

**TEMA 6**  
**SELECCIÓN DE INVERSIONES PRODUCTIVAS**  
**CON RIESGO**  
**(Parte I)**

## EL MÉTODO de la TASA de DESCUENTO AJUSTADA al RIESGO

:

$$a = k + p$$

En presencia de inflación

$$a_n = k_n + p_n$$

$$(1 + a_n) = (1 + a)(1 + g)$$

$$(1 + a_n) = [1 + (k + p)](1 + g)$$

$a$  = Tasa de de descuento ajustada al Riesgo

$k$  = Tasa de Descuento sin Riesgo

$p$  = prima de Riesgo

Descontando el valor esperado de los flujos de caja:

$$VAN = - P_0 + \frac{E(\bar{F}_1)}{(1 + a)^1} + \frac{E(\bar{F}_2)}{(1 + a)^2} + \dots + \frac{E(F_n)}{(1 + a)^n}$$

Se seleccionarán aquellos proyectos que:

a) VAN ajustado al Riesgo > 0

b) TIR > a

A MAYOR RIESGO MAYOR SERÁ LA RENTABILIDAD EXIGIDA, A FIN DE COMPENSAR AL INVERSOR

## MÉTODO de LOS EQUIVALENTES de CERTEZA

REDUCIR LOS FLUJOS NETOS ESPERADOS A OTROS QUE SON EQUIVALENTES EN CONDICIONES DE CERTEZA, MEDIANTE EL AJUSTE DE LOS MISMOS EN FUNCIÓN DEL RIESGO EXISTENTE EN CADA PERÍODO DE LA VIDA DE LA INVERSIÓN

Al inversor le es indiferente obtener un flujo de caja esperado  $E(\bar{F}_j)$  en condiciones de riesgo, que un flujo en condiciones de certeza

$F'_j = z_j E(\bar{F}_j)$  debiendo cumplirse

$$z_j = \frac{F'_j}{E(\bar{F}_j)} \text{ para } 0 \leq z_j \leq 1$$

Y el VAN será:

$$VAN = -P_0 + \frac{z_1 E(\bar{F}_1)}{(1+k)} + \frac{z_2 E(\bar{F}_2)}{(1+k)^2} + \dots + \frac{z_n E(\bar{F}_n)}{(1+k)^n}$$

Los métodos de la tasa de descuento ajustada al riesgo y de los equivalentes de certeza serán equivalentes cuando para todo período  $j$  de la vida de la inversión se cumpla:

$$\frac{E(\tilde{F}_j)}{(1+a)^j} = \frac{z_j(\tilde{F}_j)}{(1+k)^j}$$

$$\text{Siendo : } z_j = \frac{(1+k)^j}{(1+a)^j}$$

$$\text{de modo análogo : } z_{j-1} = \frac{(1+k)^{j-1}}{(1+a)^{j-1}} \text{ y } z_{j+1} = \frac{(1+k)^{j+1}}{(1+a)^{j+1}}$$

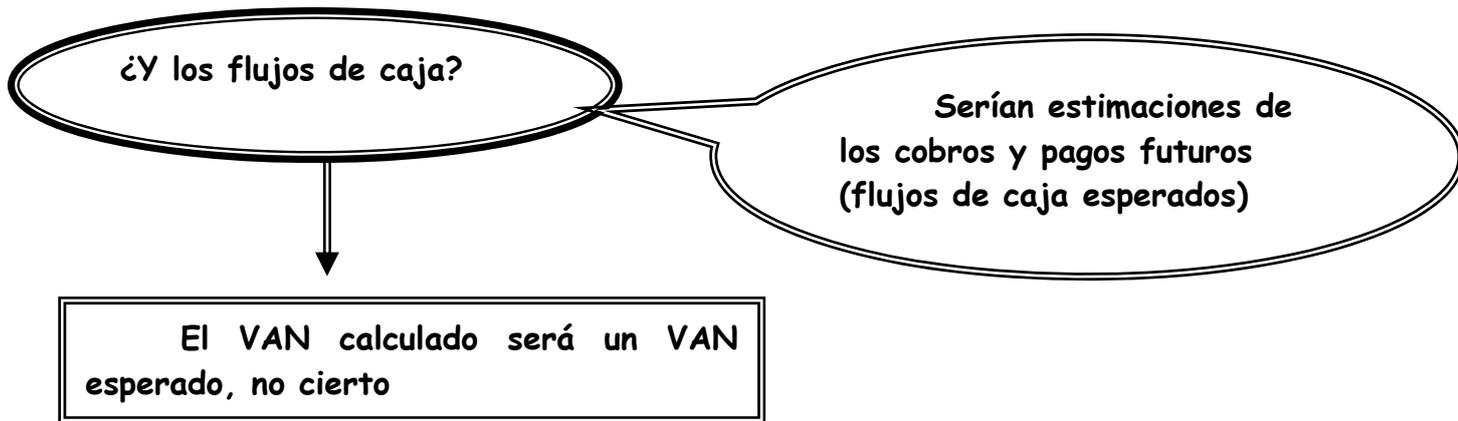
Como  $k > 0$ ,  $a > 0$  y  $a > k$ , entonces  $z_{j-1} > z_j > z_{j+1}$

