

Unidad 8. Análisis y evaluación de inversiones

0. ÍNDICE.

1. CONCEPTO DE INVERSIÓN.

2. TIPOS DE INVERSIÓN.

- 2.1. Atendiendo a su período de vinculación con la empresa.
- 2.2. Según su materialización.
- 2.3. Atendiendo a su función en el seno de la empresa.
- 2.4. Según la relación que guardan entre sí.
- 2.5. Atendiendo a la corriente de cobros y pagos.

3. VARIABLES FUNDAMENTALES QUE DEFINEN UN PROYECTO DE INVERSIÓN.

4. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE INVERSIONES.

4.1. Métodos estáticos.

- 4.1.1. El criterio del flujo neto de caja total por unidad monetaria comprometida.
- 4.1.2. El criterio del flujo neto de caja medio anual por unidad monetaria comprometida.
- 4.1.3. El criterio del plazo de recuperación o "pay back".
- 4.1.4. El criterio de la tasa de rendimiento contable.
- 4.1.5. El criterio de la comparación de costes

4.2. Métodos dinámicos.

- 4.2.1. El criterio del plazo de recuperación con descuento.
- 4.2.2. El criterio del valor actualizado neto (VAN).
- 4.2.3. El criterio de la tasa interna de rentabilidad (TIR).
- 4.2.4. Relaciones entre los métodos del valor capital y de la tasa de retorno.

ACTIVIDADES FINALES.



1. CONCEPTO DE INVERSIÓN.

El acto de invertir es aquél, mediante el cual tiene lugar el cambio de una satisfacción (inmediata y cierta) a la que se renuncia, por una esperanza (futura e incierta) que se adquiere, y de la cual el bien invertido es el soporte.

Capital e inversión son dos conceptos diferentes, aunque estrechamente relacionados entre sí: el concepto de capital responde a la idea de stock, mientras que el concepto de inversión responde a la idea de flujo.

La inversión significa, pues, formación o incremento neto de capital. Es decir, la inversión de un determinado período de tiempo viene dada por la diferencia entre el stock de capital existente al final y al comienzo del período de tiempo correspondiente.

De capital, y por lo tanto, de inversión, se puede hablar desde 3 puntos de vista diferentes:

- A) Desde una perspectiva jurídica, capital es todo aquello que puede ser objeto de un derecho de propiedad y susceptible de formar parte del patrimonio de una persona física o jurídica (por ejemplo, fincas urbanas y rústicas, equipos productivos, naves industriales, automóviles, valores mobiliarios, dinero en metálico, etc.). Por su parte, la inversión es la adquisición de cualquiera de los elementos anteriores.
- B) Desde un punto de vista financiero, capital es toda suma de dinero que no ha sido consumida por su propietario, y que ha sido ahorrada y colocada en el mercado financiero, con la esperanza de obtener una cierta rentabilidad. En sentido financiero, la inversión es la colocación en el mercado financiero de los excedentes de renta no consumidos, con la intención de obtener una rentabilidad futura.
- C) Desde una perspectiva económica, capital es el conjunto de bienes que sirven para producir otros bienes (es decir, se trata de bienes económicos que están afectados a tareas productivas). La inversión es la adquisición de estos elementos productivos, lo que implica un incremento de los activos de producción.

2. TIPOS DE INVERSIÓN.

Las inversiones se pueden clasificar con arreglo a muchos criterios. Entre éstos, se pueden destacar los siguientes:



UNIDAD 8. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE INVERSIONES

2.1. Atendiendo a su período de vinculación con la empresa.

Según este criterio, es posible distinguir entre las inversiones de *activo no corriente* y las de *activo corriente*.

Los elementos del activo no corriente son aquéllos destinados a servir de forma duradera en la actividad de la empresa. Se consideran de esta naturaleza, los elementos vinculados a la entidad durante más de un ejercicio económico (maquinaria, elementos de transporte, naves industriales, etc).

Por su parte, los elementos del activo corriente se encuentran vinculados a la entidad durante un período inferior al ejercicio económico. El ejemplo más característico, es el de las existencias.

2.2. Según su materialización.

En función de su materialización, las inversiones pueden ser: a) *productivas* (las que se concretan en bienes de producción duraderos); b) *financieras* (se trata de acciones, obligaciones, bonos y otros activos financieros, que permiten la formación de una cartera que haga rentables los recursos disponibles temporales); c) *en stocks* (para la formación de almacenamientos que hagan posible el normal y continuo funcionamiento de la empresa); d) *en investigación, desarrollo o innovación* (para el estudio de nuevas técnicas y productos); e) *de carácter social* (para mejorar las condiciones de trabajo en la empresa); etc.

2.3. Atendiendo a su función en el seno de la empresa.

Esta clasificación se refiere únicamente a las inversiones productivas, y distingue entre: a) *inversiones de reemplazamiento para el mantenimiento de la empresa* (son aquéllas que se realizan para sustituir bienes de equipo desgastados o estropeados, que son necesarios para continuar la producción); b) *inversiones de reemplazamiento para reducir costes o para mejorar tecnológicamente* (son aquéllas que se realizan para sustituir bienes de equipo que funcionan, pero que se encuentran obsoletos, por existir otros, que requieren unos consumos inferiores o que incorporan mejoras tecnológicas); c) *inversiones de ampliación de los productos o mercados existentes* (se efectúan para elevar la producción de los productos existentes, o para ampliar los canales y las posibilidades de distribución en los mercados a los que ya sirve la empresa); d) *inversiones de ampliación a nuevos productos o mercados* (se realizan para elaborar nuevos productos o para extenderse a nuevos mercados); e) *inversiones impuestas* (son aquéllas que no se efectúan por motivos económicos, sino para cumplir leyes, acuerdos sindicales, etc.).

UNIDAD 8. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE INVERSIONES

Las inversiones de mantenimiento suelen ser las que requieren menos análisis, y en las que la toma de decisiones es más sencilla.

