

## **Capitulo 8**

### **Estimadores Financieros. Usos y Abusos**

## Índice

1. Métodos que no tienen en cuenta el valor tiempo del dinero .....	3
1.1. Rentabilidad Contable Media .....	3
1.2. Período de Repago.....	4
1.3. Crítica de la rentabilidad contable media y periodo de repago .....	5
2. Métodos que tienen en cuenta el valor tiempo del dinero .....	5
2.1. Período de repago descontado.....	5
2.2. Valor actual neto.....	6
a) <b><u>Valor actual</u></b> .....	6
b) <b><u>Valoración de flujos de fondos en varios períodos</u></b> .....	7
c) <b><u>Valor actual neto</u></b> .....	7
d) <b><u>Supuestos en el VAN</u></b> .....	9
2.3. Tasa interna de retorno.....	10
a) <b><u>Supuestos en el TIR</u></b> .....	10
b) <b><u>Primer defecto : ¿ prestar o endeudarse?</u></b> .....	11
c) <b><u>Segundo defecto : tasas de rentabilidad múltiple</u></b> .....	13
d) <b><u>Tercer defecto : Proyectos mutuamente excluyentes</u></b> .....	14
e) <b><u>Cuarto defecto : ¿ Que ocurre cuando no podemos eludir la estructura temporal de los tipos de interés?</u></b> .....	17
f) <b><u>Veredicto sobre la TIR</u></b> .....	17
2.4. Conclusiones acerca del VAN y la TIR .....	18
3. Casos frecuentes de Análisis financieros con resultados contradictorios de VAN y TIR	

## **Métodos Financieros Alternativos para la Evaluación de Proyectos de Inversión**

Supongamos que tenemos que realizar la evaluación de un proyecto de inversión, buscando herramientas que nos permitan realizar dicha evaluación en distintas bibliografías nos encontramos que los métodos que tradicionalmente se utilizaban para evaluar proyectos de inversión no tenían en cuenta el valor tiempo del dinero, estos métodos son la rentabilidad contable media y el período de repago. En los años 50 se comienza a considerar el valor tiempo del dinero y de esta manera surgen una serie de métodos que compiten entre sí como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el período de repago descontado. A continuación desarrollaremos las distintas alternativas antes mencionadas.

### **1. Métodos que no tienen en cuenta el valor tiempo del dinero**

#### **1.1. Rentabilidad Contable Media**

Este criterio fue probablemente el favorito de los empresarios desde el siglo XIX como mínimo y hasta la década de los años 50 en que empezó a perder predicamento a favor de los criterios financieros. La razón para era estrictamente cultural: durante muchos siglos la única modalidad generalmente aceptada de los empresarios se habían habituado a interpretar los datos emergentes de los balances, cuya difusión pública era impensable. Por tal razón el análisis de las ventajas derivadas de cualquier proyecto se hacía en términos de la incidencia esperada de su eventual ejecución sobre los futuros balances de la empresa, y , en particular, la medición de su rentabilidad prospectiva se hacía también en términos estrictamente contables.

Las empresas juzgaban un proyecto de inversión analizando su tasa de rentabilidad contable. La tasa contable se puede obtener de distintas maneras:

1- Para obtenerla es necesario dividir el beneficio medio esperado del proyecto, después de amortizaciones, por el valor medio contable de la inversión:

$$\text{Tasa de la Ganancia Contable} = \frac{\text{Utilidad neta promedio}}{\text{Inversión media}}$$

Se hace referencia a una "inversión media" pues debido a la depreciación, el capital invertido disminuye a medida que transcurre la vida útil del proyecto. La ventaja de este método consiste en su fácil utilización, utilizando cuentas de resultados provisionales y proyectados.

2- Calcular medidas de rentabilidad sobre activos, observando que porcentaje representa el resultado operativo menos impuestos sobre activos invertidos:

$$\text{Tasa de la Ganancia Contable} = \frac{\text{Resultado operativo - impuestos}}{\text{Activos invertidos}}$$

3- Otra medida podría obtenerse una medida similar para el patrimonio neto, observando el porcentaje que representa la utilidad neta sobre el patrimonio neto:

$$\text{Tasa de la Ganancia Contable} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Patrimonio Neto}}$$

La principal desventaja es la no consideración del valor tiempo del dinero, ya que no tiene en cuenta el hecho de que un peso del presente vale más que un peso en el futuro. Debe resaltarse que no trabaja con flujo de fondos, sino con beneficios contables, que pueden ser muy diferentes. Por otra parte, trabajar con promedios no aparece como una buena regla práctica: tal vez la tasa de ganancia contable esté escondiendo períodos donde hubo pérdidas o las utilidades fueron muy bajas. Con todo, si quiere una medida de corto plazo, la tasa de ganancia contable puede calcularse también para observar la rentabilidad de un solo período.

El resultado económico refleja una opinión entre varias. En cambio, el flujo de fondos es un hecho, una medida única. Los métodos que siguen utilizan esa materia prima para el análisis.

## 1.2. Período de Repago

El periodo de repago no es un indicador de rentabilidad, sino una magnitud que permite cuantificar el tiempo que demora la inversión en regresar íntegramente al inversor.

Representa el número de períodos que han de transcurrir para que la acumulación de los flujos de tesorería previstos iguale a la inversión inicial. Ej.: Suponga un proyecto A con el siguiente flujo de fondos:

$$-600+200+200+200$$

En el ejemplo el período de repago es igual a 3 (tres) ya que será necesario que transcurran tres períodos para recuperar la inversión original.

La principal ventaja de este método radica en la facilidad de cálculo y también puede revestir alguna bondad en economías inestables, con gran inflación, donde la gran incertidumbre determina que los inversores miren al rápido recupero de la inversión como algo principal.

