

**TABLA DE CONTENIDO**

UNIDAD 2: METODOS DE EVALUACIÓN ECONOMICA E ALTERNATIVAS .....	2
2.4 Evaluación de alternativas a través de la técnica de la tasa de rendimiento .....	2
2.4.1 Cálculos de la tasa de rendimiento por medio de una ecuación de VP o VA .	2
2.4.2 Calculo de tasa de rendimiento por medio Método de costo anual .....	3
2.4.3 Análisis de varias alternativas a través de la tasa interna de retorno.....	5

## UNIDAD 2: METODOS DE EVALUACIÓN ECONOMICA E ALTERNATIVAS

PROFESOR: ING. CESAR NEFTALI SAENZ ROMERO

### 2.4 Evaluación de alternativas a través de la técnica de la tasa de rendimiento

Tasa de rendimiento (TR) es la tasa pagada sobre **el saldo no pagado del dinero obtenido en préstamo**, o la tasa ganada sobre **el saldo no recuperado de una inversión**, de forma que **el pago o entrada final iguala el saldo exactamente a cero** con el interés considerado.

La tasa de retorno **es un instrumento** de evaluación de rendimiento, determinado en base a sus flujos de **fondos netos**.

Podemos definir dos tipos de tasa de rendimiento:

- a. Tasa mínima aceptable de retorno (TMAR)

Es el nivel más bajo de rendimiento para aceptar una inversión puede considerarse un valor mayor que el coste de capital con **inflación ósea la tasa de mercado**.

- b. Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno (TIR) es la tasa de **interés o rentabilidad** que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de **beneficio o pérdida** que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto además nos permite determinar si una inversión satisface la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR).

#### 2.4.1 Cálculos de la tasa de rendimiento por medio de una ecuación de VP o VA

El valor de la TR se calcula en forma diferente en comparación con el VP o el VA para una serie de flujos de efectivo. Considere un momento la ecuación de valor presente para una serie de flujo de efectivo. Con la TMAR, que se establece en **forma independiente** de cualesquiera flujos de efectivo de un proyecto en particular, una relación matemática determina el monto del VP en unidades monetarias reales, digamos euros o dólares. Para los valores de TR calculados en esta sección y en las posteriores se utilizan sólo los flujos de efectivo para calcular una tasa de interés que balancee la ecuación de valor presente. *Así, la TR puede considerarse una medición relativa, y el VP y el VA, medidas absolutas.* Como la tasa de interés resultante solo depende de los flujos de efectivo, el término correcto es tasa interna de rendimiento (**TIR**); sin embargo, se emplea de manera indistinta el término TR. Otra definición de tasa de rendimiento se basa en nuestras interpretaciones previas del VP y VA.

La tasa de rendimiento es la tasa de interés que hace que el valor presente o el valor anual de una serie de flujo de efectivo **sea exactamente igual a cero**

Para determinar la tasa de rendimiento se plantea la ecuación de la TR con las relaciones de VP o VA igualadas a cero y se despeja la tasa de interés. Otra manera es igualar el valor

## UNIDAD 2: METODOS DE EVALUACIÓN ECONOMICA E ALTERNATIVAS.

presente de los flujos de salida de efectiva (costos y egresos)  $VP_O$  al valor presente de los flujos de entrada de efectivo (ingresos y ahorros)  $VP_I$ . Es decir, se resuelve para  $i$  con cualquiera de las siguientes relaciones:

$$\begin{aligned} 0 &= VP \\ \text{o} \quad VP_O &= VP_I \end{aligned} \quad (7.1)$$

El enfoque de valor anual utiliza los valores  $VA$  en la misma forma para encontrar  $i$ .

$$\begin{aligned} 0 &= VA \\ \text{o} \quad VA_O &= VA_I \end{aligned} \quad (7.2)$$

### 2.4.2 Cálculo de tasa de rendimiento por medio Método de costo anual

Para este método la tasa de rendimiento es el interés que hace que los **costos anuales sean equivalentes a los ingresos anuales**.

Proceso para análisis de una alternativa:

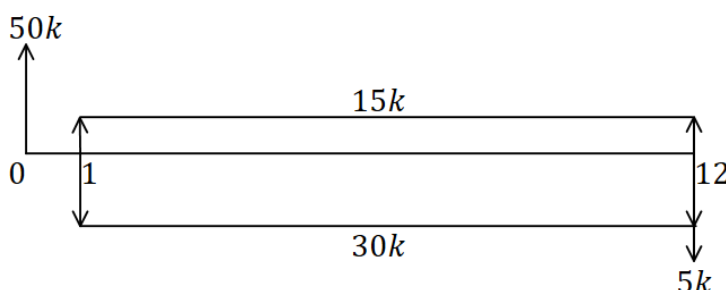
1. Igualar los costos anuales a los ingresos anuales
2. Hacer una prueba inicial tomando una tasa  $x$  y a través de pruebas sucesivas se determina una tasa cercana al valor real esto será cuando el valor de los **costo o los ingresos se inviertan** es decir si inicialmente tenemos que los ingresos son mayores a los costos mediante la prueba de diferentes tasas los costos serán mayores que los ingresos, finalmente a través de la interpolación encontramos el verdadero valor de la tasa de rendimiento.

