

Análisis comparativo de los métodos tradicionales de valoración aplicado a la simulación de un proyecto de inversión*

Comparative analysis of traditional valuation methods applied to the simulation of an investment project

Guillén León**

RESUMEN

Este artículo de reflexión revisa conceptual y empíricamente las técnicas tradicionales de valoración, VAN (Valor Actual Neto) y TIR (Tasa Interna de Rentabilidad). Se presenta un caso práctico con aplicaciones de estas técnicas dirigidas a un portafolio de proyectos de inversión que difieren en tiempo y desión. Respecto a los resultados obtenidos del caso propuesto, estos sugieren que, ante la discrepancia de proyectos de inversión que no son homogéneos en plazo y desembolso la solución no pasa por la elección de un método u otro sino por la homogenización de las inversiones en cuanto a plazo, desembolso y tasa de reinversión.

Palabras claves: Proyectos de inversión, Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Rentabilidad (TIR), Tasa Interna de Rentabilidad Modificada (TIRM), Flujos de Caja.

ABSTRACT

This article reviews conceptual and empirical reflection traditional techniques of valuation, NPV (Net Present Value) and IRR (Internal Rate of Return). We present a case study with applications of these techniques for a portfolio of investment projects that differ in time and disbursements, considering different rates of reinvestment of cash flows and different levels of hierarchy in their classification. Regarding the results obtained from the proposed case, they suggest that, given the discrepancy of investment projects that are not homogeneous in time and the solution is not disbursed by the choice of one method or another but for the homogenization of investment in terms of term disbursement and reinvestment rate.

Keywords: Investment projects, Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Modified Internal Rate of Return (MIRR), Cash Flows.

INTRODUCCIÓN

En el propósito de las empresas por maximizar sus beneficios, diversificar inversiones y tomar mejores decisiones financieras se han implementado diferentes métodos de valoración con el fin de optimizar la inversión en sus proyectos financieros. En este sentido, los métodos tradicionales de valoración, VAN (Valor Actual Neto) y TIR (Tasa Interna de Rentabilidad) constituyen herramientas de uso frecuente y se utilizan como los criterios de mayor aceptación en la selección de proyectos de inversión. Sin embargo, cuando tenemos un portafolio de proyectos de inversión que difieren en tiempo y desembolsos, con tasas

distintas de reinversión en los flujos de caja y diferentes niveles de jerarquización en su clasificación, nos enfrentamos con ciertas limitaciones en la aplicación de estos métodos de valoración financiera. Para subsanar esta restricción y lograr una mejor alternativa de elección y evaluación de proyectos se emplean estas técnicas con una modificación en la ordenación de proyectos según el método VAN en su versión tradicional, es decir, con la reinversión de los flujos intermedios que logren coincidir con el tipo de descuento utilizado en el VAN, lo cual se expone con la TIR modificada con reinversión al costo de capital. Considerando proyectos independientes, VAN y TIR modificada siempre convendrán en la ordenación de distintos proyectos de inversión, como

* Artículo de reflexión. Recibido en abril 12 de 2012, aprobado en julio 12 de 2012.

** Administrador de Empresas. Especialista en Finanzas. Magister en Economía y PhD (c) Administración. Docente. Universidad Autónoma del Caribe, Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Contables. E-mail: gleon@uac.edu.co

se evidencia en la simulación del caso propuesto donde se logra la convergencia entre estos dos métodos de valoración en la selección de proyectos de inversión y también en la jerarquización cuando las alternativas de inversión son equivalentes en desembolso y plazo; sin embargo, esto puede suceder en algunos casos específicos y como consecuencia de las diferentes hipótesis aplicadas de inversión de los flujos de caja.

El artículo está organizado como sigue. La primera sección expone un componente teórico sobre estos métodos de valoración. La sección dos, tres y cuatro está referida a la parte técnica y metodológica de los métodos clásicos de valoración. La sección cinco presenta una aplicación de estas técnicas sobre un ejercicio práctico. Se finaliza con las conclusiones.

