica esperada del proyecto.
- Los valores residuales que tendrán las inversiones al finalizar la vida económica del proyecto.
- Los beneficios que genera el proyecto a lo largo de su vida económica y los periodos de tiempo en los cuales se producen.

Los cuatro núcleos de estimaciones fundamentales se ilustran en la Gráfica 2.1, mostrándose las relaciones que existen entre ellos.

Inversiones

El término inversión se refiere a las erogaciones o flujos negativos que ocurren al comienzo de la vida económica de un proyecto y que representan desembolsos de efectivo para la adquisición de activos de capital, tales como terrenos, edificios, maquinarias y equipos. Es importante destacar que deben incluirse los costos de transporte y los costos de instalación relacionados. Asimismo, se deben incluir, como parte de las inversiones, los incrementos en el capital de trabajo de la empresa causados por el proyecto. Las inversiones que reflejan incrementos en las ventas de la empresa ocasionarán necesidades adicionales en los rubros de cuentas por cobrar, inventarios y quizás de efectivo. Estas necesidades adicionales serán compensadas parcialmente por los aumentos de las fuentes espontáneas de financiamiento, especialmente por el rubro de cuentas por pagar. La parte que no es compensada —el incremento neto en el capital de trabajo— debe considerarse como un desembolso de efectivo atribui-

ble al proyecto. Por ejemplo, si el proyecto requiere desembolsos de efectivo de CA\$1,000 en inventarios o en cuentas por cobrar y existe un financiamiento parcial por medio de un aumento del pasivo circulante espontáneo de CA\$600, entonces el desembolso de efectivo correspondiente a la inversión por capital de trabajo es de CA\$400. Una característica importante del capital de trabajo es que muy posiblemente se presente como desembolsos en varios períodos de tiempo, a medida que el proyecto se va desarrollando hasta alcanzar su punto máximo de ventas.

Para estimar las inversiones de un proyecto, el criterio que debe prevalecer es el de las inversiones incrementales, en contraposición al concepto de inversión contable. Las cifras de inversión que se desean son cifras incrementales y netas de todos los flujos relacionados. Por ejemplo, si se está considerando una inversión y como consecuencia de la misma se reemplazará una maquinaria obsoleta, entonces se debe anotar un flujo positivo de fondos en el período inicial, que reducirá el monto de la inversión total, proveniente de la probable venta o disposición de la maquinaria vieja.

Los flujos de las inversiones se pueden estimar sin mucha incertidumbre, es decir, pueden calcularse con un alto grado de precisión, debido a que los flujos se presentan al inicio de la vida económica del proyecto y además, muchos de sus rubros están sujetos a contratos cerrados y ofertas en firme. A pesar de lo anterior, debemos reconocer que si las estimaciones de las inversiones no son correctas, las distorsiones que cau-

san en el rendimiento económico del proyecto son considerables.

Vida económica

El término *vida económica* es el período de tiempo en el cual una inversión permanece económicamente superior a la inversión alternativa para desempeñar el mismo fin, es decir, el período durante el cual la inversión no se vuelve obsoleta. La vida económica del proyecto es el horizonte de tiempo que se adopta para su evaluación. Algunos proyectos tienen fechas terminales bien definidas, después de las cuales los flujos operativos dejan de existir: en estos casos lo apropiado sería considerar la vida económica estimada del proyecto. Por otro lado, existen inversiones relacionadas con actividades continuas e indefinidas. Como ejemplo, podemos citar una nueva planta para elaborar un nuevo producto, que se espera tenga un mercado por muchos años y prácticamente indefinido. Las instalaciones y el equipo tienen una vida física definida, pero se supone que pueden reponerse cada vez que se desgasten. ¿Cómo definir un horizonte económico para analizar esta inversión? En general, a medida que el horizonte considerado es mayor, la evaluación del proyecto es más completa, pero existe un punto en el tiempo donde anticipar más años redundaría en rendimientos decrecientes, pues la comprensión adicional no es compensada por los costos en que se incurre en el análisis adicional. Con frecuencia se considera que horizontes de 10 a 12 años son adecuados en los proyectos comerciales e industriales de vida indefinida; sin embargo, la definición del horizonte dependerá en último término de la naturaleza e importancia de la inversión, del tiempo dispo-

nible para el análisis y del comportamiento de los flujos del proyecto.

Valores residuales

Al finalizar la vida económica de un proyecto, se anotarán, como flujos positivos, los valores residuales de los activos productivos depreciables y no depreciables, incluyendo la recuperación del capital de trabajo. Debe tenerse especial cuidado en la estimación de ciertos activos, tales como bienes raíces que pueden tener una apreciación de su valor a lo largo de los años. Los impuestos relacionados con los valores residuales de los activos fijos deben ser incluidos en el análisis como flujos negativos o positivos, según sea el caso.

Las estimaciones de la vida económica y valores residuales están sujetas a incertidumbre y, para su mejor estimación, es necesario el concurso de ejecutivos expertos en áreas funcionales, especialmente producción y ventas. A pesar de que la probabilidad de equivocarse en estas estimaciones es alta, el impacto de los errores en las tasas de rendimiento de los proyectos se diluye, debido a que los efectos se manifiestan en los flujos finales del horizonte económico.

Flujos de beneficios

Los proyectos de inversión reflejan un compromiso de asignar recursos, inicialmente con la esperanza de obtener beneficios durante el desarrollo de sus vidas económicas. Nos corresponde en esta sección explicar la forma cómo medir los beneficios generados por los proyectos.

Cuando se evalúan inversiones, recomendamos para la medición de sus beneficios, usar el concepto de los flujos de efectivo generados y no el de las utilidades contables resultantes. Es necesario, entonces, diferenciar claramente entre los flujos de efectivo y las utilidades contables relacionadas con un proyecto. La información contable es de mucha utilidad para evaluar ejecutorias y efectuar comparaciones entre empresas, pero su importancia es limitada cuando se le quiere emplear en evaluación de proyectos. En los problemas de inversión los beneficios deben medirse por los flujos de entrada de efectivo relevantes a la inversión, es decir, los flujos de efectivo incrementales generados en la empresa por la nueva inversión, independientemente de su clasificación contable. Los flujos relevantes al análisis son aquéllos directamente atribuibles a la inversión y que, por lo tanto, son flujos incrementales.

Una de las principales ventajas del flujo de efectivo es la de evitar los problemas que se presentan como consecuencia del cálculo de las utilidades contables de la empresa, típico del método de contabilidad por acumulaciones. Problemas tales como: qué desembolsos deben considerarse como inversiones y cuáles como gastos de operación; los efectos de los diferentes métodos de depreciación en las utilidades de la empresa; la determinación de los costos inventariables y los efectos de los diferentes procedimientos para la valoración de inventario, son algunos ejemplos de complicaciones, que el uso de flujos de efectivo reduce significativamente. En resumen, una ventaja de usar el concepto de flujo es que la transacción de efectivo es un suceso claramente definido, objetivo y que conduce a una situa-

ción significativamente diferente a aquellas ocasionadas por las convenciones contables.

Es importante notar que la estimación de los flujos de efectivo provenientes de las operaciones es un aspecto crítico en la determinación del rendimiento de una inversión. Casi siempre el tiempo y costo relacionado con su cálculo se ven compensados y justificados por mejores decisiones de inversión. El lector comprenderá que la estimación de los flujos de un proyecto no es un trabajo de recolección estadística de rutina, sino que requiere de la contribución de diferentes especialistas.

Los proyectos se realizan para obtener aumentos en las ventas o reducciones en costos o para una combinación de ambas cosas. Los flujos de efectivo positivos se determinan por los aumentos y/o reducciones mencionadas. Las inversiones que mejoran los ingresos aumentando ventas (introduciendo un nuevo producto en el mercado o expandiendo la capacidad de una fábrica) producen simultáneamente incrementos en los costos y gastos en las ventas. Los costos y gastos incrementales son generalmente menos difíciles de estimar que los ingresos por ventas incrementales. Estas son más difíciles porque están sujetas a un mayor grado de incertidumbre. Las estimaciones de ventas requieren determinar el tamaño y segmento del mercado de un producto. Estas variables a su vez dependen de muchos factores, entre los cuales se pueden mencionar: precios, publicidad, esfuerzo de ventas, reacciones de la competencia, preferencias del consumidor y la situación económica ambiental. Para los primeros años de la vida económica de un proyecto, la estimación de los flujos es más fácil que para los últimos años y en la me-

dida con que las estimaciones se efectúan en un horizonte más lejano, las dificultades aumentan. Afortunadamente, a medida que los errores de cálculo se producen en los años más lejanos del proyecto, su efecto en las estimaciones del rendimiento de la inversión es menor.

En la determinación de los flujos de operaciones se debe tener especial cuidado con los efectos fiscales de las partidas de depreciación y los gastos financieros relacionados con el financiamiento del proyecto. A continuación tratamos ambos problemas.

Depreciación y Amortizaciones. Las depreciaciones de un proyecto y las amortizaciones de los gastos de organización no representan flujos de efectivo, pues el flujo relevante se presentó cuando los activos fueron adquiridos y las depreciaciones en los períodos contables subsiguientes representan un costo no desembolsable. Sin embargo, debe notarse que las depreciaciones y los otros costos no desembolsables tienen un efecto en los flujos del proyecto, a través del impacto que producen en el impuesto sobre la renta a pagarse, que sí es claramente un flujo de efectivo. Cada peso de depreciación reduce el impuesto sobre la renta correspondiente en M pesos, donde M es la tasa marginal del impuesto sobre la renta. Como ilustración de este problema, considérese el ejemplo siguiente: un equipo industrial que representa una inversión de CA\$10,000 y que se depreciará, en línea recta, en 10 años y sin valor residual al término de su vida económica. Suponiendo que la tasa impositiva marginal es de 40%, los cargos por depreciación anuales de CA\$1,000 reducirán los impuestos que pagaría la empresa en CA\$400 por año.

Al efecto fiscal que produce la depreciación se le conoce con el término de *escudo fiscal de la depreciación*.

La escogencia del método de depreciación, aunque no afecta el total del impuesto sobre la renta a pagarse, sí tiene un efecto importante en el tiempo en que se pagan los impuestos. Los métodos de depreciación acelerada⁶ permiten reducir los impuestos a pagarse en los primeros años del proyecto y diferir su pago a años posteriores. Puesto que el dinero tiene importancia en función del tiempo, es ventajoso, tanto para el proyecto como para la empresa la posposición del pago de los impuestos; sin embargo, debe observarse que no obstante se producen flujos después de impuestos mayores con los métodos de depreciación acelerada, se ocasionan simultáneamente utilidades contables menores.

Gastos Financieros. Los gastos financieros relacionados con un proyecto, por lo general no deben considerarse como parte integrante de los flujos de costos y gastos. La exclusión de los gastos financieros es conveniente para separar los flujos de operación de los flujos de financiamiento, con el fin de determinar el rendimiento del proyecto independientemente, de las decisiones de financiamiento. Los gastos financieros se toman en cuenta posteriormente cuando se calcula el punto de corte para la selección definitiva de los proyectos de inversión. Al considerar los intereses en la estimación de los flujos primero y después (como elemento de costo) dentro del punto de corte, estaríamos incurriendo en el error de incluirlos dos veces en el cálculo de los rendimientos del proyecto. Existen situaciones, que serán estudiadas en el capítulo IV, en que se

⁶ Suma de los números dígitos y doble proporcionalidad.

acepta mezclar los flujos de operaciones con los flujos financieros para obtener, no el rendimiento del proyecto, sino el de los recursos propios del inversionista.

Flujos de Efectivo Absolutos y Relativos. El análisis de inversiones involucra una comparación de dos o más alternativas; por lo tanto, cualquier estimado de flujos debe ser sobre una base comparativa. Cuando la comparación se efectúa entre los flujos de un proyecto y los flujos de efectivo cero (la alternativa de no hacer el proyecto), entonces estamos ante una situación de flujos de efectivo *absolutos*. Un análisis alterno es comparar los flujos de un proyecto con respecto a los flujos de otro proyecto y obtener, de esta forma, flujos de efectivo diferenciales, a los cuales se les puede estimar un rendimiento. En este caso, los flujos calculados se denominan *relativos*, pues un proyecto está siendo medido en relación con otro proyecto. En términos generales es preferible trabajar con flujos de efectivo absolutos, debido a la menor complejidad de los cálculos y a que la interpretación de los resultados es más sencilla. No obstante lo anterior, cuando estamos considerando la realización de proyectos en una empresa en marcha, en ocasiones es conveniente trabajar con flujos relativos, lo cual debe producir resultados finales congruentes con los logrados con flujos absolutos, en caso de ser esto posible. Debe tenerse cuidado con las estimaciones e interpretaciones de los flujos relativos, puesto que casi cualquier proyecto puede aparentar ser ventajoso, si se le compara con una alternativa lo suficientemente mala.

Con el fin de ilustrar el punto anterior, considérese el problema que confrontaron muchas empresas de fe-

rocarriles en el pasado. ¿Debiera de reemplazarse la vieja locomotora de carbón por una máquina de diesel moderna y más eficiente, para servicio en una ruta establecida de transporte de pasajeros? Suponiendo que la decisión de reemplazar no afectaría los ingresos por concepto de pasajeros, podríamos calcular el valor actual neto o la tasa interna de retorno de las inversiones adicionales requeridas para comprar la máquina nueva, con base en los ahorros de efectivo que resultasen de la diferencia entre los costos de operación de las máquinas vieja y nueva, es decir, con base en flujos de ahorro relativos. La decisión de comprar la máquina de diesel puede parecer rentable si se le está comparando con una alternativa mediocre. Supongamos que, mediante el uso de la locomotora de carbón, los ingresos provenientes de la ruta de pasajeros servida son insuficientes para cubrir sus costos incrementales. En tales circunstancias, la compra de una máquina de diesel podrá servir para disminuir las pérdidas operativas, pero no necesariamente podrá convertir la ruta de pasajeros en una operación rentable. Únicamente si no hay posibilidades de eliminar la ruta, la decisión de comprar la máquina podría ser acertada; en el caso contrario, la adquisición de ésta no sería justificada. Esta situación podría ser manejada con mayor claridad mediante el cálculo de flujos de efectivo absolutos, comparando los flujos de efectivo resultantes de utilizar una locomotora de diesel en la ruta de pasajeros y los flujos de efectivo resultantes de no tener ruta del todo.