Sus desventajas son que no tiene en cuenta el valor tiempo del dinero, y además que al no considerar los flujos de fondos que se generan después de recuperada la inversión original, pueden desecharse proyectos que tienen mayor VAN que los que resultan elegidos. Esto se debe a que el período de repago no tiene en cuenta la rentabilidad del proyecto. Ej.: Suponga que cuenta con un proyecto B, alternativo al proyecto A y que presenta el siguiente flujo de fondos:

$$-600+150+150+150+150+150+150$$

El período de repago de este proyecto es igual a 4; si tenemos que decidir desde el punto de vista del periodo de recupero, elegiríamos el proyecto A por ser el que recupera más rápido la inversión original; pero de esa forma asignaríamos erróneamente los recursos, ya que el proyecto B es más rentable; lo que sucede es que el período de repago no tiene en cuenta los ingresos que se producen una vez que se recupera la inversión original.

### 1.3. Critica de la rentabilidad contable media y periodo de repago

Estos dos métodos ignoran el costo de oportunidad del dinero no están basado en los flujo de fondos de un proyecto y las decisiones de inversión pueden estar relacionadas con la rentabilidad de los negocios presentes de la empresa.

## 2. Métodos que tienen en cuenta el valor tiempo del dinero

Cuando se expone un conjunto de flujo de fondos, el resultado contable no es otra cosa que la suma algebraica de sus valores nominales o, dicho de otra forma, no son sometidos a un proceso de descuento en función del tiempo.

La contabilidad se caracteriza por confrontar ventas actuales con costos anteriores. Así pues, en una operación a plazo que se cobra en 10, 12 o 15 cuotas, esta metodología, que prescinde del tiempo, hace mas evidente su inexactitud.

El resultado financiero, en cambio, es que tiene en cuenta el costo del dinero, que no es otra cosa que penalizar con una tasa de descuento la mayor o menor lejanía de los flujos respecto del momento presente.

A continuación desarrollaremos los distintos métodos que tiene en cuenta el valor tiempo del dinero.

### 2.1. Período de repago descontado

Es igual que el período de repago común, con la diferencia que la acumulación de rendimientos que debe igualar la inversión original se encuentra descontada, es decir que cada ingreso neto es actualizado por el costo de oportunidad del inversor.

Subsana el inconveniente del valor tiempo del dinero que tenia el periodo de repago común, pero sigue sin considerar la rentabilidad del proyecto y los flujos de fondos que se generan después de recuperada la inversión inicial.

Si tomamos el proyecto del ejemplo el período de repago convencional visto anteriormente, donde se demoraban 4 períodos en recuperar la inversión original, al descontar cada flujo de fondos por el costo de oportunidad del inversor, el recupero de la inversión toma algo más de tiempo:

FF	Factor de descuento	Valor descontado
150	$1.10^{-1}$	136.3
150	$1.10^{-2}$	123.9
150	$1.10^{-3}$	112.7
150	$1.10^{-4}$	112.4
150	$1.10^{-5}$	93.1
<b>Total</b>		<b>578.4</b>

Hasta el final del período 5 la inversión nos habría devuelto \$ 578.4. Será necesario avanzar en el período 6 para recuperarla totalmente. Para calcular que porción de tiempo del período 6 se precisa para lograrlo, procedemos de la siguiente forma: establecemos la proporción que representa la diferencia que falta para alcanzar la inversión inicial (600-578.4) respecto del flujo de fondos período 5 en valor presente.

$$\frac{(600-578.4)}{150/(1.10)^6} = 0.255$$

Será necesario consumir un 25.5% del período 6, o sea aproximadamente 3 meses si hablamos de períodos anuales, de manera que para recuperar la inversión totalmente harían falta 5 años y 3 meses.

Como se observa, el valor descontado se precisan más de 5 períodos para recuperar la inversión original. El método de período de repago descontado corrige una deficiencia del período de repago convencional, pero sigue olvidándose de los ingresos que se producen luego de recuperada la inversión, y sigue sin decirnos nada acerca de la rentabilidad del proyecto.

Veremos ahora el método preferido por los analistas y que académicamente es considerado como aquel que generalmente proporciona la respuesta correcta.

## 2.2. Valor actual neto

Primero haremos una breve introducción para ver de donde surge el concepto de VAN.

### a) Valor actual

Partimos del siguiente principio: un peso hoy vale más que un peso de mañana, debido a que un peso hoy puede invertirse para comenzar a obtener intereses inmediatamente. Este es primer principio fundamental.

Así, el valor actual de un cobro aplazado puede hallarse multiplicando el cobro por un factor de descuento, que es menor que 1 (si el factor de descuento fuese mayor que 1, un peso hoy valdría menos que un peso mañana). Si  $C_1$  es el cobro esperado en el período de tiempo 1 (un año a partir de ahora), entonces:

$$\text{Valor Actual (VA)} = \text{factor de descuento} \times C_1$$

Este factor de descuento se expresa como el recíproco de 1 más tasa de rentabilidad.

$$\text{Factor de descuento} = \frac{1}{1 + k}$$

La tasa de rentabilidad  $k$  es la recompensa que el inversor exige por la aceptación de un pago aplazado.

Para calcular el valor actual, descontamos los cobros futuros esperados a la tasa de rentabilidad ofrecida por alternativas de inversión comparables. Esta Tasa de rentabilidad suele ser conocida como tasa de descuento, tasa mínima o costo de

oportunidad del capital . Se llama costo de oportunidad de capital porque es la rentabilidad de la que se renuncia al invertir en el proyecto en lugar de invertir en otro.

$$\text{Valor Actual (VA)} = \text{factor de descuento} \times C_1 = \frac{1}{1+k} \times C_1$$

### b) Valoración de flujos de fondos en varios períodos

Uno de los atractivos de los valores actuales es que todos están expresados en pesos actuales y de modo que pueden sumarse. Suponiendo que se genera un flujo de fondos por más de un período, el factor de descuento para flujos de fondos generados al cabo de un año es  $FF_1$  y  $k_1$  es el costo de oportunidad de la inversión de su dinero a un año.

$$VA = FF_1 \times C_1 = \frac{1}{1+k_1} \times C_1$$

El valor actual de un flujo de fondos generado al cabo de dos años puede expresarse, por tanto de manera similar como:

$$VA = FF_2 \times C_2 = \frac{1}{1+k_2} \times C_2$$

siguiendo nuestro criterio de aditividad podemos determinar el valor que produce flujos de fondos en cada año simplemente sería:

$$VA = \frac{C_1}{1+k_1} + \frac{C_2}{1+k_2}$$

Obviamente podemos continuar por este camino y calcular el valor actual de una corriente de flujos de fondos:

$$VA = \frac{C_1}{1+k_1} + \frac{C_2}{1+k_2} + \frac{C_3}{1+k_3} + \dots$$

Es lo que habitualmente se conoce como la fórmula del flujo de fondos descontado. Una manera de expresarlo en forma abreviada es :

$$VA = \sum \frac{C_t}{(1+k_t)^t}$$

donde el símbolo  $\Sigma$  se refiere a la suma de la serie.