2.4. Según la relación que guardan entre sí.

En función de este criterio, las inversiones pueden ser: a) *complementarias*, cuando la realización de una de ellas facilita la realización de las restantes (si la realización de una inversión exige la realización de otra u otras, hablamos de inversiones *acopladas*); b) *sustitutivas*, cuando la realización de una de ellas dificulta la realización de las restantes (si la puesta en marcha de una inversión excluye automáticamente la de las restantes, hablamos de inversiones *incompatibles* o *mutuamente excluyentes*); c) *independientes* o *autónomas*, cuando no guardan ninguna relación entre sí.

2.5. Atendiendo a la corriente de cobros y pagos.

Según este criterio, las inversiones pueden ser: a) inversiones *con un solo pago y un solo cobro*; b) inversiones *con varios pagos y un solo cobro*; c) inversiones *con un solo pago y varios cobros*; d) inversiones *con varios pagos y cobros*.

Atendiendo a este criterio, es posible también distinguir entre inversiones simples e inversiones no simples, como se estudiará más adelante.

3. VARIABLES FUNDAMENTALES QUE DEFINEN UN PROYECTO DE INVERSIÓN.

A la hora de valorar un proyecto de inversión, nos podemos fijar en aspectos tales, como su tecnología, su mantenimiento, su fácil manejo, etc.

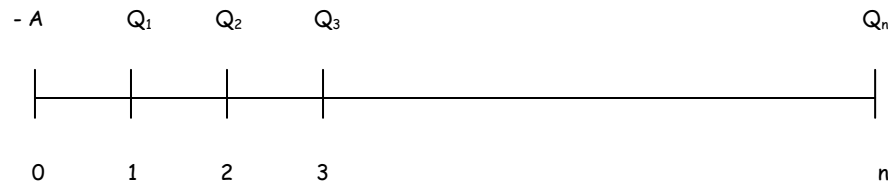
Sin embargo, desde un punto de vista económico, las variables relevantes que definen un proyecto de inversión son: el desembolso inicial que requiere la inversión ($-A$), los flujos netos de caja (Q) que cabe esperar de la misma (o diferencia entre los cobros y los pagos), los momentos (n) en los que supuestamente se generarán cada uno de esos flujos, y la rentabilidad requerida (K).

Por lo tanto, cualquier consideración de tipo técnico, de mantenimiento, de capacidad de producción, etc., ha de traducirse en términos de flujos de caja esperados y de rentabilidad requerida.

La representación gráfica de un proyecto de inversión, podría ser la siguiente:



UNIDAD 8. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE INVERSIONES



En el análisis de inversiones se trabaja con los flujos de caja (cash-flow) y no con los beneficios, ya que un beneficio, mientras no se halle en forma líquida, no se puede invertir en ningún tipo de activo.

La rentabilidad requerida (k) es el rendimiento que exigimos a la inversión. Factores como la inflación o el riesgo influyen en dicha rentabilidad. A mayor inflación o riesgo, mayor rentabilidad exigiremos a la inversión.

La relación existente entre la rentabilidad que exigimos a una inversión cuando no hay inflación (i), y la que exigimos cuando la hay (k), es la siguiente:

$$k = i + g + i \times g$$

Donde g representa la tasa de inflación anual y $(g + i \times g)$ representa la prima de inflación.

Para entender esta fórmula, os planteo un sencillo caso. Imaginemos, por ejemplo, que queremos comprar una TV cuyo precio es de 1.020€, pero sólo tenemos 1.000€. Si el tipo de interés anual fuese del 2% y no existiese inflación (y, por lo tanto, el precio de la TV no subiese), bastaría con que depositáramos nuestros 1.000€ en una entidad bancaria, para obtener al cabo del año los 1.020€ que nos permitieran comprar la TV.

Pero, ¿qué ocurrirá si existe una inflación anual de, por ejemplo, el 3%?. Que la TV al cabo del año no valdrá 1.020€, sino $1.020€ \times 1,03 = 1.050,60€$. Por lo tanto, necesitaríamos que la entidad bancaria nos ofreciese el siguiente tipo de interés:

$$k = i + g + i \times g = 0,02 + 0,03 + 0,02 \times 0,03 = 0,0506 \text{ (5,06\%)}$$

De esta forma, al cabo del año obtendríamos a partir de nuestros 1.000€, los 1.050,60€ necesarios para comprar la TV ($1.000€ \times 1,0506$)

Además, si existiese riesgo de no poder recuperar la inversión inicial, tendríamos que añadir a la fórmula anterior una prima de riesgo (p) en términos porcentuales.

UNIDAD 8. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE INVERSIONES

En definitiva, la rentabilidad exigida a una inversión debe ser, al menos, el mayor de los siguientes valores:

- El resultado de añadir, al tipo puro de interés (sin inflación y sin riesgo), la prima de inflación y la prima de riesgo.
- El coste de la financiación (o coste del capital).
- La rentabilidad esperada de otra inversión alternativa que tenga su mismo nivel de riesgo (coste de oportunidad).

Ejemplo 1. Calcular la tasa anual de rentabilidad requerida de una inversión A, sabiendo que:

- El tipo de interés puro es el 1,25%.
- La tasa de inflación anual es del 2%.
- Hay una prima de riesgo del 1%.
- El coste anual de la financiación es el 5,5%.
- La rentabilidad esperada de una inversión B alternativa con el mismo nivel de riesgo es del 4%

La rentabilidad exigida a la inversión A debe ser, al menos, el mayor de los siguientes valores:

- El resultado de añadir, al tipo puro de interés (sin inflación y sin riesgo), la prima de inflación y la prima de riesgo:

$$0,0125 + 0,02 + 0,0125 \times 0,02 + 0,01 = 0,04275 \text{ (4,275\%)}$$

- El coste de la financiación (o coste del capital): 5,5%
- La rentabilidad esperada de otra inversión alternativa que tenga su mismo nivel de riesgo (coste de oportunidad): 4%

Por lo tanto, la tasa anual de rentabilidad requerida será el 5,5%.

4. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y SELECCIÓN FINANCIERA DE INVERSIONES.