Ejemplificación: Para ilustrar la forma en que se calculan los flujos de beneficios y su diferencia con las utilidades contables, se presenta la siguiente situa-

ción. Supongamos que la empresa Beta está considerando la introducción de un nuevo producto en el mercado. Para la fabricación del nuevo producto necesitará realizar una inversión incremental por CA\$4,000,000. Los expertos de mercadeo de la empresa consideran que la vida económica del producto será de 4 años y estiman ingresos por ventas incrementales del orden siguiente:

Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
CA\$4,000,000	4,500,000	5,000,000	4,000,000

Paralelamente, el proyecto ocasionará costos y gastos de operación incrementales, que incluyen: materias primas, mano de obra, prestaciones sociales, supervisión, seguros, mantenimiento, gastos de administración y gastos de venta. Los gastos financieros y la depreciación se presentan en rubros separados. Las utilidades contables que generará el proyecto, para la empresa Beta, se han estimado en el Cuadro 2.2.

Cuadro 2.2

Determinación de utilidades contables
En miles de pesos centroamericanos

CONCEPTOS	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Ventas	4,000	4,500	5,000	4,000
Costos y gastos	2,400	2,600	2,800	2,400
Depreciaciones	1,000	1,000	1,000	1,000
Gastos financieros	<u>200</u>	<u>200</u>	<u>200</u>	<u>200</u>
Utilidades antes de impuestos	400	700	1,000	400
Impuestos sobre la renta (40%)	<u>160</u>	<u>280</u>	<u>400</u>	<u>160</u>
Utilidades netas	240	420	600	240

Como se mencionó anteriormente el concepto de utilidad contable es conveniente para medir ejecutorias y efectuar comparaciones a nivel de empresa, pero cuando se trata de medir el rendimiento de un proyecto de inversión para tomar la decisión de aceptarlo o rechazarlo, o bien efectuar comparaciones con otros proyectos, la medición de los beneficios debe realizarse en función de los flujos de fondos (efectivo), tal como se presentan en el Cuadro 2.3 para la empresa Beta.

Cuadro 2.3

Flujos de fondos (I)
En miles de pesos centroamericanos

CONCEPTOS	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Ventas	4,000	4,500	5,000	4,000
Costos y gastos	2,400	2,600	2,800	2,400
Depreciaciones	1,000	1,000	1,000	1,000
Utilidades antes de impuestos*	600	900	1,200	600
Impuestos sobre la renta (40%)	240	360	480	240
Utilidades netas	360	540	720	360
Depreciaciones	1,000	1,000	1,000	1,000
Flujos de efectivo	1,360	1,540	1,720	1,360

*Se excluyen los gastos financieros como elementos de costo.

Aunque el flujo de fondos que hemos calculado es conceptualmente claro y de fácil comprensión existe una forma alterna de medirlo. Esta segunda forma tiene ventajas de orden práctico, pues separa los flujos de beneficios en dos partes; las que provienen propiamente de las operaciones y las partes de los flujos que son causadas por los escudos fiscales del proyecto. El poder disponer de los escudos fiscales en forma inme-

diata constituye un aspecto importante, pues permite reconocer casi simultáneamente los efectos y beneficios fiscales de los diferentes métodos de depreciación. El Cuadro 2.4 representa el flujo de fondos calculado en la forma alterna y que equivale a determinar las utilidades incrementales antes de los impuestos y depreciaciones, menos los impuestos relativos a ese nivel de utilidades, más los escudos fiscales de las depreciaciones.

Cuadro 2.4

Flujos de fondos (II)
En miles de pesos centroamericanos

CONCEPTOS	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Ventas	4,000	4,500	5,000	4,000
Costos y gastos	<u>2,400</u>	<u>2,600</u>	<u>2,800</u>	<u>2,400</u>
Flujos de operaciones	1,600	1,900	2,000	1,600
Impuestos sobre la renta (40%)	<u>640</u>	<u>760</u>	<u>800</u>	<u>640</u>
Flujos de operaciones después de impuestos	960	1,140	1,320	960
Escudos fiscales*	<u>400</u>	<u>400</u>	<u>400</u>	<u>400</u>
Flujos de efectivo	1,360	1,540	1,720	1,360

*Los escudos fiscales resultan de multiplicar las tasas impositivas marginales por las depreciaciones.

Los Métodos de Evaluación

- 3.1 Período de Recuperación
- 3.2 Rentabilidad Contable
- 3.3 Tasa Interna de Rendimiento (TIR)
- 3.4 Valor Actual Neto (VAN)
- 3.5 Índice de Deseabilidad (ID)
- 3.6 Valor Actual Neto Ajustado (VAN Ajustado)
- 3.7 Evaluación de Proyectos: Teoría y Práctica

Uno de los problemas fundamentales en torno a la evaluación de inversiones es determinar los rendimientos de los proyectos de inversión. Al disponer de una medida de rendimiento de los proyectos, se podrá decidir los que conviene aceptar y los que deben rechazarse, y además se podrán ordenar de mayor a menor rendimiento. La jerarquización de las oportunidades de inversión tiene mayor importancia cuando la empresa dispone de recursos financieros limitados e insuficientes para realizar todos los proyectos de inversión que tienen rendimientos mayores al mínimo aceptable.

Los métodos para la evaluación de los proyectos de inversión pueden clasificarse en dos grupos fundamentales:

- Los métodos denominados aproximados, de los cuales vamos a estudiar en este capítulo el período o plazo de recuperación¹ y la rentabilidad contable o tasa de rendimiento contable.
- Los métodos que utilizan el valor cronológico de los flujos de efectivo, es decir, los que conceden al dinero importancia en función del tiempo. Estos métodos, mucho más refinados desde el punto de vista técnico, son: la Tasa Interna de Rendimiento² (TIR), el Valor Actual Neto³ (VAN), el Índice de Deseabilidad (ID) y el Valor Actual Neto ajustado (VAN ajustado).

Es importante reconocer que, aunque los métodos o criterios cuantitativos dominan el proceso de análisis y evaluación de las inversiones, el buen juicio es un elemento de gran importancia, debido a la complejidad del proceso. Algunas veces, consideraciones de tipo cualitativo, tales como el grado de necesidad o urgencia para la realización del proyecto, regulaciones legales, requerimientos estratégicos o presiones laborales, pueden ser tan decisivas en la realización de un proyecto de inversión, que podrían pasarse por alto los criterios eminentemente económicos.

3.1 PERIODO DE RECUPERACION (PR)

El período o plazo de recuperación de una inversión, es el tiempo que tarda en recuperarse la inversión inicial del proyecto. Cuando los flujos netos de efectivo generados por el proyecto son iguales en cada período,

¹El término utilizado en inglés es el de **pay-back, pay-out o pay-off**.

²También se le llama rentabilidad interna real o tasa interna de retorno.

³En algunas obras se le llama criterio del valor capital.

entonces el Período de Recuperación puede determinarse con la siguiente relación:

$$\text{Período de Recuperación (PR)} = \frac{I}{R} \quad (3.1)$$

Donde,

I = Inversión inicial

R= Flujo neto de efectivo anual

Cuando los flujos netos de efectivo no son iguales, el Período de Recuperación se calcula acumulando los flujos de efectivo sucesivos hasta que su suma sea igual a la inversión inicial. Cuando además de los desembolsos iniciales de inversión existen flujos netos negativos en los primeros años de la vida de un proyecto, el Período de Recuperación se determina por el tiempo que tarda en recuperarse o amortizarse la suma total de flujos negativos, incluyendo los desembolsos tanto por inversiones como por resultados de operación. Es necesario reconocer que el Período de Recuperación es un criterio sencillo y que ha sido ampliamente utilizado en el pasado aun por empresas grandes en países desarrollados. Según este método, las mejores inversiones son aquéllas que tienen un plazo de recuperación más corto. Dicho método está inspirado en una política de liquidez acentuada, más que en la determinación del rendimiento de una inversión.

No obstante que es útil conocer el Período de Recuperación de un proyecto, no podemos recomendar su utilización como método para determinar la aceptabilidad de un proyecto o su deseabilidad con respecto

a otros, porque tiene una serie de limitaciones fundamentales. En primer lugar el PR no toma en cuenta la cronología de los distintos flujos de efectivo y los considera como si se tratara de flujos percibidos en el mismo momento del tiempo. Por ejemplo, consideremos dos proyectos de inversión, A y B, que tienen las características que se presentan en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1

Período de Recuperación
En miles de pesos centroamericanos

Proyectos	Inversiones	Flujos		Anuales
		1	2	3
A	(1,000)	700	300	300
B	(1,000)	300	700	300

Ambos proyectos tienen el mismo Período de Recuperación de 2 años. Sin embargo, es claro que el proyecto A es superior y preferible sobre el proyecto B debido a que su flujo de beneficios es mayor en el primer año.

Una segunda limitación del PR es que no considera los flujos obtenidos después del plazo de recuperación, es decir, supone que una vez que se recupera la inversión del proyecto, éste deja de existir para propósitos de medición de su rendimiento. En nuestro ejemplo del Cuadro 3.1, podríamos suponer que el proyecto B continúa más allá del año tercero y que tiene una duración de 6 ó 7 años; en cambio la vida económica del proyecto A se termina en el tercer año. Estas alteracio-

nes a los proyectos considerados podrían perfectamente hacer que el proyecto B sea mejor que el A desde un punto de vista económico, aunque ambos tengan el mismo Período de Recuperación. Finalmente, se tiene el problema de que no existe ninguna sustentación teórica respecto al establecimiento de un punto de corte o un PR máximo aceptable por lo tanto, es muy difícil relacionar el PR con un criterio de maximización de utilidades. Sin embargo, en situaciones especiales, tales como las de alto riesgo ambiental, el PR puede ser un criterio complementario de especial importancia en la evaluación de proyectos de inversión.

3.2 RENTABILIDAD CONTABLE (RC)

Este método también se conoce como "rentabilidad aproximada" o como "tasa de rendimiento contable". Su denominación obedece a que utiliza una terminología típicamente contable, y en definitiva, es el método que mejor se ajusta a la información facilitada por la contabilidad. La variante más refinada de este método consiste en relacionar la utilidad neta anual promedio con la inversión promedio, es decir, con la inversión que en promedio tiene la empresa inmovilizada durante la vida económica del proyecto. La Rentabilidad Contable se determina con la siguiente relación:

$$\text{Rentabilidad Contable (RC)} = \frac{U_p}{I_p} \quad (3.2)$$

Donde,

U_p = Utilidad neta promedio anual

I_p = Inversión promedio

La utilidad promedio se obtiene sumando las utilidades contables de cada año y dividiendo el total entre el número de años. El cálculo de la inversión promedio se obtiene sumando el valor contable de las inversiones al final de cada año y dividiendo esta suma por el número de años.

La debilidad de ciertos aspectos de este criterio es bastante clara. En primer lugar, utiliza el concepto de utilidades contables y no el de flujo de caja, lo cual representa una serie de dificultades ya discutidas. En segundo lugar y más importante aún, la RC no descuenta las utilidades contables y supone que es igualmente deseable recibir utilidades durante el primer año que recibir utilidades en años posteriores de la vida económica de un proyecto. Para ilustrar esta seria limitación de la RC, supongamos que tenemos dos proyectos de inversión; que cada uno requiere una inversión inicial de CA\$60,000 y que ambos tienen una vida económica y depreciable de 3 años. Las utilidades contables y los flujos de caja de los proyectos se presentan en el Cuadro 3.2.

Cuadro 3.2

Rentabilidad Contable
En pesos centroamericanos

Años	Proyecto A		Proyecto B	
	Utilidades contables	Flujos de efectivo	Utilidades contables	Flujos de efectivo
1	30,000	50,000	10,000	30,000
2	20,000	40,000	20,000	40,000
3	10,000	30,000	30,000	50,000

los flujos asociados con un proyecto a un valor de exactamente cero. Cuando la inversión inicial se produce en el período de tiempo cero, la Tasa Interna de Rendimiento será aquel valor de (r) que verifique la ecuación siguiente:

$$I_0 = \frac{R_1}{(1+r)} + \frac{R_2}{(1+r)^2} + \frac{R_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{R_n}{(1+r)^n} \quad (3.3)$$

o

$$I_0 = R_1 FD_1 + R_2 FD_2 + R_3 FD_3 + \dots + R_n FD_n$$

Donde,

I_0 = Inversión inicial.

R_1 a R_n = Flujos de efectivo futuros por período.

FD_1 a FD_n = Factores de descuento por período.

De nuestro ejemplo de la empresa Beta en el capítulo anterior, se obtiene:

$$4.000 = \frac{1.360}{(1+r)} + \frac{1.540}{(1+r)^2} + \frac{1.720}{(1+r)^3} + \frac{1.360}{(1+r)^4} \quad (3.4)$$

En este caso la TIR es aquel valor de (r) que satisface la ecuación 3.4 y para obtenerla se puede utilizar un procedimiento iterativo. La "prueba y error" consiste en utilizar un valor de (r) , emplear tablas de valor actual para obtener los valores de descuento, efectuar las operaciones aritméticas y observar el error cometido. A continuación deberán repetirse las operaciones anteriores con otros valores de (r) hasta que se alcance el valor de (r) , que haga que la suma de los flujos positivos

descontados sea igual a la suma de los flujos negativos descontados⁴. Para ilustrar el procedimiento señalado obsérvese en el Cuadro 3.3, el comportamiento de los flujos de beneficio del proyecto de la empresa Beta al ser descontados a una tasa del 20% anual.

Cuadro 3.3
Tasa Interna de Rendimiento (TIR)
En miles de pesos centroamericanos

Años	Flujos de efectivo	Factores de descuento al 20%	Valores actuales de flujos
1	1,360	.833	1,133
2	1,540	.694	1,069
3	1,720	.579	996
4	1,360	.482	656
Total			3,854

Los valores descontados de estos flujos suman en total de CA\$3,854 miles, cantidad menor que la inversión inicial de CA\$4,000 miles; por lo tanto, la TIR del proyecto es inferior al 20%. Cuando los flujos se descuentan a la tasa del 18% se obtienen los resultados que se presentan en el Cuadro 3.4.