### EJEMPLO 2.15

Una empresa decide comprar una maquina nueva cuyo costo es de \$50 000 que generará ingresos de \$30 000 anuales, se sabe que dicha maquina tiene un costo de mantenimiento de \$15 000 anuales, se considera una vida útil de 12 años con un valor de recuperación de \$5 000. ¿Cuál es la tasa de rendimiento sobre la inversión?

#### Solución

El primer paso es dibujar el flujo de efectivo que describe dicha alternativa:



## UNIDAD 2: METODOS DE EVALUACIÓN ECONOMICA E ALTERNATIVAS.

Ahora debemos igualar los ingresos anuales a los egresos anuales para ello aplicamos los factores correspondientes a cada valor si es necesario.

$$\text{Ingresos anuales} = \text{egresos anuales}$$

$$A_I + F(A/F, i, n) = P(A/P, i, n) + A_E$$

$$30\,000 + 5\,000(A/F, i, 12) = 50\,000(A/P, i, 12) + 15\,000$$

Para este punto es necesario probar con una tasa inicial, comenzamos con tasa inicial de  
*Prueba 1 :  $i = 15\%$*

$$30\,000 + 5\,000(A/F, 15\%, 12) = 50\,000(A/P, 15\%, 12) + 15\,000$$

$$30\,000 + 5\,000(0.03448) = 50\,000(0.18448) + 15\,000$$

$$\mathbf{30\,172.4 = 24\,224}$$

El resultado obtenido nos muestra que con una tasa de 15% los ingresos son mayores que los egreso, por tanto, ahora buscaremos una tasa en donde los egreso sean mayores que los ingresos y con ello mediante la interpolación encontraremos el verdadero valor para la tasa de retorno sobre la inversión.

*Prueba 2 :  $i = 25\%$*

$$30\,000 + 5\,000(A/F, 25\%, 12) = 50\,000(A/P, 25\%, 12) + 15\,000$$

$$30\,000 + 5\,000(0.01845) = 50\,000(0.26845) + 15\,000$$

$$\mathbf{30\,092.25 = 28\,422.5}$$

Los ingresos son mayores que los egreso es necesaria otra prueba

*Prueba 3 :  $i = 35\%$*

$$30\,000 + 5\,000(A/F, 35\%, 12) = 50\,000(A/P, 35\%, 12) + 15\,000$$

$$30\,000 + 5\,000(0.00982) = 50\,000(0.35982) + 15\,000$$

$$\mathbf{30\,049.1 = 32\,991}$$

Los resultados de la prueba número 3 nos muestran un cambio con respecto a los valores de los ingresos y los egresos, en este momento los egresos son mayores que los ingresos, por lo tanto, podemos aplicar la interpolación para determinar el verdadero valor de la tasa de retorno de la inversión, recuerde tomar el valor más próximo superior y más próximo inferior al valor que se desea encontrar.

Tasa	Diferencia Ingreso y egresos
------	------------------------------

## UNIDAD 2: METODOS DE EVALUACIÓN ECONOMICA E ALTERNATIVAS.

0.25%	1 669.75
$i$	0
35%	-2 941.9

Interpolando tenemos:

$$\frac{i - 0.25}{0.35 - 0.25} = \frac{0 - 1\,669.75}{-2\,941.9 - 1\,669.75}$$
$$i = 0.3621(0.1) + 0.25 = 0.2861 = \mathbf{28.62\%}$$

### Comentario:

Observe que para la interpolación se usa la diferencia entre los ingresos y los egresos para determinar la tasa de retorno, recuerde que la tasa de retorno es aquella que hace que los valores de los ingresos y los egresos sean iguales, por tanto, su diferencia es igual a cero.