La aplicación de cualquiera de estos métodos, a un proyecto de inversión aislado, debe permitirnos determinar si dicho proyecto es o no viable. Por su parte, cuando se aplique a un conjunto de proyectos, el criterio nos debe permitir ordenar los que sean viables, para decidir cuales de ellos se aceptan y cuales se rechazan, si no se dispone de los recursos financieros suficientes para hacer frente a todos los proyectos deseables.

4.1. Métodos estáticos de evaluación y selección de inversiones.

Los denominados *métodos estáticos* son aquéllos, que no tienen en cuenta el hecho de que los capitales tienen distintos valores en los diferentes momentos del tiempo. Los principales métodos estáticos son los siguientes:

4.1.1. El criterio del flujo neto de caja total por unidad monetaria comprometida.

Consiste en sumar los flujos netos de caja de la inversión, y dividir el total entre el desembolso inicial correspondiente. Es decir, este método nos da la relación entre lo invertido y lo recuperado.

$$r' = \frac{\sum Q_j}{A}$$

Las mejores inversiones serán aquéllas que proporcionen una tasa r' mayor. Ahora bien, una inversión interesa realizarla en cuanto r' sea superior a la unidad, ya que de lo contrario, la inversión no permitiría recuperar el capital invertido.

Los principales inconvenientes que tiene este criterio son: a) no tiene en cuenta el momento en que son obtenidos los diferentes flujos netos de caja, agregando de este modo cantidades heterogéneas; b) sólo la parte que excede de la unidad, es rentabilidad en sentido estricto; c) hace referencia a toda la vida del proyecto, lo que impide comparar inversiones de diferente duración.

4.1.2. El criterio del flujo neto de caja medio anual por unidad monetaria comprometida.

Como su propio nombre indica, este método relaciona el flujo de caja medio anual con el desembolso inicial.



UNIDAD 8. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE INVERSIONES

$$r'' = \frac{\sum Q_j}{n}$$

Las mejores inversiones serán aquellas que proporcionen una tasa r'' mayor. Este método pretende solucionar el tercer inconveniente del criterio anterior, fijando una referencia anual. No obstante, nos lleva siempre a preferir las inversiones de corta duración y elevados flujos de caja, por lo que sólo proporciona resultados aceptables cuando se trata de comparar inversiones de igual o parecida duración.

Ejemplo 2. Calcular el flujo neto de caja total y el flujo neto de caja medio anual por unidad monetaria comprometida, del siguiente proyecto de inversión:

PROYECTO	-A	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅
	-15.000€	8.000€	2.000€	3.000€	4.000€	6.000€

$$r' = \frac{\sum Q_j}{A} = \frac{8.000 + 2.000 + 3.000 + 4.000 + 6.000}{15.000} = 1,533$$

$$r'' = \frac{\sum Q_j / n}{A} = \frac{23.000 / 5}{15.000} = 0,3066$$

4.1.3. El criterio del plazo de recuperación o "pay-back".

Este método trata de determinar el tiempo que se tarda en recuperar el dinero inicialmente invertido en un proyecto de inversión. Si además del desembolso inicial, los flujos netos de caja de los primeros años son negativos, el pay-back vendrá dado por el tiempo que tarda en recuperarse tanto la inversión inicial como esos flujos negativos.

En cualquier caso, este criterio proporciona más una medida de la liquidez del proyecto, que de su rentabilidad.

Las mejores inversiones serán aquellas que presenten un menor plazo de recuperación. Ante un proyecto de inversión aislado, se decidirá que es viable, cuando su pay-back sea inferior al pay-back máximo fijado por la política de inversiones de la empresa para aceptar un proyecto.

Este criterio, muy utilizado en la práctica, presenta dos importantes defectos: a) no considera los flujos de caja obtenidos después del plazo de recuperación; b) no tiene

UNIDAD 8. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE INVERSIONES

en cuenta el momento en que se generan los flujos de caja anteriores al plazo de recuperación, sumando de este modo cantidades heterogéneas.

Ejemplo 3. Calcular el pay-back del siguiente proyecto de inversión:

PROYECTO	-A	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅
	-13.000€	6.000€	6.000€	6.000€	5.000€	25.000€

Con los flujos de caja de los dos primeros años (6.000 + 6.000) se recuperan 12.000€. Está claro que las 1.000€ que quedan para recuperar el 100% de la inversión se obtendrán en el tercer año. ¿Cuándo?. Hacemos una simple regla de tres:

$$6.000 \rightarrow 12 \text{ meses}$$

$$1.000 \rightarrow x$$

$$x = 2 \text{ meses}$$

Por lo tanto, el pay-back de este proyecto de inversión es: 2 años y 2 meses

Ejemplo 4. Una empresa dispone de 11.000€ para invertir en aquellos proyectos que le resulten más interesantes. En un determinado momento, se le presentan los siguientes proyectos:

PROYECTO	-A	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅
A	-6.000€	2.000€	3.000€	1.000€	5.000€	25.000€
B	-5.000€	4.000€	8.000€			
C	-4.000€	4.000€	2.000€	1.000€	3.000€	

Determinar qué proyectos realizaría la empresa atendiendo al criterio del pay-back.

PROYECTO A: 3 años, ya que con los flujos de caja de los tres primeros años (2.000 + 3.000 + 1.000 = 6.000), se cubre la inversión inicial.

PROYECTO B: 1 año y 1,5 meses, ya que con los flujos de caja del primer año (4.000) y de 1,5 meses del segundo año (1.000), se cubre la inversión inicial.

PROYECTO C: 1 año, ya que con el flujo de caja del primer año (4.000) se cubre la inversión inicial.

Por lo tanto, en base a este criterio, y teniendo en cuenta que la empresa sólo dispone de 11.000€ para invertir, se realizarían los proyectos B y C.