La determinación del valor actual neto lo exponemos en el siguiente punto.

### c) Valor actual neto

Matemáticamente , el VAN puede definirse como:

**El valor que resulta de la diferencia entre el desembolso inicial de la inversión (flujo de fondos en el momento 0) y el valor actual de los futuros ingresos netos esperados inversión (flujo de fondos en los momentos j).**

Conceptualmente representa el valor absoluto de la ganancia que se agrega un nuevo proyecto de inversión a la empresa si esta se encuentra funcionando.

Se habla de "valor actual" ya que los flujos de fondos son descontados a una tasa de interés que representa el costo de oportunidad y comúnmente se la denomina "tasa de corte" ya que establece un VAN mayor que cero se lleva a cabo; aquellos que tienen VAN menor que cero no se realizan, pues su ejecución llevaría una disminución en la riqueza de la empresa.

La tasa de interés que se utiliza en el cálculo del VAN representa el costo de oportunidad del capital (propio o ajeno) y viene a ser el mínimo rendimiento que se le exige a una inversión que no es otra cosa que el rendimiento de otra alternativa de riesgo comparable. Los ingresos netos se calculan en valor actual puesto que resulta razonable descontarle el interés debido al valor del tiempo del dinero, ya que representan cifras del futuro, cuyo valor presente debe tener un menor valor. No obstante, resulta importante aclarar que el proyecto debe analizarse primero prescindiendo de su financiamiento, para establecer si el proyecto desde el punto de vista del flujo de fondos del accionista, en cuyo caso utilizaremos como tasa de descuento el rendimiento que exigiría este último.

Los flujos de fondos del proyecto deben descontarse con tasas de interés que reflejen el riesgo mismo:

⇒ El flujo de fondos del proyecto prescindiendo del financiamiento (free cash flow) debe descontarse con la tasa de interés que se le exigiría a un activo de riesgo similar.

La expresión del Valor Actual Neto es la siguiente:

$$VAN = - FF_0 + \frac{FF_1}{(1+k)^1} + \frac{FF_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{FF_n + VR}{(1+k)^n}$$

En el último flujo de fondos se adiciona el valor residual del negocio, puesto que de contar algún valor los equipos e instalaciones del mismo deben considerarse por su valor de realización en el mercado, ya que el supuesto es que se venden cuando finaliza la vida del proyecto.

Suponiendo que la inversión que tiene un desembolso inicial de \$ 1.000 y genera ingresos de \$ 600 al cabo del primer año y \$ 720 al cabo del segundo año, con un costo de oportunidad del capital de  $k = 10\%$  el valor actual del proyecto sería:

$$VAN = 140.49 = (1000) + \frac{600}{(1.10)} + \frac{720}{(1.10)^2}$$

A medida que aumenta la tasa de interés de oportunidad, el VAN disminuye, como lo muestra la siguiente tabla:

K	VAN
0.10	140.49
0.25	-59.20
0.30	-112.42

$$\frac{0.35}{-160.49}$$

Que existan proyectos con VAN positivo es precisamente lo que hace funcionar una economía agregada. Los cambios en las regulaciones, en la oferta y la demanda, determinan que aparezcan negocios y otros dejen de serlo; el empresario sólo debería realizar aquellos con VAN positivo, que son los que aumentarán el valor de la empresa y por lo tanto, maximizarán la riqueza de los accionistas. La regla de decisión del VAN es la siguiente:

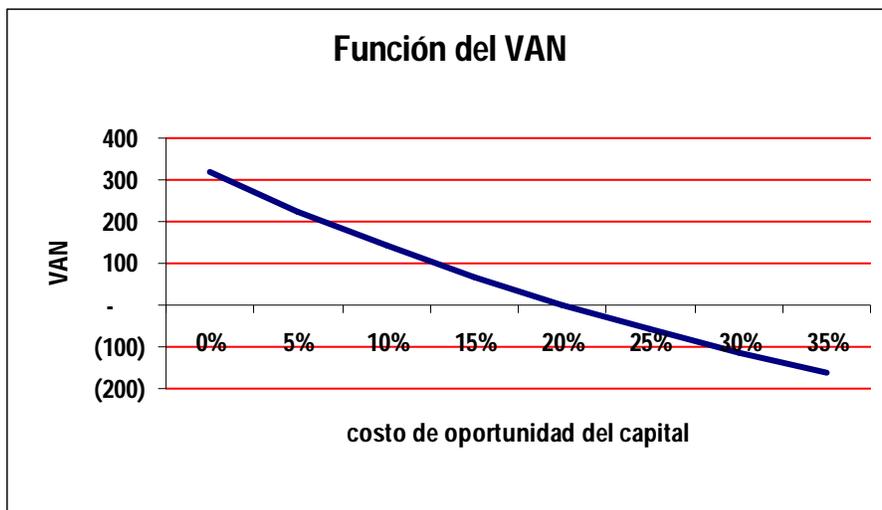
- Regla de decisión del VAN**
- 1)  $> 0$  invertir
  - 2) = Mirar opciones del proyecto
  - 3)  $< 0$  no invertir

#### d) Supuestos en el VAN

Cuando uno mira la mecánica del valor actual que utiliza el método del VAN pareciera que no nos dice nada acerca de que se hace con los fondos que nos devuelve el proyecto. Si embargo el supuesto matemático implícito es que se produce la reinversión de esos fondos que genera el proyecto a la tasa de corte que fue utilizada para calcular el VAN, hasta el final de la vida útil del mismo.

