



SOCIEDAD ARGENTINA DOCENTES EN ADMINISTRACION FINANCIERA

EVALUACION DE PROYECTOS

DOS NOTAS TECNICAS

CUADERNOS DE FINANZAS 53

DOCUMENTOS DE TRABAJO DE SADAF

What's wrong with modern capital budgeting?
Financial Practice and Education, vol.9, Fall/Winter 1999

A pedagogical note on modified internal rate of return
Financial Practice and Education, vol.9, Fall/Winter 1999

Traducción y Presentación: Ricardo A. Fornero Diciembre 2000

¿QUÉ ESTÁ MAL EN LA EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION?

René M. Stulz

Ohio State University

PRESENTACION. Cualquiera que haya aplicado las técnicas de evaluación de inversiones en negocios conoce las dudas acerca del intercambio entre la medición del flujo de fondos y de la tasa de rendimiento requerido. Este intercambio no está claramente explicitado en los manuales y textos.

Tampoco es claro el modo de considerar la medida de riesgo del negocio o de la empresa. Este artículo pone énfasis en la consideración explícita del riesgo total, cuando es relevante, y no sólo del riesgo sistemático del mercado financiero. Este es un tema que tampoco se encuentra con frecuencia en los textos más difundidos. Sin embargo, ya Alan Shapiro introducía de modo explícito este aspecto en su texto (*Modern Corporate Finance*, 1990). Más recientemente, Aswath Damodaran incluye diversas consideraciones del riesgo relevante (*Corporate Finance*, 1997).

René Stulz busca un encuadre integrado para el tratamiento del riesgo en las decisiones empresarias utilizando instrumentos más recientes. Su enfoque está fundado en la teoría financiera, pero trae reminiscencias de las ya antiguas teorías acerca del comportamiento frente al riesgo de Maurice Allais (*Le comportement de l'homme rationnel devant le risque*, 1953) y de Kahneman and Tversky (*Prospect theory: An analysis of decision under risk*, 1979). Tal vez no tan curiosamente, estos ensayos fueron publicados en *Econometrica*.

Las teorías de la valoración de títulos en mercados financieros, desarrolladas desde los años '60, son un enfoque alternativo de este tema para dar una respuesta a la pregunta ¿cuál es el riesgo y la retribución por el mismo que son relevantes en las decisiones?. Cada uno debe decidir si estas teorías (y los instrumentos que en ellas se fundan) han superado a los enunciados de decisión basados en comportamientos, o si se refieren sólo a un categoría especial de decisiones.

Cualquier MBA sabe al fin de sus estudios cómo valuar un proyecto. Ha aprendido que un proyecto aumenta la riqueza de los accionistas si su valor actual neto es positivo. Para calcular el valor actual neto tiene que pronosticar el flujo de fondos del proyecto y actualizarlo con una tasa que refleje el precio que el mercado de capitales reconoce al riesgo de ese flujo de fondos.

Para calcular el valor actual neto del proyecto al estudiante de MBA se le ha dicho reiteradamente que la volatilidad del flujo de fondos del proyecto no afecta su valor. Com-

parando dos proyectos que tienen el mismo flujo de fondos esperado, el proyecto con el flujo de fondos más volátil puede ser más o menos valioso que el proyecto con un flujo de fondos menos volátil.

Se le ha dicho que tampoco importa cómo está correlacionado el flujo de fondos del proyecto con el flujo de fondos de la empresa, porque el riesgo total de la empresa no afecta su valor.

Como resultado de estos argumentos la tasa de actualización depende sólo del riesgo del proyecto tal como es medido por el mer-

cado de capitales. Por tanto, a menos que exista sinergia entre el proyecto y las inversiones existentes de la empresa, el valor del proyecto es el mismo sin importar cuál es la empresa que lo realiza.

El modo en que la evaluación de proyectos¹ se enseña y se practica plantea una enorme paradoja. Una gran parte de la investigación académica de los últimos 25 años ha enfatizado las consecuencias que tienen, en la estructura de capital y las decisiones de inversión, los impedimentos de la vida real para realizar contratos. Impedimentos tales como la imposibilidad de establecer contratos que especifiquen cada contingencia, y la existencia de importantes asimetrías de información entre los directivos y los inversores, que obstaculizan la capacidad de las empresas para obtener fondos en el mercado.

Cuando uno enseña evaluación de proyectos, o cuando las empresas implementan la evaluación de inversiones del modo en que sus directivos lo han estudiado en las escuelas de negocios, las consecuencias de estos desarrollos conceptuales se presentan sólo como una precaución, un reparo casi excepcional. Esto es lo paradójico.

Las finanzas corporativas modernas comenzaron con las proposiciones de Modigliani y Miller. Las finanzas corporativas tienen que lidiar con imperfecciones de los mercados de capital que hacen que las proposiciones de Modigliani y Miller no sean aplicables. Y este hecho generalmente es ignorado cuando se aborda la evaluación de inversiones.

Esta situación se puede interpretar de dos maneras. Una explicación es que cuando uno corre en la carretera real de los negocios la teoría de las finanzas corporativas de los últimos 25 años no es particularmente relevante.

Otra explicación es que no estamos procediendo correctamente con nuestros estudiantes, al enseñarles evaluación de proyectos del modo en que lo hacemos; el resultado de esto es que lo que enseñamos no es aplicable de modo consistente.