Como se puede observar, el valor actualizado es de CA\$4,007 miles, lo que significa que la tasa interna del proyecto es de prácticamente el 18%. Una vez que se ha calculado la Tasa Interna de Rendimiento del proyecto, se necesita conocer el *punto de corte o rentabilidad*

⁴Existen programas de computadora que obtienen la TIR y que por lo tanto, reducen a un mínimo las operaciones aritméticas.

Cuadro 3.4
Tasa Interna de Rendimiento (TIR)
En miles de pesos centroamericanos

Años	Flujos de efectivo	Factores de descuento al 18%	Valores actuales de flujos
1	1,360	.847	1,152
2	1,540	.718	1,106
3	1,720	.609	1,047
4	1,360	.516	702
Total			4,007

mínima aceptable para las inversiones de la empresa, para así poder decidir si conviene llevar a cabo la inversión.

La empresa deberá realizar aquellos proyectos de inversión, cuya TIR sea superior al punto de corte establecido y deberá rechazar aquellos con TIR inferior.⁵ Cuando existan varios proyectos realizables y limitaciones de recursos financieros y técnicos, se dará prioridad a las inversiones cuyas tasas de rendimiento sean mayores y se irá descendiendo en el orden de rendimiento, hasta agotar los recursos financieros y técnicos.

3.4 VALOR ACTUAL NETO (VAN)

El Valor Actual Neto (VAN) es uno de los métodos básicos que toma en cuenta la importancia de los flujos

⁵ Los conceptos relacionados con el punto de corte y costo de capital para la empresa, serán tratados en el capítulo V.

de efectivo en función del tiempo. Consiste en encontrar la diferencia entre el valor actualizado de los flujos de beneficio y el valor, también actualizado, de las inversiones y otros egresos de efectivo. La tasa que se utiliza para descontar los flujos es *el rendimiento mínimo aceptable* de la empresa, por debajo del cual los proyectos de inversión no deben efectuarse. El Valor Actual Neto de una propuesta de inversión se puede representar por la siguiente igualdad:

$$VAN = - I_0 + \frac{R_1}{(1+k)} + \frac{R_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{R_n}{(1+k)^n} \quad (3.5)$$

Donde:

- I_0 = Inversión inicial.
 R_1 a R_n = Flujos de efectivo por periodo.
 k = Rendimiento mínimo aceptable.

No cabe duda de que si el *valor actual neto* de un proyecto es positivo, la inversión deberá realizarse y si es negativo deberá rechazarse. Las inversiones con VAN positivos incrementan el valor de la empresa, puesto que tienen un rendimiento mayor que el mínimo aceptable. Como veremos en el capítulo V, el costo ponderado de capital de la empresa es todavía una alternativa válida, en los países en vías de desarrollo, para determinar el rendimiento mínimo aceptable.

Es importante observar que en el método de la *TIR* se nos proporcionan los flujos positivos y negativos del proyecto; después determinamos la tasa de rendi-

mientos (r) que resuelve la ecuación (3.3) y la comparamos con el rendimiento mínimo aceptable para decidir acerca de la aceptación o rechazo del proyecto. En el método del VAN se nos proporcionan los flujos del proyecto y la tasa de rendimiento mínimo aceptable (k) y entonces determinamos el Valor Actual Neto del proyecto. La aceptabilidad dependerá de si el VAN es igual o mayor que cero. El VAN de los proyectos variará en función de las tasas de descuento utilizadas, es decir, que la deseabilidad de los diferentes proyectos cambia, si cambia la tasa de rendimiento mínimo aceptable por la empresa. A medida que la tasa es mayor, los flujos de los primeros años cobran mayor importancia. A medida que la tasa es menor, la importancia de los flujos en función del tiempo disminuye y cobran mayor importancia aquellos proyectos que tienen flujos positivos absolutos mayores.

Si en el proyecto de inversión de la compañía Beta, el rendimiento mínimo aceptable es de un 15%, el Valor Actual Neto puede calcularse en la forma siguiente:

$$\text{VAN} = -4,000 = \frac{1,360}{(1.15)} + \frac{1,540}{(1.15)^2} + \frac{1,720}{(1.15)^3} + \frac{1,360}{(1.15)^4} \quad (3.6)$$

$$\text{VAN} = -4,000 + 4,255 = 255$$

Como puede observarse, el proyecto tiene un VAN positivo de CA\$255 miles por lo tanto se deberá aceptar. Una forma más sencilla de resolver el problema es refiriéndose directamente a las tablas de valor actual, que se presentan en el Apéndice A de este libro, y

efectuar las operaciones que se detallan en el Cuadro 3.5.

Cuadro 3.5
Valor Actual Neto (VAN)
En miles de pesos centroamericanos

Años	Flujos de efectivo	Factores de descuento al 15%	Valores actuales de flujos
0	(4,000)	1,000	(4,000)
1	1,360	.870	1,183
2	1,540	.756	1,164
3	1,720	.657	1,130
4	1,360	.572	778
VAN			255

3.5 INDICE DE DESEABILIDAD (ID)

Existen situaciones en la presupuestación de inversiones, en que las decisiones no son simplemente las de aceptar o rechazar un proyecto. Con frecuencia es necesario jerarquizar la deseabilidad de las inversiones; es decir, establecer, además de la aceptabilidad de cada proyecto, la importancia relativa que tiene con respecto a otros proyectos. La jerarquización (determinación de la prioridad) es necesaria cuando ocurre una de dos circunstancias:

- Cuando los recursos financieros destinados a inversiones de capital están limitados o racionados.
- Cuando existen dos o más oportunidades de inversión que son mutuamente excluyentes, o lo que es lo mismo, que solamente una de las oportunidades puede y debe realizarse.

Para la solución de los problemas en torno a la jerarquización, consideramos de alguna utilidad el llamado *índice de deseabilidad o relación beneficio-coste*, que más que un nuevo método es un complemento o extensión del Valor Actual Neto. El Índice de Deseabilidad (ID) de un proyecto, es la relación que resulta de dividir los flujos positivos descontados entre los flujos de inversión inicial. Se puede expresar matemáticamente de la forma siguiente:

$$ID = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{R_t}{(1+k)^t}}{I_0} \quad (3.7)$$

Donde la letra griega sigma significa la sumatoria de los flujos de caja descontados del período 1 hasta el período n . En nuestro ejemplo de la compañía Beta el ID sería estimado así:

$$ID = \frac{4,255,000}{4,000,000} = 1.06$$

El ID es una medida relativa de rendimiento, en contraste con el Valor Actual Neto, que expresa en términos absolutos la contribución económica de una inversión al patrimonio de la empresa. Cuando el ID es igual o mayor que 1.00, el proyecto de inversión deberá aceptarse y, a medida que su valor va siendo mayor, la deseabilidad del proyecto evaluado va siendo mayor. Cuando se trate de decisiones de inversión sobre proyectos independientes, el VAN y el ID proporcionan

soluciones idénticas y pueden ser empleados indistintamente.

En las situaciones en donde es necesario jerarquizar, porque las opciones de inversión son mutuamente excluyentes, el VAN es suficiente y no es necesario calcular el ID. Sin embargo, en aquellos casos en donde se necesita *jerarquizar*, debido a limitaciones de recursos financieros, el ID puede tener ventaja sobre el VAN, si las tasas a que se pueden reinvertir los flujos intermedios de los proyectos son significativamente superiores al rendimiento mínimo aceptable por la empresa (costo del capital).

Desafortunadamente, existen algunas situaciones en que la utilidad del ID para establecer jerarquizaciones entre proyectos es nula. Las más serias ocurren cuando existe una situación de racionamiento de más de un recurso o cuando existen limitaciones de capital en más de un período de tiempo. Estas situaciones de mayor complejidad sólo pueden ser solucionadas satisfactoriamente con la utilización de técnicas de programación lineal.

3.6 VALOR ACTUAL NETO AJUSTADO (VAN AJUSTADO)

Los métodos tradicionales que utilizan el valor cronológico del dinero (TIR y VAN) suponen una cierta separación entre las decisiones de inversión y las decisiones de financiamiento, al evaluar proyectos de inversión. Un nuevo método denominado VAN ajustado, considera que las decisiones de inversión y las decisiones de financiamiento interactúan a nivel de proyecto

y que por lo tanto, no deben ser consideradas por separado.

El método comienza por estimar un "VAN básico" del proyecto como si éste fuera una mini empresa financiada totalmente con recursos propios. Luego se modifica el VAN básico para incorporar los efectos de las decisiones de financiamiento causadas por el proyecto. El VAN ajustado se define con la siguiente relación:

$$\text{VAN ajustado} = \text{VAN básico} + \text{VANES de los impactos de las decisiones de financiamiento causadas por la aceptación del proyecto (3.8).}$$

El método no pretende obtener todos los impactos del financiamiento de un proyecto en un solo cálculo, como sucede con el VAN, donde la tasa de descuento utilizada incorpora el efecto de todas las decisiones de financiamiento. Por el contrario, en el VAN ajustado se estiman por separado los impactos de las diferentes fuentes de financiamiento. Específicamente, para calcular el VAN ajustado. Primero se establece un "valor básico" para el proyecto: su valor como una empresa financiada en su totalidad con recursos propios. Segundo, se determinan por separado los efectos de cada una de las decisiones de financiamiento, calculando sus valores actuales correspondientes. Tercero, se suman (o restan según el caso) todos los valores actuales para estimar la contribución total del proyecto al valor de la empresa.

El VAN ajustado es más fácil de comprender en el contexto de un ejemplo numérico. Para ilustrar su

aplicación como método de evaluación, comenzaremos por analizar un proyecto de inversión bajo los supuestos del VAN básico y luego incorporaremos los posibles efectos de su financiamiento.

VAN básico

Consideremos el proyecto Alfa que requiere de una inversión de CA\$2 millones y que generará los flujos de efectivo después de impuestos presentados en el Cuadro 3.6. La empresa dueña del proyecto tiene un costo de oportunidad para sus recursos de capital propios del 21% por año. Esta tasa refleja el rendimiento que los inversionistas demandarían sobre su inversión en el proyecto.

Cuadro 3.6
Valor Actual Neto ajustado (VAN ajustado)
En miles de pesos centroamericanos

Años	Flujos de Efectivo
1	282
2	444
3	677
4	618
5	1,997

Como el método comienza por valorar el proyecto como si éste fuese una mini empresa financiada totalmente con capital propio; entonces el VAN básico sería:

$$\text{VAN} = -2,000 + \frac{282}{(1.21)} + \frac{444}{(1.21)^2} + \frac{677}{(1.21)^3} + \frac{618}{(1.21)^4} + \frac{1,997}{(1.21)^5}$$

$$\text{VAN} = -2,000 + 1.977$$

$$\text{VAN básico} = -23$$

Como puede notarse, el VAN básico del proyecto Alfa es menor que cero. En un mundo en donde las decisiones de financiamiento no tuvieran importancia, el director financiero responsable debería rechazar el proyecto, sin embargo, las decisiones de financiamiento sí tienen importancia y por lo tanto, sus efectos en el proyecto deben ser tomados en cuenta.

Costos de emisión

Supongamos que la empresa dueña del proyecto financia el 50% de la inversión mediante la emisión de acciones comunes y que los costos de emisión netos después de impuestos, representan un total de CA\$25,000. Lo anterior significa que la compañía tiene que emitir acciones por un monto de CA\$1,025,000 para obtener CA\$1,000,000 en efectivo. El VAN básico del proyecto deberá ajustarse por el monto de los costos de emisión.

$\text{VAN ajustado} = \text{VAN básico} - \text{Costos de emisión}$

$\text{VAN ajustado} = -23 - 25 = -48$

La empresa ha considerado hasta ahora, parte de los efectos del financiamiento del proyecto Alfa, pues todavía es necesario tomar en cuenta los efectos del financiamiento vía deuda.

Financiación subsidiada

Para ilustrar los efectos del financiamiento subsidiado, supongamos que el proyecto representa una inversión industrial en una región económicamente de-

primida. El gobierno respectivo, ansioso por promover el desarrollo económico de la región, ofrece financiar el 50% de la inversión mediante un préstamo por CA\$1,000,000 a una tasa subsidiada del 14% anual, con un plazo de 5 años y pagadero de una sola vez al vencimiento.

¿Qué valor tiene para la empresa el aceptar un préstamo subsidiado al 14% de interés? Este depende de la tasa de interés que la empresa hubiese tenido que pagar sobre un préstamo no subsidiado. Si suponemos que la tasa de interés para préstamos no subsidiados es del 17% anual⁶ e ignoramos los impuestos por el momento, el VAN del préstamo subsidiado sería:

$$VAN_{PS} = 1,000 - \frac{140}{(1.17)} - \frac{140}{(1.17)^2} - \frac{140}{(1.17)^3} - \frac{140}{(1.17)^4} - \frac{140}{(1.17)^5} - \frac{1,000}{(1.17)^6}$$

$$VAN_{PS} = 1,000 - 904 = 96$$

Dado que la empresa no puede obtener el préstamo subsidiado sin ejecutar el proyecto Alfa, el valor presente del préstamo deberá sumarse al VAN básico. El proyecto se convierte de uno que podría haber sido rechazado en uno que debería ser aceptado, tal como puede observarse en los estimados que se presentan a continuación:

⁶ El lector notará que los intereses del préstamo subsidiado se descuentan al 17%, puesto que: a) se trata de flujos de financiamiento, y b) la tasa de interés del mercado es del 17%.

VAN ajustado = VAN básico - costos emisión + VAN préstamo subsidiado

VAN ajustado = -23 - 25 + 96

VAN ajustado = 48

Endeudamiento/escudos fiscales

El último efecto de financiamiento que tomaremos en cuenta, en el proyecto Alfa, se deriva de la capacidad adicional de endeudamiento que se crea en la empresa como consecuencia de su aceptación. Supongamos que la empresa tiene una política de limitar su nivel total de deuda al 50% del valor en libros de sus activos. Por lo tanto, si la empresa invierte más puede pedir prestado más y, en este sentido, la inversión suma a la capacidad de endeudamiento existente⁷. ¿Tiene algún valor para los accionistas de la empresa la capacidad adicional de endeudamiento originada por el proyecto Alfa? Y si lo tiene, ¿cómo se le determina? La respuesta generalmente aceptada es "sí", debido a los escudos fiscales generados por los intereses del préstamo que financiaría el 50% de la inversión del proyecto. Para determinar el valor presente de los escudos fiscales de los intereses, se procede de la forma siguiente:⁸

$$VAN_{EF} = \frac{42}{(1.17)} + \frac{42}{(1.17)^2} + \frac{42}{(1.17)^3} + \frac{42}{(1.17)^4} + \frac{42}{(1.17)^5}$$

$$VAN_{EF} = 134$$

⁷Es importante aclarar que cualquier empresa que establece sus políticas de endeudamiento como una proporción del valor en libro de sus activos es una versión simplificada del problema. Tiene más sentido medir la contribución de un proyecto a la capacidad de endeudamiento de la empresa, en términos de su valor presente, es decir, en términos de lo que el proyecto realmente vale en vez de lo que cuesta.