1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LOS MÉTODOS VAN Y TIR

En la actualidad existen técnicas financieras más sofisticadas que apoyadas en programas informáticos y software estadísticos permiten tener un aplicativo más certero en el análisis y evaluación de proyectos. A pesar de ello, el método de Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR), así como una extensión de este último, la Tasa Interna de Rentabilidad modificada (TIRM), siguen teniendo gran aceptación entre los empresarios e inversionistas¹.

$$\frac{\partial VAN}{\partial k} < 0 \rightarrow VAN \text{ es una función decreciente respecto a } k$$

$$\frac{\partial^2 VAN}{\partial k^2} > 0 \rightarrow VAN \text{ es una función convexa respecto al origen de coordenadas}$$

El Valor Actual Neto de un proyecto se determina a partir de la suma de los flujos de caja asociados al mismo (incluyendo el desembolso inicial y descontando el costo de la inversión) actualizados a una determinada tasa de descuento, k^2 . Dicho de otra manera: “diferencia entre el valor actualizado de una serie de flujos de caja netos y la inversión inicial”. Su resultado nos proporciona una medida de “Rentabilidad Absoluta Neta”³ de un proyecto de inversión. Absoluta, en cuanto nos expresa el valor actualizado de la variación de la riqueza como consecuencia de la realización del proyecto de inversión. Por tanto, se expone en unidades monetarias y no en porcentaje. Neta, porque en su cálculo se tienen en consideración los flujos netos de caja (ingresos – egresos) asociados en cada período del tiempo a un proyecto de inversión, lo que supone para los inversionistas, accionistas y en general los empresarios contar con un método que les permite tomar las decisiones de inversión que maximicen su riqueza.

En el VAN como una función decreciente de la tasa de descuento tenemos que:

$$VAN = -A + \sum_{t=0}^n \frac{FNC}{(1+k)^t}$$

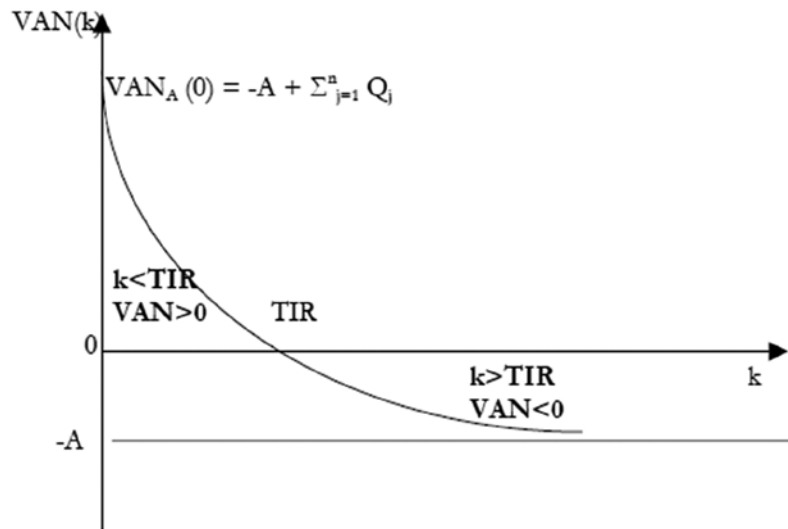
Por tanto, si:

¹ Graham, J y Harvey, C (2001, p. 201) realizaron un completísimo estudio del uso de las diferentes técnicas y modelos enunciados en la “teoría financiera de la empresa” aplicado a 392 directivos de un amplio espectro de empresas norteamericanas. Las principales conclusiones del estudio fueron: “las grandes empresas confían firmemente en las técnicas de valor actual y en el modelo de valoración de activos de capital, mientras que las empresas pequeñas están relativamente a gusto utilizando el criterio del plazo de recuperación”. Un sorprendente número de compañías utilizan el riesgo de la empresa más que el riesgo del proyecto en la valoración de nuevas inversiones.

² Es importante, para que el análisis conduzca a decisiones correctas la elección de la tasa de descuento adecuada, ya que según cuál sea el valor de la misma, para unos mismos flujos de caja, el valor del VAN variará, y con él nuestra decisión acerca la aceptación o rechazo del proyecto.