UNIDAD 8. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE INVERSIONES

4.1.4. El criterio de la tasa de rendimiento contable.

Este método relaciona por cociente, el beneficio neto medio anual con la inversión media anual.

$$TRC = \frac{\text{Beneficio medio anual}}{\text{Inversión media anual}} \times 100$$

La inversión media de cada período vendrá dada por el valor neto contable de la inversión al comienzo y al final de dicho período. Tras sumar ambos valores, el total se dividirá entre dos, lo que nos dará la inversión media del período. Por su parte, la inversión media anual será la media aritmética de las inversiones medias de los distintos períodos.

Las mejores inversiones serán aquéllas que presenten una mayor tasa de rendimiento contable. Cuando se trate de una inversión aislada, se decidirá que es viable, cuando su tasa de rendimiento contable sea superior a la tasa de rendimiento contable mínima fijada por la política de inversiones de la empresa para aceptar un proyecto.

Los principales puntos débiles de este método, son los siguientes: a) utiliza el concepto de "beneficio" y no el de "flujo de caja"; b) no actualiza los beneficios, considerando igualmente deseable un beneficio del primer año, que un beneficio de un año posterior; c) lleva siempre a preferir las inversiones de corta duración y elevados beneficios.

Ejemplo 5. Una empresa va a realizar una inversión cuyos datos son los siguientes:

- Inversión inicial: 240.000€; valor residual: 28.000€
- Amortización lineal; duración: 4 años.
- Beneficio medio anual: 27.000€

Determinar la tasa de rendimiento contable de esta inversión.

La cuota de amortización anual es igual a: $(240.000€ - 28.000€) / 4 = 53.000€$

	0	1	2	3	4
Valor neto	240.000	187.000	134.000	81.000	28.000
Inversión media de cada período	-	213.500*	160.500**	107.500***	54.500****
		* $(240.000 + 187.000) / 2 = 213.500$	** $(187.000 + 134.000) / 2 = 160.500$	*** $(134.000 + 81.000) / 2 = 107.500$	**** $(81.000 + 28.000) / 2 = 54.500$

UNIDAD 8. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE INVERSIONES

Ejemplo 5 (continuación)

Inversión media anual = $(213.500 + 160.500 + 107.500 + 54.500) / 4 = 134.000€$

Tasa de rendimiento contable = $27.000 / 134.000 \times 100 = 20,15\%$

4.1.5. El criterio de la comparación de costes.

La mayor parte de las inversiones (sobre todo las industriales) generan unos costes fijos (que son independientes del nivel de producción) y unos costes variables (que varían con la cantidad de producto que se obtenga).

Este criterio de selección de inversiones estima que será mejor, aquel proyecto que tenga menores costes totales (costes fijos más costes variables).

Ejemplo 6. Una empresa tiene que elegir entre dos proyectos posibles, que generan los siguientes costes

PROYECTO	COSTES FIJOS	COSTE VARIABLE UNITARIO
A	1.500.000€	1.500€
B	720.000€	2.900€

¿Para qué nivel de producción es preferible uno u otro proyecto?

Para ello vamos a determinar el volumen de producción para el cual los costes totales de ambos proyectos se igualan:

$$1.500.000 + 1.500 \times x = 720.000 + 2.900 \times x$$

$$x = 557 \text{ unidades}$$

Si las unidades producidas son inferiores a 557, interesa la inversión B

Si las unidades producidas son superiores a 557, interesa la inversión A

4.2. Métodos dinámicos de evaluación y selección de inversiones.

Los denominados *métodos dinámicos* son aquéllos, que tienen en cuenta el hecho de que los capitales tienen distintos valores en los diferentes momentos del tiempo. Los principales métodos dinámicos son los siguientes:



UNIDAD 8. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE INVERSIONES

4.2.1. El criterio del plazo de recuperación con descuento.

El plazo de recuperación con descuento es el período de tiempo que tarda en recuperarse, en términos actuales, el desembolso inicial de la inversión. El carácter dinámico de este criterio, supone una importante mejora en relación al plazo de recuperación simple, ya que se trabaja con flujos de caja actualizados. No obstante, sigue presentando el inconveniente de no tener en cuenta los flujos generados con posterioridad al propio plazo de recuperación.

Según este método, las inversiones son tanto mejores cuanto menor sea su plazo de recuperación con descuento.

Ejemplo 7. Calcular el pay-back descontado del proyecto de inversión del ejemplo 3, considerando una rentabilidad requerida anual del 4%

Para calcular el pay-back descontado tenemos que actualizar todos los flujos de caja al momento 0 (momento en el que se realiza la inversión). Cuando el importe de los flujos de caja actualizados cubran la inversión inicial habremos hallado el pay-back descontado.

$$\begin{aligned} 6.000 \times (1 + 0,04)^{-1} &= 5.769,23\text{€} \\ 6.000 \times (1 + 0,04)^{-2} &= 5.547,34\text{€} \\ 6.000 \times (1 + 0,04)^{-3} &= 5.333,98\text{€} \\ \hline &16.650,55\text{€} > 13.000\text{€} \end{aligned}$$

El pay-back descontado se produce claramente en el tercer año. Pero podemos concretar algo más. Podemos calcular exactamente el flujo de caja del tercer año que, al actualizarse junto con los flujos del primer y del segundo año, cubrirían exactamente los 13.000€ de inversión inicial.

$$\begin{aligned} 13.000\text{€} - 5.769,23\text{€} - 5.547,34\text{€} &= 1.683,43 \\ 1.683,43 &= Q_3^* \times (1 + 0,04)^{-3} \rightarrow Q_3^* = 1.893,63\text{€} \end{aligned}$$

Haciendo una simple regla de tres:

$$\begin{aligned} 6.000 &\rightarrow 12 \text{ meses} \\ 1.893,63 &\rightarrow x \\ x &= 3,78 \text{ meses} \end{aligned}$$

Por lo tanto, el pay-back descontado de este proyecto de inversión es: 2 años, 3 meses y 23 días (aproximadamente)

UNIDAD 8. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE INVERSIONES

4.2.2. El criterio del valor actualizado neto (VAN).

El valor actualizado neto o valor capital de una inversión, se puede definir como el valor en el momento 0 de todos sus flujos netos de caja, descontados a una tasa de actualización (k), que representa la rentabilidad requerida de la inversión, y menos el desembolso inicial de la misma. Dicho de otra manera, el valor capital de una inversión es la diferencia entre el valor actualizado de los cobros esperados y el valor actualizado de los pagos previstos.