Me inclino por esta última explicación. En este ensayo quiero plantear el modo en que la enseñanza y la práctica de la evaluación de proyectos puede hacerse de un modo que refleje lo que hemos aprendido de las finanzas corporativas en los últimos 25 años. De esta forma podremos medir efectivamente la creación de valor para los accionistas; haremos que la enseñanza de las finanzas corporativas sea menos esquizofrénica; y también logremos que la investigación académica de las finanzas corporativas sea más respetada por los que deben practicarlas cotidianamente.

1. Imperfecciones del mercado y evaluación de proyectos

Hay varias razones por las cuales el paradigma Modigliani y Miller para la evaluación de proyectos no es el más correcto en el mundo real. Remover algunos de los supuestos de mercados perfectos que subyacen en las proposiciones M&M habitualmente, aunque no siempre, es algo que destruye el fundamento conceptual de las reglas de evaluación de proyectos que enseñamos a nuestros estudiantes.

Si uno se enfoca en por qué los supuestos de mercados perfectos no son apropiados no explica de un modo útil las prácticas mejores y más aceptadas de la evaluación de inversiones. Porque hay muchas formas en que estos supuestos pueden modificarse, de modo que uno termina con una regla de evaluación distinta para cada cambio posible en los supuestos; pero no hay ninguna suficientemente fuerte como para justificar su uso en lugar de las reglas que aprenden los estudiantes.

En los años '70 se escribieron muchos ensayos que mostraban las limitaciones del paradigma M&M en la evaluación de proyectos. Quizá el más devastador fue uno de Eugene Fama que mostraba que la fórmula para actualizar el flujo de fondos no puede obtenerse de modo general en un encuadre multi-

¹ *N de T* En este ensayo se hace un uso intensivo de la expresión "capital budgeting". Se ha elegido la equivalencia "evaluación de proyectos de inversión en negocios" (o, de modo abreviado, "evaluación de proyectos"), elección que se manifiesta hasta en el título. La versión literal "presupuesto de capital" (o la más descriptiva "presupuesto de inversiones de capital"), que se utiliza en la traducción de algunos textos de finanzas, puede ser poco clara considerando el significado que la palabra "presupuesto" tiene en el vocabulario técnico de la administración.

periódico. Sin embargo, estos ensayos no han tenido un impacto significativo en la práctica y en la enseñanza de la evaluación de proyectos de inversión.

Para desarrollar reglas de evaluación de proyectos que puedan aplicarse consistentemente en la práctica es necesario eliminar un asunto que es el talón de Aquiles de la evaluación de proyectos en el modelo con mercados perfectos. Consideremos una empresa que tiene un valor de mercado del capital propio de \$ 120 millones, y dinero efectivo disponible de \$ 110 millones. Supongamos que a esta empresa se le ofrece un juego de azar. El juego, si la empresa lo acepta, consiste en tirar en este momento una moneda. Si cae cara la empresa recibe un cheque de \$ 102 millones. No hay incertidumbre acerca de este monto, ya que es un cheque certificado. Si la moneda cae ceca la empresa entregará un cheque por \$ 100 millones, con lo cual la mayoría de su dinero disponible desaparece. Suponiendo que el dinero se valúa por su cantidad, si la moneda cae ceca el valor del capital de la empresa se reduce a \$ 20 millones.

Puesto que el resultado del juego se revela en un segundo su efecto en el valor puede denominarse, en el lenguaje de las finanzas modernas, riesgo no sistemático. El valor actual neto del juego, sin embargo, es \$ 1 millón. Los alumnos aventajados de MBA que aplican lo que aprendieron llegarán a la conclusión de que el juego es conveniente. Uno se asombraría de que una empresa aceptara un juego con un VAN tan pequeño, en relación con la inversión. Pero si las empresas no aceptan este juego, esto significa que no aplican la evaluación de proyectos tal como habitualmente se enseña en las escuelas de negocios.

Existe evidencia clara que las empresas no toman juegos que tienen volatilidad grande para una ganancia esperada pequeña. Un ejemplo de tal evidencia es la valoración de los reaseguros por catástrofes.

El reaseguro por catástrofe es el que proporcionan las compañías de seguros en caso de una catástrofe natural, tal como huracanes o terremotos, que afecta a sus clientes y genera grandes pérdidas para la empresa. Los riesgos en los reaseguros por catástrofes son diversificables y, por tanto, el hecho de asumir-

los no implica un premio por riesgo: el precio del seguro debería ser la pérdida esperada actualizada a la tasa sin riesgo. Sin embargo, en la práctica la valoración del reaseguro no funciona así.

Veamos un ejemplo² (Froot, 1999). En el otoño de 1996 Berkshire Hathaway, una empresa de Warren Buffet, vendió un reaseguro a California Earthquake Authority. Esta entidad había vendido contratos en los cuales el comprador sería responsable de una parte de las pérdidas que podía provocar un terremoto. Por ejemplo, un comprador podía aceptar pagar las pérdidas en exceso de 5 mil millones de dólares, hasta 6 mil millones de pérdidas. El contrato que Warren Buffet aceptó fue por una parte de 1.050 millones de dólares, asegurados por cuatro años. La prima anual fue 10.75% del límite anual, o \$ 113 millones. La probabilidad de que el reaseguro se haría efectivo se estimó en 1.7% por EQE International, una empresa que realiza modelos de riesgos de catástrofes.