³ Al medir la “rentabilidad absoluta neta” asociada a un proyecto de inversión, estamos implícitamente midiendo el incremento de riqueza (aumento de posibilidades de consumo presentes) que la adopción de un proyecto de inversión supone para la empresa. Esta medida está en perfecta concordancia con el objetivo último que debe perseguir toda decisión empresarial: “maximizar el valor de mercado de la empresa desde el punto de vista de los accionistas”.

Gráficamente,



Por consiguiente:

$$\text{Si } k = 0 \rightarrow VAN = VAN \text{ máximo} = VAN = -A + \sum_{t=1}^n FCN$$

$$\text{Si } k = TIR \rightarrow VAN = 0$$

$$\text{Si } k \rightarrow \infty \rightarrow VAN = VAN \text{ mínimo} = -A$$

Sin embargo, también resulta preciso considerar que cuando se analiza un proyecto de inversión bajo la óptica del criterio del VAN, se está realizando una serie de supuestos que afectan el resultado obtenido, como son⁴:

1. El análisis del VAN presume un escenario estático (poco realista en la práctica).
2. El análisis tradicional con el VAN ignora la volatilidad futura estimada de los flujos estimados por el proyecto.
3. La tasa de descuento es conocida y constante. (En algunos casos es muy subjetiva)
4. El método del VAN establece la regla de decisión de llevar a cabo un proyecto de inversión, única y exclusivamente si el mismo VAN es positivo.
5. El método de VAN compara los proyectos de inversión en un punto en el tiempo.
6. Contra lo que se pudiera pensar, el método del VAN va en contra del axioma de las finanzas de diversificar el riesgo entre varias inversiones.

Por su parte la Tasa Interna de Rentabilidad asociada a un proyecto de inversión expresa la “Rentabilidad Bruta” del

mismo⁵ en términos relativos y por periodo; siendo una tasa de actualización o descuento que equipara el valor actual del flujo de egresos con el valor actual del flujo de ingresos, para así igualar a cero el VAN del proyecto de inversión. Es relativa, por cuanto se expresa en porcentaje. Bruta, pues para evaluar en base a ella la conveniencia de efectuar un proyecto de inversión deberemos compararla con “La tasa de descuento” y obtener la “Rentabilidad Relativa Neta⁶” del proyecto.

De ese modo, “Rentabilidad relativa neta” = $TIR - k = RN$

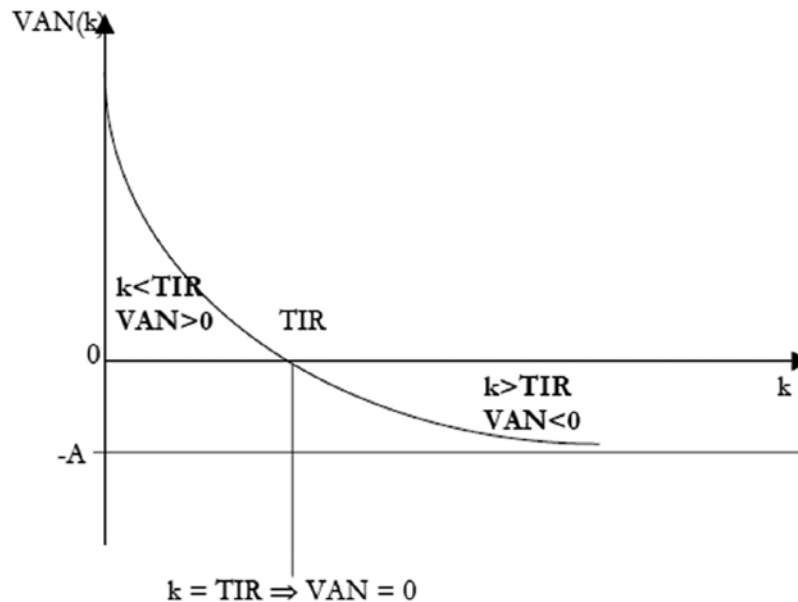
⁴ Una versión más detallada de estos casos se encuentran en Saavedra García María Luisa (2003).

⁵ Es importante hacer una distinción sobre la aplicación de la TIR, pues esta resulta equivalente a una inversión cuando dicha inversión no tiene flujos de caja intermedios, o cuando estos flujos de caja intermedios se puedan reinvertir a la misma TIR aplicada a la inversión inicial. De esta forma resultaran coincidentes los resultados en cuanto a la rentabilidad efectiva final y la TIR inicialmente aplicada.