La función matemática del VAN:

$$VAN = -FF_0 + \sum \frac{FF_j}{(1+k)^j}$$



Esta se presenta como una función decreciente de la tasa de interés, asumiendo una forma cóncava respecto del eje de las y (ordenada), pudiendo afirmarse que tiene esta forma por lo siguiente:

1. La derivada primera de la función es negativa, mientras que la derivada segunda es positiva.
2. La función no presenta un punto de inflexión en su pendiente, sino que es continua.

### 2.3. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno es definida habitualmente como aquella a la cual el valor actual neto de los rendimientos derivados de una inversión que iguala al importe de dicha inversión; o bien, lo que es equivalente, como aquella a la cual el valor actual del flujo de fondos de un proyecto de inversión se anula. En términos matemáticos, es el valor de  $i$  que cumple la siguiente condición:

$$FF_0 = \frac{FF_1}{(1+k)^1} + \frac{FF_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{FF_n}{(1+k)^n}$$

Si pasamos todos los términos del segundo miembro al primero, derivamos la segunda definición que hemos enunciado, la cual es totalmente equivalente a la primera, pero mucho más usual:

$$0 = FF_0 - \frac{FF_1}{(1+k)^1} - \frac{FF_2}{(1+k)^2} - \dots - \frac{FF_n}{(1+k)^n}$$

esto es, la tasa a la cual el valor actual del flujo de fondos de un proyecto de inversión se anula.

En cualquiera de estas dos versiones nos encontramos en el mismo problema: es una definición basada en una técnica de cálculo, pero no nos dice nada acerca de su significado.

#### a) Supuestos en el TIR

El criterio de la TIR supone que los fondos que libera el proyecto son reinvertidos dentro del mismo o en otros proyectos similares a la misma TIR, lo cual supone que ese rendimiento se mantendrá constante durante toda la vida del proyecto. Estas condiciones muchas veces pueden no darse en la práctica, donde un proyecto que representa una TIR muy grande no tiene la posibilidad de reinversión a la misma tasa.

El cálculo efectivo de la TIR implica normalmente un proceso de prueba error. Por ejemplo, considere un proyecto que produce los siguientes flujos

Flujo de Fondos		
$C_0$	$C_1$	$C_2$
- 4.000	+ 2.000	+ 4.000

La tasa interna de rentabilidad es TIR en la ecuación:

$$VAN = -4.000 + \frac{2.000}{1+TIR} + \frac{4.000}{(1+TIR)^2} = 0$$

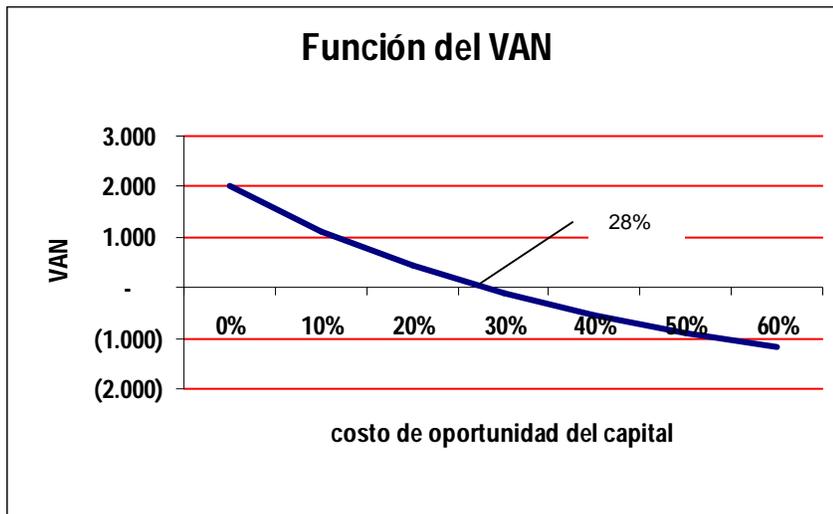
Probemos arbitrariamente con un tipo de descuento cero. En este caso, el VAN no es cero, sino +2.000:

$$\text{VAN} = -4.000 + \frac{2.000}{1+1.10} + \frac{4.000}{(1+1.10)^2} = 2.000$$

El VAN es positivo; por tanto, la TIR debe ser mayor que cero. La siguiente etapa podría ser probar un tipo de descuento del 50 %. En este caso el valor actual neto es \$ -889

$$\text{VAN} = -4.000 + \frac{2.000}{1+1.50} + \frac{4.000}{(1+1.50)^2} = -889$$

El Van es negativo; por tanto la TIR debe ser menor que el 50%. En la figura hemos recogido los valores actuales netos derivados de un abanico de tipos de descuento. Podemos ver en ella que un tipo de descuento del 28% da lugar al valor deseado el VAN igual a cero. Por lo tanto la TIR es igual el 28%.



El criterio de la TIR es:

- Costo de oportunidad < TIR aceptar proyecto ( VAN positivo)**
- Costo de oportunidad > TIR no aceptar proyecto ( VAN negativo)**
- Costo de oportunidad = TIR no aceptar proyecto ( VAN es cero)**

Este criterio dará la misma respuesta que el criterio del valor actual neto siempre que el VAN de un proyecto sea una función uniformemente decreciente del tipo de descuento.

