

**ANEXO**  
**TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)**  
**Conceptos y métodos básicos**

En un proyecto deben ser claramente determinables los costos y los beneficios de invertir en el mismo, para poder comparar dichos resultados con los del mismo proceso en otras alternativas de inversión que se consideran como opciones a la que está siendo evaluada.

Los beneficios se evalúan a través de los ingresos que genera la venta de un bien o servicio transable. El tipo de evaluación, por lo tanto, se fundamenta en un análisis de costo-beneficio, y los indicadores que se deben calcular para la toma de decisiones son el **valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR)**.

Los costos y beneficios pueden ser directos o indirectos. Los costos y beneficios directos son aquellos que se originan por la acción específica de invertir y son la cuantificación directa de los insumos y productos utilizados en el proyecto. Los costos y beneficios indirectos son los que se originan por la acción de invertir sobre terceras personas, bienes o servicios.

La información de la evaluación financiera cumple tres funciones, a saber:

Primero, determina hasta dónde todos los costos pueden ser cubiertos oportunamente, contribuyendo de esta manera a diseñar el plan de financiamiento.

Segundo, mide la rentabilidad de la inversión.

Tercero, genera la información necesaria para hacer una comparación del proyecto con otras alternativas u oportunidades de inversión. La información

aportada por la evaluación financiera es muy valiosa para la entidad o entidades que participan en el proyecto, puesto que les permite juzgar si se justifica lo que podrían ganar, en términos financieros, si invirtieran sus fondos en otro proyecto.

La evaluación financiera trabaja los flujos de ingresos y egresos con los precios vigentes en los mercados y, según el objetivo del análisis, pueden ajustarse para eliminar los efectos de la inflación sobre dichos precios.

Un rubro financiero podría ser un costo en la evaluación desde una perspectiva y, a la vez, ser un ingreso desde otra. Los impuestos, por ejemplo, serán costos para la entidad ejecutora e ingresos para el gobierno.

### **Costo de oportunidad del dinero** (tasa de interés de oportunidad)

Este costo de oportunidad del dinero se considera debido a que el capital también tiene usos alternos y por lo tanto también tiene un costo de oportunidad en el tiempo.



#### **Pregunta**

¿De qué depende el costo de oportunidad del dinero?

El costo de oportunidad del dinero depende de una serie de factores tales como:

- ✓ La preferencia por la liquidez; el concepto de interés aparece relacionado con la preferencia que expresan las personas por disponer del dinero ahora, en lugar de disponer de él más tarde.
- ✓ La productividad del capital (rentabilidad)
- ✓ La aversión al riesgo; temor ante la posibilidad de disminución o pérdida de los recursos invertidos en el proyecto.



### Concepto

El costo de oportunidad del dinero expresado en términos porcentuales se denomina **tasa de interés de oportunidad**.



### Ejemplo

Para que un inversionista acepte recibir un cierto valor de dinero después de un período determinado, en lugar de recibirlo ahora, es porque al cabo de dicho período se le debe entregar un valor superior al actual.<sup>100</sup> La cantidad adicional que es necesario reconocer, expresada en términos porcentuales, es la tasa de interés de oportunidad.

## Equivalencias financieras

Dado un costo de oportunidad, se puede calcular la equivalencia entre un valor presente y un valor futuro.



### Ejemplo

Si la tasa de interés de oportunidad es del 10 % anual, significa que \$100 de hoy equivalen dentro de un año a \$110.

$$100 + (0.1 \times 100) = 100 (1 + 0.1) = 110$$



### Teoría

La equivalencia futura o Valor Futuro (VF) de un Valor Presente (VP) corresponde a:

$$VF = VP * (1 + i)$$

Siendo:

i : tasa de interés de oportunidad

n : número de períodos

VP: Valor presente: es el valor del dinero (ingreso o egreso) en un momento determinado en el tiempo.

VF: Valor futuro: equivalencia del valor del dinero (ingreso o egreso) en un momento posterior en el tiempo.