⁶ La RRN, se obtiene sustrayendo de la TIR la tasa de descuento, es decir $TIR - k = RRN$. Esta rentabilidad del proyecto de inversión al expresarla en términos relativos (por unidad monetaria comprometida), y no en términos absolutos como el VAN, supone una ventaja importante sobre éste, pues no es preciso el conocimiento del desembolso inicial para tener una idea de la magnitud de la rentabilidad generada por el proyecto.

Si $TIR > k \Rightarrow RN = TIR - k > 0 \Rightarrow$ Se aceptaría el proyecto $\Rightarrow VAN > 0$
 Si $TIR = k \Rightarrow RN = TIR - k = 0 \Rightarrow$ Se rechazaría el proyecto $\Rightarrow VAN = 0$
 Si $TIR < k \Rightarrow RN = TIR - k < 0 \Rightarrow$ Se rechazaría el proyecto $\Rightarrow VAN < 0$

Gráficamente,



Al igual que el VAN, la TIR también expresa una serie de especificaciones que conviene tener en cuenta, como son:

1. En la función original la TIR requiere que los flujos de ingresos y egresos estén distribuidos de forma regular en el tiempo.
2. La función TIR, puede tener varias raíces, de hecho las tiene, porque es una expresión poli-nómica y algebraicamente es posible que haya dos o más raíces reales, pero la TIR sólo devuelve una de ellas, y no advierte al inversionista de la existencia de otros valores.
3. De no contar con otros indicadores de evaluación, la toma de decisiones financieras basado únicamente en la TIR resulta arriesgado debido, a las limitaciones formales de esta técnica, entre las que se encuentran: La distribución de ingresos y egresos de un proyecto puede tener saldo positivo antes de la fecha de expiración, estos excedentes deben valorarse a la tasa del costo de capital, (por ser una fuente de financiamiento más) y, ocurre entonces, que la TIR no es "interna", es decir independiente, sino una función de dicho costo.

2. APLICACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN CON LOS MÉTODOS CLÁSICOS

Para la evaluación de proyectos de inversión, la decisión de invertir estará en función de su rentabilidad, y resultará

rentable siempre que el valor del VAN resulte positivo, mientras que para la TIR lo será siempre que su rentabilidad interna supere una tasa mínima requerida. Frente a proyectos interdependientes y su posterior ordenación, la elección óptima de un proyecto de inversión entre varias alternativas será la que lleve asociado un VAN superior (positivo), y en el caso de elección de la TIR será la que presente un valor mayor a la tasa de descuento⁷, pudiendo establecer coincidencias o discrepancias entre el método VAN y la TIR en relación con la selección de proyectos de inversión y su jerarquización. En este aspecto y como complemento a este análisis surge una técnica denominada la "Tasa de Rendimiento sobre el Costo de Fischer"⁸. Su utilidad consiste en establecer los valores de las tasas de descuento en los que ambos criterios coinciden o discrepan al jerarquizar los proyectos de inversión, y sobre los cuales se esperarían rentabilidades diferentes, pues son inversiones con distintos niveles de inversión y plazos. En el caso de inversiones de igual desembolso, aquella que ofrezca mayor rentabilidad absoluta será la que tenga mayor rentabilidad relativa. Si además son del mismo plazo, la de mayor ren-

⁷ De esta forma se garantiza una mayor rentabilidad de la inversión, pues nos resulta más atractiva que la tasa de interés del mercado.

⁸ Irving Fisher denomina "tasa de rendimiento o retorno sobre el costo" a aquel tipo de actualización o descuento que iguala el valor capital de dos inversiones.

tabilidad absoluta y total (VAN) será la que presente mayor rentabilidad relativa y anual (TIR). Por tanto, el análisis en perspectiva sobre si son comparables dos proyectos con desembolsos muy distintos y periodos de análisis diferentes, nos plantea un ejercicio de reflexión. Efectivamente uno de ellos puede ofrecer mayor rentabilidad absoluta y total, de la misma forma que otro método puede ofrecer mayor rentabilidad relativa y periódica. Siendo así ¿Cuál método es financieramente más recomendable? ¿Es sustancialmente mejor un método de valoración, respecto a los resultados obtenidos por otros métodos? ¿Qué tanto se ajusta a la realidad los métodos tradicionales de valoración respecto a las nuevas formas de evaluarlos?