Sin considerar la actualización la prima anual fue 633% de la pérdida esperada. Si se hubiera utilizado el modelo estándar de evaluación de proyectos para establecer el precio del contrato de reaseguro la prima hubiera sido \$ 17.85 millones sin actualización, y un poco menos realizando actualización. A menos que uno piense que California Earthquake Authority deliberadamente valuó mal el contrato, esta valoración del reaseguro es un ejemplo claro de que no se puede conseguir que las empresas tomen juegos que la teoría moderna de la evaluación de inversiones dice que deberían tomar si se busca la maximización de la riqueza de los accionistas.

2. Riesgo total y riesgo financiero

La razón de que las empresas no entran en juegos con flujo de fondos volátil y rendimiento esperado pequeño es que los directivos saben que generalmente la volatilidad tiene consecuencias. En el ejemplo del juego en que se puede perder \$ 100 millones los directivos saben que la empresa con \$ 20 mi-

² Kenneth Froot (Ed), *The Financing of Catastrophic Risk*, University of Chicago Press, 1999

lones de capital no es la misma que una con \$ 120 millones. Si el valor disminuye la empresa comienza a no ser capaz de obtener ventajas de algunas oportunidades valiosas que podría tomar con más capital. La teoría financiera nos dice que a una empresa que está cerca de enfrentar dificultades financieras no le resulta fácil realizar contratos que requieren compromisos financieros de la contraparte. Consideremos cuatro razones para esta situación.

1) Si la probabilidad de dificultades financieras de una empresa no es trivialmente pequeña no podrá obtener capital por el problema de subinversión planteado por Stewart Myers. Si la empresa tiene deudas, cuando el valor del capital es bajo los fondos proporcionados por los accionistas benefician principalmente a los prestamistas, al hacer su acreencia más segura. Puesto que los nuevos accionistas esperan una tasa de rendimiento adecuada para su inversión y los prestamistas obtienen beneficios del nuevo capital incorporado, los accionistas actuales pierden porque son los únicos que proporcionan el rendimiento que requieren los nuevos accionistas. Entonces, los accionistas actuales serán reticentes a que la empresa obtenga nuevo capital, y por eso no se podrán financiar proyectos nuevos que en parte requieren capital propio.

2) Jensen and Meckling mostraron que cuando la probabilidad de dificultades financieras no es trivial comienza a ser rentable para los accionistas aumentar el riesgo de la empresa, aunque esto tenga un costo. Cuando el desempeño de una empresa es pobre, la quiebra cercana hace que las acciones prácticamente pierdan todo su valor. Al tomar grandes riesgos los accionistas tienen la posibilidad de restaurar el valor de su capital, si el riesgo no se materializa. Si, por el contrario, el riesgo resulta en una gran pérdida los accionistas no estarán peor, puesto que antes de eso su capital ya valía poco (o nada).

Este incentivo para que las empresas aumenten su riesgo cuando están cerca de dificultades financieras hace que una empresa en tales condiciones no obtendrá fondos de los bancos o del mercado de bonos. Los inversores potenciales supondrán que la empresa

querrá aumentar su riesgo y, por tanto, los nuevos fondos serán prohibitivamente caros, o se obtendrán sólo con restricciones que resten la flexibilidad que requiere la empresa para obtener ventajas de las nuevas oportunidades.

3) Al aumentar la probabilidad de dificultades financieras algunos participantes (proveedores, clientes, empleados) no encontrarán atractivo invertir en su relación con la empresa. Para que una empresa tenga éxito deben existir individuos y otras empresas que estén interesados en invertir en capital que sea específico de la empresa. Tal inversión es atractiva si la empresa es saludable y tiene perspectivas de crecimiento, pero es menos interesante cuando la empresa enfrenta dificultades y no puede materializar sus oportunidades de crecimiento.

En una empresa que se aproxima a una situación de dificultades

- ✓ los empleados piensan que estarán mejor si procuran aumentar su propio valor para otras empresas, en vez de hacerlo en conocimiento o habilidades específicas de la empresa en que están
- ✓ los proveedores no aumentarán su capacidad para los productos que son de uso específico de la empresa, porque no saben si será capaz de crecer y utilizar esos productos
- ✓ los clientes serán reticentes a comprar los productos de la empresa porque no están seguros de que el servicio de posventa y las garantías se cumplirán de acuerdo con lo que la empresa ofrece

Como consecuencia de todo esto las empresas que se encuentran en dificultades tienen que pagar más por los mismos servicios, o tienen que ofrecer precios más bajos a los clientes para compensar el impacto de su fragilidad financiera.

4) Los directivos tienden a procurar sus propios objetivos, por ejemplo en cuanto a tamaño de la empresa. A una empresa que está en una situación financiera débil le resultará difícil obtener fondos porque los inversores no pueden distinguir con suficiente nitidez si la empresa invertirá el dinero en buenos proyec-

tos que aumentan su valor o en malos proyectos que los directivos quieren realizar para aumentar el tamaño. Los directivos tienen información sobre los proyectos que los inversores no tienen, y si éstos suponen que los directivos buscan principalmente sus propios objetivos, las empresas que necesitan obtener dinero del mercado a veces no serán capaces de financiar proyectos valiosos.

En función de esto una empresa con una probabilidad no trivial de dificultades financieras puede no ser capaz de invertir en proyectos que serían valiosos si esa probabilidad fuese cercana a cero. Esto porque no puede obtener los fondos para invertir en esos proyectos, o porque el costo para esos proyectos es demasiado alto debido a la propia fragilidad financiera de la empresa.

