

---

# Anàlisi d'inversions I

---

## Eines d'anàlisi

PID\_00244255

Marta Gómez Puig  
Lídia Pradas López

Revisió a càrrec de  
Carme Molina Cobo  
Susana Sardà García

---

Temps mínim de dedicació recomanat: 6 hores

---





# Índex

<b>Introducció</b> .....	5
<b>Objectius</b> .....	7
<b>1. Procediments simples de mesurament de la rendibilitat de les inversions que ignoren el valor temporal dels diners...</b>	9
1.1. Taxa de rendibilitat comptable (TRC) .....	9
1.2. <i>Payback</i> o termini de recuperació .....	14
<b>2. Procediments dinàmics: el descompte dels fluxos de fons.....</b>	19
2.1. El valor dels diners en el temps .....	19
2.2. La selecció de la taxa de descompte .....	24
2.3. <i>Payback</i> o termini de recuperació descomptat .....	28
2.4. El valor actual net (VAN): concepte i càlcul .....	28
2.5. La taxa interna de rendibilitat (TIR): concepte i càlcul .....	32
2.6. El VAN com a funció decreixent de la taxa de descompte: relació entre el VAN i la TIR .....	36
2.7. Aprofundiment en el càlcul i interpretació del VAN .....	38
2.7.1. Taxa de reinversió dels fluxos de fons intermedis «implícita» en el VAN .....	41
2.7.2. Avantatges i inconvenients del VAN .....	44
2.8. Aprofundiment en el càlcul i interpretació de la TIR .....	45
2.8.1. La TIR i el VAN en la selecció de projectes d'inversió: la taxa de Fisher .....	46
2.8.2. Taxa de reinversió dels fluxos de fons intermedis «implícita» en la TIR .....	49
2.8.3. Avantatges i inconvenients de la TIR .....	51
<b>Resum</b> .....	53
<b>Exercicis d'autoavaluació</b> .....	55
<b>Solucionari</b> .....	61
<b>Glossari</b> .....	73
<b>Bibliografia</b> .....	75



## Introducció

En el mòdul anterior, hem aprofundit en la determinació dels fluxos de fons d'un projecte i en la complexitat que hi està associada. Indirectament, també hem esmentat alguns termes com el VAN o la TIR, però únicament els hem considerat com a dades externes de l'exercici.

Com ja hem anat veient en els mòduls anteriors, els conceptes de rendibilitat i inversió estan associats i, si tenim en compte l'objectiu de maximitzar el valor de l'empresa des del punt de vista de l'accionista, haurem de ser capaços de seleccionar les inversions que aportin més valor. Com ho podem fer? Com podem sintetitzar un conjunt de fluxos futurs en un únic nombre que ens permeti comparar entre diversos projectes? És a dir, com podem ajudar la direcció de l'empresa a prendre decisions?

En aquest mòdul, ens centrarem a estudiar les **eines d'anàlisi d'inversions** més conegudes, a interpretar-les, i a examinar els avantatges i inconvenients que tenen.

Les eines d'anàlisi poden classificar-se com a estàtiques o dinàmiques, segons si tenen en compte o no el moment quan es produeixen els fluxos i el valor temporal dels diners.

L'anàlisi de projectes d'inversió engloba tant l'**avaluació** com la **selecció de projectes**. L'avaluació de projectes d'inversió se centra a determinar la conveniència d'executar o no un determinat projecte segons el seu grau de contribució a l'objectiu últim empresarial: «la maximització del valor de mercat de l'empresa des del punt de vista de l'accionista». No obstant això, les empreses no tenen disponibilitat il·limitada de fons, amb la qual cosa diversos projectes rendibles poden estar **competint entre ells** pels fons disponibles i, a més, pot donar-se el cas que diversos projectes rendibles siguin mútuament excloents (no hi ha possibilitat de fer-los alhora). És en les circumstàncies anteriors quan el responsable financer haurà de seleccionar entre diversos projectes d'inversió. Així, doncs, la selecció de projectes consisteix a ordenar jeràrquicament diferents projectes (tots rendibles) per poder triar-los.

Els exercicis que desenvoluparem al llarg del mòdul 4 partiran de la hipòtesi que ja hem calculat i consensuat el nostre flux de fons (que era, precisament, un dels objectius primordials del mòdul 3).