El criterio de la tasa de descuento ajustada al riesgo supone que los flujos netos de caja más alejados del origen de la inversión son más inciertos, por lo que se les debe multiplicar por equivalentes de certeza,  $z_j$

## ANÁLISIS DE PROYECTOS

Para el cálculo del VAN debía debe comparar el proyecto de inversión productivo con una inversión en el mercado financiero que tenga un riesgo similar

El rendimiento de esa inversión financiera viene a ser el coste de oportunidad del capital del proyecto de inversión productivo, y se utilizará para descontar los flujos de caja futuros



Si se supone que:

- 1) el riesgo del proyecto no cambiará en el futuro (por lo que el coste de oportunidad del capital que se emplea es el adecuado para todos los flujos)
- 2) que se dispone de una estimación de los flujos de caja futuros y del coste de oportunidad del capital.

Si el VAN del proyecto es positivo, no supone que el proyecto sea seguro rentable, podría no ser rentable.

Hay que saber lo que hace que el proyecto sea viable y lo que podría hacer fracasar (por ejemplo, si la rentabilidad del proyecto es sensible a la evolución de alguna variable).

Conocido por qué podría fracasar, se puede decidir si merece la pena intentar reducir la incertidumbre (aumentar el gasto en investigación)

Técnicas que ayudan a analizar el comportamiento del proyecto de inversión, es lo que se conoce como técnicas de análisis de proyectos:

- a) ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD
- b) EL PUNTO MUERTO Y
- c) LOS ÁRBOLES DE DECISIÓN

## Análisis de sensibilidad

La empresa MARSA, dedicada a la producción y venta de ropa de baño, está analizando la posibilidad de incorporar en la fabricación de sus bañadores la utilización de un nuevo material textil que les dotaría de una mayor calidad dada su mayor cualidad aislante del agua, así como su mayor resistencia ante componentes abrasivos existentes en el mar y en las piscinas. La idea sería mantener la actual línea de bañadores y crear una nueva gama de mayor calidad fabricada con el nuevo material.

El personal especializado de la empresa ha realizado las siguientes estimaciones de previsiones constantes para el nuevo proyecto de inversión, al que se le estima una vida útil de 8 años:

- Inversión inicial: 50 millones de euros.
- Incremento de la cuota de mercado: 2%
- Tamaño del mercado: 15 millones de unidades de bañadores.
- Precio unitario de venta: 90 euros.
- Coste variable unitario: 30 euros.
- Coste fijo anual: 5 millones de euros.
- Amortización lineal con valor residual nulo, aceptado por la Administración.
- Valor de venta en el mercado del equipo al final de su vida útil nulo.
- Tipo impositivo sobre beneficios del 30% y el impuesto se paga cuando se devenga.
- Política de cobros y pagos al contado.
- El coste de oportunidad del capital es del 10%

Con base en estas previsiones se obtiene el flujo neto de caja anual esperado y el valor actual neto esperado o medio, tal como se muestra en la tabla:

(F<sup>1</sup> = Un tamaño del mercado de 15.000.000 de bañadores al año y una cuota de mercado del 2% representa unas ventas de 300.000 bañadores al año por parte de la empresa MARSA)

| <b>INGRESOS Y GASTOS DE EXPLOTACIÓN</b>                           |                     |
|---|---------------------|
| Ventas anuales esperadas<br>.F <sup>1</sup> =                     | 300.000             |
| Ingreso anual por ventas =  | 27.000.000          |
| Coste variable total =  | 9.000.000           |
| <b>AMORTIZACIÓN</b>   |                     |
| Amortización anual =  | 6.250.000           |
| <b>VARIACIÓN PATRIMONIAL</b>                                      |                     |
| Variación patrimonial =   | 0                   |
| <b>CÁLCULO DE LA BASE IMPONIBLE Y DEL IMPUESTO JAL</b>            |                     |
| Ingresos por ventas   | 27.000.000          |
| -Costes fijos   | 5.000.000           |
| -Coste variable total   | 9.000.000           |
| -Amortización   | 6.250.000           |
| = Base Imponible  | 6.750.000           |
| Impuesto (30% base<br>onible)                                     | 2.025.000           |
| <b>CÁLCULO DEL FLUJO NETO DE CAJA DESPUÉS DE<br/>UESTOS ANUAL</b> |                     |
| Cobros por ventas   | 27.000.000          |
| -Pagos por costes fijos   | 5.000.000           |
| -Pagos por coste variable total                                   | 9.000.000           |
| =Flujo neto de caja antes de<br>uestos                            | 13.000.000          |
| - Impuesto de sociedades  | 2.025.000           |
| <b>=Flujo neto de caja esperado<br/>pués de impuestos</b>         | <b>10.975.000</b>   |
|   |                     |
| <b>Valor actual neto esperado</b>                                 | <b>8.550.815,02</b> |

Obtenido el VAN esperado del proyecto a partir de los valores medios de las variables que lo determinan, se realiza el análisis de sensibilidad con respecto a las **variables** consideradas **relevantes** (el tamaño y la cuota del mercado, el precio de venta unitario, el coste variable unitario y los costes fijos).

Para ello, se pide al personal de comercialización y de producción que dé una estimación optimista y una pesimista de cada una de ellas.

Luego, se procede a calcular:

Los VAN del proyecto correspondiente a las estimaciones optimista y pesimista de cada variable, una cada vez, manteniendo los valores esperados para el resto de variables, que se expresa en la siguiente tabla:

| Variable        | Expectativas  |               |               | VAN (euros)   |              |               |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|
|                 | Pesimista     | Esperada      | Optimista     | Pesimista     | Esperada     | Optimista     |
| Tamaño mercado  | 13 mill. u.f. | 15 mill. u.f. | 16 mill. u.f. | -411.860,99   | 8.550.815,02 | 13.032.153,03 |
| Cuota mercado   | 1,6%          | 2%            | 2,5%          | -4.893.199    | 8.550.815,02 | 25.355.832,55 |
| Precio unitario | 85 €          | 90 €          | 95 €          | 2.949.142,51  | 8.550.815,02 | 14.152.487,53 |
| CV              | 35 €          | 30 €          | 25 €          | 2.949.142,51  | 8.550.815,02 | 14.152.487,53 |
| CF              | 8 mill. €     | 5 mill. €     | 3 mill. €     | -2.652.529,99 | 8.550.815,02 | 16.019.711,70 |

Los resultados indican la falta de seguridad :

- Que el aumento de la riqueza de la empresa (VAN) vaya a ser de 8.550.815,02 euros
- Que las variables que más afectan al éxito del proyecto son la cuota de mercado y los costes fijos

Conocidas las variables **CRITICAS** hay que valorar si compensa reducir la incertidumbre incurriendo en costes para disminuir o eliminar las posibilidades de fracaso

Supongamos que el valor pesimista de la cuota de mercado refleja el temor que tiene el departamento comercial a que un competidor con mejor imagen de marca ofrezca al mercado un producto similar al que desea introducir la empresa MARSA, restándole a ésta mercado.