### 2.4.3 Análisis de varias alternativas a través de la tasa interna de retorno

el procedimiento para la evaluación de varias alternativas a través de la tasa interna de retorno es:

1. Ordenar las alternativas en base al aumento de inversión de capital
2. Establecer una alternativa base de comparación; **calculando TIR para la primera alternativa**, si  $TIR \geq TMAR$  esta se convierte en la base. Si se rechaza por no cumplir la condición anterior se elige la segunda alternativa, según el orden de incremento de inversión de capital, se realiza nuevamente el mismo procedimiento hasta encontrar la alternativa base, si después de realizar esto con todas las alternativas no se cumple el criterio se elige la alternativa de no hacer nada.
3. Evaluar las diferencias de flujos de efectivos incrementales entre las alternativas, comparando en pares.
4. Seleccionar la alternativa que cumpla  $TIR \geq TMAR$

### EJEMPLO 2.16

Un contratista tiene que decidir qué capacidad de camión de volteo debe comprar, se sabe que según la inversión que se realice así incrementa el ingreso neto, pero no está seguro que si justifique el gasto incremental por camiones más grandes.

Establece una TMAR DE 18% anual y un periodo de vida útil de 5 años, la información de cada camión según su capacidad se presenta a continuación:

## UNIDAD 2: METODOS DE EVALUACIÓN ECONOMICA E ALTERNATIVAS.

Capacidad	Inversión inicial (\$k)	Costo de operaciones anual (\$k)	Ingreso anual (\$k)	Valor de rescate (\$k)
10	34	15.5	30	2.5
25	57	26	49	4.6
8	30	14	26.5	2
20	48	21	40.5	3.5
15	38	18	33.5	3

Utilice el método de la tasa interna de retorno para determinar la capacidad del camión que se debe comprar.

### Solución

- ✓ **PASO 1:** Ordenar las alternativas en base al aumento de inversión de capital

Para iniciar el análisis de las alternativas por medio de este método primero debemos ordenar las alternativas en base al aumento de inversión de capital ósea de la alternativa que requiera menor inversión a la que requiera mayor inversión de capital.

Capacidad	Inversión inicial (\$k)	Costo de operaciones anual (\$k)	Ingreso anual (\$k)	Valor de rescate (\$k)
8	30	14	26.5	2
10	34	15.5	30	2.5
15	38	18	33.5	3
20	48	21	40.5	3.5
25	57	26	49	4.6

- ✓ **PASO 2:** Establecer una alternativa base de comparación

En este paso calculamos la tasa de retorno para la primera alternativa ya sea con el método del *VA* o *VP*, para este ejemplo usaremos el método de *VA*

$$\text{Ingresos anuales} = \text{egresos anuales}$$

$$26\,500 + 2\,000(A/F, i, n) = 30\,000(A/P, i, n) + 14\,000$$

Para  $i = 15\%$

$$26\,500 + 2\,000(A/F, 15\%, 5) = 30\,000(A/P, 15\%, 5) + 14\,000$$

$$26\,500 + 2\,000(0.14832) = 30\,000(0.29832) + 14\,000$$

$$26\,796.64 = 22\,949.6$$

## UNIDAD 2: METODOS DE EVALUACIÓN ECONOMICA E ALTERNATIVAS.

Ahora buscamos una tasa en la cual los egresos sean mayores que los ingresos para determinar por medio de la interpolación el valor verdadero de la tasa de retorno.

Para  $i = 25\%$

$$26\,500 + 2\,000(A/F, 25\%, 5) = 30\,000(A/P, 25\%, 5) + 14\,000$$

$$26\,500 + 2\,000(0.12185) = 30\,000(0.37185) + 14\,000$$

$$26\,743.7 = 25\,155.5$$

Para  $i = 35\%$

$$26\,500 + 2\,000(A/F, 35\%, 5) = 30\,000(A/P, 35\%, 5) + 14\,000$$

$$26\,500 + 2\,000(0.10045) = 30\,000(0.45046) + 14\,000$$

$$26\,700.90 = 27\,513.80$$

Con esta tasa los egresos son mayores que los ingresos por lo tanto podemos interpolar para determinar el valor real de la tasa de retorno.

Tasa	Diferencia Ingreso y egresos
0.25%	1 588.2
$i$	0
35%	-812.9

Interpolando tenemos:

$$\frac{i - 0.25}{0.35 - 0.25} = \frac{0 - 1\,588.2}{-812.9 - 1\,588.2}$$

$$i = 0.6614(0.1) + 0.25 = 0.3161 = 31.61\%$$

Al comparar esta tasa encontrada con la TMAR definida en el problema podemos concluir que  $TIR \geq TMAR$  o  $31.61\% \geq 18\%$  por lo que se toma la esta alternativa como la base para comparar con las otras alternativas.