La equivalencia presente o Valor Presente (VP) de un Valor Futuro corresponde a (haciendo la transformación algebraica de la anterior ecuación):

$$VP = \frac{VF}{(1 + i)^n}$$



### Método

#### **Pasos para el cálculo del valor presente neto (VPN)**

Si el período es de un año:

1. Se obtiene el ingreso o desembolso neto para cada año; cuando son valores negativos se encierra la cifra entre paréntesis.
2. Se establece la tasa de interés de oportunidad que se requiere o se espera. Esto depende del tipo de inversión.
3. Se suman todos los beneficios netos positivos descontados y se resta de este valor la suma de todos los desembolsos netos.

El resultado es el valor presente neto de la inversión (VPN).

Si el valor presente neto obtenido es positivo, la tasa interna de retorno (TIR) es mayor que la tasa de interés de oportunidad con la que se hizo el descuento. Mientras más alto sea el valor presente neto con la tasa de interés de oportunidad dada, mejor es la inversión en términos financieros.

Con este indicador de rentabilidad (TIR) se hacen los análisis de sensibilidad teniendo en cuenta los aspectos económicos y financieros de un proyecto de inversión.

## Formulación del VPN (Valor Presente Neto) y del VF (Valor Futuro)



### Ejemplo

A continuación se presenta una tabla con un ejemplo que permite entender y realizar la formulación del VPN y el VF. En el ejercicio se deriva la expresión algebraica o ecuación correspondiente como un elemento indispensable para comprender el análisis financiero. Se recomienda dejar este punto lo más claro posible antes de continuar con el análisis.

Consideremos la siguiente tabla donde se presentan los valores de capital de una empresa en el período 2000 a 2004.

| (1)  | (2)   | (3)   | (4)                 | (5)   | (6)                        | (7)   | (8)  |
|------|-------|-------|---------------------|-------|----------------------------|-------|------|
| Año  | Valor |       | Incremento absoluto |       | Incremento relativo        |       |      |
| 2000 | 1.000 | $V_0$ |                     |       |                            |       |      |
|      |       |       | $V_1 - V_0 = 100$   | $I_1$ | $(V_1 - V_0) / V_0 = 0,10$ | $i_1$ | (1*) |
| 2001 | 1.100 | $V_1$ |                     |       |                            |       |      |
|      |       |       | $V_2 - V_1 = 250$   | $I_2$ | $(V_2 - V_1) / V_1 = 0,23$ | $i_2$ | (2*) |
| 2002 | 1.350 | $V_2$ |                     |       |                            |       |      |
|      |       |       | $V_3 - V_2 = 150$   | $I_3$ | $(V_3 - V_2) / V_2 = 0,11$ | $i_3$ | (3*) |
| 2003 | 1.500 | $V_3$ |                     |       |                            |       |      |
|      |       |       | $V_4 - V_3 = 300$   | $I_4$ | $(V_4 - V_3) / V_3 = 0,20$ | $i_4$ | (4*) |
| 2004 | 1.800 | $V_4$ |                     |       |                            |       |      |

- ✓ La columna (1) indica el año.
- ✓ La columna (2) contiene los valores de capital de la empresa correspondientes a cada año.
- ✓
- ✓ La columna (3) contiene los símbolos que representan los valores de capital de cada año; por ejemplo,
  - $V_0 = 1000$  : representa el valor en el año 2000 y se denomina valor inicial (valor en el año 0)
  - $V_1 = 1100$  : representa el valor en el año 2001 (valor en el año 1)
  - .....
  - $V_4 = 1800$  : representa el valor en el año 2004 (valor en el año 4; valor final)
- ✓ La columna (4) : corresponde a los **incrementos absolutos** entre un año y otro.
 