Si esto sucediese, y suponiendo que el Departamento Comercial, le otorga una posibilidad de 1 sobre 10, las ventas anuales se reducirían en 60.000 unidades de producto respecto a las esperadas y, en consecuencia, el flujo neto de caja después de impuestos se reduciría en:

$$\begin{aligned} & \text{Reducción en unidades vendidas} \times (\text{precio unitario de venta} - \text{coste} \\ & \quad \text{variable unitario}) \times (1 - \text{tipo impositivo}) = \\ & = 60.000 \times (90 - 30) \times (1 - 0.3) = 2.520.000 \text{ €} \quad (7.8) \end{aligned}$$

Esto reduciría el VAN del proyecto en:

$$\sum_{t=1}^8 \frac{2.520.000}{(1,1)^t} = 13.444.014,02 \text{ euros}$$

Supongamos que por 750.000 € se pudiera realizar en el momento actual una campaña de imagen que reforzase la posición competitiva en el mercado y evitase o redujese esa posible situación futura negativa. Si comparamos este coste de 750.000 € frente a la pérdida de 13.444.014,02 € que tiene una posibilidad del 10%, observamos que llevar a cabo la campaña supondría una ventaja de:

$$-750.000 + 0,1 \times 13.444.014,02 = 594.401,4 \text{ €.}$$

Conclusión, este análisis resulta de utilidad en la medida en que permite tomar conciencia de la falta de seguridad en conseguir el aumento de riqueza previsto por término medio, indicado por el método VAN. Asimismo, obliga a explicitar las variables que se consideran relevantes y, entre ellas, las que entrañan más peligro y sobre las que podría convenir recabar más información.

### Otro Ejemplo

Supongamos un fabricante de automóviles está considerando la introducción de un pequeño coche eléctrico para uso urbano. El personal especializado de la empresa ha realizado las siguientes estimaciones constantes para el nuevo proyecto de inversión, al que se le estima una vida útil de 10 años:

|                          | AÑO 0          | AÑOS 1-10     |
|--------------------------|----------------|---------------|
| Inversión inicial        | 150 millones € |               |
| Precio unitario de venta |                | 3.750 €       |
| Coste variable unitario  |                | 3.000 €       |
| Coste fijo anual         |                | 30 millones € |

- Cuota de mercado del nuevo producto: 1%
- Tamaño del mercado de automóviles: 10 millones de unidades.

- Amortización lineal con valor residual nulo, aceptado por la Administración.
  - Valor de venta del equipo al final de su vida útil es nulo.
  - Tipo impositivo del 50%. El impuesto se paga cuando se devenga.
  - Política de cobros y pagos al contado.
  - El coste de oportunidad del capital es del 10%.
- Calculemos el flujo neto de caja anual y el VAN

Estimación del flujo neto de caja anual y del VAN del proyecto.

|  |         |
|--|---------|
| <b>CÁLCULO INGRESOS Y GASTOS</b>   |         |
| Ventas anuales en u.f.   | 100.000 |
| Ingreso ventas anual (mill. €)   | 375     |
| Coste variable total (mill. €)   | 300     |
| <b>CÁLCULO DE LA AMORTIZACIÓN</b>  |         |
| Amortización anual (mill. €)   | 15      |
| <b>CÁLCULO DE LA VARIACIÓN PATRIMONIAL</b>                                 |         |
| Variación patrimonial =  | 0       |
|  |         |
| <b>CÁLCULO DE LA BASE IMPONIBLE Y DEL IMPUESTO ANUAL (mill. €)</b>         |         |
| +Ingresos ventas   | 375     |
| -Costes fijos  | 30      |
| -Costes variables  | 300     |
| -Amortización  | 15      |
| = Base Imponible   | 30      |
| = Impuesto (50% base imponible)  | 15      |
|  |         |
| <b>CÁLCULO DEL FLUJO NETO DE CAJA ANUAL DESPUÉS DE IMPUESTOS (mill. €)</b> |         |
| +Cobros ventas   | 375     |
| -Pagos costes fijos  | 30      |
| -Pagos costes variables  | 300     |
| = Flujo neto de caja antes de impuestos                                    | 45      |
| - Impuesto   | 15      |
| = Flujo neto de caja después de impuestos                                  | 30      |

$$VAN = -150 + \sum_{j=1}^{10} \frac{30}{(1,10)^j} = 34,3 \text{ millones } \text{€}$$