- ✓ **PASO 3:** Evaluar las diferencias de flujos de efectivos incrementales entre las alternativas

Ya que tenemos definida nuestra alternativa base comenzamos a comparar esta alternativa con las otras disponibles, para ello debemos hacerlo en base a la diferencia incrementales entre cada una de ellas, dicho de otra manera:

$$Diferencia Ingresos anuales = Diferencia de egresos anuales$$

**Comparar  $C_{10T}$  y  $C_{8T}$**

## UNIDAD 2: METODOS DE EVALUACIÓN ECONOMICA E ALTERNATIVAS.

Comparar camión de volteo de 8 toneladas( $C_{8T}$ ) contra camión de volteo de 10 toneladas ( $C_{10T}$ )

$$\text{Ingresos anuales}(C_{10T} - C_{8T}) = \text{Egresos anuales}(C_{10T} - C_{8T})$$

Para  $i = 15\%$

$$(30k - 26.5k) + (2.5k - 2.0k)(A/F, 15\%, 5) = (34k - 30k)(A/P, 15\%, 5) + (15.5k - 14k)$$

$$3\,500 + 500(0.14832) = 4\,000(0.29832) + 1\,500$$

$$3\,574.16 = 2\,693.28$$

Para  $i = 25\%$

$$(30k - 26.5k) + (2.5k - 2.0k)(A/F, 25\%, 5) = (34k - 30k)(A/P, 25\%, 5) + (15.5k - 14k)$$

$$3\,500 + 500(0.12185) = 4\,000(0.37185) + 1\,500$$

$$3\,560.92 = 2\,897.4$$

Para  $i = 35\%$

$$(30k - 26.5k) + (2.5k - 2.0k)(A/F, 35\%, 5) = (34k - 30k)(A/P, 35\%, 5) + (15.5k - 14k)$$

$$3\,500 + 500(0.10045) = 4\,000(0.45046) + 1\,500$$

$$3\,550.22 = 3\,301.84$$

Para  $i = 40\%$

$$(30k - 26.5k) + (2.5k - 2.0k)(A/F, 40\%, 5) = (34k - 30k)(A/P, 40\%, 5) + (15.5k - 14k)$$

$$3\,500 + 500(0.09136) = 4\,000(0.49136) + 1\,500$$

$$3\,545.68 = 3\,465.44$$

Para  $i = 50\%$

$$(30k - 26.5k) + (2.5k - 2.0k)(A/F, 50\%, 5) = (34k - 30k)(A/P, 50\%, 5) + (15.5k - 14k)$$

$$3\,500 + 500(0.07583) = 4\,000(0.57583) + 1\,500$$

$$\mathbf{3\,537.91 = 3\,803.32}$$

Con esta tasa los egresos son mayores que los ingresos por lo tanto podemos interpolar para determinar el valor real de la tasa de retorno.

Tasa	Diferencia Ingreso y egresos
40%	80.24
$i$	0
50%	-265.41



## UNIDAD 2: METODOS DE EVALUACIÓN ECONOMICA E ALTERNATIVAS.

Interpolando tenemos:

$$\frac{i - 0.40}{0.50 - 0.40} = \frac{0 - 80.24}{-265.41 - 80.24}$$

$$i = 0.2321(0.1) + 0.40 = 0.4232 = \mathbf{42.32\%}$$

$TIR \geq TMAR$  o  $42.32\% \geq 18\%$  Por tanto se toma el camión de volteo de 10 toneladas ( $C_{10T}$ ) como nueva base de comparación.

**Comparar  $C_{15T}$  y  $C_{10T}$**

Comparar camión de volteo de 10 toneladas ( $C_{10T}$ ) contra camión de volteo de 15 toneladas ( $C_{15T}$ )

$$\text{Ingresos anuales}(C_{15T} - C_{10T}) = \text{Egresos anuales}(C_{15T} - C_{10T})$$

Para  $i = 15\%$

$$(33.5k - 30k) + (3k - 2.5k)(A/F, 15\%, 5) = (38k - 34k)(A/P, 15\%, 5) + (18k - 15.5k)$$

$$3500 + 500(0.14832) = 4000(0.29832) + 2500$$

$$\mathbf{3574.16 = 3693.28}$$

Para este caso podemos notar que con la primera prueba a una tasa de  $i = 15\%$  los egresos son mayores que los ingresos por lo que ahora debemos probar con una tasa menor donde los ingresos sean mayores que los egresos, para poder realizar el proceso de interpolación.

Para  $i = 10\%$

$$(33.5k - 30k) + (3k - 2.5k)(A/F, 10\%, 5) = (38k - 34k)(A/P, 10\%, 5) + (18k - 15.5k)$$

$$3500 + 500(0.16380) = 4000(0.26380) + 2500$$

$$\mathbf{3581.9 = 3555.2}$$

Con esta tasa los ingresos son mayores que los egresos por lo tanto podemos interpolar para determinar el valor real de la tasa de retorno.