Por ejemplo, el incremento absoluto entre los años 2000 y 2001 es 100, que se obtiene, restando los valores correspondientes; el incremento absoluto entre los años 2003 y 2004 es 300, que se obtiene restando el valor del año 2003 del valor del año 2004.
- ✓ La columna (5) : contiene los símbolos que representan los incrementos absolutos de un año a otro; por ejemplo,
  - $I_1$  : corresponde al incremento absoluto entre los años 2000 y 2001,
  - $I_4$  : corresponde al incremento absoluto entre los años 2003 y 2004,
- ✓ La columna (6) : corresponde a los **incrementos relativos** entre un año y otro, tomando como base el año anterior, por ejemplo:
  - el incremento relativo entre los años 2000 y 2001 es  $(100/1000) = 0,10$

que se obtiene, dividiendo el incremento absoluto entre los años 2000 y 2001, que es 100, por el valor del año 2000 que es 1000, lo que se expresa en forma porcentual. Quiere decir, que del año 2000 al año 2001 el valor se incrementó en un 10% con relación al valor del año 2000;

- el incremento relativo entre los años 2003 y 2004 es  $(300/1500) = 0,20$

que se obtiene, dividiendo el incremento absoluto entre los años 2003 y 2004, que es 300, por el valor del año 2003 que es 1500, lo que se expresa en forma porcentual. Quiere decir, que del año 2003 al año 2004 el valor se incrementó en un 20% con relación al valor del año 2003;

- ✓ La columna (7) : contiene los símbolos que representan los incrementos relativos de un año a otro; por ejemplo,

$i_1$  : corresponde al incremento relativo entre los años 2000 y 2001,

$i_4$  : corresponde al incremento relativo entre los años 2003 y 2004,



De la tabla anterior salen las siguientes fórmulas y sus correspondientes transformaciones algebraicas, que se obtienen a través de simples reemplazos algebraicos. Estas fórmulas corresponden a las fórmulas universales conocidas en el análisis financiero.

|                        |                             |                   |                       |               |                                 |   |                    |                   |                       |
|------------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------|---------------|---------------------------------|---|--------------------|-------------------|-----------------------|
| de (1*)<br>(columna 8) | $((V_1 - V_0) / V_0) = i_1$ | $\longrightarrow$ | $V_1 = V_0 (1 + i_1)$ |               |                                 |   |                    |                   | $V_1 = V_0 (1 + i_1)$ |
| de (2*)<br>(columna 8) | $((V_2 - V_1) / V_1) = i_2$ | $\longrightarrow$ | $V_2 = V_1 (1 + i_2)$ | $\rightarrow$ | $V_2 = V_0 (1 + i_1) (1 + i_2)$ |   | Si $i_1 = i_2 = i$ | $\longrightarrow$ | $V_2 = V_0 (1 + i)^2$ |
| de (3*)<br>(columna 8) | $((V_3 - V_2) / V_2) = i_3$ | $\longrightarrow$ | $V_3 = V_2 (1 + i_3)$ | $\rightarrow$ | $V_3 = V_1 (1 + i_2) (1 + i_3)$ | $V_3 = V_0 (1 + i_1) (1 + i_2) (1 + i_3)$           | Si $i_2 = i_3 = i$ | $\longrightarrow$ | $V_3 = V_0 (1 + i)^3$ |
| de (4*)<br>(columna 8) | $((V_4 - V_3) / V_3) = i_4$ | $\longrightarrow$ | $V_4 = V_3 (1 + i_4)$ | $\rightarrow$ | $V_4 = V_2 (1 + i_3) (1 + i_4)$ | $V_4 = V_0 (1 + i_1) (1 + i_2) (1 + i_3) (1 + i_4)$ | Si $i_3 = i_4 = i$ | $\longrightarrow$ | $V_4 = V_0 (1 + i)^4$ |

Tenga en cuenta que la tasa " i " es clave para la comprensión y cálculo del indicador de rentabilidad. Observe que estas tasas son los incrementos relativos y que en la vida práctica tienen normalmente valores distintos de un año a otro; por ello se utiliza el promedio. Esta tasa o incremento relativo promedio corresponde al promedio de las tasas de descuento o de oportunidad de los distintos años.

Cuando se hace la planeación para el desarrollo de un proyecto de inversión, se utiliza una tasa " i " que corresponda a la tasa de descuento (requerida o esperada) en el período considerado. Para definir este valor se tienen en cuenta las tasas de oportunidad o de descuento con las que se trabajan en el mercado financiero y que constituyen la base de comparación con la TIR que se obtenga del análisis del proyecto.