Frente a estos interrogantes y para solventar las diferencias entre estos métodos se debe apelar a la igualdad en su valoración, es decir, propender por equilibrar sus inversiones comparando por ejemplo la inversión de mayor desembolso (A) con la suma de dos inversiones (B+B'): la de menor desembolso y la que podría realizarse con la diferencia de desembolsos entre las dos primeras, como se expone en el caso de estudio. Como el periodo o plazo de recuperación sería similar, al comparar proyectos homogéneos en desembolso y plazo, el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de rentabilidad (TIR) conducen a las mismas decisiones en la jerarquización de proyectos de inversión en la totalidad de los casos. Sin embargo la posible discrepancia de resultados (según se utilice el criterio del VAN o la TIR), al establecer ordenadamente proyectos de inversión homogéneos y excluyentes, se debe al supuesto de reinversión de los flujos intermedios de caja⁹.

3. PLANTEAMIENTO DEL SUPUESTO DE REINVERSIÓN DE CAJA DE LOS FLUJOS INTERMEDIOS DE CAJA EN LOS MÉTODOS CLÁSICOS

En términos generales el valor actual neto de un proyecto de inversión responde a la siguiente expresión:

$$VAN = -A + \sum_{t=0}^n \frac{FNC}{(1+k)^t} \quad (1)$$

Ahora bien, si reinvertimos los flujos de caja intermedios a una tasa k' durante el periodo de duración del proyecto, el valor actual neto con la reinversión de flujos (VAN (k')) vendrá dado por:

$$VAN = -A + \sum_{t=0}^n \frac{FNC}{(1+k)^t} \quad (2)$$

Si no son coincidentes k con k' , es decir $k > k'$ o $k < k'$ entonces los resultados no serán del todo concluyentes y puede llevar a decisiones equivocadas de inversión. Ahora bien para simplificar el caso supondremos que $k = k'$ por lo que $VAN = VAN(k')$, lo cual supone que estaremos reinvertiendo a la misma tasa de rendimiento interna los flujos intermedios de caja y por tanto el $VAN = 0$. Si bien esta consideración puede resultar poco consistente con la realidad, ya que su valor puede ser mayor o menor al rendimiento que se espera del proyecto, nos resulta práctico a efectos del caso propuesto.

Respecto a la tasa interna de rentabilidad, su expresión viene dada por la siguiente ecuación:

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{FNC}{(1+r)^t} \quad (3)$$

Por lo que si reinvertimos los FNC intermedios durante el periodo de existencia del proyecto a una tasa k' , obtenemos que la tasa interna de rentabilidad con la reinversión de flujos $r(k')$:

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{FNC(1+k)^{n-t}}{(1+r(k'))^t} \quad (4)$$

De forma análoga al VAN, el análisis de la tasa k' puede resultar mayor, menor o igual que $r(k')$ por lo que en el caso de la TIR y suponiendo que $k' = r(k')$ obtenemos que $r = r(k')$, por tanto al utilizar la expresión habitual de la tasa interna de rentabilidad para el cálculo de la rentabilidad relativa y anual de un proyecto de inversión, implícitamente se está deduciendo que los flujos de caja se están reinvertiendo a la propia tasa interna de rentabilidad del proyecto. Sin embargo este supuesto puede resultar menos práctico que el realizado en el caso del valor actual neto teniendo en cuenta que la tasa interna de rentabilidad de cualquier proyecto debería ser superior al costo de la financiación. Además resulta sensato pensar que si el proyecto que se valora tiene similar riesgo a los otros proyectos valorados, dado que los flujos intermedios normalmente se reinvertirán en la propia empresa, entonces resulta razonable pensar que la tasa de reinversión sea próxima a la propia rentabilidad relativa del proyecto. Empero, con relación al supuesto implícito del valor actual neto (VAN), se presentan dos claras desventajas: la primera tiene que ver con la tasa, pues se desconoce su valor y por tanto la tasa de reinversión a aplicar, la cual influirá sobre la valoración final del proyecto. Segundo, al comparar distintas inversiones se utilizan diferentes tipos