Finalment, convé recordar que les recomanacions que puguem formular fruit de la nostra anàlisi seran recomanacions de tipus «financer». Tanmateix, tal com hem ressaltat diversos cops, les decisions les prenen persones i aquestes poden tenir altres motivacions més enllà de les estrictament financeres. Per

tant, si bé l'anàlisi financera és un *input* que, amb la màxima objectivitat possible, intenta plasmar-se en una valoració econòmica, no hem d'oblidar que no és més que un dels *inputs* dins d'un ampli conjunt resultant de l'anàlisi feta per persones.

Aquest mòdul està estructurat de la manera següent. En el primer apartat, estudiarem els procediments simples de mesurament de la rendibilitat d'inversions que ignoren el valor temporal dels diners. El segon estarà centrat a estudiar els procediments d'anàlisi d'inversions basats en el descompte de fluxos i que homogeneïtzen fluxos de fons corresponents a diferents moments del temps tenint en compte el valor temporal dels diners.

## Objectius

Els objectius fonamentals d'aquest mòdul són els següents:

- 1.** Comprendre a fons com funcionen les diferents eines d'anàlisi d'inversions.
- 2.** Comprendre el significat del valor temporal dels diners.
- 3.** Aprendre a interpretar els resultats de la nostra anàlisi.
- 4.** Comprendre els avantatges i els inconvenients de cada mètode i també les diferències principals, amb la finalitat de desenvolupar un criteri d'aplicació. Aquest criteri serà molt útil per fer recomanacions.
- 5.** Desenvolupar facilitat en l'aplicació de les diferents eines mitjançant exercicis pràctics.
- 6.** Desenvolupar la capacitat de fer recomanacions partint de l'anàlisi feta.





# 1. Procediments simples de mesurament de la rendibilitat de les inversions que ignoren el valor temporal dels diners

Com s'ha explicat en el mòdul 3, els fluxos de fons han de tenir en consideració el valor temporal dels diners, ja que, a causa de l'existència d'uns mercats monetaris en els quals podem deixar i obtenir diners en préstec, els fluxos de fons percebuts en diferents moments del temps no poden ser considerats homogenis.

Els procediments que no tenen en consideració el valor temporal dels diners es denominen **procediments estàtics**. Són procediments senzills i fàcils de comprendre, si bé la seva mancança principal és precisament que no consideren el valor temporal dels diners ni el moment en el qual es produeixen els fluxos de fons.

Malgrat les deficiències que tenen, els procediments estàtics sovint resulten útils com a primera aproximació de la rendibilitat que pot esperar-se d'una inversió i, per això, amb freqüència són utilitzats per part dels responsables financers, abans de fer anàlisis més detallades. També són mètodes fàcils d'entendre per part d'altres direccions departamentals i sovint es fan servir com a punt de partida per determinar si val la pena fer una anàlisi més detallada del projecte. Aquest és el motiu pel qual dediquem a aquests procediments el present apartat. En concret, farem referència a la taxa de rendibilitat comptable i al termini de recuperació o *payback*.

## 1.1. Taxa de rendibilitat comptable (TRC)

En el mòdul 3, hem definit la taxa de rendibilitat relativa com la taxa de variació percentual de la nostra riquesa durant un període de temps determinat. En aquest context, la taxa de rendibilitat comptable és un exemple de taxa de rendibilitat relativa. D'altra banda, tal com el seu nom indica, es tracta d'una taxa de rendibilitat comptable i no financera (es fixa en els beneficis obtinguts pel projecte, no en els fluxos de fons).

Concretament,

La **taxa de rendibilitat comptable** (TRC) es defineix com «la ràtio entre el benefici comptable mitjà i el capital desemborsat en el projecte d'inversió».

### Vegeu també

Sobre el valor temporal dels diners i el risc, podeu veure el subapartat 4.3 del mòdul didàctic 3, «El cicle a llarg termini».

### Vegeu també

Sobre la taxa de rendibilitat relativa podeu veure l'apartat 1 del mòdul didàctic 3, «El cicle a llarg termini».

