

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SALTA
Facultad de Ciencias Económicas,
Jurídicas y Sociales
Instituto de Investigaciones Económicas

Reunión de Discusión N° 88

Fecha: 29/3/1995

Horas: 16

EL CALCULO DE LA TASA
INTERNA DE RETORNOS

Carlos Luis Rojas

I. INTRODUCCION(*)

La Tasa Interna de Retornos o de Rendimientos (TIR) se define como aquella tasa que anula la función $V(r)$. Su forma de cálculo consiste en realizar aproximaciones sucesivas hasta obtener dicha tasa, lo cual en algunos casos puede resultar un poco tedioso en la medida que el evaluador no posea una cierta práctica en el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) o disponga de un programa de computación apropiado para lograr ese objetivo.

El presente trabajo surgió como consecuencia de la inquietud planteada por alumnos que cursan la asignatura Economía II de las Carreras de Contador Público Nacional y Licenciado en Administración en la Universidad Nacional de Salta (UNSa) al plantear en forma reiterada, en los horarios de consulta que me ha tocado atender: ¿Cuál es la formula para calcular la TIR? y el poco convencimiento al retirarse luego de la respuesta: "por aproximaciones sucesivas".

En los últimos años fueron notables los avances realizados en materia de computación de manera que hoy existen una gran cantidad de computadores personales que realizan el cálculo sin ningún tipo de problema, de allí que este texto está dedicado a los alumnos que se inician en el estudio de la Evaluación de Proyectos de Inversión como así también que pueda resultar útil como notas de cátedra para la materia.

A fin de cumplir con el objetivo planteado, luego de esta breve introducción pasamos a señalar, en la sección 2, las

(*) AGRADECIMIENTO: Al Ing. Marcos O. Moreno por su aporte en la resolución de ecuaciones, interpretando mis dudas y brindando sus conocimientos..

distintas formulas que existen para aproximar el cálculo de la TIR. En la sección 3 presentamos una forma alternativa a través del método de Lagrange. En la sección 4 se encuentran las reflexiones finales y la sección 5 incluye la bibliografía que sirve de base a este trabajo.

II. FORMULAS PARA CALCULAR LA TIR

La TIR muestra la actual tasa de rentabilidad del capital que se está consiguiendo. El método TIR halla la tasa de descuento que equipara el valor descontado de la corriente de beneficios con el desembolso del capital. Para calcular la TIR se deben realizar aproximaciones sucesivas, hasta obtener aquella tasa que anule el VAN.

La TIR es la tasa de rentabilidad que se gana sobre el capital empleado mientras esté empleado, tras permitir el reembolso parcial de la inversión inicial.

La ecuación sería:

$$\sum_{t=0}^n \frac{N_t}{(1+r^*)^t} = 0$$

donde: N_t es el beneficio neto del año t y r^* es la TIR.

La regla de decisión con este criterio consiste en comparar la TIR con la tasa de interés de mercado:

Si $r^* > i$ el proyecto es viable

Si $r^* = i$ el proyecto es indiferente

Si $r^* < i$ el proyecto no es viable

Ejemplo:

Un empresario de nuestro medio considera la posibilidad de adquirir una fábrica de muebles por un valor de \$ 546.000.- (momento cero). De acuerdo con sus estimaciones, espera producir muebles y colocarlos en el mercado por \$ 255.400.- todos los años siguientes a partir del primero. Para dicha producción deberá incurrir en costos totales anuales de \$ 91.600.- La vida útil del proyecto es de 5 años.

El costo, el beneficio bruto y el beneficio neto de cada año será:

Años	0	1	2	3	4	5
C_t	546000	91600	91600	91600	91600	91600
B_t	-	255400	255400	255400	255400	255400
N_t	-546000	163800	163800	163800	163800	163800

Si la tasa de interés a la cual puede obtener fondos es del 10% anual, el VAN del proyecto de inversión es 74.930,87 y la TIR es del 15% aproximadamente.

Debe tenerse en cuenta que cuando se utiliza métodos de descuento en la evaluación de proyectos, no deben tomarse los beneficios en sentido contable, sino el flujo real neto de fondos (los ingresos por ventas menos los costos incluyendo cualquier inversión que se realice).

En la actualidad se puede calcular fácilmente utilizando máquinas calculadoras financieras o algún programa de computación sencillo. No obstante ello existen algunos procedimientos para aproximar el calculo entre los que se pueden mencionar a la formula de Schneider y al método gráfico.