Tasa	Diferencia Ingreso y egresos
10%	26.7
$i$	0
15%	-119.12

Interpolando tenemos:

$$\frac{i - 0.10}{0.15 - 0.10} = \frac{0 - 26.7}{-119.12 - 26.7}$$

$$i = 0.1831(0.05) + 0.10 = 0.1092 = \mathbf{10.92\%}$$

## UNIDAD 2: METODOS DE EVALUACIÓN ECONOMICA E ALTERNATIVAS.

$TIR \leq TMAR$  o  $10.92\% \leq 18\%$  Por tanto se descarta el camión de 15 toneladas ( $C_{15T}$ ) y se mantiene el camión de 10 toneladas como base de comparación.

### Comparar $C_{10T}$ y $C_{20T}$

Comparar camión de volteo de 10 toneladas( $C_{10T}$ ) contra camión de volteo de 20 toneladas ( $C_{20T}$ )

$$\text{Ingresos anuales}(C_{20T} - C_{10T}) = \text{Egresos anuales}(C_{20T} - C_{10T})$$

Para  $i = 15\%$

$$(40.5k - 30k) + (3.5k - 2.5k)(A/F, 15\%, 5) = (48k - 34k)(A/P, 15\%, 5) + (21k - 15.5k)$$

$$10\,500 + 1\,000(0.14832) = 14\,000(0.29832) + 5\,500$$

$$10\,648.32 = 9\,676.48$$

Para  $i = 25\%$

$$(40.5k - 30k) + (3.5k - 2.5k)(A/F, 25\%, 5) = (48k - 34k)(A/P, 25\%, 5) + (21k - 15.5k)$$

$$10\,500 + 1\,000(0.12185) = 14\,000(0.37185) + 5\,500$$

$$10\,621.85 = 10\,705.9$$

Con esta tasa los egresos son mayores que los ingresos por lo tanto podemos interpolar para determinar el valor real de la tasa de retorno.

Tasa	Diferencia Ingreso y egresos
15%	971.84
$i$	0
25%	-84.05

Interpolando tenemos:

$$\frac{i - 0.15}{0.25 - 0.15} = \frac{0 - 971.84}{-84.05 - 971.84}$$

$$i = 0.9204(0.10) + 0.15 = 0.242 = 24.20\%$$

$TIR \geq TMAR$  o  $24.20\% \geq 18\%$  Por tanto se toma camión de 20 toneladas ( $C_{20T}$ ) como base de comparación.

### Comparar $C_{20T}$ y $C_{25T}$

Comparar camión de volteo de 25 toneladas( $C_{25T}$ ) contra camión de volteo de 20 toneladas ( $C_{20T}$ )

$$\text{Ingresos anuales}(C_{25T} - C_{20T}) = \text{Egresos anuales}(C_{25T} - C_{20T})$$

## UNIDAD 2: METODOS DE EVALUACIÓN ECONOMICA E ALTERNATIVAS.

Para  $i = 25\%$

$$(49k - 40.5k) + (4.6k - 3.5k)(A/F, 25\%, 5) = (57k - 48k)(A/P, 25\%, 5) + (26k - 21k)$$

$$8\,500 + 1\,100(0.12185) = 9\,000(0.37185) + 5\,000$$

$$8\,634.03 = 8\,346.65$$

Para  $i = 35\%$

$$(49k - 40.5k) + (4.6k - 3.5k)(A/F, 35\%, 5) = (57k - 48k)(A/P, 35\%, 5) + (26k - 21k)$$

$$8\,500 + 1\,100(0.10045) = 9\,000(0.45046) + 5\,000$$

$$8\,610.50 = 9\,054.14$$

Con esta tasa los egresos son mayores que los ingresos por lo tanto podemos interpolar para determinar el valor real de la tasa de retorno.

Tasa	Diferencia Ingreso y egresos
25%	287.38
$i$	0
35%	-443.64

Interpolando tenemos:

$$\frac{i - 0.25}{0.35 - 0.25} = \frac{0 - 287.38}{-443.64 - 287.38}$$

$$i = 0.3931(0.05) + 0.25 = 0.2893 = \mathbf{28.93\%}$$

$TIR \geq TMAR$  o  $28.93\% \geq 18\%$  Por tanto se toma el camión de 25 toneladas ( $C_{25T}$ ) como nueva base de comparación y como no hay más alternativas con quien comparar, podemos concluir que el camión de 25 toneladas es la alternativa que se debe elegir.