

Método de la Tasa Interna de Retorno (TIR)

¿Qué es la Tasa Interna de Retorno?

La TIR es la tasa de interés que reduce a cero el valor presente, el valor futuro, o el valor anual equivalente de una serie de ingresos y egresos.

¿Qué significa la TIR?

En términos económicos la TIR representa el porcentaje o la tasa de interés que se gana sobre el saldo no recuperado de una inversión

Cuando se evalúa un proyecto, utilizando para ello el método de la TIR, de acuerdo al resultado obtenido, se debe tomar la siguiente decisión:

- Si $TIR \geq$ Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR), el proyecto es viable económicamente.
- Si $TIR <$ TAMR, el proyecto debe ser rechazado.

Cálculo de la TIR por medio del método de Valor Presente

Para calcular la TIR utilizando el método del valor presente, se expresan los factores requeridos para calcular el valor presente en función de i^* (símbolo utilizado para representar la tasa interna de retorno en los factores de interés), dando valores a i^* (ensayo y error) hasta encontrar la tasa que hace cero el valor presente.

Cálculo de la TIR por medio del método del AE (Anualidad Equivalente)

Para calcular la TIR utilizando el método del CAUE, se expresan los factores requeridos para calcular el AE en función de i^* , dando valores a i^* (ensayo y error) hasta encontrar la tasa que hace cero la AE. De esta misma manera se calcularía TIR utilizando el método de Valor Futuro.

Ejemplo:

Una persona compró un bono por la cantidad de Bs. 10.000. Si la vida del bono es de 4 años, al final de los cuales se recupera el valor de la inversión, y los intereses que se ganan al final de cada año son de Bs. 800, ¿Cuál es la TIR que se obtiene de esta inversión?

--

Valores múltiples de la TIR

Generalmente los flujos de caja neto cambian solo una vez de signo. A estos flujos se les conoce con el nombre de *FLUJOS DE CAJA CONVENCIONALES*, a los cuales se les puede calcular un solo valor de la TIR.

Ejemplo:

Período	Flujo
0	-10.000
1	8.500
2	3.500

El flujo neto de caja del ejemplo presenta un solo cambio de signo (al pasar del período 0 al período 1), y por tanto es un Flujo de Caja Convencional.

Los flujos de caja netos que presentan más de un cambio de signo, se les conoce con el nombre de FLUJOS NO CONVENCIONALES, los cuales presentan más de un valor de la TIR. (presentan tantas TIR como cambios de signo existan).

Ejemplo:

Año	0	1	2	3
Flujo de Caja	2.000 Bs.	- 500 Bs.	- 8.100 Bs.	+ 6.800 Bs.

El flujo neto de caja del ejemplo presenta dos cambios de signo (al pasar del período 0 al período 1, y del período 2 al período 3), y por tanto es un Flujo de Caja No Convencional.

--

Para calcular los valores de la TIR en un flujo de caja no convencional, es recomendable elaborar el gráfico de Valor Presente vs. Tasa de Interés, con el cual se pueden en el caso que este a escala, obtener los valores de la TIR, o tener una referencia aproximada de los valores.

Tasa de Retorno Compuesta

La tasa interna de retorno i^* es una tasa de un proyecto, que supone que todos los flujos de caja positivos son reinvertidos a la tasa de retorno que satisface la ecuación de equilibrio.

La tasa de retorno compuesta i' es la tasa de interés de un proyecto que supone que los flujos de caja netos positivos, que representan fondos no necesarios inmediatamente en el proyecto, se reinvierten a una tasa de interés c .

Para obtener la tasa de retorno compuesta i' , se calcula el valor futuro F_{t+1} para F_t , utilizando el factor F/P para un período, utilizando la tasa c en el caso que la inversión F_t sea positiva o i' si la inversión F_t es negativa.

Al obtener F_n , se iguala a cero y se despeja la tasa de interés, la cual es la tasa de retorno compuesta para la tasa de reinversión c .

$$F_{t+1} = F_t * (1+i) + C_t$$

donde:

- $t = 0, 1, 2, \dots, n-1$
- n = número total de años del proyecto
- C_t = flujo de caja en el período t
- $i = c$ si $F_t > 0$ (inversión neta positiva) – i' si $F_t < 0$ (inversión neta negativa)

La tasa de reinversión c , la tasa de interés compuesta i' y la tasa interna de retorno i^* están relacionadas de la siguiente manera:

$c = i^*$	$i' = i^*$
$c < i^*$	$i' < i^*$
$c > i^*$	$i' > i^*$

Ejemplo:

Para el siguiente flujo de caja neto, calcular la tasa de interés compuesta, considerando que la tasa de reinversión (c) es del 19% anual.