El criterio del VAN tiene en cuenta, para su cálculo, el valor del dinero en el tiempo y todos los flujos de caja generados por el proyecto, lo que le convierte en el criterio más perfecto entre los estudiados hasta ahora.

El objetivo fundamental de cualquier empresa, es aumentar su riqueza como garantía de su supervivencia futura. Esto es, justamente, lo que evalúa el VAN, configurándose de esta forma como el criterio de evaluación y selección de inversiones más importante

Según este método, las mejores inversiones serán aquellas que presenten un mayor VAN. Ante un proyecto de inversión aislado, se decidirá que es ejecutable, cuando su valor actualizado neto sea mayor que cero (con lo que aumentará la riqueza de la empresa). Si el VAN es igual a cero, la inversión nos resultará indiferente, y si es inferior a cero, el proyecto será claramente no ejecutable (pues disminuiría la riqueza de la entidad).

Ejemplo 8. Una empresa dispone de 11.000€ para invertir en aquellos proyectos que le resulten más interesantes. En un determinado momento, se le presentan los siguientes proyectos:

PROYECTO	-A	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅
A	-6.000	2.000	3.000	1.000	5.000	25.000
B	-5.000	4.000	8.000			
C	-4.000	4.000	2.000	1.000	3.000	

Suponiendo que la rentabilidad requerida de cualquier inversión es del 8%, determinar qué proyectos realizaría la empresa atendiendo al criterio del valor actualizado neto.

PROYECTO A:

$$\text{VAN} = -6.000 + 2.000 \times (1 + 0,08)^{-1} + 3.000 \times (1 + 0,08)^{-2} + 1.000 \times (1 + 0,08)^{-3} + 5.000 \times (1 + 0,08)^{-4} + 25.000 \times (1 + 0,08)^{-5} = 19.907,43$$

Ejemplo 8 (continuación)PROYECTO B:

$$VAN = - 5.000 + 4.000 \times (1 + 0,08)^{-1} + 8.000 \times (1 + 0,08)^{-2} = 5.562,41$$

PROYECTO C:

$$VAN = - 4.000 + 4.000 \times (1 + 0,08)^{-1} + 2.000 \times (1 + 0,08)^{-2} + 1.000 \times (1 + 0,08)^{-3} + 3.000 \times (1 + 0,08)^{-4} = 4.417,30$$

Por lo tanto, en base a este criterio, y teniendo en cuenta que la empresa sólo dispone de 11.000€ para invertir, se realizarían los proyectos A y B.

4.2.3. El criterio de la tasa interna de rentabilidad (TIR).

La tasa interna de rentabilidad (TIR), tanto interno de rendimiento o tasa de retorno de una inversión, se puede definir como aquella tasa de actualización (r) que iguala a cero su valor actualizado neto. Es decir, se trata de la ganancia que anualmente se espera obtener por cada unidad monetaria invertida en el proyecto en cuestión.

Este criterio, al igual que el del VAN, considera el valor del dinero en el tiempo y todos los flujos de caja generados por el proyecto de inversión.

Según este método, las mejores inversiones serán aquellas que presenten un mayor TIR. Ante un proyecto de inversión aislado, se decidirá: a) que es factible, cuando su rentabilidad (TIR) sea mayor que la rentabilidad requerida (k); b) que no es factible, cuando aquella sea inferior a ésta; y c) que es indiferente, cuando ambas rentabilidades coincidan.

El cálculo del TIR en algunos supuestos, no es inmediato, debiéndose plantear una ecuación de grado n , por lo que es necesaria la utilización de una hoja de cálculo.

Otro de los procedimientos utilizados para resolver esta ecuación, es el *método de prueba y error*. Para facilitar la aplicación de este procedimiento, se pueden usar dos fórmulas que nos proporcionan una aproximación por defecto y otra por exceso, del TIR. Estas fórmulas son:



UNIDAD 8. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE INVERSIONES

$$r^* = (S/A)^{S/M} - 1$$

$$r^{**} = (S/A)^{D/S} - 1$$

$$\text{Siendo } r^* \leq r \leq r^{**}$$

Donde:

$$S = \sum Q_j$$

$$M = Q_1 \times 1 + Q_2 \times 2 + Q_3 \times 3 + \dots + Q_n \times n$$

$$D = Q_1 \div 1 + Q_2 \div 2 + Q_3 \div 3 + \dots + Q_n \div n$$

En las inversiones simples, que son aquellas en las que no existen flujos de caja negativos, existe una única y significativa tasa de retorno positiva, descartando las restantes soluciones negativas, nulas o imaginarias procedentes de la ecuación de grado n que define la tasa de retorno.

Por su parte, en algunas inversiones no simples, que son aquellas en las que existen flujos de caja negativos, pueden aparecer varias tasas de retorno positivas o no existir ninguna tasa de retorno real.

Ejemplo 9. Calcular la TIR (r) del siguiente proyecto de inversión:

PROYECTO	-A	Q_1	Q_2
	-4.000	2.700	2.000

Determinar si el proyecto es factible o no, suponiendo que la rentabilidad requerida es de un 6%.

Para calcular la TIR, planteamos la siguiente igualdad:

$$0 = -4.000 + 2.700 \times (1+r)^{-1} + 2.000 \times (1+r)^{-2}$$

Resolvemos la ecuación de segundo grado, suponiendo que $(1+r) = x$

De esta forma:

$$0 = -4.000 + 2.700 x^{-1} + 2.000 x^{-2}$$

$$0 = -4.000 + 2.700 / x + 2.000 / x^2$$

$$4.000 = 2.700 / x + 2.000 / x^2$$



Ejemplo 9 (continuación).

$$4.000 x^2 = 2.700 x + 2.000$$

$$4.000 x^2 - 2.700 x - 2.000 = 0$$

$$40 x^2 - 27 x - 20 = 0$$

$$x = \frac{-(-27) \pm \sqrt{(-27)^2 - (4 \times 40 \times (-20))}}{2 \cdot 40} = 1,121$$

Por lo tanto, la TIR (r) es igual a 0,121 (12,10%)

Dado que la TIR (12,10%) es superior a la rentabilidad requerida (6%), podemos decir que la inversión es efectuable.