⁹ Este supuesto plantea la posibilidad de reinvertir y por tanto capitalizar flujos de capital durante el periodo de duración del proyecto siempre que su nueva tasa sea mayor, pues de lo contrario no sería recomendable acometer la inversión.

de reinversión, pues cada proyecto tiene una tasa interna de rentabilidad (TIR) distinta. Por tanto al presentar el VAN y la TIR distintos supuestos implícitos de reinversión nos proyecta una valoración de inversiones diferentes, lo que puede generar discrepancia entre los métodos de valoración, por lo que resulta importante definir con claridad que tasa se considera preferible al momento de efectuar la reinversión. Para este caso se considera preferible la reinversión con k . En cualquier caso, el valor actual neto siempre será equivalente a la tasa interna de rentabilidad con reinversión a k que es en realidad la variante de la TIR conocida como TIR modificada, siendo la expresión que la define:

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{FNC(1+k)^{n-t}}{(1+r(k))^t} \quad (5)$$

De igual forma, en lo referido a la reinversión de los flujos intermedios para una misma tasa interna de rentabilidad del mismo proyecto la (TIR) y el (VAN) resultaran coincidentes¹⁰, por lo que:

$$VAN(r) = -A + \sum_{t=0}^n \frac{FNC(1+r)^{n-t}}{(1+k)^n} \quad (6)$$

4. Una aproximación metodológica a la discrepancia de los métodos clásicos en la ordenación de proyectos de inversión heterogéneos.

Para tratar de contrarrestar el efecto de la heterogeneidad en la jerarquización de proyectos inducido por la aplicación de tasas distintas como consecuencia de la reinversión de flujos de caja, se puede calcular una tasa k' , que aplicada a todos los flujos reinvertidos nos pueda determinar la medida de rentabilidad relativa y anual del proyecto, ya que al final la sumatoria de esto flujos nos definiría un flujo de caja reinvertido a la misma tasa k' . Es decir:

$$FCN = \sum_{t=1}^n FCN (1+k')^{n-t} \quad (7)$$

Del cual se deriva un flujo de caja en el periodo cero correspondiente al desembolso inicial, definido por:

$$FCN_0 = FCN_0 + \sum_{t=0}^n \frac{FCN}{(1+k')^t} \quad (8)$$

¹⁰ Si bien estos dos criterios pueden coincidir y servir al momento de valorar la (in) viabilidad de inversiones, no necesariamente se extienden sus resultados al momento de decidir qué inversión es mejor que otra(s), pues pueden existir diferentes tasas de reinversión.

Por tanto, la nueva tasa interna de rentabilidad resulta de la combinación del flujo de caja inicial más los nuevos flujos determinados a la tasa k' , que nos proyecta una tasa interna de rentabilidad modificada (r_m).

$$0 = FCN_0 + \frac{FCN}{(1+r_m)^n} \quad (9)$$

$$FCN_0 = FCN'_0 \quad (10)$$

Que al final constituye:

$$FCN_0 + \frac{FCN_n}{(1+r)^n} = \sum_{t=0}^n \frac{FNC(1+k)^{n-t}}{(1+r(k))^t} \quad (11)$$

De esta manera la TIR modificada converge con la tasa interna de rentabilidad con reinversión a una tasa k , logrando así equiparar los niveles de jerarquización de proyectos de inversión para la toma de decisiones más acertada con respecto al método VAN.

5. Simulación y aplicación de los métodos de valoración sobre un caso práctico

Una empresa del mercado local dedicada a la producción y comercialización de tejidos artesanales se ha propuesto expandir sus productos a otros mercados y para ello requiere de nuevas inversiones en capital físico (maquinaria). El departamento financiero encargado de aprobar las nuevas inversiones tiene dos opciones (A y B) para las que ha previsto un desembolso inicial (\$1.000.000), y sobre las cuales se estiman unos flujos de caja con un horizonte temporal de tres años. Además, en una de estas opciones (B) se plantea descontar un 10% del capital inicial para invertirlo en una entidad financiera que ofrece una rentabilidad adicional al capital invertido y que por tanto se constituye en un proyecto adicional a valorar, definido como la opción B'. También existe la posibilidad de que la opción B genere \$10.000 menos en el primer periodo. Teniendo en cuenta un costo de financiamiento del 6% procedemos a realizar la evaluación financiera de las alternativas de inversión. La siguiente tabla muestra el flujo de la inversión.