El valor calculado no significa que el proyecto vaya necesariamente a generar 34,3 millones de €, es tan solo el valor que se espera obtener a partir de las previsiones. Sería interesante averiguar cuál es la sensibilidad del resultado respecto de las variables importantes del proyecto, de modo que se pueda evaluar las consecuencias de errores de estimación en las variables.

Se realiza un análisis de sensibilidad del proyecto con respecto al tamaño del mercado, la cuota de mercado y el resto de variables.

Operamos entonces con una estimación optimista y una pesimista de cada una de esas variables relevantes, a fin de calcular los VAN'S correspondientes, modificando una variable cada vez, manteniendo los valores esperados para el resto.

#### Análisis de sensibilidad

| Variable                    | Rango       |             |             | VAN, millones € |         |           |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|---------|-----------|
|                             | Pesimista   | Esperada    | Optimista   | Pesimista       | Esperad | Optimista |
| Tamaño del mercado (u.f.)   | 9 millones  | 10 millones | 11 millones | 11              | 34      | 57        |
| Cuota de mercado            | 0,004       | 0,01        | 0,016       | -104            | 34      | 173       |
| Precio unitario (€)         | 3.500       | 3.750       | 3.800       | -42             | 34      | 50        |
| Coste variable unitario (€) | 3.600       | 3.000       | 2.750       | -150            | 34      | 111       |
| Costes fijos (€)            | 40 millones | 30 millones | 20 millones | 4               | 34      | 65        |

Se observa que el proyecto no es tan seguro.

Las variables más peligrosas parecen ser la cuota de mercado y el coste variable unitario

Estudiados qué factores pueden incidir en mayor grado en el fracaso del proyecto, debe de plantearse si a la empresa le compensaría incurrir o no en gastos adicionales a fin de evitar o reducir esas posibilidades de fracaso.

Supóngase que el valor pesimista del coste variable unitario refleja en parte el temor de que una máquina concreta no funcionase como debiera y que habría que recurrir a otros procedimientos con un coste adicional de 200 € por unidad.

Hay una posibilidad de 1 sobre 10 de que esto suceda. Si sucede, ese coste adicional reduciría el flujo neto de caja después de impuestos en:

$$\text{Unidades vendidas} \times \text{coste unitario adicional} \times (1 - \text{tipo impositivo}) = 100.000 \times 200 \times (1 - 0,5) = 10.000.000 \text{ €}$$

Esto reduciría el VAN del proyecto en:

$$\sum_{j=1}^{10} \frac{10}{(1,10)^j} = 61,4 \text{ millones €}$$

Si se supone que por 100.000 € se podría realizar en el momento actual una prueba previa de la máquina que le permitiese saber si funcionará correctamente o no y, así, clarificar el problema.

Comparando este coste de 100.000 € frente a la pérdida de 61,4 millones de €, que tiene una probabilidad de producirse del 10%, se comprueba que llevar a cabo esa prueba previa supondría una ventaja de:

$$-100.000 + (0,1 \times 61.400.000) = 6.040.000 \text{ €}.$$

En cuanto al valor de la información adicional sobre el tamaño del mercado es pequeño.

Dado que el proyecto es aceptable aun para estimaciones pesimistas del tamaño del mercado, presumiblemente no se tendrán problemas si existe un error en la estimación de la variable.

### **PUNTOS POSITIVOS DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD:**

- Ayuda conocer el falso sentido de seguridad atribuido al VAN, revelando previsiones confusas o inadecuadas.
- Indica qué variables entrañan más riesgo y dónde es más útil la información adicional.