### Recuerde

Tenga en cuenta la diferencia entre incremento absoluto e incremento relativo y observe como se van derivando los valores futuros de una manera sencilla y por aplicación progresiva en cada año.

De las tablas anteriores se tienen las siguientes fórmulas:

Para un año "t" cualquiera, del intervalo de tiempo considerado, el valor futuro  $V_t$  es igual a:

$$V_t = V_0 * (1 + i)^t$$

$V_0$  es el valor en el año cero (0)

$i$  se expresa en forma decimal (0,10 o 0,05 o 0,12 que indican 10%, 5% 12%).

$V_t$  es el valor futuro en el año "t", o valor actualizado según "i".

De esta fórmula se puede despejar  $V_0$

Para un año t cualquiera del intervalo de tiempo considerado, el valor presente  $V_0$  es igual a:

$$V_0 = V_t * (1/(1 + i))^t$$

$$f_t = (1/(1 + i))^t$$

$f_t$  es el factor de actualización para cada año "t", clave para todo este proceso del modelo.

Entonces sale una fórmula muy sencilla, para recordar siempre:



### Recuerde

**El valor actualizado** (*valor en el año cero 0,  $V_0$* ), o **valor presente equivalente** de un valor en el año " $t$ ", se obtiene multiplicando este valor (*valor en el año " $t$ ",  $V_t$* ) por el factor de actualización

$$V_0 = V_t * f_t$$



### Ejemplo

#### Ejemplo de aplicación

Considérese el caso de un proyecto de inversión que requiere un intervalo de tiempo de 20 años, de tal manera que en el año "0" se hace la instalación del mismo y se hacen mantenimientos cada año (egresos); los ingresos se obtienen por venta de los servicios o productos en los años 8, 12 y 20.

Para cada año " $t$ " se tienen egresos  $E_t$  e ingresos  $I_t$  y una diferencia o flujo de caja expresado por

$$F_t = (I_t - E_t)$$

Para todo el proyecto en los 21 años se tendrá el flujo de caja o los 21 **valores netos** (los  $F_t$  de cada año).

Estos valores  $F_t$  no son comparables en forma absoluta por cuanto corresponden a valores que se realizan en distintos años durante el intervalo de tiempo del proyecto; para compararlos y tener un solo valor deben **actualizarse** al año cero "0" y hacer la suma respectiva; la actualización de cada valor  $F_t$  se hace con la fórmula presentada anteriormente para cada año.

Por lo tanto, el **valor presente neto total** para todo el proyecto en los 21 años es:

$$VPN(i) = \sum F_t * f_t$$

Obsérvese que para cada tasa de oportunidad "i" que se seleccione se tiene un valor VPN (i).



### Concepto

**El valor de "i" para el que VPN es cero (0) es lo que se conoce como TIR (tasa interna de retorno)**



### Herramienta

A continuación se presenta un programa de cálculo para el VPN y la TIR, que se puede abrir y ejecutar al dar **"clic" aquí**. Haga el ejercicio que se presenta en este archivo cambiando valores de "i" como allí se indica. Recuerde que son valores de aproximación.



## Pregunta

### **¿Qué significa la TIR?**

El hecho de que VPN sea cero (0) significa que es el punto en el que los egresos se hacen iguales a los ingresos, es decir, el punto en que no hay ganancias ni pérdidas, es como un punto de equilibrio; el valor de "  $i$  " que corresponde a ese punto de equilibrio es la TIR de ese proyecto con ese flujo de caja.

Este indicador nos sirve para interpretar la rentabilidad del proyecto que se está planeando y compararlo con las oportunidades de otros negocios cuyas rentabilidades se expresan en tasas de descuentos. Si la tasa de oportunidad en otros negocios es mayor que la TIR nos indica que la rentabilidad de nuestro proyecto está en desventaja; o por el contrario, si la tasa de oportunidad es menor que la TIR del proyecto que se planea, entonces el proyecto ofrece ventajas de rentabilidad frente a esos otros negocios. Es un elemento que ayuda a tomar las decisiones; requiere que se tengan en cuenta otros aspectos, y en su conjunto tomar la que se considera la mejor decisión.