Tabla 1. Ejercicio propuesto

Inversión Maquinaria	Desembolso Inicial	FCN 1	FCN 2	FCN 3
Opción A	-1.000.000	700.000	450.000	300.000
Opción B	-900.000	610.000	500.000	320.000
Opción B'	-100.000	80.000	50.000	40.000

Valoración financiera de la primera alternativa de inversión

Con respecto a la rentabilidad absoluta y relativa estudiada anteriormente, clasificamos y ordenamos los tres proyectos de inversión.

1. Cálculo de la rentabilidad absoluta en función del VAN:

$$VAN_A = -1.000.000 + \frac{700.000}{(1+0.06)} + \frac{450.000}{(1+0.06)^2} + \frac{300.000}{(1+0.06)^3} = \$ 312.761$$

$$VAN_B = -900.000 + \frac{610.000}{(1+0.06)} + \frac{500.000}{(1+0.06)^2} + \frac{320.000}{(1+0.06)^3} = \$ 289.148$$

$$VAN_{B'} = -1.00.000 + \frac{80.000}{(1+0.06)} + \frac{50.000}{(1+0.06)^2} + \frac{40.000}{(1+0.06)^3} = \$ 53.556$$

Según el VAN nos decantamos por la inversión de la opción A.

2. Cálculo de la rentabilidad relativa en función de la TIR:

$$TIR_A = -1.000.000 + \frac{700.000}{(1+r)} + \frac{450.000}{(1+r)^2} + \frac{300.000}{(1+r)^3} = 0 \quad r_A = 25\%$$

$$TIR_B = -900.000 + \frac{610.000}{(1+r)} + \frac{500.000}{(1+r)^2} + \frac{320.000}{(1+r)^3} = 0 \quad r_B = 31\%$$

$$TIR_{B'} = -1.00.000 + \frac{80.000}{(1+r)} + \frac{50.000}{(1+r)^2} + \frac{40.000}{(1+r)^3} = 0 \quad r_{B'} = 38\%$$

En función de la TIR se selecciona la inversión B, a pesar de que la opción B' ofrece una mayor rentabilidad relativa

3. Clasificación y ordenación de las inversiones

A partir de estos cálculos obtenemos resultados no coincidentes respecto al VAN y la TIR, lo cual es lógico pues los desembolsos iniciales y los FCN no son homogéneos. Por tanto necesitamos comparar la inversión de la opción A con la B+B', pues estamos en presencia de proyectos mutuamente excluyentes que supone en su valoración renunciar a una posibilidad de inversión para acometer otra sobre la base de la misma inversión. Por tanto tenemos:

$$VAN_{B+B'} = -1.000.000 + \frac{690.000}{(1+0.06)} + \frac{550.000}{(1+0.06)^2} + \frac{360.000}{(1+0.06)^3} = \$ 442.704$$

$$TIR_{B+B'} = -1.000.000 + \frac{690.000}{(1+r)} + \frac{550.000}{(1+r)^2} + \frac{360.000}{(1+r)^3} = \$ 0$$

$$r_{B+B'} = 32\%$$

De esta forma, obtenemos una simetría en los resultados financieros que nos induce a elegir la opción B+B' frente a la opción A, pues son coincidentes los dos criterios VAN y TIR que favorecen la segunda opción de inversión.