## **INCONVENIENTES DEL PROCEDIMIENTO**

- Da resultados de alguna forma ambiguos, existe un alto grado de subjetividad a la hora de dar previsiones optimistas y pesimistas.
- El análisis de sensibilidad maneja cada variable de manera independiente estando las variables relevantes normalmente relacionadas (si la cuota de mercado supera las expectativas, probablemente la demanda será más fuerte que la prevista y los precios unitarios serán más altos, o si la inflación eleva los precios al nivel más alto de las previsiones, es probable que los costes también se vean afectados por la inflación).

Este inconveniente, que las variables estén interrelacionadas, se puede resolver mediante una variante de este método, que es el **ANÁLISIS DE ESCENARIOS**.

Supone analizar un número limitado de diferentes, pero coherentes, combinaciones alternativas de variables.

Cada escenario se caracterizado por una determinada combinación de valores previstos para las variables relevantes.

Para cada escenario se estima el VAN del proyecto y se compara esas estimaciones con el caso base.

Siguiendo con el ejemplo vamos a plantear un incremento del precio del petróleo del 20%, lo que llevaría a que pudiese captar un 3% más del mercado de automóviles.

- El incremento en el precio del petróleo provocaría una recesión económica mundial y al mismo tiempo estimularía la inflación.

- Esto supondría una reducción del tamaño del mercado de automóviles de unos 2 millones de unidades, y tanto precios como costes se incrementarían un 15%.

La tabla muestra que este escenario de mayores precios del petróleo y recesión sería más propicio para la empresa. El VAN de la inversión pasaría de 34 mill. € a 65 mill. €.

|                                  | <b>CASO<br/>BASE</b> | <b>ESCENARIO<br/>AUMENTO<br/>PETRÓLEO</b> |
|----------------------------------|----------------------|---|
| <b>SUPUESTOS</b>                 |                      |   |
| Tamaño del mercado               | 10 mill.             | 8 mill.                                   |
| Cuota de mercado                 | 0'01                 | 0'013                                     |
| Precio unitario de venta         | 3.750 €              | 4.313 €                                   |
| Coste variable unitario          | 3.000 €              | 3.450 €                                   |
| Coste fijo anual                 | 30 mill. €           | 35 mill. €                                |
|                                  |                      |   |
| <b>CÁLCULO INGRESOS Y GASTOS</b> |                      |   |
| Ventas anuales en u.f.           | 100.000              | 104.000                                   |

|  |                  |                                   |
|--|------------------|-----------------------------------|
| Ingreso ventas anual (mill. €)   | 375              | 449                               |
| Coste variable total (mill. €)   | 300              | 359                               |
| <b>CÁLCULO DE LA AMORTIZACIÓN</b>  |                  |                                   |
| Amortización anual (mill. €)   | 15               | 15                                |
| <b>CÁLCULO DE LA VARIACIÓN PATRIMONIAL</b>                                 |                  |                                   |
| Variación patrimonial =  | 0                | 0                                 |
| <b>CÁLCULO DE LA BASE IMPONIBLE Y DEL IMPUESTO ANUAL (mill. €)</b>         |                  |                                   |
| +Ingresos ventas   | 375              | 449                               |
| -Costes fijos  | 30               | 35                                |
| -Costes variables  | 300              | 359                               |
| -Amortización  | 15               | 15                                |
| = Base Imponible   | 30               | 40                                |
| = Impuesto (50% base imponible)  | 15               | 20                                |
| <b>CÁLCULO DEL FLUJO NETO DE CAJA ANUAL DESPUÉS DE IMPUESTOS (mill. €)</b> | <b>CASO BASE</b> | <b>ESCENARIO AUMENTO PETRÓLEO</b> |
| +Cobros ventas   | 375              | 449                               |
| -Pagos costes fijos  | 30               | 35                                |
| -Pagos costes variables  | 300              | 359                               |
| =Flujo neto de caja antes de impuestos                                     | 45               | 55                                |
| - Impuesto   | 15               | 20                                |
| =Flujo neto de caja después de impuestos (mill. €)                         | 30               | 35                                |
| VAN (mill. €) =  | 34               | 65                                |

Esta técnica suele ser ampliamente empleada, ya que permite tener una visión completa del proyecto bajo diferentes situaciones posibles. Además ofrece un escenario particular que muestra valores optimistas y pesimistas de manera independiente.