El aumento del riesgo total puede hacer más probable que una empresa se acerque a una situación en que no podrá encarar proyectos valiosos. Entonces, este aumento tiene un costo para la empresa. Las técnicas de evaluación de proyectos desarrolladas bajo el supuesto de que los mercados de capitales son perfectos no tienen en cuenta el costo del aumento del riesgo total originado en nuevos proyectos. Se supone que la contratación en el mercado es perfecta y sin costo, y por eso desaparecen los problemas emergentes de una empresa en situación cercana a las dificultades financieras: la empresa siempre puede recapitalizarse y con eso alejarse de tal situación. Pero esta recapitalización sin costo de transacción no es posible en el mundo real. Por tanto, el riesgo total es importante, y debe tenerse en cuenta cuando una empresa evalúa un proyecto.

Esto implica que las técnicas de evaluación de proyectos que se enseñan en los MBA no son correctas, y deben cambiarse³. Cada proyecto tiene un costo que no se tiene en cuenta en esas técnicas: el impacto del proyecto en el riesgo total de la empresa.

Para considerar este costo las empresas deben cuantificar su riesgo total, comprender

el costo de aumentar ese riesgo, y establecer el impacto del nuevo proyecto en el riesgo total de la empresa.

Los costos del riesgo total comentados antes implican que la medida adecuada del riesgo total no es la volatilidad del flujo de fondos o del rendimiento del capital. Aumentar el riesgo de la empresa sin afectar la probabilidad de dificultades financieras no tiene un costo obvio para una empresa. Sin embargo, cualquier aumento del riesgo que aumenta esa probabilidad tiene costo, y debería ser tenido en cuenta al evaluar un proyecto.

Debido a que el riesgo que tiene costo es el que está asociado con grandes pérdidas las medidas adecuadas de riesgo son las de extremos bajos, tal como Value-at-Risk o Cash-flow-at-Risk.

En una empresa que comprende su riesgo total y los costos asociados con un aumento del mismo la evaluación de proyectos consiste en utilizar el enfoque que se enseña en los programas MBA con un cambio importante: el valor del proyecto disminuye por el costo de su impacto en el riesgo total de la empresa.

Consideremos de nuevo el ejemplo con el que comenzamos. Con las técnicas tradicionales de evaluación de proyectos el juego que paga \$ 102 millones con probabilidad 0.5 o que tiene una pérdida de \$ 100 millones con similar probabilidad tiene un valor de \$ 1 millón para la empresa que lo acepta. Este proyecto tiene un considerable riesgo de extremo bajo, puesto que la empresa puede perder cinco sextos de su capital.

Uno puede esperar que este juego tenga un costo debido a su impacto en el riesgo de la empresa que excede \$ 1 millón y, consecuentemente, no debería aceptarse.

Habitualmente los proyectos con rendimiento esperado pequeño y gran volatilidad son ignorados por las empresas. Los directivos no los consideran porque piensan que es una decisión correcta, aunque la teoría financiera moderna afirma que deberían realizarse. Con reglas de evaluación de proyectos que lleven a decisiones correctas cuando existen imperfecciones en el mercado de capitales la teoría financiera podría aplicarse consistentemente en las empresas, en su búsqueda de aumentar el valor.

³ Los detalles pueden verse en el capítulo 4 de mi próximo libro, *Derivatives, Risk Management, and Financial Engineering*, Southwestern College Publishing. Este capítulo está disponible en <http://www.cob.ohio-state.edu/fin/faculty/stulz>.

3. Administración de riesgo y selección de proyectos

Cuando el riesgo total es importante las empresas pueden aumentar su valor y el valor de los proyectos mediante coberturas. Esto hace que la administración del riesgo sea inseparable de la selección de proyectos. Consideremos un proyecto que tiene un riesgo no sistemático que puede cubrirse. Con esta cobertura el valor del proyecto no cambia si aplicamos las reglas habituales de evaluación de proyectos, porque en éstas el riesgo total no se tiene en cuenta.

Pero si el riesgo total tiene un costo, un proyecto cuyo riesgo no sistemático puede cubrirse, total o parcialmente, es más valioso porque implica un menor impacto en el riesgo total de la empresa. Por tanto, en esta situación la cobertura aumenta el valor porque disminuye el riesgo total.

El estudiante de MBA tendrá bien aprendido que las decisiones de financiamiento y de inversión son decisiones separadas. Con el marco esbozado esto no es correcto. El costo del riesgo total depende de cómo se financia una empresa. Si se enfrenta una gran pérdida, las consecuencias en la política de inversión son diferentes según la empresa se financie sólo con capital propio, o también con deuda.

Esto significa que una empresa debe tomar sus decisiones de estructura de capital para administrar de manera óptima su riesgo total.

Si el capital no tiene costos de obtención no existiría un costo del riesgo total, porque cualquier empresa siempre podría obtener el capital que necesita para que la probabilidad de dificultades financieras sea casi cero. Pero los costos de agencia y las asimetrías de información hacen que la obtención de capital tenga un costo, y la empresa debe evaluar el intercambio entre el costo del riesgo total y el costo de obtención de capital. Todas las empresas parece que saben esto, ya que hay muy pocas financiadas sólo con capital.

Pero este intercambio no se tiene en cuenta en los modelos de evaluación de proyectos. Lo cual no tiene sentido. Si el aumento del capital para reducir el riesgo total tiene un costo, en el margen el costo del riesgo total es el costo de obtención de capital.