Valoración financiera de la segunda alternativa de inversión

Ahora realizamos una comparación homogénea en tiempo y desembolso, por lo que:

A pesar de la homogenización en plazos y desembolso, los criterios VAN y TIR no son coincidentes. La causa explicativa de esta discrepancia es la tasa diferente de reinversión de los flujos intermedios de caja, por lo que si aplicamos la misma tasa de reinversión en ambos métodos resolvemos el problema. En el caso del VAN en su forma tradicional se esta suponiendo implícitamente que los flujos de caja se están reinvertiendo al 6% (costo de capital) mientras que al calcular la TIR la reinversión implícita de los flujos intermedios de caja es la propia TIR. En este caso, se supone la reinversión de los \$700.000 que genera el primer año la inversión A, al 25% y la reinversión de los \$690.000 que producen conjuntamente la inversión B + B' al 32%, tasa que a priori es desconocida y que surge al calcular la TIR. Frente a esta situación se propone la reinversión explícita de los flujos de caja de las distintas inversiones definidas a una tasa conocida y común. De la misma forma utilizamos la tasa de reinversión para el cálculo de la TIR.

Reinvertimos el VAN al costo de capital (6%) que coincide con el valor del VAN en su versión tradicional, es decir:

En cuanto a la TIR con reinversión de los flujos intermedios de caja al costo de capital (6%), tenemos:

De esta forma tenemos que si utilizamos los dos métodos clásicos con reinversión a la misma tasa (6%), se otorga preferencia a la inversión B+B'. Esto resulta porque se esta comparando proyectos equivalentes en desembolso y plazo utilizando la misma tasa de reinversión de los flujos intermedio de caja, que al final, pueden ser las causas para que se produzcan discrepancias en la ordenación de proyectos de inversión según VAN y TIR. Ante esta discrepancia la solución no pasa por la elección de un método u otro sino por la homogenización de las inversiones en cuanto a plazo, desembolso y tasa de reinversión.

CONCLUSIÓN

La maximización de beneficios a través de la optimización de inversiones por parte de las empresas está muy asociada al grado de consecución de sus propósitos financieros, puesto que, para efectuarlas es necesario que el retorno sobre la inversión y la rentabilidad esperada sea al menos suficiente para cubrir el total de los recursos financieros invertidos. En este sentido, el uso de los métodos tradicionales de inversión (VAN y TIR), así como una modificación de los mismos consistente en la ordenación de proyectos según el método VAN en su versión tradicional, es decir, con la reinversión de los flujos intermedios que logren coincidir con el tipo de descuento utilizado en el VAN, que se expone con la TIR modificada con reinversión al costo de capital, nos ofrecen una alternativa de solución con la homogenización de sus componentes cuando nos enfrentamos a proyectos que difieren en plazos y desembolsos.

REFERENCIAS

- Block, S.B. (1999). A study of financial analysts: practice and theory. *Financial Analysts Journal*, July/August, 86-95.
- Chain N. (2004). Evaluación de proyectos de inversión en la empresa. Buenos Aires. Pearson education S.A
- Damodaran, A. (1999): *Applied Corporate Finance. A User's Manual*. Nueva York.
- Grahama, J. y Harvey, C. (2001): "The theory and practice of corporate finance: evidence from the field ". *Journal of Financial Economics* n° 60. Págs.: 187-243.
- Piñeiro, C. (2007). Dirección Financiera. DELTA Publicaciones.
- Kelleher J, y MacCormak J. (2005): Harvard Deusto: Finanzas & Contabilidad, n° 68, noviembre-diciembre 2005
- Rosillo, J. (2008). Formulación y evaluación de proyectos de inversión. CENGAGE.
- Saavedra M. (2003). Un modelo contingente de evaluación financiera de proyectos de inversión. México: Memorias del VIII Foro de Investigación. Congreso Internacional de Contaduría e Informática, UNAM-FCA.
- Titman, S. y Martin, J. (2009). Valoración: el arte y la ciencia de las decisiones de inversión corporativa. España, Pearson.

ANEXO

Tabla 2. Resumen comparativo de resultados de la inversión

Maquinaria	Período 0	Período 1	Período 2	Período 3	VAN	TIR
Inversión A	-1.000.000	700.000	450.000	300.000	312,761	25%
Inversión B	-900.000	610.000	500.000	320.000	289,148	31%
Inversión Adicional B`	-100.000	80.000	50.000	40.000	53,556	38%
Inversión B + B`	-1.000.000	690.000	550.000	360.000	342,704	32%
Costo Financiación	0.06					