En el mòdul 2, ja hem analitzat taxes de rendibilitat anàlogues: la rendibilitat de l'actiu net (també coneguda com a *rendibilitat econòmica*) i la rendibilitat sobre els fons propis (també coneguda com a *rendibilitat financera*). Com les anteriors, la TRC també es basa en dades purament comptables (no en fluxos de fons). És a dir, té en compte el benefici i no quan es va produir realment el desemborsament/entrada de diners en l'empresa. No obstant això, les diferències principals respecte d'aquestes rendibilitats són dues:

1) La TRC fa referència exclusivament a un projecte, no al conjunt de l'empresa.

2) A més, el projecte pot incloure diversos exercicis econòmics. La TRC utilitza el benefici mitjà per trobar una taxa de rendibilitat.

La TRC es refereix exclusivament a la rendibilitat sobre la inversió neta. En aquest sentit, s'assembla a la rendibilitat econòmica que hem vist en el mòdul 1 ( $R_E = \text{BAIT} / A_N$ ) però referit a un projecte que inclou  $n$  períodes. És a dir, no té en consideració com s'ha finançat la inversió (amb deute o amb capital) i, consegüentment, els interessos s'han d'obviar.

Per calcular-la, cal analitzar l'impacte que tindrà el projecte sobre el compte de resultats i sobre el balanç (inversió en actius fixos més inversió necessària en circulat).

Sabem, pel mòdul 2, que la inversió en circulat pot anar canviant al llarg del temps i que de fet, si s'espera un increment de les vendes, augmentarà. Però la taxa de rendibilitat comptable no té en compte aquest efecte.

La taxa de rendibilitat comptable (TRC) abans ha estat definida com «la ràtio entre el benefici comptable mitjà i el capital desemborsat en el projecte d'inversió». Ens fixem que es prenen beneficis mitjans com una forma basta d'annualitzar un benefici que es produirà en diversos anys i poder comparar projectes de diferent longevitat. Hi ha, a més, dues formes de calcular-la segons si la ràtio es calcula sobre el desemborsament inicial o sobre el valor mitjà del capital emprat.

Si el càlcul es fa sobre el **desemborsament inicial**, aquest haurà d'incloure tant el pagament per l'adquisició de l'actiu fix com l'efectuat per a l'adquisició de l'actiu circulat complementari al primer i necessari per desenvolupar el projecte d'inversió.

$$\text{TRC} = \frac{\text{benefici mitjà del període}}{\text{inversió total}} \quad 4.1$$

Si el càlcul es fa sobre el **valor mitjà del capital emprat**, s'efectua una mitjana entre el desemborsament inicial (tant en actiu fix com en actiu circulat) fet a l'inici del projecte d'inversió i el valor residual de l'actiu fix i circulat al final.

$$\text{TRC mitjana} = \frac{\text{benefici mitjà del període}}{\text{inversió mitjana}} \quad 4.2$$

Com que a causa de la recuperació de la inversió per amortització, la inversió neta és decreixent, resulta obvi que la taxa de rendibilitat calculada sobre el valor mitjà del capital emprat sempre donarà resultats més alts que la taxa de rendibilitat calculada sobre la inversió total.

Per tant, és important identificar si la TRC s'ha calculat sobre la inversió total o sobre la inversió mitjana, ja que un mateix percentatge significa coses molt diferents en un cas i en l'altre.

La forma més comuna és la primera, és a dir, definint la rendibilitat sobre la inversió total inicial. En relació amb el benefici comptable mitjà, si bé no hi ha consens ple entre els diferents autors, habitualment es considera després de l'amortització de l'actiu fix i abans d'impostos. Vegem-ho amb un exemple:

#### Companyia Beta

La companyia Beta vol avaluar una proposta d'inversió amb la tècnica de la taxa de rendibilitat comptable. El projecte A requereix una inversió en actiu fix de 10.000 u. m., juntament amb una inversió en actiu circulat de 3.000 u. m. La durada temporal del projecte serà de 4 anys, al final dels quals l'actiu circulat es recuperarà totalment, mentre que l'actiu fix tindrà un valor residual de 2.000 u. m. Els beneficis comptables de la companyia abans d'impostos són els següents:

Anys	Beneficis abans amortització
1	4.000
2	6.000
3	3.500
4	1.500

També se sap que l'amortització de l'actiu fix té lloc de manera lineal. En aquest context, es demana calcular la TRC segons el valor mitjà del capital emprat i segons el desemborsament inicial.