Los modelos de finanzas corporativas que sólo funcionan cuando el riesgo total no es significativo no son de aplicación general. Por el contrario, los modelos que asignan un rol al riesgo total funcionan muy bien cuando el riesgo total no es importante para un proyecto de inversión de una empresa en particular.

En nuestros textos y nuestras clases debemos utilizar modelos en los cuales el riesgo total afecta las decisiones de la empresa. Es algo bastante peculiar de las finanzas que utilicemos tanto tiempo para explicar cómo funciona un mundo sin fricciones, si tenemos en cuenta que la mayor parte de lo que hace interesantes a las finanzas ocurre cuando existen fricciones. Es momento de invertir el orden, y enfocarse en primer lugar al mundo real.

UNA NOTA DIDACTICA ACERCA DE LA TASA INTERNA DE RENTABILIDAD MODIFICADA

C. Edward Chang
George S. Swales, Jr.
Southwest Missouri State University

PRESENTACION. En este artículo se resumen algunas características de la TIR modificada. Merece destacarse la constatación de que los textos de finanzas más difundidos no suelen explicar esta medida, mucho más adecuada que la TIR, en especial cuando ésta supera en mucho a la tasa de costo de capital. Esto puede originarse en las ambigüedades que introduce el concepto de “tasa de reinversión implícita” en una medida de rendimiento o de valor. Se ha incluido un apéndice con algunas características del cálculo de la TIRM.

Los economistas financieros y los textos de finanzas hace mucho que sostienen que el método de la tasa interna de rentabilidad (TIR) no es tan bueno como el método del valor actual neto (VAN). Los resultados de investigaciones que se han informado durante las décadas pasadas, sin embargo, muestran que los directivos de negocios prefieren la TIR en vez del VAN para evaluar los proyectos de inversión (Epps and Mitchem, 1994; Kim, Crick and Kim, 1986; Klammer, Koch and Wilner, 1991; Mukherjee, 1987; y Pike, 1989). Muchos directivos piensan que la TIR es más fácil de interpretar y de comunicar que la medida del VAN.

Las fallas teóricas del método de la TIR más ampliamente utilizado han generado una literatura referida a métodos con una tasa de rentabilidad “mejorada” (ver McDaniel, McCarty and Jessell, 1988; Lin, 1976; Plath and Kennedy, 1994; y Shull, 1993).

En el punto 1 mostraremos un método basado en porcentaje desarrollado de modo académico que es mejor que la TIR. Esta medida, denominada tasa interna de rentabilidad

modificada (TIRM), no sólo mantiene las cualidades destacables de la TIR, sino que resuelve 1) todos los problemas relacionados con proyectos de inversión no normales, y 2) los principales conflictos en el ordenamiento de proyectos alternativos según el VAN y la TIR habitual.

En el punto 2 analizamos la cobertura inadecuada de la TIRM en la mayoría de los textos de finanzas corporativas.

En el punto 3 proporcionamos información y sugerencias para la utilización de la función TIRM en las planillas de cálculo disponibles.

Esperamos que los futuros estudiantes de finanzas corporativas estarán equipados con este método de análisis teniendo en cuenta la facilidad de su utilización con planillas de cálculo.

1. TIR versus TIRM

TIR se define como la tasa de actualización que hace igual el valor actual de los in-

portes positivos del flujo de fondos de un proyecto con el valor actual de los importes negativos. La regla de la TIR establece que una empresa debería aceptar un proyecto que tiene una TIR mayor que el costo de capital del proyecto.

El método de la TIR, como el VAN, es una técnica basada en el flujo de fondos actualizado. Excepto para los proyectos de inversión no normales que se mencionan e ilustran más adelante, ambos métodos llegan a la misma conclusión cuando se utilizan para proyectos independientes. La diferencia entre ambos es más importante cuando el decididor debe seleccionar entre proyectos mutuamente excluyentes.

La superioridad del VAN sobre la TIR es bien comprendida en el ámbito académico y está bien explicada en los textos de finanzas corporativas. De modo breve, los problemas con la TIR se pueden considerar en dos categorías.

Primero, en los proyectos de inversión no normales aparecen dos problemas. Algunos proyectos tienen importes positivos seguidos de uno o más importes negativos. Una nueva regla TIR podría ser: se debería aceptar el proyecto cuando la TIR es menor que la tasa de actualización.

Algunos proyectos tienen varios cambios de signo en el flujo de fondos, y por ello pueden existir múltiples TIR, o ninguna.

Segundo, en los proyectos de inversión mutuamente excluyentes, tanto por diferencias de escala como de forma temporal del flujo de fondos, el proyecto con la TIR más alta no necesariamente tiene el VAN más alto. El método del VAN supone que los flujos de fondos serán reinvertidos a la tasa de costo de capital de la empresa, mientras que el método de la TIR supone reinversión con una tasa igual a la TIR del proyecto. Puesto que la reinversión al costo de capital es un mejor supuesto, el VAN es superior a la TIR.

La TIRM se define como la tasa de actualización que hace igual el valor actual de los importes de salida de dinero de un proyecto de inversión con el valor actual del valor final de los importes de entrada de dinero. Formalmente,

$$\sum_{t=0}^n \frac{FF_t^N}{(1+k)^t} = \frac{\sum_{t=0}^n FF_t^P (1+k)^{n-t}}{(1+TIRM)^n}$$

donde

FF_t^N son los importes requeridos para iniciar el proyecto (salida de dinero)

FF_t^P son las entradas de dinero (importes positivos)

El término de la izquierda es simplemente el valor actual de las salidas de dinero (el costo de la inversión), importes que se actualizan con la tasa de costo de capital del proyecto.