Años	Flujo Bs.
0	2.050
1	-500
2	-8.000
3	6.700

1. La inversión neta para el año $t=0$ es Bs. 2.050 (positiva), con un retorno de 19% durante el primer año.
2. $F1 = 2.050 * (1+0,19) - 500 = 1.939,50$ Bs.
3. $F2 = 1.939,50 * (1+0,19) - 8.000 = -5.692,00$ Bs.
4. $F3 = -5.692 * (1+i') + 6.700$
5. Igualando $F3$ a cero, se obtiene: $5.692 + 5.692*i' = 6.700$, donde $i' = 0,1771 = 17,71\%$ anual

Al calcular i^* de este flujo de caja se obtiene que es igual a 11,506%, cumpliéndose la relación mencionada.

--

Método de la TIR para comparar múltiples alternativas.

Cuando se están evaluando varias alternativas, y se puede seleccionar más de una de ellas (ejemplo: todas aquellas que tengan una TIR mayor o igual a la TMAR), se les denomina *alternativas Independientes*.

Si por el contrario, solo se puede seleccionar una sola alternativa (la mejor) se denominan *alternativas mutuamente excluyentes o exclusivas*.

Cuando se aplica el análisis de VP o AE, el proyecto mutuamente exclusivo con mayor valor era el preferido. Pero, esta analogía no se aplica en el análisis de la TIR, ya que la alternativa que presente la mayor tasa interna de retorno quizás no sea la alternativa más aconsejable.

Para ilustrar este planteamiento, supongamos que se cuenta con dos alternativas mutuamente exclusivas de inversión (A y B), que presentan los siguientes flujos de caja y una TMAR de 10%.

Período	Alternativa A	Alternativa B
0	-1.100 Bs.	-5.000 Bs.
1	2.200 Bs.	7.000 Bs.
VP(10%)	900 Bs.	1364 Bs.
TIR	100%	40%

--

Al calcular el VP de cada alternativa, puede verse que la mejor alternativa es B (1.364 Bs.), pero al calcular la TIR para cada alternativa, esta le asigna una clasificación numérica más alta a la alternativa A.

Esta inconsistencia en la clasificación se debe a que el valor presente, el valor futuro y el valor anual equivalente son mediciones absolutas (monetarias) del valor de la inversión, mientras que la tasa interna de retorno es una medida relativa (porcentual) que ignora la escala de inversión, y no puede aplicarse de la misma manera que el método de valor presente, por tanto en este ejemplo la mejor alternativa es la B.

Para comparar alternativas mutuamente excluyentes utilizando la TIR, se debe aplicar el método conocido como *análisis incremental*.

El análisis incremental consiste en evaluar alternativas que tengan diferente inversión inicial utilizando la TIR, donde la alternativa que tenga la menor inversión inicial denominada A, la cual de ser económicamente aceptable (TIR de A, mayor o igual a la TMAR), se compara con la alternativa de mayor inversión inicial B, mediante el cálculo del incremento en los flujos de efectivo (B-A) y el posterior cálculo de la TIR del incremento.

Si la TIR del incremento B-A resulta menor que la TMAR, la alternativa a seleccionar o recomendar económicamente deber ser la alternativa A, y en caso contrario, de resultar mayor o igual a la TMAR, la alternativa aceptable es la alternativa B, o el incremento.

Ejemplo:

Tomando el ejemplo anterior, observamos que la alternativa A tiene la menor inversión inicial, por tanto se calcula la TIR a esa alternativa, y se compara con la TMAR de 10%.

Período	Alternativa A
0	-1.100 Bs.
1	2.200 Bs.
TIR	100%

Como la TIR de la alternativa A es mayor que la TMAR, la alternativa A es aceptable económicamente.

Para comparar la alternativa A con la alternativa B, se calcula inicialmente el incremento B-A,

Período	Alternativa A	Alternativa B	B-A
0	-1.100 Bs.	-5.000 Bs.	-3.900 Bs.
1	2.200 Bs.	7.000 Bs.	4.800 Bs.
TIR	100%	40%	23%

Como la TIR del incremento es mayor que la TMAR, se debe seleccionar la alternativa B, resultado que se corresponde con el obtenido con método del valor presente.