⁸Debe notarse que los escudos fiscales se descuentan al 17%, puesto que se trata de flujos derivados del financiamiento. La tasa marginal del impuesto sobre la renta se supone que es del 30%.

El VAN de los escudos fiscales de CA\$134,000, es el valor de la capacidad de endeudamiento adicional contribuida por el proyecto a la empresa. Una vez estimado el VAN básico del proyecto y cada uno de los efectos del financiamiento, podemos entonces calcular el VAN ajustado del proyecto.

$$\text{VAN ajustado} = \text{VAN básico} - \text{costos emisión} + \text{VAN préstamo subsidiado} + \text{VAN escudos fiscales.}$$

$$\text{VAN ajustado} = -23 - 25 + 96 + 134$$

$$\text{VAN ajustado proyecto Alfa} = 182$$

Como el lector podrá observar, el proyecto Alfa tiene un VAN ajustado de CA\$182,000, cifra mucho mayor que cero y, por lo tanto, el proyecto debería ser aceptado por la empresa.

3.7 EVALUACION DE PROYECTOS: TEORIA Y PRACTICA

La teoría financiera moderna ha enfatizado el uso de los métodos de evaluación de inversiones, que reconocen el valor del dinero en función del tiempo. En la teoría financiera el VAN es considerado como el mejor método, desde un punto de vista teórico y la TIR como el que le sigue. En el siguiente capítulo analizaremos en detalle las ventajas teóricas del VAN con respecto a la TIR. Sin embargo, podemos adelantar que la TIR supone que los flujos intermedios de un proyecto son reinvertidos a la tasa de descuento encontrada, mientras que el VAN asume, más razonablemente, que la tasa de

reinversión es la misma que la tasa de corte utilizada. Asimismo, la TIR tiene la debilidad potencial de ofrecer soluciones múltiples, es decir, varias tasas de descuento que satisfacen la igualdad de los flujos de beneficios con los flujos de inversiones.

Un tercer método⁹ que utiliza el descuento de los flujos futuros, es el llamado VAN ajustado. Este método, muy poco utilizado en la práctica, tiene las ventajas teóricas del VAN, pero además incorpora en su cálculo el impacto de las decisiones de financiamiento. Este aspecto es de especial importancia para las empresas localizadas en países en vías de desarrollo, debido a la alta incidencia existente entre proyectos de inversión y financiamiento subsidiado. En nuestra opinión, como metodología para evaluación de proyectos, el VAN es actualmente el mejor método teórico.

En la práctica, sobre todo en los países desarrollados, los métodos de evaluación que utilizan el descuento de los flujos futuros son usados por un número creciente de empresas públicas y privadas. Encuestas realizadas en los Estados Unidos de Norteamérica señalan que únicamente el 10% de las empresas grandes utilizaban métodos de descuento en 1959; en cambio, en 1979 el 68% de las empresas encuestadas los utilizaban.¹⁰ Muchas empresas emplean más de un método, especialmente cuando analizan proyectos grandes y riesgosos.

⁹El Índice de Descapitalidad se considera más como un complemento del VAN que como un método independiente.

¹⁰Kim, S. H. and E. J. Farraghar, "Current Capital Budgeting Practices", Management Accounting, June 1981. Chandan Gurnani, "Capital Budgeting: Theory and Practice", The Engineering Economist, Volume 30 - Number 1, Fall 1984.

Es interesante destacar que, en la práctica, se tiene clara preferencia por el método de la Tasa Interna de Rendimiento (TIR), no obstante que desde un punto de vista teórico el VAN es considerado como mejor método.¹¹ En la encuesta realizada por Kim y Farraghar en 1979, se determinó que el 49% de las empresas empleaban la TIR como criterio de evaluación de inversiones y únicamente el 19% utilizaba el VAN. La explicación de este fenómeno obedece, probablemente, a que la TIR es una metodología de más fácil interpretación para el hombre de empresas.

Es curioso mencionar que de los métodos llamados aproximados, el Período de Recuperación es utilizado en el 12% de las empresas como el principal criterio en la evaluación de inversiones, pero el 39% de las empresas lo emplea como un criterio complementario de evaluación, debido posiblemente al hecho de que se considere como un complemento del análisis del riesgo de un proyecto.

En las empresas multinacionales, intensivas en capital, como las petroleras, químicas, electrónicas y otras, se usan con mayor propiedad y frecuencia los métodos de descuento, como criterios para evaluar proyectos de inversión. Las empresas medianas y pequeñas van más a la saga, pero se ha observado que las grandes actúan como "polos de liderazgo tecnológico" en la adopción de nuevos métodos y técnicas de evaluación de inversiones. En este sentido, las tendencias que se observen en las empresas grandes podrán servir de indicadores sobre la dirección y uso que podremos encontrar, en el futuro, en las empresas medianas y pequeñas.

¹¹El VAN ajustado no aparece en los resultados de las encuestas por ser un método de reciente desarrollo y por lo tanto, casi no se ha utilizado en la práctica.

La utilización de flujos de efectivo descontados permite decisiones de inversión que maximizan los beneficios de los accionistas de la empresa en el largo plazo, puesto que se incluyen todas las inversiones y beneficios producidos en los diferentes períodos del proyecto. Los flujos de efectivo que ocurren a través del tiempo pueden ser trasladados, descontándolos o acumulándolos, para obtener una tasa de rendimiento comparable con las metas mínimas de inversión aprobadas por la empresa. Como se podrá observar en esta sección, dos métodos de evaluación de proyectos, el Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Rendimiento, proporcionan alternativamente, en algunas situaciones, recomendaciones concordantes, y en otras, recomendaciones contradictorias; por lo tanto, es necesario entender y analizar las causas de tales diferencias.

Un proyecto de inversión puede evaluarse con el objeto de decidir su aceptación o rechazo, en cuyo caso el proyecto se compara con una tasa mínima de rendimiento (punto de corte), con el fin de decidir si la empresa debe llevarlo o no a la práctica. A pesar de que la TIR y el VAN parten de supuestos distintos, ambos producirían la misma recomendación sobre aceptar — o rechazar — la inversión, siempre que el proyecto tenga un comportamiento normal en sus flujos de efectivo; es decir, mientras consista de unos flujos negativos iniciales seguidos únicamente por flujos positivos. Se puede afirmar que si la TIR es mayor que el rendimiento mínimo aceptable por la empresa, entonces el VAN es mayor que cero.

Una segunda finalidad que se puede buscar con la evaluación de los proyectos de inversión es la de jerarquizarlos, para clasificar los proyectos en orden de importancia, con el fin de compararlos entre sí. La necesidad de jerarquizar puede surgir de cualquiera de las dos circunstancias siguientes:

- Cuando existe una situación de racionamiento de capital.
- Cuando se confronta una decisión con proyectos mutuamente excluyentes.

El racionamiento de capital se deriva de limitaciones impuestas por las fuentes de recursos financieros de la empresa o bien cuando, por una política adoptada por la dirección de la misma, no se tiene acceso a fondos de capital ilimitados con los cuales se puedan realizar todos los proyectos aceptables en un período determinado. La jerarquización es necesaria en este caso, con el fin de que los recursos limitados disponibles puedan asignarse a los proyectos que ofrecen un rendimiento mayor para la empresa. El racionamiento de capital es una situación no óptima desde un punto de vista teórico, pues se desaprovechan inversiones que maximizan el patrimonio de la empresa, pero en la práctica es necesario y se presenta con frecuencia¹. Para poder dar una respuesta precisa en condiciones de racionamiento de capital, sería necesario conocer los proyectos que están al alcance de la empresa, así como su programa de suministro de fondos. Este tipo de problemas se es-

¹ El racionamiento de capital ocasiona que la tasa que representa el punto de corte práctico para las decisiones de inversión sea mayor que el punto de corte teórico.

tudia en detalle en nuestro libro publicado anteriormente².

En el caso de proyectos que se excluyan mutuamente, éstos deben ser jerarquizados, con el fin de escoger el mejor de ellos. Cuando las pautas o patrones de comportamiento de los flujos de los proyectos son similares, el problema de jerarquizar es relativamente fácil de resolver. En cambio, cuando los flujos varían en su comportamiento y las vidas económicas son desiguales³, el problema de jerarquizar se complica considerablemente, pudiéndose obtener resultados diferentes con los métodos de la TIR y el VAN. Vamos a explorar el origen de las complicaciones a través de un ejemplo y después procederemos con las recomendaciones que a juicio nuestro, son las más razonables.

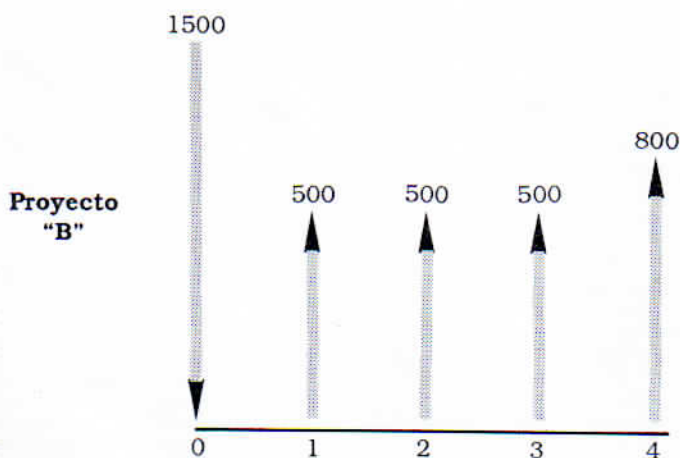
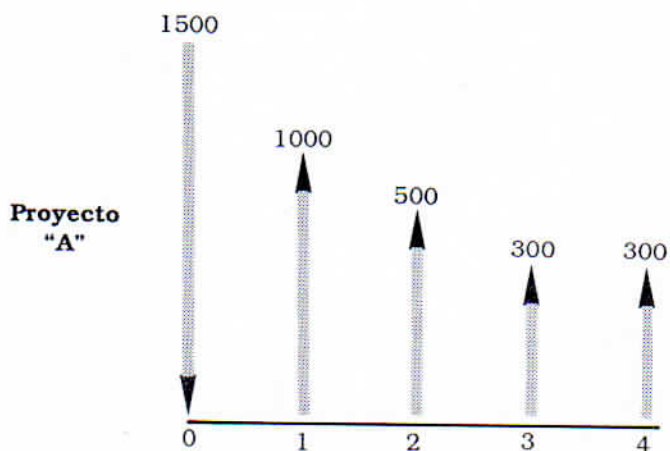
Consideremos dos proyectos, A y B, que demandar la misma inversión de CA\$1,500 pero producen diferentes flujos de retorno, tal como se aprecia en la Gráfica 4.1.

El proyecto A tiene una tasa interna de rendimiento de aproximadamente el 20% anual. El proyecto B tiene una TIR de aproximadamente el 18% anual. Aparentemente, el proyecto A es más atractivo que el B, a juzgar por la TIR. Pero si utilizamos el Valor Actual Neto como método de ordenamiento, los resultados dependerán de la tasa de descuento que se utilice. ¿A qué tasa de descuento son igualmente atractivos los dos proyectos?

² W. Ketelhöhn y J. N. Marín. **Decisiones de Inversión en la Empresa**. Editorial Limusa, 1982. Ver capítulo 8. La Programación Lineal en las Decisiones de Inversión.

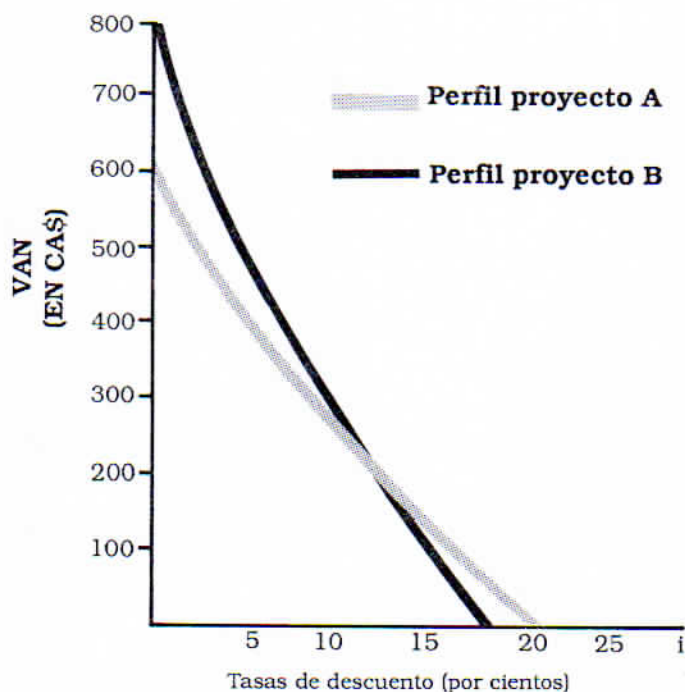
³ Este problema se estudia en otra sección del presente capítulo.

GRAFICA 4.1
Representaciones de flujos
En pesos centroamericanos



Para contestar esta pregunta, es suficiente dibujar una gráfica del VAN de cada proyecto a distintas tasas de descuento tal como se hace en la Gráfica 4.2. La curva correspondiente a cada proyecto, se denomina perfil del VAN del proyecto.

GRAFICA 4.2
Comparación de perfiles (VAN)



La tasa de Fisher, en la cual los proyectos A y B tienen el mismo VAN⁴ es aproximadamente del 12.5%. Arriba del 12.5% el VAN del proyecto A es mayor que el VAN del proyecto B y debajo del 12.5% el VAN del proyecto B es mayor que el del proyecto A. El método del VAN da resultados diferentes, según que la tasa de descuento utilizada sea mayor o menor del 12.5%. Por el contrario, la TIR ofrece un solo resultado. Se puede razonar que, si la tasa de rendimiento mínimo aceptable (K) es menor que la tasa de Fisher (12.5%), el método del Valor Actual Neto da resultados contradictorios, con el método de la Tasa Interna de Rendimiento; por lo tanto, la jerarquización de los proyectos será diferente y dependerá del método empleado.