Ejemplo 10. Calcular la TIR (r) del siguiente proyecto de inversión:

PROYECTO	-A	Q ₁	Q ₂	Q ₃
	-2.000	0	0	2.350

Determinar si el proyecto es efectuable o no, suponiendo que la rentabilidad requerida es de un 7%.

Para calcular la TIR, planteamos la siguiente igualdad:

$$0 = -2.000 + 2.350 \cdot (1+r)^{-3}$$

Resolvemos la ecuación de tercer grado, suponiendo que $(1+r) = x$

De esta forma:

$$0 = -2.000 + 2.350 x^{-3}$$

$$0 = -2.000 + 2.350/x^3$$

UNIDAD 8. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE INVERSIONES

Ejemplo 10 (continuación).

$$2.000 = 2.350 / x^3$$

$$2.000 x^3 = 2.350$$

$$x = \sqrt[3]{\frac{2.350}{2.000}} = 1,0552$$

Por lo tanto, la TIR (r) es igual a 0,0552 (5,52%)

Dado que la TIR (5,52%) es inferior a la rentabilidad requerida (7%), podemos decir que la inversión no es efectiva.

Ejemplo 11. Calcular la TIR (r) del siguiente proyecto de inversión aplicando el método de prueba y error:

PROYECTO	-A	Q ₁	Q ₂	Q ₃
	-2.000	600	1.000	1.200

Determinar si el proyecto es efectivo o no, suponiendo que la rentabilidad requerida es de un 10%.

$$r^* = (S/A)^{S/M} - 1 = (2.800 / 2.000)^{2.800/6.200} = 1,164108 - 1 = 0,164108$$

$$r^{**} = (S/A)^{D/S} - 1 = (2.800 / 2.000)^{1.500/2.800} = 1,197520 - 1 = 0,197520$$

Siendo $r^* \leq r \leq r^{**}$

Donde:

$$S = \sum Q_j = 600 + 1.000 + 1.200 = 2.800$$

$$M = Q_1 \times 1 + Q_2 \times 2 + Q_3 \times 3 = 600 \times 1 + 1.000 \times 2 + 1.200 \times 3 = 6.200$$

$$D = Q_1 \div 1 + Q_2 \div 2 + Q_3 \div 3 = 600 \div 1 + 1.000 \div 2 + 1.200 \div 3 = 1.500$$

Por lo tanto, el proyecto de inversión es efectivo, ya que la TIR está comprendida entre el 16,41% y el 19,75%, valor claramente superior a la rentabilidad requerida (10%)

UNIDAD 8. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE INVERSIONES

5.2.4. Relaciones entre los métodos del valor capital y de la tasa de retorno.

El VAN se concentra en el valor que un proyecto de inversión añadirá a una empresa, mientras que el TIR se centra en la tasa de rendimiento de un proyecto. Se trata, por lo tanto, de dos métodos que evalúan aspectos distintos de una misma inversión.

Antes de comentar las relaciones existentes entre estos dos métodos, es conveniente definir el concepto de *perfil del VAN*. Éste, es la curva que representa el VAN (en el eje de ordenadas) en función de la tasa de descuento (en el eje de abscisas). La tasa de descuento para la cual, el perfil del VAN corta el eje de abscisas, es precisamente la tasa de retorno (r).

En las inversiones simples, los métodos del VAN y del TIR conducen siempre al mismo resultado en las decisiones de aceptación o rechazo.

Es decir, si $r > K$ el VAN será mayor que 0, y la inversión será efectuable. Sin embargo, si $r < K$ el VAN será menor que 0, y la inversión no será efectuable.

Ejemplo 12. Representar gráficamente el perfil del VAN del siguiente proyecto de inversión.

PROYECTO	-A	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄
	-10.000	5000	1000	3000	4000

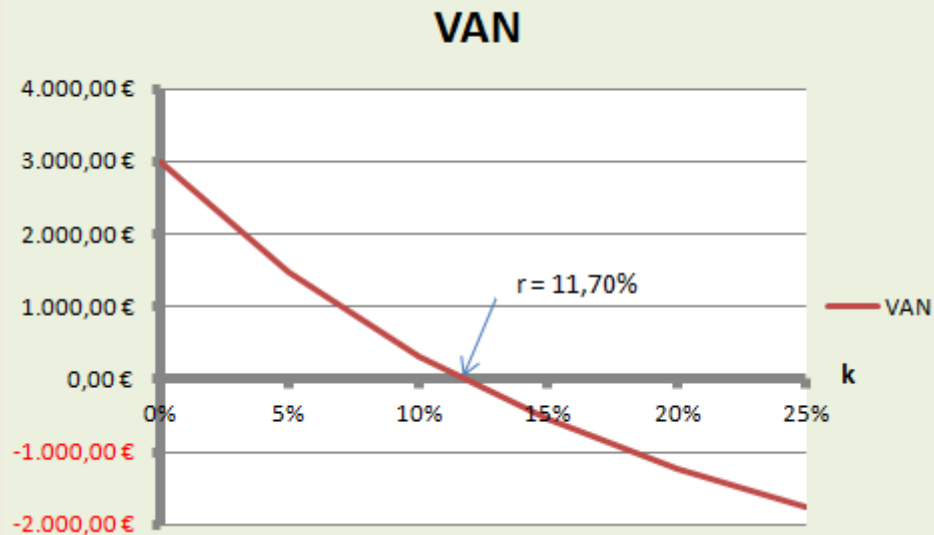
Asimismo, determinar cuándo es efectuable dicho proyecto de inversión atendiendo al criterio del VAN y del TIR

Para representar gráficamente el perfil del VAN, calculamos el VAN para distintos tipos de descuento (rentabilidad requerida).

k	VAN
0%	3.000,00 €
5%	1.551,26 €
10%	357,90 €
15%	-636,47 €
20%	-1.473,77 €
25%	-2.185,60 €

A través de Excel, obtenemos el valor de la TIR (r), que es igual a 11,70%. El perfil del VAN corta el eje de abscisas precisamente en el valor de la TIR.