El numerador en el término derecho es el valor futuro de las entradas de dinero, suponiendo que estos importes son reinvertidos a una tasa igual al costo de capital del proyecto. El valor final es el valor futuro de todos estos importes en el último período del proyecto.

La TIRM tiene una ventaja significativa sobre la TIR habitual. La TIRM supone que el importe de cada período se reinvierte al costo de capital del proyecto, mientras que la TIR habitual supone que se reinvierte a la TIR del proyecto. Como se mencionó, ya que la reinversión al costo de capital de la empresa, k , es un supuesto mejor, la TIRM es un indicador más efectivo de la verdadera rentabilidad de un proyecto.

Los ejemplos numéricos que se incluyen a continuación muestran que la TIRM resuelve la mayoría de los problemas de la TIR, y se acerca al método del VAN. Tomaremos ejemplos utilizados corrientemente en los textos de finanzas corporativas, e incorporaremos la TIRM para examinar sus méritos y limitaciones. Vemos que es bastante fácil integrar la TIRM en las presentaciones tradicionales de los métodos de decisión acerca de proyectos de inversión.

1.1 Proyectos no normales. Un proyecto no normal tiene al menos una salida neta de dinero en un período después de una o más entradas de dinero. Estos proyectos pueden presentar dos problemas cuando son evaluados con la regla de la TIR: 1) El método de la TIR puede llevar a una decisión incorrecta; 2) El

proyecto puede tener múltiples TIR o ninguna.

Problema 1: ¿Prestar o pedir prestado? La regla de decisión con la TIR necesita revertirse en algunos proyectos no normales, tal como el de un préstamo.

Cuando prestamos o invertimos dinero buscamos la tasa de rentabilidad más alta. En el cuadro 1, el proyecto L tiene un VAN de \$ 364 y una TIR de 50%, y es un buen proyecto. Cuando pedimos prestado dinero o cuando un proyecto tiene entradas netas de dinero seguidas de una o más salidas, la regla de la TIR se revierte: deberíamos aceptar proyectos cuya TIR sea menor que el costo de oportunidad del capital. El proyecto B tiene una TIR de 50% y un VAN de \$ 364. La regla de la TIR resultaría en una decisión incorrecta de aceptar o rechazar. La TIRM funciona como el VAN: es positiva cuando prestamos y negativa cuando pedimos prestado.

Cuadro 1 ¿Prestar o pedir prestado?

Proyecto	Flujo de fondos		TIR	VAN a 10%	TIRM (k=10%)
	F0	F1			
L	-1.000	1.500	50%	364	50%
B	1.000	-1.500	50%	-364	19.3%

Fuente: Brealey and Myers (1996)

Problema 2: TIR múltiple o ninguna TIR.

El cálculo de la TIR puede llevar a múltiples tasas si el signo de los importes del flujo de fondos cambia más de una vez. En el cuadro 2 el proyecto M tiene una TIR de -50% y otra de 15,24% debido al doble cambio de signo en el flujo de fondos. Si bien los dos valores responden a la definición de la TIR, ninguno proporciona un discernimiento acerca de la verdadera rentabilidad del proyecto.

También es posible que un proyecto no normal no tenga una TIR. El proyecto N tiene un VAN positivo para cualquier tasa de actualización.

La TIRM no tiene este problema de TIR múltiple o ninguna TIR.

Cuadro 2 Múltiples TIR o ninguna

Proyecto	Flujo de fondos							TIR	VAN a 10%	TIRM (k=10%)
	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6			
M	-1.000	900	150	150	150	150	-150	-50,0% 15,24%	75	11.2%
N	1.000	-3.000	2.500					Ninguna	339	16.6%

Fuente: Brealey and Myers (1996)

1.2 Proyectos mutuamente excluyentes. La regla de la TIR puede dar un ordenamiento incorrecto para proyectos mutuamente excluyentes que difieren en el tamaño de la inversión, la forma del flujo de fondos y la vida económica.

Problema 3. Diferencias en tamaño de la inversión. Puede aparecer un problema si la salida inicial de dinero es diferente en proyectos mutuamente excluyentes. En el cuadro 3 se muestra que los proyectos S y L son buenas inversiones. Se prefiere el proyecto S si

utilizamos tanto la TIR como la TIRM, y el proyecto L si utilizamos el método del VAN. Si sólo se puede seleccionar uno de los proyectos debemos resolver el problema. El método del VAN es mejor que los otros, porque indica el monto en pesos en que cada proyecto cambia la riqueza de los accionistas.

Con los ajustes adecuados se pueden utilizar los métodos de la TIR o la TIRM. Se calcula la TIR o la TIRM del flujo de fondos incremental, y se comparan con el costo de capital. Esto se observa en el ejemplo, y por eso deberíamos preferir el proyecto L.