Aunque adecuadamente planteados los dos criterio son formalmente equivalentes, la tasa interna de rentabilidad contiene varios defectos que se mencionan a continuación:

**b) Primer defecto : ¿ prestar o endeudarse?**

No todas las corrientes de flujos de tesorería tienen la propiedad de que el VAN disminuya a medida que el tipo de descuento aumenta. Consideremos los proyectos A y B:

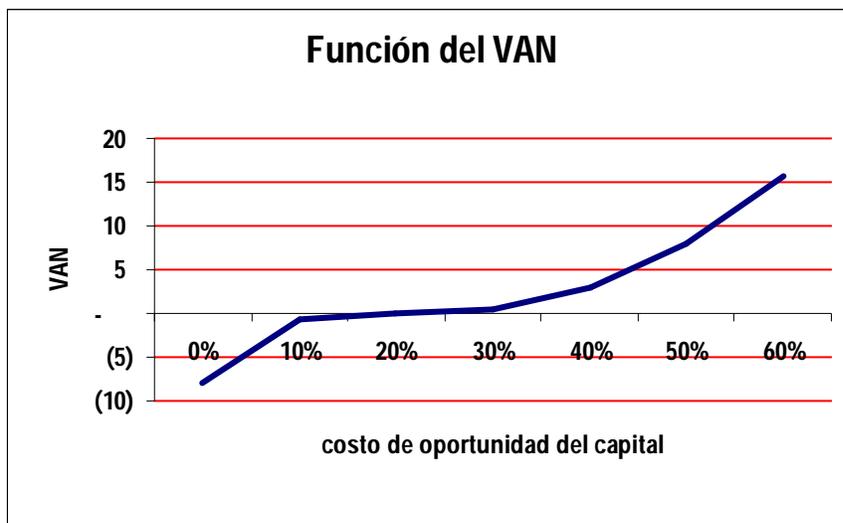
Proyecto	Flujo de Fondos		TIR en %	VAN al 10%
	C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>		
A	-1.000	+1.500	+50	+364
B	+1.000	-1.500	+50	-364

Cada proyecto tiene una TIR del 50%, pero estos proyectos no son igualmente atractivos, en el caso A donde inicialmente estamos pagando \$1.000, estamos prestando al dinero al 50%; en el caso de B donde inicialmente estamos recibiendo \$1.000 estamos tomando dinero al 50%. Cuando prestamos dinero, deseamos una alta tasa de rentabilidad; cuando nos endeudamos, deseamos una tasa de rentabilidad baja.

Si dibujamos un gráfico como el anterior para el proyecto B, encontrará que el VAN aumenta a medida que aumenta el tipo de descuento. Obviamente, el criterio de la TIR, como hemos indicado anteriormente, no funciona en este caso; tenemos que buscar una TIR menor que el costo de oportunidad del capital.

Esto es bastante sencillo, pero analicemos ahora el proyecto C:

Proyecto	Flujo de Fondos				TIR en %	VAN al 10%
	C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>		
C	+1.000	-3.600	+4.320	-1.728	+20	-0.75



Resulta que el proyecto C tiene un VAN igual a cero con una tasa de descuento del 20% y si el costo de oportunidad del capital es el 10% significa que el proyecto es bueno. En parte el proyecto C es como endeudarse, debido a que recibimos dinero ahora y lo pagamos en el primer período en parte es también como prestar el dinero, debido a que pagamos dinero en el período 1 y lo recobramos en el período 2. ¿Deberíamos aceptarlo o rechazarlo? La única manera de encontrar la respuesta es mirar el VAN. En este caso si el costo de oportunidad del capital es del 10% (es decir menor que la TIR), el proyecto tiene un pequeño VAN negativo y deberíamos rechazarlo.

**c) Segundo defecto : tasas de rentabilidad múltiple**

Por ejemplo si tenemos un proyecto A cuyo flujo de fondos es el que se describe a continuación:

Proyecto	Flujo de Fondos						
	C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>
<b>C</b>	-1.000	+800	+150	+150	+150	+150	-150

Calculamos la TIR y su VAN de la siguiente forma:

TIR, porcentaje	VAN al 10%
<b>-50 y 15.2</b>	<b>74.9 \$</b>

Observamos que hay dos tasas que hacen el VAN=0. Esto es cada una de las siguientes ecuaciones dan como resultado 0.

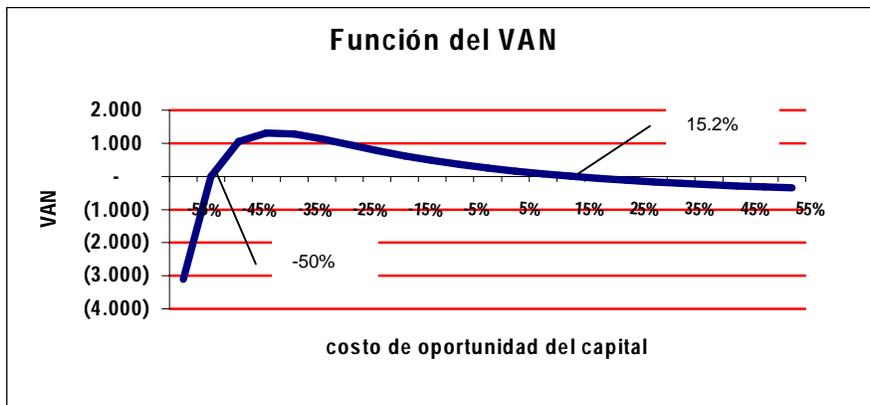
$$VAN = -1.000 + \frac{800}{1+50\%} + \frac{150}{(1+50\%)^2} + \frac{150}{(1+50\%)^3} + \frac{150}{(1+50\%)^4} + \frac{150}{(1+50\%)^5} - \frac{150}{(1+50\%)^6} = 0$$

y

$$VAN = -1.000 + \frac{800}{1+15.2\%} + \frac{150}{(1+15.2\%)^2} + \frac{150}{(1+15.2\%)^3} + \frac{150}{(1+15.2\%)^4} + \frac{150}{(1+15.2\%)^5} - \frac{150}{(1+15.2\%)^6} = 0$$

En otras palabras, la inversión tiene una TIR de -50% y de 15.2%. La siguiente figura muestra como sucede esto. Al aumentar la tasa de descuento, el VAN inicialmente se eleva y después decae. Esta situación se debe al doble cambio de signos en el flujo de caja.

Puede haber tantas TIR como cambios de signos haya en el flujo de fondos. Estos cambios de signos pueden ocurrir por ejemplo por un retraso en el pago de impuestos, por importantes costos de desinstalación.



Pero si esto no fuese suficiente, también hay casos en los que no existe tasa de rentabilidad alguna. Por ejemplo, el proyecto D tienen un valor actual neto positivo para cualquier tipo de descuento.

Proyecto	Flujo de Fondos			TIR en %	VAN al 10%
	C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>		
D	+1.000	-3.000	+2.500	No	+339

Se han ideado numerosas adaptaciones del criterio de la TIR para tales casos. No sólo son inadecuadas, sino también innecesarias, ya que la solución es simplemente utilizar el criterio del VAN.