Ejemplo 12 (continuación).



Cuando la rentabilidad requerida (k) sea inferior al 11,70%, tanto el criterio VAN como el criterio TIR nos dicen que la inversión es efectiva. Sin embargo, cuando la rentabilidad requerida sea superior al 11,70%, ambos criterios indican que la inversión no es efectiva.

Sin embargo, los criterios VAN y TIR pueden conducir a resultados distintos en las decisiones de selección de proyectos mutuamente excluyentes. Todo depende de dónde se encuentre la intersección de Fisher (o intersección de los perfiles del VAN de los proyectos en cuestión).

Si la intersección de Fisher no se encuentra en el primer cuadrante, ambos métodos conducirán a una misma decisión. Sin embargo, si la intersección de Fisher se encuentra en el primer cuadrante, se producirá una discrepancia entre los dos criterios.

Algunos autores aconsejan, para resolver esta discrepancia, suponer que la rentabilidad requerida de una de las inversiones es la rentabilidad esperada de la otra (coste de oportunidad). Bajo esta hipótesis, el problema se simplifica, ya que sólo uno de los proyectos será efectiva.

UNIDAD 8. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE INVERSIONES

Ejemplo 13. Representar gráficamente los perfiles del VAN de los siguientes proyectos de inversión.

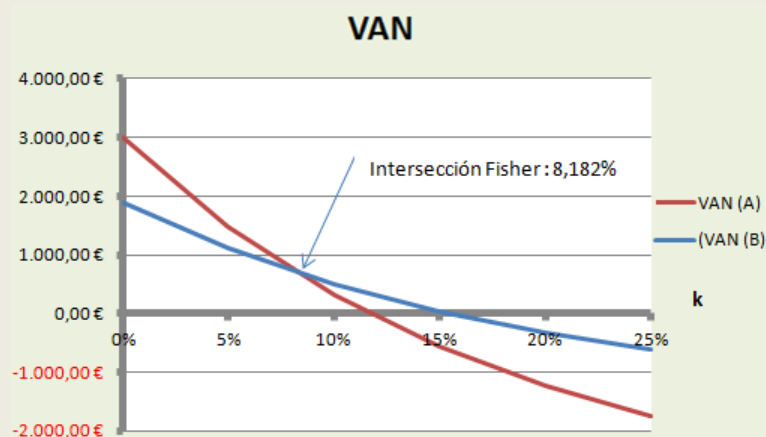
PROYECTO	-A	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄
A	-10.000	5.000	1.000	3.000	4.000
B	-5.000	2.500	800	2.400	1.200

Asimismo, determinar cuál de ellos es el mejor atendiendo al criterio del VAN y del TIR

Para representar gráficamente los perfiles del VAN, calculamos el VAN de ambos proyectos para distintos tipos de descuento (rentabilidad requerida).

k	VAN (A)	(VAN (B))
0%	3.000,00 €	1.900,00 €
5%	1.551,26 €	1.167,03 €
10%	357,90 €	556,66 €
15%	-636,47 €	42,97 €
20%	-1.473,77 €	-393,52 €
25%	-2.185,60 €	-767,68 €

A través de Excel, obtenemos que el valor de la TIR (r), para el primero proyecto es 11,70%, y para el segundo, 15,46%.



UNIDAD 8. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE INVERSIONES

Ejemplo 13 (continuación).

A través de Excel, también obtenemos la intersección de Fisher: 8,182%.

Está claro que según el criterio TIR, el proyecto B es mejor que el proyecto A (pues su tasa de retorno es mayor). Sin embargo, según el criterio VAN, el proyecto A es preferible para tasas de rentabilidad requerida inferiores al 8,182% (pues su VAN es mayor), mientras que para tasas de rentabilidad requerida superiores al 8,182% es preferible el proyecto B (pues su VAN es mayor).

Para resolver esta discrepancia, calculamos el VAN utilizando como rentabilidad requerida de cada proyecto, la rentabilidad esperada del otro proyecto. De esta forma:

VAN (A) calculado en base a una k igual a 15,46% = -719,22 €

VAN (B) calculado en base a una k igual a 11,70% = 372,33 €

De esta forma, elegiríamos el proyecto B.

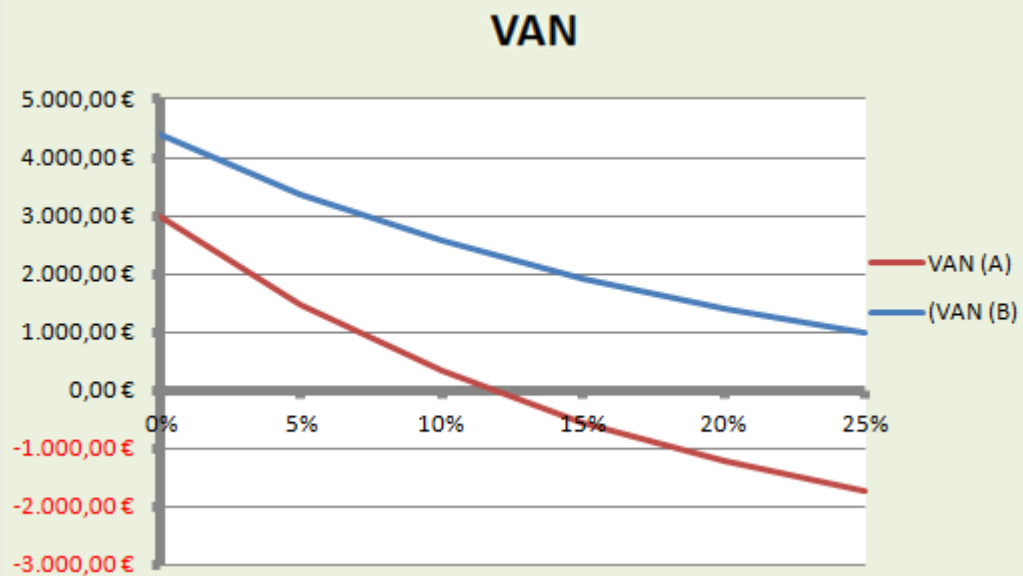
Ejemplo 14. Realizar las mismas tareas que en el ejemplo anterior, pero suponiendo que el primer flujo neto de caja del proyecto B es 5.000 (en lugar de 2.500)