Cuadro 3 Diferencias en tamaño de la inversión

Pro- yecto	Flujo de fondos			TIR	VAN a 10%	TIRM (k=10%)
	F0	F1	F2			
S	-100		400	100%	231	100%
L	-100.000		156.250	25%	29.132	25%
L-S	-99.900		155.850	24,9%	28.902	24,9%

Fuente: Van Horne and Wachowicz (1995)

Problema 4. Diferencias en la forma del flujo de fondos. La TIR no es confiable para ordenar proyectos que tienen distinta forma temporal, aunque tengan el mismo costo de inversión inicial. En el cuadro 4 los proyectos D y I tienen la misma inversión inicial, pero el flujo de fondos del proyecto D disminuye a lo largo del tiempo, y el del proyecto I au-

menta. El proyecto D tiene una TIR más alta. El ordenamiento según la TIRM y el VAN en este caso es sensible a la tasa de actualización que se elige. Cuando la tasa de rendimiento requerido es menor que la tasa de la intersección de Fisher el ordenamiento según TIRM y VAN es distinto que según TIR.

Cuadro 4 Diferencias en la forma del flujo de fondos

Pro- yecto	Flujo de fondos				TIR	VAN a 8%	TIRM (k=8%)
	F0	F1	F2	F3			
D	-1.200	1.000	500	100	22,79%	234	14,61%
I	-1.200	100	600	1.080	16,93%	264	15,41%

Fuente: Van Horne and Wachowicz (1995)

2. Tratamiento de la TIR y la TIRM en los textos de finanzas corporativas

Examinamos 16 textos muy difundidos de finanzas corporativas, considerando el tratamiento de la TIR y la TIRM según el número de páginas. Estos textos, identificados según el objetivo primario (seis para nivel de graduación en dirección de empresas y diez para nivel previo a graduación en dirección de empresas), se enumeran en el cuadro 6, en orden alfabético.

La mayoría de los textos de finanzas consideran que la TIR es la alternativa más importante para el método del VAN. De los 16 textos revisados sólo cinco (uno para gradua-

dos y otro para nivel previo a graduación en administración) consideran la TIRM. Otro relega este método a una nota de pie de página. El tratamiento total de la TIRM siempre es superado por el tratamiento de la TIR y el número de páginas dedicados a los problemas de la TIR.

Por sus importantes cualidades, sugerimos que los textos de finanzas corporativas consideren la TIRM como un método viable para el análisis de los proyectos de inversión. Los estudiantes estarán así equipados con esta técnica, especialmente si tenemos en cuenta la facilidad de su uso en planillas de cálculo.

Cuadro 6 Dieciséis textos de finanzas corporativas examinados por el tratamiento de la TIR y la TIRM (según número de páginas)

Autor(es) y edición	Objetivo primario del texto	TIR (páginas)		TIRM (páginas)
		Total	Problemas (a)	Total
Brealey & Myers, 5 th	G	9	7	–
Brigham & Gapenski, 8 th	G	10	8	2
Rao, 2 nd	G	14	10	–
Ross, Westerfield & Jaffe, 4 th	G	12	10	–
Van Horne, 10 th	G	9	6	–
Weston & Copeland, 9 th	G	9	7	–
Block & Hirt, 8 th	U	4	1	–
Brigham, 6 th	U	10	7	2
Cooley, 3 rd	U	14	8	–
Gitman, 6 th	U	9	4	–(b)
Keown, Scott, Martin & Petty, 7 th	U	12	4	3
Moyer, McGuigan & Kretlow, 6 th	U	5	2	–
Pinches, 5 th	U	6	4	3
Schall & Haley, 6 th	U	15	11	–
Van Horne & Wachowicz, 9 th	U	15	11	–
Weston, Besley & Brigham, 11 th	U	9	6	2

3. Uso de la función TIRM en planillas de cálculo

La ecuación para calcular la TIRM parece complicada, pero realmente no lo es, especialmente cuando se utiliza la función TIRM en las planillas de cálculo.

En esta función se puede utilizar una tasa para el financiamiento de las salidas de dinero y otra para la reinversión de las entradas de

dinero. Puede pensarse en una tasa más baja para el financiamiento y una más alta para la reinversión. Este puede ser el caso en la valuación de negocios inmobiliarios, en los cuales las fuentes y los usos de fondos pueden aparearse. En la evaluación de proyectos de la mayoría de las empresas deberíamos utilizar la misma tasa para el financiamiento y la reinversión, el costo del capital (k).