**d) Tercer defecto : Proyectos mutuamente excluyentes**

Con frecuencia, las empresas tienen que elegir entre varias maneras alternativas de realizar el mismo trabajo o utilizar la misma instalación. En otras palabras, necesitan elegir entre varios proyectos mutuamente excluyentes. Aquí, basarse demasiado en el criterio del TIR puede ser engañoso.

Considere los proyectos E y F:

Proyecto	Flujo de Fondos		TIR en %	VAN al 10%
	C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>		
E	-10.000	+20.000	100	+8.182
F	-20.000	+35.500	75	+11.818

Puede que el proyecto E sea un instrumento controlado manualmente, y que F sea el mismo instrumento añadiéndole el control por ordenador. Ambos son buenos proyectos, pero F tiene el mayor VAN y es, por tanto, el mejor. Sin embargo el criterio de la TIR parece indicar que, si tiene que elegir, debería inclinarse por E, ya que tiene la mayor TIR. Si sigue el criterio de la TIR, tiene la satisfacción de ganar una tasa de rentabilidad del 100 %; si sigue el criterio del VAN, tiene una riqueza de \$ 11.818 más.

En estos casos, puede salvar usted el criterio de la TIR analizando la TIR de flujos incrementales. He aquí cómo hacerlo. Primero, considero el proyecto menor (E en nuestro ejemplo). Éste tiene una TIR del 100%, lo cual supera ampliamente el 10 % del costo de oportunidad del capital. Sabe por tanto, que E es aceptable. Pregúntese ahora si merece la pena hacer la inversión adicional de \$ 10.000 en F. Los flujos incrementales obtenidos al llevar a cabo F en vez de E son los siguientes :

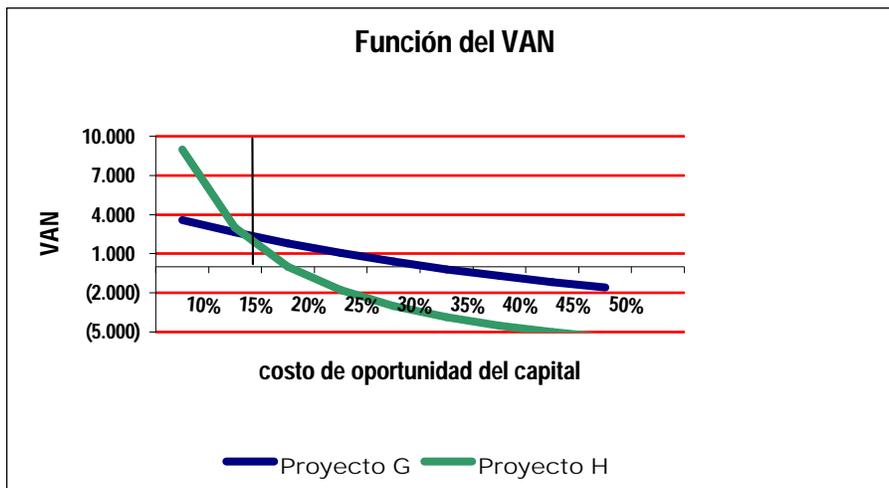
Proyecto	Flujo de Fondos		TIR en %	VAN al 10%
	C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>		
<b>F y E</b>	-10.000	+15.000	50	+3.636

La TIR de la inversión incremental es el 50%, lo cual también está muy por encima del 10% de costo de oportunidad del capital. De manera que usted preferiría el proyecto F al E.

A menos que se analice la inversión incremental, no se puede confiar en la TIR para hacer una ordenación de proyecto de diferente escala. También es poco fiable para realizar ordenaciones de proyecto que ofrecen diferentes perfiles de flujos de tesorería a lo largo del tiempo. Por ejemplo, supongamos que la empresa puede emprender el proyecto G o el proyecto H, pero no ambos (ignorar el I por el momento):

Proyecto	Flujo de Fondos						TIR en %	VAN al 10%	
	C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>			C <sub>6</sub>
<b>G</b>	-9.000	+6.00	+5.00	+4.00			...	33	3.592
		0	0	0					
<b>H</b>	-9.000	+1.80	+1.80	+1.80	+1.80	+1.80	...	20	9.000
		0	0	0	0	0			
<b>I</b>		-6.000	+1.20	+1.20	+1.20	+1.20	...	20	6.000
			0	0	0	0			

El proyecto G tiene una TIR mayor, pero el proyecto H tiene un VAN mayor. La figura siguiente muestra por qué los dos criterios dan diferentes respuestas. La línea azul representa el valor actual neto del proyecto G para diferentes tipos de descuento. Dado que un tipo de descuento del 33% un valor actual neto de 0, ésta es la TIR del proyecto G. De manera similar, la línea verde muestra el VAN del proyecto H para diferentes tasas de descuento. La TIR del proyecto H es del 20%. Obsérvese que el proyecto H tiene un VAN mayor siempre y cuando el costo de oportunidad del capital sea mayor al 15.6%.



La razón por la cual la TIR conduce a error es que las entradas totales de tesorería del proyecto H son mayores, pero tiene ocurrir más tarde. Por tanto, cuando la tasa de descuento es bajo, H tiene mayor VAN; cuando la tasa de descuento es alta, G tiene mayor VAN. Se puede ver en la figura anterior los dos proyectos tiene el mismo VAN cuando el tipo de descuento es el 15.6%. Las TIR de los dos proyectos nos dicen que para una tasa de descuento del 20%, los inversores H tiene un VAN = 0 y G un VAN positivo. De este modo, si el costo de oportunidad del capital fuese el 20%, los inversores atribuirían un mayor valor al proyecto G, de más corta duración. Pero, en nuestro ejemplo, el costo de oportunidad del capital no es del 20%, sino del 10%. Los inversores están dispuestos a pagar un precios relativamente altos por títulos a largo plazo, por ello pagarán un precio relativamente alto por el proyecto de mayor duración. A un costo de capital del 10% una inversión en H tiene un VAN de \$9.000 y una inversión en G tiene un VAN de sólo \$3.592.