En general, podemos enunciar que para la jerarquización de los proyectos mutuamente excluyentes que tienen una tasa de Fisher:

- Si la tasa de descuento (K) es mayor que la tasa que iguala el valor actual neto de ambos proyectos, los métodos de la TIR y del VAN dan el mismo resultado.
- Si la tasa de descuento (K) es menor que la tasa de Fisher, los resultados de los métodos del VAN y la TIR se contradicen.

Cuando se presenta un conflicto entre los dos métodos, el método del VAN proporciona, a nuestro juicio, la jerarquización correcta de los proyectos. El razonamiento que sustenta nuestra recomendación, refer-

⁴ Irving Fisher. **The Theory of Interest**. Kalley and McMillan, New York, 1954. La Tasa de Fisher es la tasa de descuento que logra que ambos proyectos sean igualmente atractivos.

ente a la superioridad del VAN sobre la TIR, se basa en los diferentes supuestos en las tasas de reinversión.

La diferencia de ordenamiento entre los dos métodos se deriva de sus distintas hipótesis, sobre las tasas de rendimiento a que puedan reinvertirse los flujos intermedios de los proyectos. La TIR supone la reinversión de los flujos intermedios a la tasa encontrada. En cambio, el VAN supone la reinversión de los retornos, a la tasa de descuento (K) que es la tasa de rendimiento mínimo aceptable por la empresa. ¿Cuál de estos dos supuestos es el más razonable? Para esta pregunta no tenemos una respuesta general, pues depende de la tasa a que se puedan reinvertir los flujos de los proyectos en cuestión. Esto, indudablemente, depende de las oportunidades que se le presentan a la empresa o al inversionista. Posiblemente la solución ideal del problema sería formular hipótesis explícitas, sobre las tasas de reinversión durante la vida de los proyectos que son objeto de evaluación, para así obtener, por medio del descuento de los flujos intermedios, valores actuales netos al inicio de la vida de cada proyecto. No obstante, los méritos teóricos de esta solución, en el mundo real es prácticamente imposible su aplicación, debido a que requiere de estimaciones complicadas e inciertas de las tasas de reinversión.

Al tener que efectuar una selección entre los supuestos de los dos métodos de valor actual, consideramos que el supuesto de reinversión del VAN es superior y resulta mucho más razonable que el supuesto de reinversión de la TIR. En muy raras ocasiones la TIR del proyecto representará la tasa de reinversión real de los flujos intermedios. Esto es especialmente cierto si las

tasas de rendimiento son altas. Por el contrario, cuando se trabaja con el VAN, la tasa de reinversión que se presupone es el rendimiento mínimo aceptable por la empresa, que es una mejor proposición de la tasa de oportunidad a que pueden reinvertirse los flujos intermedios de un proyecto.

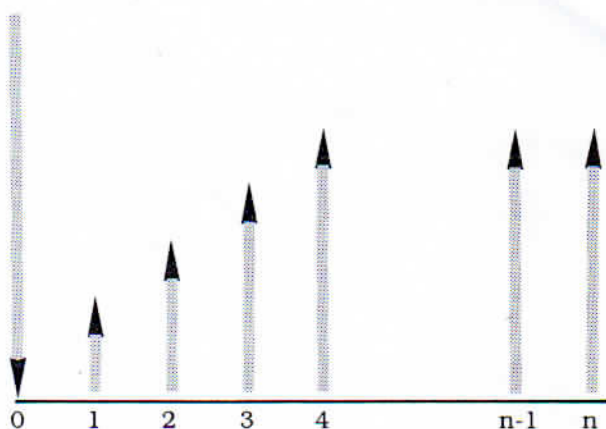
En atención a las explicaciones anteriores, el método del VAN es superior teóricamente a la TIR, ya que, si es utilizado en forma correcta, sus resultados serán coherentes con el criterio de maximizar el patrimonio de la empresa. La TIR, sin embargo, tiene una función importante en la presupuestación de capital y es que el hombre de empresa la considera una metodología de más fácil interpretación que el VAN. Un procedimiento recomendable sería usar los dos métodos simultáneamente, empleando el VAN para verificar la jerarquización que proporciona la TIR. En caso de que existan resultados contradictorios, los resultados que deben prevalecer son los que se obtienen con el método del VAN.

4.2 TIR MULTIPLE

En la mayoría de los proyectos las inversiones ocurren normalmente, al inicio de su vida económica y los flujos de beneficios se presentan en períodos subsecuentes. En los casos en que todos los flujos negativos ocurren en los primeros años del proyecto y los flujos positivos ocurren, consecutivamente, hasta el fin del proyecto, se tiene sólo un cambio de signo en la ecuación (3.3) correspondiente al cálculo de la TIR, y por lo tanto, se obtiene únicamente una TIR. En estos

casos normales o convencionales, la TIR puede utilizarse como una tasa de interés devengada por los fondos invertidos en el proyecto. Los flujos de fondos del proyecto se pueden ilustrar en la forma siguiente:

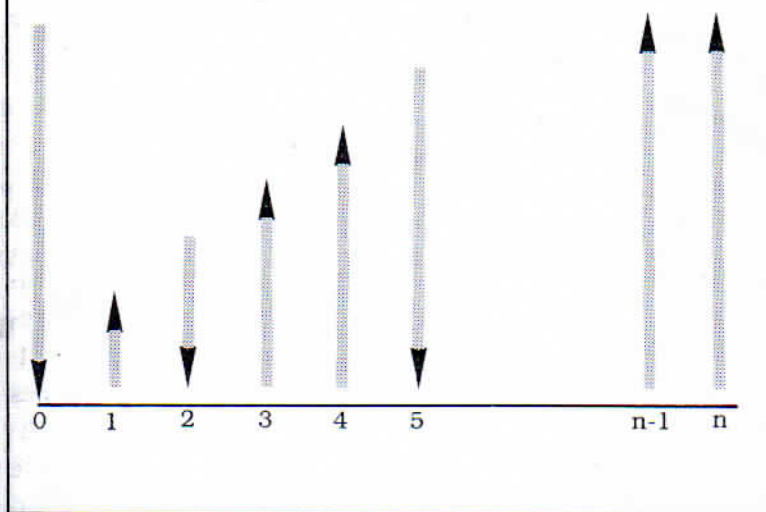
GRAFICA 4.3
Representación de flujos
Proyectos convencionales



Cuando en la vida económica de un proyecto ocurren flujos negativos, intercalados entre los positivos, se producen cambios de signos adicionales en la ecuación para determinar la TIR. Estos cambios de signo pueden ocasionar multiplicidad de las raíces reales y positivas en la igualdad (3.3), es decir, el que se encuentren varias tasas de descuento que igualan el valor

actual del proyecto a cero. En estos casos no convencionales se desconoce cuál de las tasas de descuento es la verdadera tasa de rendimiento del proyecto.⁵ La representación de los flujos de un proyecto no convencional se ofrece en la Gráfica 4.4.

GRAFICA 4.4
Representación de flujos
Proyectos no-convencionales



La metodología de la TIR no tiene sentido cuando las soluciones son múltiples y la búsqueda de la tasa "correcta" no es más que una ilusión del inversionista. En los casos de proyectos, con patrones de flujos no-convencionales, lo único que cabe es analizar los flujos

⁵Para una discusión más detallada del problema, consultar: J. H. Lorie and L. J. Savage "Three Problems in Rationing Capital". Journal of Business 28, October, 1955; y E. Salomon, "The Arithmetic of Capital Budgeting". Journal of Business 19, April, 1956.

de fondos como la suma de varias inversiones independientes y obtener, por separado, la TIR de cada una de ellas. Este esfuerzo no resuelve la falla conceptual establecida, sino que separa el proyecto de inversión en varios subproyectos, cada uno de ellos con su tasa de rendimiento. La ilusión de la TIR única se puede mantener calculando una tasa promedio ponderada con los montos de las inversiones en los subproyectos. Pero la verdad de las cosas es que la TIR como método de evaluación falla cuando el proyecto posee raíces múltiples. En estos casos recomendamos aplicar el método del Valor Actual Neto, que posee bases teóricas más razonables.

4.3 PROYECTOS CON VIDAS ECONOMICAS DESIGUALES

La comparación de proyectos mutuamente excluyentes con vidas económicas desiguales obliga a efectuar ajustes en sus flujos, una vez que terminen las vidas de los proyectos de más corta duración. Los ajustes se efectúan a fin de lograr una equiparación en sus vidas económicas. Un ejemplo de proyectos mutuamente excluyentes con vidas desiguales se presenta cuando debe decidirse acerca de cómo comercializar un nuevo producto que ha sido descubierto y desarrollado dentro de una empresa. Una alternativa sería vender los derechos de producción a otra empresa a cambio de una suma de dinero en el año uno (proyecto A). La otra alternativa podría ser la fabricación y venta del producto en la propia empresa, durante los cuatro años de su vida económica (proyecto B). Podemos suponer que las alternativas tienen las características y los flujos de efectivo que se presentan en el Cuadro 4.1.

Cuadro 4.1**Proyectos mutuamente excluyentes**
En pesos centroamericanos

Años	Proyecto A	Proyecto B
0	(100,000)	(100,000)
1	120,000	30,000
2		50,000
3		50,000
4		30,000

El problema fundamental que tenemos que resolver en nuestro ejemplo, consiste en equiparar las vidas de los dos proyectos, con el fin de efectuar la correcta evaluación de los mismos. Para solucionar éste y cualquier otro problema de comparabilidad, existen cuatro opciones:

- Realizar supuestos concretos acerca de las oportunidades de reinversión que se podrían tener, para los flujos intermedios de los proyectos, hasta el final de la vida económica del proyecto de mayor duración. En nuestro ejemplo se debería estimar la tasa a que se puede reinvertir el flujo de CA\$120,000 del proyecto A, a partir del final del año 1 hasta el final del año 4. Asimismo, debería estimarse en el proyecto B, la tasa a que se pueden reinvertir los flujos intermedios de los años 1, 2 y 3, hasta el año 4. Una vez que se han calculado los flujos resultantes de ambos proyectos para el cuarto año, los proyectos habrán sido equiparados en sus vidas económicas, y entonces se podrá evaluarlos mediante la utilización del VAN o de la TIR.
- Suponer que los flujos intermedios de los proyectos podrán reinvertirse a una tasa de rendimiento similar a la

mínima aceptable por la empresa. En caso de aceptar esta solución, en el ejemplo, procederíamos a determinar y comparar el VAN de cada proyecto, para tomar la decisión en esas bases.

- Suponer que, al finalizar el proyecto de menor duración, sus flujos pueden invertirse en proyectos con características y rendimientos iguales al original. Cuando se opta por esta solución, las vidas de los proyectos que se están comparando deberán equipararse mecánicamente, utilizando para ello el mínimo común múltiplo de sus vidas económicas. Los flujos de los proyectos A y B, de acuerdo con esta solución, tendrían los patrones de comportamiento que se presentan en el Cuadro 4.2.

Cuadro 4.2

Proyectos mutuamente excluyentes
Equiparación de vidas económicas
En pesos centroamericanos

Años	Proyecto A		Proyecto B	
	Inversiones	Beneficios	Inversiones	Beneficios
0	(100,000)		(100,000)	
1	(100,000)	120,000		30,000
2	(100,000)	120,000		50,000
3	(100,000)	120,000		50,000
4		120,000		30,000

Una vez que los flujos están equiparados, se procede a la evaluación de los proyectos por medio del VAN o de la TIR. En nuestro ejemplo, la naturaleza del problema excluye

la posibilidad de utilizar esta solución. Unicamente por razones ilustrativas se presentan los ajustes que mecánicamente podrían haberse realizado.

- Estimar el valor de mercado para los activos del proyecto de más larga duración, al finalizar la vida económica del proyecto de más corta duración. La estimación de valores residuales a precios de mercado es difícil de ejecutar por su complejidad de pronóstico, y además, no ofrece ninguna ventaja adicional sobre las que pueden proporcionar las tres primeras soluciones. En nuestro ejemplo, tendríamos que suponer que el proyecto B descontinúa su vida económica al final del primer año y estimar para esa fecha su valor residual de mercado. Una vez efectuado el ajuste, se procedería a realizar las comparaciones por medio del VAN o de la TIR.

Los métodos que reconocen el valor del dinero, en función del tiempo, producirán decisiones correctas con cualquiera de las soluciones propuestas, siempre que los elementos de la decisión sean coherentes con el método seleccionado. Sin embargo, la primera opción es la mejor de las 4 desde un punto de vista teórico y no requiere de mayor elaboración para mostrar su superioridad, pero en su ejecución es la de mayor complejidad, pues necesita de un alto grado de precisión en los pronósticos financieros. En la práctica, la segunda opción es la que ofrece mayores ventajas, porque simplemente requiere del cálculo del VAN para la primera ronda de las inversiones y después presupone, por cierto razonablemente, que los flujos intermedios serán reinvertidos a la tasa mínima de rendimiento requerida por la empresa.

4.4 COSTOS ANUALES EQUIVALENTES

En los casos de proyectos mutuamente excluyentes, en donde es necesario comparar costos de operación e inversiones⁶, se puede utilizar como solución alternativa al VAN, el procedimiento de los costos anuales equivalentes, cuyos supuestos de reinversión son iguales a los del VAN. El procedimiento consiste en convertir el total de las inversiones y de los costos actualizados⁷ de cada proyecto, en cuotas o costos anuales equivalentes. Mediante este procedimiento, el proyecto cuyo costo anual equivalente sea menor, resulta el más favorable para la empresa.