La formula de Schneider es la siguiente:

$$TIR = \frac{\sum_{t=0}^n N_t}{\sum_{t=0}^n t N_t}$$

El método gráfico, consiste en graficar la función $V(r)$ tal cual lo hacemos en la Figura N ° 1, para distintos valores de r .

Debido a que los beneficios netos son iguales desde el año 1 al 5 podemos realizar los calculos utilizando el factor de actualización de una anualidad constante provisto por las tablas financieras de manera de simplificar las operaciones. Así tenemos:

$$V(0) = 273.000$$

$$V(0,05) = - 546.000 + 163.800 (4,329476671) = 163.168,2787$$

$$V(0,10) = - 546.000 + 163.800 (3,790786769) = 74.930,87276$$

$$V(0,15) = - 546.000 + 163.800 (3,352155098) = 3.083,00505$$

$$V(0,20) = - 546.000 + 163.800 (2,99061214) = - 56.137,73147$$

r	V(r)
0	273.000,00
0,05	163.168,28
0,10	74.930,87
0,15	3.083,00
0,20	- 56.137,73

guiente:

$$V(r_1) = a_1(r_1 - r_2)(r_1 - r_3)\dots(r_1 - r_n)$$

Todos los otros términos se anulan por contener $(r_1 - r_1)$ que es igual a cero.

Despejando luego a_1 nos queda:

$$a_1 = \frac{V(r_1)}{(r_1 - r_2)(r_1 - r_3)\dots(r_1 - r_n)}$$

Si ahora le damos a "r" el valor conocido "r₂" tendremos lo siguiente:

$$V(r_2) = a_2(r_2 - r_1)(r_2 - r_3)\dots(r_2 - r_n)$$

Todos los otros términos se anulan por contener $(r_2 - r_2)$ que es igual a cero.

Despejando luego a_2 nos queda:

$$a_2 = \frac{V(r_2)}{(r_2 - r_1)(r_2 - r_3)\dots(r_2 - r_n)}$$

Así sucesivamente:

$$a_n = \frac{V(r_n)}{(r_n - r_1)(r_n - r_2)\dots(r_n - r_{n-1})}$$

Reemplazando en (1) a_1, a_2, \dots, a_n por los valores obtenidos:

$$\begin{aligned} V(r) = & V(r_1) \frac{(r - r_2)(r - r_3)\dots(r - r_n)}{(r_1 - r_2)(r_1 - r_3)\dots(r_1 - r_n)} + \\ & V(r_2) \frac{(r - r_1)(r - r_3)\dots(r - r_n)}{(r_2 - r_1)(r_2 - r_3)\dots(r_2 - r_n)} + \\ & V(r_3) \frac{(r - r_1)(r - r_2)\dots(r - r_n)}{(r_3 - r_1)(r_3 - r_2)\dots(r_3 - r_n)} + \\ & \dots \end{aligned}$$

$$V(r_n) \frac{(r - r_1)(r - r_2)\dots\dots(r - r_{n-1})}{(r_n - r_1)(r_n - r_2)\dots\dots(r_n - r_{n-1})}$$

La expresión anterior corresponde a una función polinómica que permite interpolar cualquier valor de "r" ubicado entre r_1 y r_n .

A fin de simplificar los cálculos vamos a trabajar solamente con un par de valores de r: r_1 y r_2 . En este caso la función polinómica anterior se reduce a la siguiente expresión:

$$V(r) = V(r_1) \frac{(r - r_2)}{(r_1 - r_2)} + V(r_2) \frac{(r - r_1)}{(r_2 - r_1)}$$

Por conveniencia de exposición, realicemos los siguientes cambios:

$$r_1 = a$$

$$r_2 = b$$

$$V(r_1) = p$$

$$V(r_2) = q$$

Nuestra incógnita es r mientras que a, b, p y q son conocidos.