Tenint en compte que l'amortització és lineal, calculem la quota d'amortització anual de la manera següent:

$$\text{Quota d'amortització anual} = \frac{\text{valor inicial} - \text{valor residual}}{\text{horitzó temporal}} = \frac{10.000 - 2.000}{4} = 2.000 \quad 4.3$$

Si mirem el valor de l'actiu net, comprovarem que partint d'una inversió inicial de 13.000 u. m., aquest acaba reduint-se a 5.000 u. m.

	Inici any 1	Any 1	Any 2	Any 3	Any 4
Actiu fix	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
Amortització ac.		-2.000	-4.000	-6.000	-8.000
= Actiu fix net	10.000	8.000	6.000	4.000	2.000
+ Circulant	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
= Inversió total neta	13.000	11.000	9.000	7.000	5.000

A la pràctica no es fa una estimació del valor de l'actiu, sinó que es mira la inversió inicial i el valor residual (en aquest cas, 2.000 de l'immobilitzat més 3.000 de circulant) i es divideix per dos.

El pas següent serà estimar quin és el nostre benefici comptable mitjà després d'amortització i abans d'impostos:

Anys	Beneficis després amortització
1	4.000 - 2.000 = 2.000
2	6.000 - 2.000 = 4.000
3	3.500 - 2.000 = 1.500
4	1.500 - 2.000 = -500

$$\text{Beneficis anuals mitjans} = \frac{2.000 + 4.000 + 1.500 - 500}{4} = \frac{7.000}{4} = 1.750 \quad 4.4$$

$$\text{Desemborsament inicial} = 10.000 + 3.000 = 13.000$$

$$\text{Valor mitjà del capital emprat} = (13.000 + 5.000) / 2 = 9.000$$

$$\text{TRC} = \frac{\text{benefici mitjà del període}}{\text{inversió total}} = 1.750 / 13.000 = 13,5\% \quad 4.5$$

$$\text{TRC mitjana} = \frac{\text{benefici mitjà del període}}{\text{inversió mitjana}} = 1.750 / 9.000 = 19,4\% \quad 4.6$$

Veiem que el valor de la taxa de rendibilitat comptable calculada sobre el valor mitjà del capital emprat (19,4%) és, com ja s'ha assenyalat abans, sensiblement superior al valor de la TRC calculada sobre el desemborsament inicial (13,5%).

La taxa de rendibilitat comptable pot utilitzar-se tant en l'avaluació com en la selecció de projectes d'inversió. Si es vol utilitzar la taxa de rendibilitat comptable en l'avaluació de projectes, serà necessari fixar prèviament un criteri d'acceptació en termes d'una mínima TRC\*. D'aquesta manera, després

d'haver-se aplicat aquest criteri, s'acceptarà un projecte sempre que la seva  $TRC \geq TRC^*$  mínima. Si es fa servir la TRC per a la selecció o ordenació jeràrquica de projectes d'inversió, el criteri serà triar el projecte que tingui una TRC més alta.

Hem aprofundit en l'anàlisi d'aquesta taxa perquè ha tingut certa aplicació a Espanya i hi ha empreses que la continuen utilitzant com a primera aproximació per veure si una proposta de projecte té possibilitats i mereix ser més analitzada.

L'**avantatge principal** del criteri de la taxa de rendibilitat comptable rau en el fet que proporciona una anàlisi dels projectes d'inversió segons la seva capacitat de generar beneficis. De fet, la TRC no és més que el percentatge que representa el benefici net anual sobre la inversió total. Aquest és un concepte molt simple i intuïtiu de la rendibilitat.