Un ejemplo para ilustrar con mayor claridad el concepto de costos equivalentes es el siguiente. Supongamos que una empresa cuyo punto de corte es del 10% anual, tiene 2 proyectos mutuamente excluyentes, con vidas económicas desiguales. El proyecto A tiene una vida económica de 4 años, con inversiones y costos totales actualizados de CA\$29,530; el proyecto B, con duración de 5 años, tiene inversiones y costos totales actualizados de CA\$36,952. Para convertir los flujos del proyecto A en costos anuales equivalentes será necesario encontrar la cantidad anual, que a lo largo de 4 años y a la tasa de rendimiento mínima aceptable por la empresa, pueda dar un valor actual neto de CA\$29,530. Por lo tanto, necesitamos dividir los flujos actualizados de CA\$29,530 por el factor de descuento de cuotas que corresponde a uno por año, durante 4 años y al 10% anual. La operación aritmética sería

6 Los proyectos de este tipo tienen, con frecuencia, vidas económicas indefinidas por ser proyectos de sustitución o reemplazo.

7 Es necesario observar que nos referimos a las inversiones y costos después de los efectos impositivos, descontados a la tasa de rendimiento mínimo aceptable por la empresa.

$29,530 \div 3,170$, resultando un costo anual equivalente para el proyecto A de CA\$9,315. De igual forma se procede a efectuar las estimaciones de los costos anuales equivalentes del proyecto B y se obtiene la cantidad de CA\$9,750. El proyecto A es el más conveniente para la empresa por tener el menor costo anual equivalente.

4.5 PROYECTOS CON FINANCIAMIENTO ATADO

Existen situaciones en que es necesario mezclar los flujos de operaciones y los flujos financieros relacionados con un proyecto, no para obtener la TIR/VAN de la inversión total, sino para determinar la TIR/VAN de los recursos propios invertidos en el proyecto. Las situaciones aludidas son excepciones al principio general, el cual establece la necesidad de mantener separados los flujos de efectivo provenientes de las operaciones y los ocasionados por las decisiones de financiamiento. El principio general se justifica cuando las decisiones de financiamiento se toman a nivel de empresa y no a nivel de proyecto.

En los países en vías de desarrollo se presentan, con mucha frecuencia, situaciones en donde los préstamos de largo plazo están atados a la ejecución de proyectos específicos, creándose de hecho situaciones de excepción al principio general. En estos casos en que las decisiones de financiamiento se toman a nivel del proyecto, es recomendable obtener tanto la TIR/VAN del proyecto como la TIR/VAN de los recursos propios invertidos en el proyecto⁸. Como ejemplos de situaciones en que este tipo de problema se presenta con frecuencia, podemos mencionar los siguientes:

⁸ El método del VAN ajustado es especialmente útil para evaluar proyectos con financiamiento atado.

- Inversiones en bienes raíces con financiamiento hipotecario de largo plazo.
- Proyectos con financiamiento, a tasas de interés y condiciones, más favorables que los normalmente disponibles en el mercado financiero.
- Consorcios formados en la industria de la construcción para realización de obras civiles, en donde empresa y proyecto se fusionan, tienen una vida económica común y obtienen financiamiento específico.

Al efectuar los cálculos de la TIR o del VAN de los recursos propios de un proyecto, se debe tener cuidado en el estimado de los flujos, debiéndose deducir del lado de las inversiones el endeudamiento correspondiente y, del lado de los flujos de beneficios, los pagos del principal de la deuda y los intereses después de impuestos. El porcentaje de rendimiento, que se obtiene para los recursos propios del proyecto, es función del rendimiento de la inversión total, del porcentaje de endeudamiento asignado al proyecto y de las condiciones del financiamiento; por lo tanto, debe compararse únicamente con el costo de oportunidad de los recursos propios de la empresa.

Para ilustrar la forma en que se calcula la TIR de los recursos propios de un proyecto, se presenta este ejemplo: la empresa Alfa está considerando un proyecto de bienes raíces, que requiere de una inversión total de un millón de pesos centroamericanos y tiene una vida económica de 5 años. Los flujos de beneficio incrementales provenientes de las operaciones son del orden siguiente:

<u>Año 1</u>	<u>Año 2</u>	<u>Año 3</u>	<u>Año 4</u>	<u>Año 5⁹</u>
CA\$200,000	300,000	300,000	400,000	400,000

La información anterior es suficiente para determinar la TIR de la inversión, que se ha calculado en aproximadamente un 16%, pero para determinar la TIR de los recursos propios es necesario, además, disponer de la información relacionada con el financiamiento del proyecto. Para tal efecto, podemos suponer que se ha negociado un préstamo hipotecario de CA\$500,000, a una tasa de interés del 10% anual y con un plazo de 5 años, incluyendo un período de gracia de 3 años. La combinación de los flujos de operación y de los flujos financieros del proyecto de bienes raíces se presenta en el Cuadro 4.3.

Cuadro 4.3

Perfil de flujos
TIR de los recursos propios¹⁰
En miles de pesos centroamericanos

CONCEPTOS	0	1	2	3	4	5
Proyecto						
Inversiones	(1,000)					
Flujos de beneficios		200	300	300	400	300
Valores residuales						100
Financiamiento						
Préstamos	500					
Intereses		(30)	(30)	(30)	(30)	(15)
Amortizaciones					(250)	(250)
Flujos netos	(500)	170	270	270	120	135

⁹ Incluye valores residuales por CA\$100,000

¹⁰ Se supone una tasa del 40% del impuesto sobre la renta.

La TIR de los recursos propios se ha calculado en un 29% anual, con base en los flujos del Cuadro 4.3. La diferencia entre la TIR del proyecto (16%) y la TIR de los recursos propios (29%) se explica únicamente por el efecto de palanca causado por la utilización de deuda en el financiamiento del proyecto de bienes raíces. Es interesante observar que el flujo neto combinado es considerablemente más variable e incierto que el flujo mismo del proyecto, por lo que con frecuencia tendremos situaciones donde ocurren flujos netos negativos, intercalados entre flujos positivos, imposibilitándose entonces la determinación de la TIR. En estas situaciones deberíamos obtener el Valor Actual Neto de los recursos propios.

El Costo del Capital, el Rendimiento Requerido y los Proyectos de Inversión

5.1 Las Fuentes de Financiamiento de Largo Plazo

5.2 El Costo del Capital de la Empresa:

El costo de la deuda. El costo de las acciones preferenciales. El costo del capital ordinario. La ponderación de los costos. Ejemplificación.

5.3 Limitaciones del Costo Ponderado de Capital

5.4 El Modelo de Precios Activos de Capital (MPAC) y el Costo del Capital:

El modelo. El MPAC y el costo del capital. Ejemplificación. El MPAC y los diferenciales de riesgo.

En los capítulos anteriores hemos considerado las decisiones de inversión sin profundizar en las decisiones de financiamiento. Nos hemos referido con frecuencia, sin embargo, a que las inversiones requieren de una tasa de rendimiento mínima aceptable para la empresa. En este capítulo nos proponemos estudiar la problemática en torno a la tasa de rendimiento requerida en las decisiones de inversión.

El uso del costo del capital como rendimiento mínimo para escoger entre nuevas oportunidades de inversión ha sido generalmente aceptado en el pasado entre los teóricos financieros. El razonamiento es claro y convincente. El propósito básico de las inversiones es agregarle valor al capital de participación de los propietarios. Este valor puede aumentarse únicamente cuando los retornos provenientes de las inversiones nuevas cubran y sobrepasen el costo de los fondos necesarios para financiarlas. El costo del capital (o la tasa de rendimiento requerida) proporciona el punto de enlace entre las decisiones de inversión por un lado, y las decisiones de financiamiento por otro. Como veremos en breve, esto puede volverse un asunto complejo, quizás el tema más controvertido y difícil de las finanzas, pero nadie discreparía del concepto básico de que es necesario cubrir, al menos, los costos reales de financiamiento asociados con los nuevos proyectos.

Otro factor que conduce al establecimiento de directrices específicas sobre los rendimientos requeridos para los proyectos de inversión es la necesidad que tienen las organizaciones de delegar y descentralizar el proceso decisorio. Establecer uno o varios puntos de corte para las decisiones de inversión, es un medio que tiene la dirección de la empresa para comunicar sus expectativas estratégicas y garantizar un esfuerzo coordinado para procurar el logro de dichas expectativas. No debemos olvidar que la empresa aprovecha oportunidades de inversión con el fin de poner en práctica su estrategia corporativa. En las empresas pequeñas, donde un solo hombre toma decisiones estratégicas, la necesidad de establecer normas mínimas de rendimiento, determinadas de manera explícita y formal, disminuye considerablemente.

En este capítulo exploraremos las formas que tradicionalmente se emplean para calcular los rendimientos mínimos o los puntos de cortes requeridos para proyectos de inversión. Comenzaremos con un breve análisis de las fuentes de financiamiento de largo plazo que tiene la empresa. Continuaremos con una presentación del costo ponderado del capital para la empresa y sus limitaciones fundamentales. Finalmente, se presentará una alternativa al costo del capital de participación, de reciente desarrollo, basada con modelo de precios de acciones empleando activos de capital. Incluiremos también una introducción al tema de los diferenciales de riesgos en la evaluación de proyectos.

5.1 LAS FUENTES DE FINANCIAMIENTO DE LARGO PLAZO

Los principales instrumentos de financiamiento de largo plazo son: obligaciones, acciones preferenciales, acciones comunes, arrendamientos financieros y valores convertibles. Los diferentes tipos de financiamiento, prioridad en los pagos, riesgo, tratamiento fiscal, costo y derecho a controlar la dirección de las operaciones de las empresas.

Las obligaciones a largo plazo (bonos, préstamos) son títulos contractuales que normalmente tienen vencimiento mayor de un año. Las cláusulas protectoras en un contrato de deuda son concebidas fundamentalmente para proteger a los acreedores. El título de los tenedores de las obligaciones contra los ingresos y activos es prioritario al de los tenedores de las acciones preferenciales y comunes. Además del riesgo de incumplimiento, los tenedores de las obligaciones están sujetos

Capítulo VI

El Riesgo en los Proyectos de Inversión

- 6.1 Certeza, Riesgo e Incertidumbre
- 6.2 Un Marco de Análisis
- 6.3 El VAN/TIR y las Variables Críticas
- 6.4 La Cuantificación del Riesgo
- 6.5 El Riesgo Medido en los Flujos
- 6.6 El Riesgo Medido con Tasas de Descuento

En este capítulo se presentan las dos grandes avenidas que conducen al análisis del riesgo en los proyectos de inversión. Después de presentar las bases conceptuales en las primeras cuatro secciones, procedemos a incorporar el problema del riesgo en los flujos de un proyecto y a cuantificarlo con probabilidades del VAN/TIR. A continuación presentamos las consecuencias de incorporar el riesgo en las tasas de descuento y una de las formas de cuantificarlo.

6.1 CERTEZA, RIESGO E INCERTIDUMBRE

Cuando no existen dudas sobre los sucesos del futuro, se puede tener certeza del resultado que producirá una acción. Las decisiones que se toman bajo estas

condiciones son *decisiones determinísticas o decisiones bajo certeza*. En una decisión tomada bajo certeza, el decisor prevé un solo acontecimiento futuro. Que esta suposición sea cierta o falsa es otro problema; el hecho es que la decisión se ha tomado, suponiendo un futuro exactamente predecible.

El futuro puede, en verdad, no ser conocido con certeza, sin embargo, si la decisión es tomada suponiendo un futuro exactamente predecible, entonces la decisión se considera tomada bajo certeza. En consecuencia, *se dice que las decisiones determinísticas se toman bajo certeza subjetiva*, puesto que otras personas podrían considerar la misma situación como un caso de verdadera incertidumbre, e incluir toda una serie de resultados posibles en su análisis.

En las situaciones en donde el pronóstico prevé toda una gama de resultados posibles, la decisión de inversión se torna incierta. Cuando todos los resultados posibles se conocen, junto con su probabilidad de ocurrencia, se tiene conocimiento del riesgo que envuelve la decisión. Este tipo de decisión se llama, *decisión bajo riesgo*. El riesgo de un suceso se mide con la probabilidad de su ocurrencia, de manera que pueda utilizarse en el cálculo de los valores esperados de las diferentes alternativas.

Los conceptos fundamentales sobre el riesgo son: la predicción de los sucesos y la medición del riesgo. Se predice la ocurrencia de un suceso y se mide su posible ocurrencia con probabilidades que, a su vez, se estiman. La probabilidad de ocurrencia puede ser deducida analíticamente o inferida a partir de datos obteni-

dos de experiencias pasadas. Ambas formas proporcionan la información necesaria para tomar decisiones bajo riesgo. Las deducciones analíticas de las probabilidades de ocurrencia se basan en principios fundamentales del cálculo de probabilidades y en el conocimiento a fondo de las características de una situación. Por otro lado, las inferencias empíricas, sobre las probabilidades de ocurrencia, se basan en el estudio de datos históricos y en el uso de técnicas de inferencia estadística.

En el mundo de los negocios, las probabilidades de los diferentes sucesos rara vez pueden deducirse analíticamente. En la mayoría de los casos, el cálculo de las probabilidades se efectúa mediante el examen minucioso de datos reales obtenidos de experiencias pasadas. Si los datos disponibles son suficientes en cantidad y, además, son típicos o representativos, entonces puede estimarse una probabilidad de ocurrencia. Es decir, si se conocen todos los resultados posibles de una situación y se dispone de suficientes datos históricos sobre los mismos, entonces las probabilidades de ocurrencia de los sucesos pueden estimarse a partir de un cuadro de frecuencias relativas. En este caso se clasifica la situación como un suceso bajo riesgo.

Cuando los resultados posibles son parcialmente conocidos, pero no así su probabilidad de ocurrencia las *decisiones se toman bajo incertidumbre*. La incertidumbre surge por falta de información relacionada con el problema analizado. La falta de información hace que la decisión se revista de un carácter subjetivo. Posiblemente no habrá dos personas que al ver una situación propongan siempre las mismas alternativas, ni

que al observar un suceso formulen, respecto a éste, igual opinión cuantitativa. La información, pues, no se posee en suficiente cantidad ni para predecir todos los resultados posibles ni para estimar los riesgos que les corresponden.

Contrariamente a lo que sucede con el riesgo, la incertidumbre no puede incorporarse con facilidad en la toma de decisiones de inversión. Mientras que el riesgo puede estimarse numéricamente, permitiendo el planeamiento anticipado, la incertidumbre tiene como característica principal el carácter subjetivo de las previsiones.