REFERENCIAS

- BLOCK, Stanley B. and HIRT, Geoffrey A., *Foundations of Financial Management*, 8th Ed., Irwin, Chicago, 1997
- BREALEY, Richard A. and MYERS, Stewart C., *Principles of Corporate Finance*, 5th Ed., McGraw-Hill, New York, 1996
- BRIGHAM, Eugene F., *Fundamentals of Financial Management*, 6th Ed., Dryden Press, Fort Worth, 1992
- BRIGHAM, Eugene F. and GAPENSKI, Louis C., *Financial Management: Theory and Practice*, 8th Ed., Dryden Press, Fort Worth, 1997
- COOLEY, Philip L., *Business Financial Management*, 3rd Ed., Dryden Press, Fort Worth, 1994
- EPPS, Ruth W. And MITCHEM, Cheryl E., A comparison of capital budgeting techniques used in the United States with those used in Japan and Korea, *Advances in International Accounting*, v.7, 1994, 205/216
- GITMAN, Lawrence J., *Principles of Managerial Finance*, 6th Ed., HarperCollins, New York, 1991
- JEOWN, Arthur J., SCOTT, David F, MARTIN, John D. and PETTY, J. William, *Basic Financial Management*, 7th Ed., Prentice Hall, New Jersey, 1996
- KIM, Suk H., CRICK, Trevor and KIM, Seung H., Do executives practice what academic preach?, *Management Accounting*, v.68, 1986, 49/52
- KLAMMER, Thomas, KOCH, Bruce and WILNER, Neil, Capital budgeting practices – A survey of corporate use, *Journal of Management Accounting Research*, v.3, 1991, 113/130
- LIN, Steven, The modified internal rate of return and investment criterion, *The Engineering Economist*, v.21, 1976, 237/247
- McDANIEL, William R, McCARTY, Daniel E. and JESSELL, Kenneth A., Discounted cash flow with explicit reinvestment rates: Tutorial and extension, *The Financial Review*, v.23, 1988, 369/385
- MOYER, R. Charles, McGUIGAN, James R. and KRETLOW, William J., *Contemporary Financial Management*, 6th Ed, West, St.Paul, 1995
- MUKHERJEE, Tarun K., Capital budgeting surveys: The past and the future, *Review of Business & Economic Research*, 1987, 37/56
- PIKE, Richard, Do sophisticated capital budgeting approaches improve investment decision-making effectiveness?, *The Engineering Economist*, v.34, 1989, 149/161
- PINCHES, George E., *Essential of Financial Management*, 5th Ed, HarperCollins, New York, 1996
- PLATH, D. Anthony and KENNEDY, William F., Teaching return-based measures of project evaluation, *Financial Practice and Education*, v.4, 1994, 77/86
- RAO, Ramesh K.S., *Financial Management: Concepts and applications*, 2nd Ed, Macmillan, New York, 1992
- ROSS, Stephen A., WESTERFIELD, Randolph W. And JAFFE, Jeffrey, *Corporate Finance*, 4th Ed., Irwin, Chicago, 1996
- SCHALL, Lawrence D. and HALEY, Charles W., *Introduction to Financial Management*, 6th Ed, McGraw Hill, New York, 1991
- SHULL, David M., Interpreting rates of return: A modified rate of return approach, *Financial Practice and Education*, v.3, 1993, 67/71
- Van HORNE, James C., *Financial Management and Policy*, 10th Ed., Prentice Hall, New Jersey, 1995
- Van HORNE, James C. and WACHOWICZ, John M., *Fundamentals of Financial Management*, 9th Ed, Prentice Hall, New Jersey, 1995
- WESTON, J.Fred, BESLEY, Scott and BRIGHAM, Eugene F., *Essentials of Managerial Finance*, 11th Ed., Dryden Press, Fort Worth, 1996
- WESTON, J.Fred and COPELAND, Thomas E., *Managerial Finance*, 9th Ed, Dryden Press, Fort Worth, 1992

APENDICE (Ricardo A. Fornero)

La TIRM se puede interpretar de varios modos. En la columna (1) del cuadro se plantea un flujo de fondos, cuya TIR es 29,2%. Aplicando la formulación de la TIRM se actualizan los importes negativos y se futurizan los positivos (columna 2) con la tasa de costo de capital, 13%. La TIR del flujo resultante (columna 3) es 21,3%. Con la función TIRM de Excel aplicada al flujo base (columna 1) se llega a la misma medida.

También se puede considerar sólo la futurización de los importes positivos. Se obtiene el flujo de columna 4. La TIR de este flujo resultante es 21,5%, una aproximación de la TIRM.

Finalmente es posible calcular la tasa de rendimiento futurizando todos los importes (positivos o negativos) excepto el primero

(columna 5). La TIR de este flujo (columna 6) es 23%. El resultado de este procedimiento es muy dependiente de la estructura del flujo. Si existen algunos flujos negativos cerca del final esta TIRM* puede ser incluso mayor que la TIR, aunque el costo de capital sea menor que la TIR.

Debe entenderse correctamente la definición de “actualización de los importes negativos”. Son todos los importes negativos, no importa dónde estén ubicados en el flujo de fondos. En el flujo de la columna 7 existe un importe negativo intermedio, 1.500, que se actualiza y se suma al importe negativo inicial (como se muestra en columna 9). La TIR de este flujo es 30,6%, y la TIRM 20,6%. Si se futuriza este importe negativo intermedio (como se hizo en el otro ejemplo, columna 5) la TIRM* es 22,4%.

	Base	Actualización de negativos y futurización de positivos		Sólo futurización de positivos	Futurización de todo el flujo, excepto el inicial		Base	Actualización de negativos y futurización de positivos	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
0	(3,000)	(3,000)	(3,885)	(3,000)	(3,000)	(3,000)	(3,000)	(3,000)	(4,040)
1	(1,000)	(885)		(1,000)	(3,004)	0	1,000	3,004	
2	1,000	2,658	0		2,658	0	1,000	2,658	
3	1,500	3,529	0		3,529	0	(1,500)	(1,040)	
4	1,500	3,123	0		3,123	0	1,500	3,123	
5	1,500	2,764	0		2,764	0	1,500	2,764	
6	2,000	3,261	0		3,261	0	2,000	3,261	
7	2,000	2,886	0		2,886	0	2,000	2,886	
8	2,500	3,192	0		3,192	0	2,500	3,192	
9	2,500	2,825	0		2,825	0	2,500	2,825	
10	2,500	2,500	26,738	26,738	2,500	23,734	2,500	2,500	26,213

TIR

29.2%	21.3%	21.5%	23.0%	30.6%	20.6%
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

TIRM Excel (k = 13%)

21.3%	20.6%
--------------	--------------