Al analizar los dos proyectos muchos empresarios se inclinan por realizar el proyecto G en vez del H, la razón parece ser el rápido plazo de recuperación que proporciona el proyecto G. Ellos creen que si eligen G, pueden también adoptar otro proyecto como I (se puede observar que se puede financiar I utilizando los flujo de tesorería generados por G), mientras que si optan por H no tendrán dinero suficiente para I. Dicho de otro modo, suponen implícitamente que es una escasez de capital lo que les obliga a la elección entre G y H. Cuando se saca a relucir esta suposición implícita, normalmente admiten que H es mejor si no existe escasez de capital.

Pero la introducción de restricciones de capital hace surgir dos cuestiones más. La primera procede del hecho de que la mayoría de los ejecutivos que prefieren G a H, ya que trabajan para empresas que no deberían tener dificultad en conseguir más capital.

Cuando tenemos que elegir entre los proyectos G y H es más fácil compartir los VAN. Pero si se siente seducido por el criterio de la TIR, puede utilizarlo siempre y cuando analice la TIR de los flujos incrementales. El procedimiento es exactamente el mismo que el mostrado anteriormente. Primero se comprueba que el proyecto tiene una TIR satisfactoria. Luego se analiza la rentabilidad de la inversión adicional en H

Proyecto	Flujo de Fondos						TIR en %	VAN al 10%	
	C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>			
H-G	0	-4.200	-3.200	-2.200	+1.80	+1.80	...	15.6	+5.408
					0	0			

La TIR de la inversión incremental en H es el 15.6 % Dado que es mayor que el costo de oportunidad del capital, deberá emprenderse H en vez de G.

**e) Cuarto defecto : ¿ Que ocurre cuando no podemos eludir la estructura temporal de los tipos de interés?**

Hemos simplificado nuestra discusión sobre el presupuesto de capital es el mismo para todos los flujos de tesorería, C1, C2, C3, etc. Debemos señalar ciertos problemas que surgen con el criterio de la TIR cuando los tipos de interés a corto plazo son distintos de los tipos a largo plazo.

En otras palabras, descontamos al costo de oportunidad del capital para un año, c2 al costo de oportunidad del capital para dos años, y así sucesivamente. El criterio de la TIR nos dice que aceptemos el proyecto si la TIR es mayor que el costo de oportunidad del capital. ¿Pero qué hacemos cuando tenemos varios costos de oportunidad del capital? ¿Comparamos la TIR con r1, r2, r3, ...? En realidad, deberíamos calcular una complicada media ponderada de estos tipos para obtener un número comparable con la TIR.

¿Qué significa esto para el presupuesto de capital? Significa dificultades para el criterio de la TIR siempre que la estructura temporal de los tipos de interés llegue a ser importante. En una situación en la que sea importante, tenemos que comparar la TIR del proyecto con la TIR esperada (rentabilidad al vencimiento) ofrecida por un título negociable que: 1)tenga un riesgo similar al del proyecto, y 2) ofrezca la misma secuencia de flujos de tesorería que el proyecto. Esto es más fácil decirlo que hacerlo. Es mucho más fácil olvidarse de la TIR y calcular el VAN.

Muchas empresas utilizan la TIR, suponiendo de ese modo implícitamente que no hay diferencias entre los tipos de interés a corto y a largo plazo. Hacen esto por la misma razón que hasta ahora nosotros hemos eludido el asunto de la estructura a temporal: simplicidad.

**f) Veredicto sobre la TIR**

Hemos dado cuatro ejemplos de cosas que pueden conducir a error con la TIR. Hemos dado sólo un ejemplo sobre lo que podría conducir a error con el período de recuperación o el rendimiento contable. ¿Significa esto que la TIR es cuatro veces peor que las otras reglas? Todo lo contrario. Hay pocos aspectos en las deficiencias del período de recuperación o del rendimiento contable sobre los que explayar.

Indudablemente, son reglas ad hoc, que a menudo conducen a conclusiones absurdas. El criterio de la TIR tiene un abolengo mucho más respetables. Es menos fácil de utilizar que el VAN, pero adecuadamente utilizada da la misma respuesta.

## **2.4. Conclusiones acerca del VAN y la TIR**

Se han dado argumentos para preferir el VAN respecto de la TIR en la evaluación de proyectos de inversión; en realidad, si bien el VAN no es a prueba de balas, es el método más confiable pues no tiene inconvenientes que presenta la TIR; en tal sentido, el VAN constituye nuestro "chaleco salvavidas" que tomamos para seguir nadando hacia la playa.

Académicamente, el VAN ocupa el trono entre los aspirantes al mejor método para evaluar proyectos de inversión. También se dice que el VAN permite efectuar el descuento del flujo de fondos con distintas tasas de interés, supuesto aceptable de acuerdo con la teoría de la estructura temporal de la tasa de interés, algo que no es posible con el criterio de la TIR.

Entonces, ¿por qué la TIR es tan utilizada por analistas financieros y empresarios cuando deben evaluar una inversión?

En defensa de la TIR, puede argumentarse que no existe el método perfecto que mida la rentabilidad periódica con precisión, y necesariamente todos los métodos que intenten medirla siempre darán por resultado un promedio; en el caso de la TIR ocurre lo mismo: representa una aproximación a la rentabilidad periódica de una inversión y nace con el proyecto. La TIR es la mejor medida de rentabilidad periódica que tenemos, y a los decisores les interesa conocer una medida de rentabilidad periódica en términos relativos. La TIR puede utilizarse en la medida que uno conozca bien sus peligros.

Tal vez algunos directivos la prefieran frente al VAN por ser necesario complicarse la vida calculando la tasa de corte, que puede llegar a ser bastante complejo.

Siempre que puedan reinvertirse los fondos del proyecto a la misma TIR, la rentabilidad al vencimiento será la que calculamos a través del método de la TIR.