--

Al utilizar el análisis incremental se deben considerar lo siguiente:

- Para comparar más de 2 alternativas, se comparan por pares de alternativas, y la seleccionada se compara con la siguiente según el orden de inversión inicial de menor a mayor, hasta comparar todas las alternativas.
- La TIR del incremento existe solo en los casos donde la suma algebraica de los flujos de B-A, es mayor a cero.
- En los casos donde se evalúen proyectos de inversión, la primera alternativa (menor inversión inicial) se compara con la alternativa de no hacer nada.
- Cuando se evalúan proyectos de costos, no se evalúa la alternativa de menor inversión inicial con no hacer nada, sino directamente la alternativa siguiente alternativa, y la decisión considerando la TIR incremental será inversa al de los proyectos de inversión.
- Cuando se comparan alternativas de inversión con igual inversión inicial, se selecciona la que presente el valor de TIR más alto.
- Cuando se comparan alternativas de diferente vida útil, se debe aplicar el método del mínimo común múltiplo.

Procedimiento a seguir al utilizar el método de análisis incremental.

1. Ordenar las alternativas en función de la inversión inicial creciente
2. Para alternativas de inversión, considerar la alternativa de no hacer nada (flujo de caja cero) como un defensor y calcular la TIR incremental entre la alternativa de no hacer nada y la que requiere la más baja inversión. Para las alternativas de costos, saltar al paso 4, utilizando la alternativa de inversión de costo más bajo como el defensor y la próxima más alta como el retador.
3. Si $i^* < \text{TMAR}$, se descarta la alternativa de inversión más baja y se calcula la TIR para la siguiente alternativa de inversión más alta. Se repite este paso hasta que $i^* \geq \text{TMAR}$ para una de las

alternativas. Cuando $i^* \geq \text{TMAR}$, la alternativa será el defensor y la próxima inversión más lata el retador.

4. Se determina el flujo de caja neto (incremental) entre el retador y el defensor.
5. Se calcula la TIR sobre la inversión incremental requerida para el retador utilizando el flujo neto de caja del incremento.
6. Si TMAR calculada en el paso 5 \geq que la TMAR, el retador se convierte en defensor y el anterior defensor se descarta. Al contrario, si la $i^* \leq \text{TMAR}$, el retador se descarta y el defensor permanece como defensor contra un nuevo retador.
7. Se repiten los pasos 4 y 6 hasta que sólo quede una alternativa.

Algunos Ejemplos:

1. Se desea seleccionar de entre estos proyectos de inversión, el más adecuado. Suponga que la tasa mínima atractiva (TMAR) es de 15%.

	Proyecto A	Proyecto B
Inversión	10.000 Bs.	15.000 Bs.
Vida	5 años	5 años
Ingresos netos / año	3.344 Bs.	4.500 Bs.

2. Se desea seleccionar al igual que el caso anterior, cual es la mejor alternativa. Suponga al igual que el ejemplo anterior que TMAR es del 15%.

	Proyecto A	Proyecto B
Inversión	10.000 Bs.	15.000 Bs.
Vida	5 años	5 años
Costos netos / año	4.000 Bs.	600 Bs.

3. Calcule la TIR, para cada uno de los siguientes proyectos

	Proyecto A	Proyecto B
Inversión inicial	300.000 Bs.	400.000 Bs.
Ingresos Anuales	200.000 Bs.	250.000 Bs.
Gastos Anuales	120.000 Bs.	150.000 Bs.
Valor de Rescate	60.000 Bs.	50.000 Bs.
Vida	5 años	años

4. Una compañía esta analizando 5 alternativas con las cuales se puede realizar un trabajo. El valor de rescate de cada alternativa se estima después de 5 años de vida en 100% de su inversión inicial. Si la TMAR de la compañía es de 25%, ¿qué alternativa se debe seleccionar?

	A	B	C	D	E
Inv. Inicial	10.000 Bs.	12.000 Bs.	15.000 Bs.	20.000 Bs.	30.000 Bs.
Ingr. Anuales	2.000 Bs.	3.000 Bs.	3.500 Bs.	5.500 Bs.	7.500 Bs.