Para representar gráficamente los perfiles del VAN, calculamos el VAN de ambos proyectos para distintos tipos de descuento (rentabilidad requerida).

k	VAN (A)	(VAN (B))
0%	3.000,00 €	4.400,00 €
5%	1.551,26 €	3.547,98 €
10%	357,90 €	2.829,38 €
15%	-636,47 €	2.216,88 €
20%	-1.473,77 €	1.689,81 €
25%	-2.185,60 €	1.232,32 €

A través de Excel, obtenemos que el valor de la TIR (r), para el primero proyecto es 11,70%, y para el segundo, 42,92%.

Ejemplo 14 (continuación).



Como podemos observar, la intersección de Fisher no se produce en el primer cuadrante. Esto significa que, tanto el criterio VAN como el criterio TIR conducen a la misma decisión: el mejor proyecto de inversión es el B.

ACTIVIDADES FINALES

1. Una empresa tiene la posibilidad de invertir 13.000€ en uno de los siguientes tres proyectos A, B y C, de los que se esperan los siguientes flujos netos de caja:

PROYECTO	-A	Q ₁	Q ₂	Q ₃
A	-13.000	6.000	6.000	6.000
B	-13.000	9.000	4.000	4.000
C	-13.000	-	6.000	12.000

Clasificar por orden de preferencia los proyectos, por el criterio del plazo de recuperación o payback y por el VAN, si la rentabilidad requerida es el 5%.

2. Una empresa estudia la posibilidad de efectuar las siguientes inversiones:

PROYECTO	-A	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄
A	- 25.000	8.000	8.000	8.000	-8000
B	- 80.000	50.000	-	35.000	-10.000
C	- 120.000	35.000	35.000	35.000	35.000

Según el criterio del plazo de recuperación o payback, señalar cuáles de estas inversiones deberían realizarse y en qué orden, explicando y justificando las respuestas.

3. Resolver el ejercicio anterior pero utilizando el payback descontado (la tasa de rentabilidad requerida es del 3%).
4. Averiguar el tanto de rendimiento interno (TIR), de una inversión que supone un desembolso de 2.000.000€ en el momento cero y reportará unos flujos netos de caja de 1.350.000€ dentro de un año y 1.000.000€ dentro de 2 años. ¿Cuál sería el TIR en el caso que sólo hubiera un único rendimiento de 2.350.000€ dentro de 3 años?. Si la rentabilidad requerida es el 7%, ¿se debería realizar la inversión?.
5. Calcular el flujo neto de caja total y el flujo neto de caja medio anual por unidad monetaria comprometida, de los proyectos de inversión de la actividad nº 2. Asimismo, ordenar los tres proyectos en base a ambos criterios.

UNIDAD 8. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE INVERSIONES

6. Una empresa tiene dos alternativas de inversión para un período de cinco años. Los datos de ambos proyectos, se recogen en las siguientes tablas:

a) Lavadero de coches (automático):

Inversión inicial en maquinaria	200.000€
% Amortización anual	20%
Valor residual maquinaria	12.000€
Precio de cada lavado	4€ (el precio no varía en los cinco años)
Número anual de lavados	21.000 (se incrementa un 10% cada año)
Gastos salariales y de seguridad social del empleado	21.000€ (se incrementan un 2% cada año)
Gastos de luz, agua y detergente por lavado:	0,20€ (el coste unitario no varía en los cinco años)
Alquiler anual	6.000€ (el precio del alquiler no varía en los cinco años)

b) Lavadero de coches (semiautomático):

Inversión inicial en maquinaria	102.000€
% Amortización anual	20%
Valor residual maquinaria	4.000€
Precio de cada lavado	2€ (el precio no varía en los cinco años)
Número anual de lavados	25.000 (se incrementa un 8% cada año)
Gastos salariales y de seguridad social del empleado	21.000€ (se incrementan un 2% cada año)
Gastos de luz, agua y detergente por lavado:	0,30€ (el coste unitario no varía en los cinco años)
Alquiler anual	6.000€ (el precio del alquiler no varía en los cinco años)

En base a los datos anteriores, determinar qué proyecto es preferible en base al criterio de la tasa de rendimiento contable (no considerar el impuesto sobre beneficios).

UNIDAD 8. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE INVERSIONES

7. Con los datos del ejercicio anterior, determinar para qué volumen total de lavados (en los cinco años) es preferible un tipo de lavadero u otro, atendiendo al criterio de los costes fijos y de los costes variables.
8. Calcular el VAN y el TIR de los proyectos del ejercicio 6, y determinar en base a estos criterios qué proyecto sería el mejor. Suponer una rentabilidad requerida del 4%. Suponemos que al final del año 5 recuperamos el valor residual de la inversión.
9. Representar gráficamente los perfiles del VAN de los siguientes proyectos de inversión.

PROYECTO	-A	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄
A	-20.000	6.000	23.000		
B	-4.600	3.200	2.300	1.600	1.700

Asimismo, determinar cuál de ellos es el mejor atendiendo al criterio del VAN y del TIR

10. Calcular el Pay-back, el pay-back descontado, el VAN y el TIR del siguiente proyecto de inversión:

PROYECTO	-A	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅
	-1.000	-50	400	500	-100	800

La tasa de rentabilidad requerida es del 3%.