En el otro extremo, diremos que si no se cumple dicho supuesto, y que si este se encuentra muy alejado de la realidad económica del proyecto, la TIR sólo representa un coeficiente de intensidad o comparación, que en todo caso sólo serviría para establecerse comparaciones con la TIR de otros proyectos similares. En estos casos, al TIR MODIFICADA puede aproximarnos a una medida de rentabilidad periódica más razonable.

La TIR es la mejor medida de rentabilidad periódica cuando analizamos flujos de fondos si conocemos sus peligros, y sabemos utilizarla con cuidado, el criterio de la TIR arrojará la misma respuesta que el VAN.

## **3. Casos frecuentes de Análisis financieros con resultados contradictorios de VAN y TIR**

### **1. Diferente tamaño inicial**

A continuación se muestra el VAN y la TIR de dos proyectos: el A que podría tratarse de un negocio minorista, tiene una TIR del 300% mayor TIR del 300% mayor TIR del proyecto B, que se trata de una fábrica. Si embargo, el proyecto B tiene un VAN mayor que 10%: 436 contra 264.

¿Que elegir? ¿El negocio de escala pequeña que tiene un rendimiento porcentual mayor o la fabrica cuyo VAN es casi el doble? ¿En el caso de elegir el proyecto de menor inversión que hacer con la diferencia si tenemos 200\$ para invertir?

Proyecto	0	1	TIR	VAN al 10%
A	-100	400	300%	\$ 264
B	-200	700	250%	\$ 436

Si Ud. esta pensando que el proyecto A era el mejor, ya que su TIR es del 300% frente a una TIR del 250% del proyecto B, considere de invertir los 100\$ restantes a la tasa de corte del 10%(partimos de la base de que lo que no se invierta en A lo hará a una tasa del 10%) obteniendo un rendimiento total de \$110. El rendimiento total de haber invertido en el proyecto a más el resto al 10% sumaría en total 510 (400+110). Hubiese convenido invertir en el proyecto B ya que su rendimiento genero \$700.

Si se quiere utilizar la TIR como criterio seleccionador y nos enfrentamos a la contradicción señalada tendra que dar un paso más calculando la TIR incremental.

Para el calculo de la misma se procede de la siguiente manera: se resta los flujos del proyecto que posee mayor VAN con una tasa de corte igual a los flujos del otro proyecto. Luego a este flujo incremental se le calcula la TIR. En este caso la TIR de la inversión incremental es de 200%, que es mayor a la que hubiesemos obtenido invirtiendo en el proyecto A al 10%. Por lo tanto, de esta manera estamos invirtiendo el resto al 200% y por eso preferimos al proyecto B al A.

B-A	-100	300	200%	\$ 173
-----	------	-----	------	--------

## 2. Diferente distribución de ingresos en el flujo de fondos

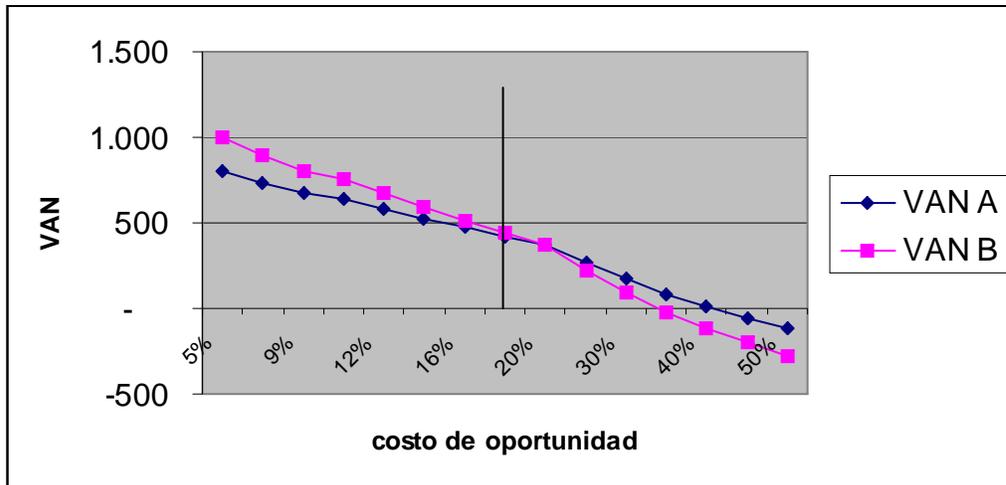
Proyecto	0	1	2	3	TIR	VAN al 10%
A	-1100	700	700	700	41%	641
B	-1100	100	500	1800	34%	756

Calculo de la TIR incremental

B-A	0	-600	-200	1100	20%	116
-----	---	------	------	------	-----	-----

En el siguiente gráfico se puede ver como evoluciona las funciones del VAN a medida que cambia la tasa de interés. Para la tasa del 20% se produce la intersección entre ambas funciones. A esta tasa de interés, llamada de Tasa de Fisher en honor a su descubridor, los VAN de ambos proyectos se igualan.

Si la tasa de corte se situara a la izquierda de la de Fisher entonces aparece una zona de contradicción, pues por el método de la TIR siempre seguiría seleccionando el proyecto A porque tiene una TIR más alta, pero por el criterio del VAN elegiría el proyecto B.



### 3. Diferente vida útil de los proyectos

En este caso se plantean dos proyectos con diferente vida útil. Ambos proyectos generan diferentes flujos de fondos y los estimadores nos ofrecen información contradictoria. Por lo tanto es necesario realizar el análisis incremental.

Proyecto	0	1	2	3	4	5	6	TIR	VAN al 10%
A	-9000	6000	5000	4000				33%	3.592
B	-9000	2500	2500	2500	4000	4000	4000	24%	4.691

B-A	0	-3500	-2500	-1500	4000	4000	4000	16%	1.099
-----	---	-------	-------	-------	------	------	------	-----	-------

#### Ejemplo

Un empresario debe comprar una maquina para elaborar un nuevo producto y en el mercado le ofrecen una cuya vida útil es de 10.000 unidades cuyo costo de mantenimiento es de 500\$ por año y otra cuya vida útil es de 3000 unidades y el costo mantenimiento es de 150\$ por año. Cual de las alternativa es la más conveniente si se venden en promedio 1000 unidades al año a 1\$ la unidad ¿