Por definición, r es aquel valor que anula la función V(r), por lo tanto:

$$\frac{r - b}{a - b} \cdot p + \frac{r - a}{b - a} \cdot q = 0$$

A partir de acá realizamos las siguientes operaciones:

$$\frac{r - b}{a - b} \cdot p = - \frac{r - a}{b - a} \cdot q$$

$$p (r - b) (b - a) = - q (r - a) (a - b)$$

$$\begin{aligned}
(pr - pb) (b - a) &= - (qr - qa) (a - b) \\
prb - pra - pb^2 + pba &= - (qra - qrb - qa^2 + qab) \\
prb - pra - pb^2 + pba &= - qra + qrb + qa^2 - qab \\
prb - pra + qra - qrb &= qa^2 - qab + pb^2 - pba \\
r (pb - pa + qa - qb) &= aq (a - b) + bp (b - a) \\
r [p (b - a) + q (a - b)] &= bp (b - a) - aq (b - a) \\
r [p (b - a) - q (b - a)] &= (b - a) (bp - aq) \\
r [(b - a) (p - q)] &= (b - a) (bp - aq)
\end{aligned}$$

$$r = \frac{(b - a)(bp - p - aq)}{(b - a)(p - q)} = \frac{(bp - aq)}{(p - q)}$$

Reemplazando a, b, p y q por sus iguales nos queda:

$$r = \frac{r_2 \cdot V(r_1) - r_1 \cdot V(r_2)}{V(r_1) - V(r_2)}$$

Esta formula nos permite encontrar el valor de "r" que anula la función V(r).

En el ejemplo dado en la Sección II el VAN al 10% es 74.930,87 y al 20% es -56.137. Aplicando la fórmula determinada anteriormente:

$$r = \frac{0,20 \cdot 74930,87 + 0,10 \cdot 56137}{74930,87 + 56137} = 0,1571 \quad \text{o sea } 15,71\%$$

Como puede apreciarse obtenemos una aproximación bastante buena de la TIR.

IV. REFLEXIONES FINALES

A modo de reflexiones finales cabe señalar que, aún disponiendo de la fórmula determinada precedentemente, el evaluador debe tener cierta intuición, ya que necesitará obtener un VAN positivo cercano a cero y otro negativo también cercano a cero a fin de poder utilizar la misma. Su cálculo será más aproximado cuanto más cercano a cero sean los dos valores de $V(r)$ obtenidos a partir de " r_1 " y " r_2 ". No obstante ello, la fórmula permite realizar una aproximación rápidamente tomando valores muy distantes para luego llegar con mayor exactitud al cálculo de la TIR.

V. BIBLIOGRAFIA

HAWKINS, C.J. y PEARCE, D.W.: Evaluación de las Inversiones, Mac Millan, Vicens Vives, Barcelona, 1974.

DORFLINGER, J.W.: "Notas de Estadística y Probabilidad", Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, 1975.

SAMITIER, J.A. y SAMITIER, M.C.: Introducción a la Evaluación Social de Proyectos, Ediciones Macchi, Buenos Aires, 1982.

BACA URBINA, G.: Evaluación de Proyectos, Mc Graw Hill, México, 1990.

DEL REY, E.C.: "Evaluación de Proyectos de Inversión: Conceptos Básicos", Notas de Clases, U.N.Sa, 1994.

Universidad Nacional de Salta
Facultad de Ciencias Económicas,
Jurídicas y Sociales
Instituto de Investigaciones Económicas
Buenos Aires 177
4400 Salta
Argentina

REUNIONES DE DISCUSION

<u>Nº</u>	<u>Fecha</u>	<u>Autor</u>	<u>Título</u>
79	13/ 4/94	Eusebio Cleto del Rey	"Mal de Chagas: Estimación de las Tasas de Infección"
80	27/ 5/94	Jorge A. Paz	"Perfiles de Actividad Femenina"
81	27/ 7/94	Eduardo Antonelli	"Equilibrio y Desequilibrios Económicos"
82	24/ 8/94	Daniel F. Sotelsek	"Presentación del Proyecto de Texto: Economía, Crecimiento Económico y Medioambiente"
83	22/ 9/94	Eduardo Antonelli	"Inflación y (Nueva) Evidencia Empírica"
84	6/12/94	Eduardo Antonelli	"Una Modelización de la Convertibilidad"
85	13/12/94	Juan Carlos Cid	"Determinantes del Trabajo Femenino: Un Modelo Logit de los Resultados Censales en Salta"
86	21/12/94	Lidia Rosa Elías de Dip	"Sector Energía de la Zona NOA-Cuyo. Introducción y Capítulo 1. Versión Preliminar"
87	15/ 3/95	Eduardo Antonelli	"Inflación y Expectativas"
88	29/ 3/95	Carlos Luis Rojas	"El Cálculo de la Tasa Interna de Retornos"