Cuando un decisor incluye en su análisis una serie de sucesos, sobre los cuales no conoce probabilidades de ocurrencia, también analiza la situación bajo incertidumbre. Sin embargo, él puede asignar, subjetivamente y a cada suceso, una probabilidad de ocurrencia. En este caso, convierte el problema a una decisión *bajo riesgo subjetivo*. En realidad él previene el conjunto de sucesos y estima, subjetivamente, la probabilidad de ocurrencia de cada resultado particular. Estas son asignadas por él basándose en su experiencia anterior o en su concepto mental de la situación. Es evidente que muy pocos coincidirían en el cálculo de estas probabilidades, ya que experiencias distintas originan estimados diferentes.

6.2 UN MARCO DE ANALISIS

En las decisiones de inversión, como en cualquier otra decisión, se trata de seleccionar entre varios cursos alternativos de acción. Si la escogencia de los cur-

sos de acción no trae consecuencias de importancia para la empresa, carece de importancia el proceso de escogencia. Si esto es así, cualquier curso de acción da lo mismo. No hay decisión que tomar. Para que exista una verdadera decisión, debe haber diferentes consecuencias para la empresa en cada alternativa. Estas, mejores o peores, implican un riesgo en cada alternativa. *No hay decisión que tomar si las alternativas carecen de riesgo.* En ausencia del riesgo en las alternativas el curso de acción es claro: se debe seleccionar aquélla que proporciona mayor beneficio; en consecuencia, no existe una decisión sin un riesgo asociado.

Para que la escogencia del curso de acción sea óptima, sería deseable conocer, de antemano, todas las consecuencias que cada alternativa implica. Desafortunadamente esto no es posible, por lo que los decisores deben contentarse con una aproximación de lo que sucedería en el futuro. Por lo tanto, se deben pronosticar, de la mejor manera, las consecuencias futuras de cada alternativa de inversión. El pronóstico comprende un doble campo de acción: el que corresponde al entorno (económico, político y social), y el pronóstico de los riesgos del proyecto en sí. Como es de esperarse, los pronósticos son siempre inciertos respecto a los sucesos futuros, y es normal estimar toda una gama de resultados posibles, como consecuencia de una decisión.

Para poder escoger entre diversos cursos de acción es necesario tener, además del pronóstico, algún criterio de comparación. Es decir, la combinación de una o varias variables que permitan medir, con fines de comparación, las ventajas y desventajas de cada curso alternativo de acción. La escogencia de un criterio para

comparar es sumamente importante en el resultado de la decisión. Como se observó en capítulos anteriores, los métodos de la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN) ofrecen resultados contradictorios en algunas ocasiones. Asimismo, otros criterios de comparación tales como niveles de contribución, utilidades, ingresos marginales y otros, pueden llevar a la escogencia de una u otra alternativa. Es evidente, pues, que la escogencia del criterio de comparación influye en la decisión a tomar. La experiencia indica que la selección del criterio que se debe utilizar, requiere de un cuidadoso análisis sobre el problema de inversión. Es más, los objetivos y fines que persigue la empresa deben constituir las bases para escoger los criterios de comparación en el campo de las inversiones. En términos generales, los criterios de comparación pueden clasificarse en tres categorías:

1. Criterios que miden los rendimientos económicos de un proyecto de inversión.
2. Criterios que miden el riesgo envuelto en las diferentes alternativas del proyecto.
3. Criterios que representan objetivos cualitativos del proyecto, no reducibles a variables numéricas.

La combinación racional de estas tres categorías constituye lo que se conoce como un *modelo decisional*. En capítulos anteriores construimos modelos de flujos de caja, valores actuales y demás, que se basaban en algunos de estos criterios. En la próxima sección del presente capítulo aprenderemos a combinar los tres tipos de parámetros, en modelos de decisiones más complejos.

El proceso de análisis en las decisiones de inversión tiene, entonces, la siguiente secuencia:

- La selección de los criterios de decisión que se van a utilizar.
- La construcción de un modelo de análisis.
- La investigación de los resultados obtenidos.
- La toma de decisión correspondiente.

6.3 EL VAN/TIR Y LAS VARIABLES CRITICAS

Las variables de mayor importancia en el comportamiento de los flujos de un proyecto, que determinan su nivel de riesgo, son de dos tipos:

1. Variables exógenas al proyecto, que determinan el comportamiento del entorno en que opera la empresa. Ejemplos: inflación, devaluación y riesgos políticos, que serán discutidas en capítulos posteriores.
2. Variables endógenas al proyecto, que determinan el comportamiento de factores directamente relacionados con el rendimiento del proyecto.

Las variables endógenas más importantes en los proyectos de inversión son:

Inversiones

- Inversiones en bienes de capital.
- Inversiones en capital de trabajo.
- Valores residuales de las inversiones.

Dimensión del mercado

- Tamaño del mercado.
- El precio de venta proyectado.
- Crecimiento del mercado.
- Proporción del mercado.

Costos/gastos de operación

- Costos/gastos de producción proyectados.
- Costos/gastos fijos proyectados.

Vida económica del proyecto

De acuerdo con la naturaleza del proyecto, los componentes más importantes en cada una de estas variables pueden ser diferentes. Asimismo, el riesgo observado en cada una de ellas varía. En todo caso, estas variables son las que están sujetas a fluctuaciones y, dependiendo de los pronósticos propuestos, el proyecto será más o menos rentable. En resumen, los riesgos de un proyecto considerado integralmente vienen a ser determinados por los riesgos implícitos en cada una de las variables críticas y en el riesgo del entorno. En todo caso, el inversionista confrontará el problema de escoger entre varios proyectos con rendimientos atractivos y diferentes niveles de riesgo. ¿Cuál escoger? ¿Cómo medir el riesgo?

Contestar estas preguntas no es un problema sencillo, pues debemos encontrar las formas de medir el riesgo percibido en cada proyecto. Una vez que se ha cuantificado el riesgo, debemos buscar una manera de combinarlo con algún criterio de comparación, para realizar la evaluación del proyecto.

La forma más sencilla de solucionar el problema de evaluación de proyectos bajo riesgo consiste en considerar los proyectos *bajo certeza subjetiva*, es decir, seleccionar un valor representativo del rendimiento del proyecto e ignorar toda cuantificación adicional del riesgo. Esta solución se utilizó en los primeros capítulos de este libro. Como se podrá recordar, es necesario efectuar estimaciones de las variables críticas, con el fin de calcular el VAN o la TIR representativos de cada proyecto. Las estimaciones que específicamente tienen que realizarse son:

- Los valores representativos de las inversiones.
- Los precios de venta representativos para cada año.
- El volumen de ventas representativo para cada año.
- Los costos y gastos representativos en cada año.
- Un valor representativo de la vida económica del proyecto.
- Un valor representativo de los valores residuales de las inversiones.

Las estimaciones precedentes darán por resultado un flujo de caja representativo para cada año, y entonces se puede obtener un VAN representativo del proyecto. El VAN estimado representa una medida de rendimiento bajo certeza subjetiva, con un riesgo implícito igual al riesgo promedio de la empresa; con estas bases se procede a la evaluación final de los proyectos. La medida del riesgo queda, pues, implícitamente incorporada en la escogencia de proyectos de inversión bajo *certeza subjetiva*.

Con el fin de ilustrar el problema descrito anteriormente, supongamos que la empresa Alfa dispone de

CA\$15.0 millones para invertir en los proyectos más rentables, de una cartera de proyectos independientes que se presenta a continuación. Supongamos también que la empresa requiere una tasa de rendimiento mínima para sus inversiones del 18% anual y que la tasa libre de riesgo¹ es del 13% anual.

El Cuadro 6.1 presenta las inversiones y el VAN correspondientes a cada proyecto.

Cuadro 6.1

Cartera de proyectos independientes
En miles de pesos centroamericanos

Proyecto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VAN	1050	400	600	850	1250	150	1500	600	800	1525
INVERSION	6000	2000	3000	2000	5000	500	4000	1500	3500	7000

Los valores del Cuadro 6.1 constituyen una medida de certeza subjetiva en las que el riesgo de cada proyecto se ha incorporado, implícitamente, con el diferencial de interés entre el rendimiento mínimo de la empresa (18%) y la tasa libre de riesgo del país (13%). Se supone, implícitamente, que el riesgo es igual en todos los proyectos (igual al riesgo promedio de la empresa) y que los proyectos deben tener un rendimiento superior en un 5%, al rendimiento libre de riesgo del país (13%). El lector podrá apreciar claramente que el supuesto implícito no es correcto y que los riesgos no son los mismos en cada proyecto, ni tampoco serán iguales al riesgo promedio de la empresa. Por lo tanto, es nece-

¹ La tasa libre de riesgo es la máxima tasa de interés que un inversionista puede obtener de sus recursos con total y absoluta certeza; es decir, sin la menor incertidumbre.

sario analizar con mayor profundidad las estimaciones de riesgo a nivel de proyectos de inversión.

Cuadro 6.2

Cartera de proyectos independientes
En miles de pesos centroamericanos

Proyecto	Inversión	VAN
2	2,000	400
4	2,000	850
5	5,000	1,250
6	500	150
7	4,000	1,500
8	1,500	600
TOTALES	15,000	4,750

Cuando enfrentemos situaciones de racionamiento de capital con los supuestos de certeza subjetiva, podemos seleccionar los mejores proyectos por medio del Índice de Deseabilidad (ID), con el fin de maximizar el Valor Actual Neto (VAN) total que podría generar la cartera de inversiones. En el Cuadro 6.2 se presentan los proyectos que han sido seleccionados por el índice de sensibilidad.

En esta cartera de proyectos, el VAN total ha sido maximizado, ignorando cualquier consideración adicional del riesgo de cada proyecto, por lo que la selección se efectuó bajo certeza subjetiva.

Un enfoque un poco más elaborado en el proceso de evaluación/selección de proyectos, consiste en efectuar un análisis de la sensibilidad del VAN/TIR, a cam-

bios en las variables críticas. Este enfoque permite explorar e identificar dos resultados:

- ¿A cuál(es) variable(s) es más sensible el VAN/TIR de cada proyecto?
- ¿Cuál de los proyectos es más sensible a los cambios en las variables críticas?

Aun cuando el análisis de la sensibilidad del VAN/TIR no se considera una medida del riesgo de un proyecto, si se utiliza este tipo de análisis para obtener una idea sobre el impacto de cada variable crítica en su rendimiento. El análisis de la sensibilidad constituye un primer intento en la estimación del riesgo de un proyecto específico.

6.4 LA CUANTIFICACION DEL RIESGO

La combinación de los ingresos anuales con los costos anuales da por resultado los retornos anuales del proyecto. Si tanto los ingresos como los costos son variables aleatorias, se puede visualizar toda una serie de resultados posibles para los retornos correspondientes a cada año. Esto es, se puede construir una distribución de frecuencias para el retorno de cada año. Es natural esperar que las distribuciones de los primeros años, tendrán menor variación que las de los últimos años debido a que los retornos pronosticados se vuelven más y más inciertos a medida que aumenta el tiempo. En todo caso, una vez establecida la distribución de frecuencias para cada año, se está en posición de medir el riesgo del proyecto, mediante una de dos alternativas.

- Utilizar la probabilidad de obtener un VAN igual o menor a cero como medida del riesgo del proyecto.²
- Medir el riesgo incremental del proyecto en la tasa de descuento, utilizando un diferencial sobre la tasa libre de riesgo.

Es importante comprender que el riesgo de un proyecto puede medirse, explícitamente, con la probabilidad de alcanzar un VAN negativo o con una tasa de descuento que incluya un premio por el riesgo asumido. Cualquiera de las dos medidas nos lleva a metodologías de selección de proyectos que combinan medidas del rendimiento del proyecto con las medidas del riesgo asociado. Lo que queda por definir es:

- ¿Cómo se estima la distribución de frecuencias correspondiente al VAN de un proyecto? ¿Cómo se combina la medida de rendimiento (VAN) con la medida del riesgo asociado?
- ¿Cómo se mide, con la tasa de descuento, el premio por el riesgo incremental asumido?

6.5 EL RIESGO MEDIDO EN LOS FLUJOS

El primer método para la medición del riesgo es considerar la probabilidad de alcanzar un VAN negativo en cada proyecto de la cartera. En este método las medidas utilizadas para evaluar proyectos de inversión son: el VAN representativo, como medida de rendimiento, y la probabilidad de alcanzar un VAN negativo como medida del riesgo.

² La TIR del proyecto podría también ser utilizado.

La metodología comprende los siguientes pasos:

- Estimar el VAN representativo de cada proyecto utilizando la tasa libre de riesgo del país.
- Estimar la distribución del VAN de cada proyecto. Para construir esta distribución de frecuencias del VAN se requiere, en algunas casos, de simulaciones computarizadas de las variables del proyecto, con el fin de estimar los flujos de caja que el cálculo de la distribución del VAN necesita. La distribución de frecuencias representará los riesgos del mercado y el proyecto en sí.
- Estimar, para cada distribución, la probabilidad de que el VAN de cada proyecto sea negativo.
- Determinar el máximo riesgo admisible por la empresa, es decir, la máxima probabilidad admisible, de que un VAN sea negativo.
- Eliminar de la cartera los proyectos que no satisfacen la máxima probabilidad admisible.
- Seleccionar, entre los proyectos restantes, aquéllos que maximicen el valor total del VAN, hasta agotar los proyectos con valores actuales netos positivos o los recursos disponibles.

En nuestro ejemplo de la empresa Alfa, supongamos que el punto de corte para la probabilidad de alcanzar un VAN negativo en un proyecto es de 0.10 y que se tienen las siguientes probabilidades en cada proyecto (Cuadro 6.3).

Cuadro 6.3

Cartera de proyectos y sus probabilidades
En miles de pesos centroamericanos

Proyectos	Inversión	VAN	Probabilidad VAN negativo
1	6,000	1,250	0.10
2	2,000	500	0.05
3	3,000	800	0.03
4	2,000	1,000	0.30
5	5,000	1,500	0.10
6	500	200	0.25
7	4,000	2,000	0.30
8	1,500	750	0.10
9	3,500	900	0.05
10	7,000	1,750	0.10

Los proyectos 4, 6 y 7 se excluyen de la cartera de inversión, por tener probabilidades mayores que el punto de corte de 0.10. Para seleccionar entre los proyectos restantes se eligen aquéllos que maximicen el VAN total hasta agotar los recursos disponibles. De esta forma se seleccionan los proyectos 2, 3, 5, 8 y 9.

6.6 EL RIESGO MEDIDO CON TASAS DE DESCUENTO

Este método para medir el riesgo consiste en ajustar la tasa de descuento libre de riesgo, de acuerdo con el percibido en el proyecto. En vez de estimar la probabilidad de ocurrencia de un VAN negativo en cada proyecto independiente, se aumenta la tasa de descuento utilizada en cada uno, a medida que el riesgo percibido sea mayor. El método funciona de la siguiente manera: si

el rendimiento libre de riesgo es (k_L), entonces en proyectos de mayor riesgo la rentabilidad requerida o tasa de descuento se aumenta en algún porcentaje dk , que depende del riesgo percibido en el proyecto.

Realmente este enfoque trata de cuantificar el riesgo de un proyecto, por medio de una tasa diferencial de descuento (dk), que incrementa la tasa de descuento libre de riesgo (k_L). La racionalización de este enfoque es similar al proceso observado en el sector financiero, donde a las empresas clasificadas como de riesgo mínimo se les suministran fondos a una tasa de interés preferencial, por considerarse que los préstamos correspondientes poseen un riesgo mínimo. En cambio, cuando se financia a empresas más pequeñas, o menos exitosas, se procede a clasificarlas en diferentes categorías de riesgo y a asignarles un diferencial en la tasa de interés, que representa el premio que recibe la institución financiera por asumir el riesgo adicional. Cuando en una institución financiera se otorga financiamiento a una empresa que no es beneficiaria de la tasa preferencial de interés, se reconoce que la diferencia entre la tasa preferencial y la tasa de interés contratada para la empresa es el premio que cobra la institución financiera por el riesgo adicional asumido. Claro está que en las instituciones financieras este procedimiento tiene un fundamento estadístico considerable, por la cantidad de préstamos que efectúan en los diferentes niveles de riesgo. Cuantificar el (dk) adicional, no es muy difícil, cuando se poseen operaciones de crédito tan numerosas como las que ocurren en una institución financiera. ¿Cuál es la situación en una empresa no financiera? ¿A qué información histórica puede recurrir una compañía que inicia unos 5 ó 6 pro-

yectos por año? Obviamente, la situación cambia y se deberá utilizar (dk) estimadas. ¿Qué procedimiento se puede seguir para estimar las (dk), en forma racional y consistente, cada vez que sea necesario? Apartando los argumentos sobre quién hace el estimado de (dk), ¿Cómo se puede asegurar que los estimados, hechos en diferentes ocasiones, reflejen en relación unos con otros, la relatividad del riesgo en cada situación.

Una forma de cuantificar el valor de (dk), es la de dar un estimado basado en la experiencia y buen juicio del que toma la decisión de inversión. El problema con los estimados de (dk) es que no reflejan una cuantificación del riesgo solamente, sino que también incluyen la aversión al riesgo del inversionista. Es decir, el dk estimado por el tomador de decisiones es una mezcla de su percepción del riesgo y su aversión hacia el riesgo.

$$dk = dk_1 + dk_2$$

Donde,

dk_1 = Componente que cuantifica el riesgo percibido.

dk_2 = Componente que cuantifica la aversión al riesgo percibido.

Indudablemente, la cuantificación del riesgo depende, en gran parte, de la información de que dispone el inversionista. Esta, sin embargo, es un elemento controlable, que puede considerarse como constante, en un proyecto de inversión. En una empresa con cierto nivel de información, ésta no aumenta ni disminuye al cambiar la persona que efectúa el análisis.

Es en la cuantificación de la aversión al riesgo percibido, que entran en juego las preferencias personales del analista y por consiguiente, la divergencia en los estimados de (dk) . La aversión al riesgo es cuantificable, pero cambia de un inversionista a otro según sean éstos más o menos conservadores. Entonces, a mayor actitud conservadora de parte del decisor, mayor será su aversión al riesgo, y por lo tanto, mayor su apreciación de (dk) . Lo anterior significa que la cuantificación de (dk) se ve aumentada por el mayor valor que se dé al componente (dk_2) .

Resumiendo, dos inversionistas pudieran coincidir en su cuantificación de (dk_1) pero casi nunca lo harán en su cuantificación de (dk_2) . El resultado neto sería dos valores diferentes de (dk) . Como en la cuantificación de (dk) no es posible separar (dk_1) de (dk_2) , resulta que en el cálculo del VAN del proyecto se están mezclando, en teoría, las emociones del inversionista, con su percepción del riesgo, lo que no nos conduce a decisiones universalmente aceptables, sino más bien a decisiones parcialmente personales o subjetivas.

Medir el riesgo de un proyecto de inversión con un diferencial (dk) sobre la tasa libre de riesgo del país (k_f) es sumamente atractivo para un inversionista, pues le permite sentir fácilmente lo atractivo o peligroso de los proyectos. Más aún, este procedimiento permite comparaciones entre diferentes alternativas de inversión, empresas, industrias y países. Debemos reconocer, sin embargo, que si creemos que los proyectos de inversión tienen riesgos diferentes unos de otros, entonces las tasas de descuento (k) a utilizar para cada proyecto, deben ser diferentes. Esto nos indica que debemos encon-

trar la tasa de descuento (k) que incorpora el riesgo del proyecto en el cálculo del VAN, cada vez que analicemos un proyecto nuevo.

Deberemos encontrar: $k = k_L + dk$

La estimación de k_L y dk , se discutirá a continuación, pero antes conviene comprender algunas implicaciones de este enfoque.

Supongamos la existencia de un flujo positivo R_1 de CA\$113,000, al cabo de un año. Si tenemos certeza absoluta de que este retorno se recibirá en el momento estipulado, el VAN del retorno se obtiene descontándolo a la tasa libre de riesgo k_L (13%), es decir:

$$VAN = R_1 / (1+k_L) = \text{CA\$}100,000.$$

En cambio, si hay riesgo asociado con la magnitud del retorno R_1 , éste se considera como una variable aleatoria cuya distribución probabilística indicaría la magnitud de este riesgo. De la distribución probabilística del retorno aleatorio R_1 , se puede deducir su Equivalente de Certeza (EC_1); esto es, ¿qué retorno libre de riesgo (EC_1) equivale al retorno R_1 con su riesgo asociado?. Se trata de intercambiar el retorno R_1 con su riesgo asociado, por un valor equivalente libre de riesgo EC_1 . Esta operación elimina el riesgo del retorno futuro sustituyéndolo por un valor cierto EC_1 .

El Equivalente de Certeza EC_1 , es generalmente menor al retorno esperado R_1 , por lo que se puede obtener de multiplicar R_1 por un factor a_1 usualmente mayor que cero, pero menor que uno. En otras palabras,

lo usual es que el equivalente de certeza sea menor que el retorno esperado.

Así: $EC_1 = a_1 R_1$,

Donde, $0 < a_1 < 1$.

Supongamos que el equivalente de certeza de los CA\$113,000 es CA\$95,000, entonces el coeficiente a_1 es 0.84 y el VAN del retorno es:

$$VAN = EC_1 / (1+k_L) = a_1 R_1 / (1+k_L)$$

$$VAN = CA\$95,000 / 1.13 = CA\$84,071$$

Como el riesgo del flujo lo podemos incluir en la tasa de descuento ajustada por el riesgo (k), entonces el retorno esperado R_1 al ser descontado con la tasa (k), ajustada por el riesgo, debe dar el VAN buscado; por lo tanto:

$$\begin{aligned} VAN &= R_1 / (1+k) \text{ y} \\ R_1 / (1+k) &= EC_1 / (1+k_L) \end{aligned} \quad (6.1)$$

En nuestro ejemplo numérico obtenemos:

$$\begin{aligned} CA\$113,000 / (1+k) &= CA\$95,000 / 1.13 \text{ ó} \\ k &= (113,000 / 84,071) - 1 = 34.41\% \end{aligned}$$

Una cuantificación del riesgo del proyecto, equivale a sustituir cada retorno incierto R_t con un Equivalente de Certeza EC_t , que permite encontrar el VAN del proyecto al descontar los EC_t resultantes con la tasa libre de riesgo k_L correspondiente a cada año.

También hemos observado que el riesgo de un proyecto puede ser incorporado en la tasa de descuento k con la cual podemos descontar los retornos inciertos R_1 . En ambos casos el VAN calculado debiera ser el mismo, por lo que la igualdad 6.1 nos señala una forma de estimar la tasa de descuento ajustada por el riesgo, a partir de un estimado del Equivalente de Certeza del retorno incierto más cercano, por lo tanto:

$$k = (R_1(1+k_r)/EC_1) - 1 \quad (6.2)$$

La igualdad 6.2, permite estimar valores de la tasa ajustada por el riesgo, para cada proyecto de inversión, basada en un estimado subjetivo del Equivalente de Certeza (EC_1) del primer retorno incierto y el mejor estimado de la tasa libre de riesgo (k_r). Las dudas sobre los estimados de k serán originadas por desacuerdos con los estimados del EC_1 y de la tasa libre de riesgo. Diferencias en estos estimados constituyen, claramente, uno de los problemas más simples que se encuentran en la teoría de utilidades o preferencia. Problemas multidimensionales, mucho más complejos, se resuelven a diario en sesiones de negociaciones gerenciales, como, por ejemplo, decidir sobre la conveniencia entre dos alternativas de contrato. El estimado del Equivalente de Certeza EC_1 del primer retorno incierto parece que no presenta complicaciones teóricas ni prácticas o de aplicación. Siempre hay que recordar, sin embargo, que las diferencias entre los diferentes estimados del equivalente de certeza se originan no sólo en diferentes percepciones del riesgo, sino también en diferentes aversiones al riesgo.

Una consecuencia aparente, es que para cuantificar el riesgo de un proyecto, basta con estimar los

equivalentes de certeza EC_t , correspondientes a cada retorno incierto R_t , y descontarlos a la tasa libre de riesgo k_L . Sin embargo, hay que recordar que *la tasa de descuento libre de riesgo no es la misma en todos los años de la vida económica del proyecto*, por lo que la correcta aplicación de este enfoque se convierte en un problema de pronóstico de la tasa libre de riesgo para cada año futuro. Este problema de pronóstico se evita utilizando una sola tasa libre de riesgo k_L como tasa de descuento.

Al descontar los Equivalentes de Certeza EC_t , con una tasa única libre de riesgo k_L , se introduce una restricción en el cálculo de los Equivalentes de Certeza. Consideremos las igualdades:

$$\sum EC_t / (1+k_L)^t = \sum a_t R_t / (1+k_L)^t \quad \text{para } t = 1 \text{ a } n$$

$$\sum R_t / (1+k)^t = \sum a_t R_t / (1+k_L)^t \quad \text{para } t = 1 \text{ a } n$$

Como las tasas libres de riesgo $(k_L)_t$ y ajustada por el riesgo k no cambian de un año a otro, podemos deducir que:

$$R_1 / (1+k) = a_1 R_1 / (1+k_L) \quad \text{o}$$

$$a_1 = (1+k_L) / (1+k)$$

Igualmente:

$$R_2 / (1+k)^2 = a_2 R_2 / (1+k_L)^2 \quad \text{y}$$

$$a_2 = (1+k_L)^2 / (1+k)^2 = (a_1)^2$$

En general:

$$R_t / (1+k)^t = a_t R_t / (1+k_L)^t \quad \text{y}$$

$$a_t = (1+k_L)^t / (1+k)^t = (a_1)^t \quad (6.3)$$

Esto implica que cuando se utiliza una sola tasa libre de riesgo k_L y una sola tasa de descuento ajustada por el riesgo k , los coeficientes que convierten los retornos aleatorios R_i en los equivalentes de certeza correspondientes, están todos relacionados.

La simplificación buscada al utilizar una sola tasa de descuento, sea libre de riesgo, o sea ajustada por el riesgo, introduce una posibilidad de error. Esto es, sería erróneo estimar los equivalentes de certeza EC_i en forma independiente, para después utilizar tasas de descuento únicas en todos los retornos. Si los equivalentes de certeza EC_i se estiman en forma independiente, también deberá estimarse la tasa de descuento libre de riesgo correspondiente a cada año.

Felizmente, al descontar todos los flujos con una sola tasa libre de riesgo (k_L), se facilita el problema de estimación, pues basta con estimar el Equivalente de Certeza para el primer retorno incierto del proyecto, para obtener automáticamente los equivalentes de certeza del resto de los retornos inciertos con la igualdad (6.3).

Por ejemplo, consideremos un proyecto de inversión en un país con una tasa libre de riesgo k_L del 13% anual que presenta los siguientes retornos representativos en pesos centroamericanos:

<u>Períodos</u>	<u>Inversión</u>	<u>Retornos</u>
0	1600	
1		800
2		725
3		600

Como se ha supuesto que la tasa libre de riesgo para los próximos tres años será del 13% anual, la tasa de descuento ajustada por el riesgo k puede ser estimada a partir de un solo estimado subjetivo del Equivalente de Certeza EC_1 . Un inversionista podría explicar su metodología de estimación del Equivalente de Certeza EC_1 , de la siguiente manera:

- Conozco que el retorno incierto R_1 es CA\$800 miles.
- Encuentro un comprador de este retorno, ya sea en el mercado de valores o entre mis conocidos.
- Como resultado de estas negociaciones tengo un estimado imperfecto del valor actual de EC^1 . Supongamos CA\$675 miles.
- Acumulo esta cantidad a un año, a la tasa libre de riesgo (13%) para obtener un estimado imperfecto de EC^1 . Digamos a CA\$763 miles (1.13×675 miles).
- Como el equivalente de certeza es siempre una mezcla de percepción y aversión al riesgo, nuestro inversionista ajusta subjetivamente el EC_1 calculado a CA\$750 miles.

Conocido el Equivalente de Certeza EC_1 , nuestro inversionista podría estimar la tasa implícita de descuento ajustada por el riesgo a partir de la igualdad 6.2, es decir:

$$k = (800,000 \times 1.13 / 750,000) - 1 = 20.5\%$$

También podríamos, por curiosidad, estimar los equivalentes de certeza implícitamente generados por el uso de la tasa única libre de riesgo del 13%.

La otra alternativa consiste en estimar directamente la tasa de descuento k para cada proyecto, tal como se explicó antes, modificando el premio en rendimiento demandado sobre la tasa libre de riesgo. Las implicaciones de cada metodología de estimación serán discutidas oportunamente.