No obstant això, com hem pogut veure al llarg de l'explicació, no està exempt de **crítiques i problemes**:

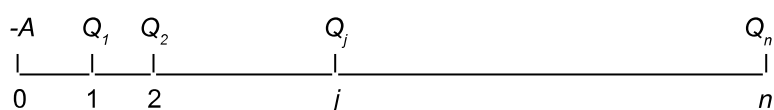
- Primer, no preveu el fet que un projecte d'inversió requereixi desemborsaments (inversions en capital fix o circulat) després de l'inicial.
- Segon, està basat en els beneficis comptables i no en els fluxos de fons. Un benefici, mentre no s'hagi materialitzat a caixa, no està disponible per fer més inversions productives o repartir dividendes.
- Tercer, encara que sembla que tingui en compte la durada del projecte en dividir el benefici global pel nombre d'anys del projecte, pressuposa que aquests beneficis seran homogenis al llarg del temps. Així, pot donar-se el cas que dos projectes (A i B) tinguin la mateixa TRC però que, en fer una anàlisi de l'evolució dels fluxos de fons en tots dos projectes, ens adonem que en el projecte A els rendiments es materialitzen en diners líquids abans que en el projecte B. En conseqüència, en poder disposar dels diners abans i com que és possible obtenir un interès dels diners líquids, serà evident que el projecte A resultarà més desitjable que el projecte B. Aquesta característica, tanmateix, no la posava de manifest la taxa de rendibilitat comptable.
- Quart, ignora el fet que la mateixa quantitat monetària tindrà un valor diferent avui dia segons el moment en el qual s'obtingui. És a dir, passa per alt el valor temporal dels diners i, en conseqüència, és inconsistent amb la maximització del valor de l'empresa.

## 1.2. *Payback* o termini de recuperació

Es denomina *payback* o termini de recuperació (TR) el període de temps que transcorre fins que els fluxos de fons permeten recuperar el cost de la inversió inicial.

El *payback* o termini de recuperació és considerada una primera aproximació al risc (associat a la pèrdua de liquiditat) lligat a un projecte d'inversió.

Per calcular-lo, primer haurem de definir la sèrie de fluxos de fons del projecte, segons hem estudiat en el mòdul 3:



Si denominem:

$Q_j$  = flux de fons en  $j$

per a  $j = 1, 2, \dots, n$

El TR o *payback* és el moment  $t$  en el qual el valor acumulat dels fluxos de fons compensa el desemborsament inicial.

$$A = \sum_{j=1}^t Q_j \quad 4.7$$

És a dir, el *payback* o termini de recuperació (TR) es defineix com el nombre de períodes necessaris perquè el valor acumulat dels fluxos de fons sigui suficient per recuperar el desemborsament inicial fet en el projecte d'inversió.

En el cas particular en el qual els fluxos de fons fossin constants ( $Q_j = Q$ ):

$$\text{Payback (TR)} = A / Q$$

Com la taxa de rendibilitat comptable, el *payback* o termini de recuperació pot utilitzar-se tant en l'avaluació com en la selecció de projectes d'inversió.

Si es vol fer servir el *payback* en l'avaluació de projectes, caldrà definir prèviament un «*payback* de referència o màxim». Habitualment, el director financer fixa el «*payback* de referència» partint de l'experiència passada i del risc associat al projecte. D'aquesta manera, com més (menys) capacitat per estimar els fluxos de fons del projecte, més petit (més gran) serà el risc i més gran (més petit)

serà el «*payback* de referència o màxim» que establirà el responsable financer. Una vegada definit el *payback* màxim, s'acceptarà el projecte d'inversió si el seu termini de recuperació ( $TR$ )  $\leq$  *payback* màxim o de referència.

Si es vol utilitzar aquest mètode en la **selecció de projectes**, el criteri de decisió consistirà a triar el projecte amb un termini de recuperació inferior.

El mètode del *payback* o termini de recuperació té com a **avantatges** fonamentals la rapidesa i la senzillesa a l'hora de calcular-lo i el fet que proporciona informació sobre el risc de la inversió associat al temps necessari per transformar en liquiditat el desemborsament inicial.

No obstant això, tampoc no està exempt de **crítiques**. Entre les més freqüents, hi ha les següents:

- Primer, no té en consideració els fluxos de després del termini de recuperació, la qual cosa pot suposar, en alguns casos, menysprear informació molt rellevant sobre el projecte d'inversió. Com veurem a continuació en l'exemple 2, el projecte C té una taxa de recuperació més petita que el B, perquè C genera fluxos positius elevats al principi del projecte, mentre que B genera retorns més grans a partir de l'any 3. Malgrat que B és òbviament molt més rendible, si tenim en compte exclusivament el termini de recuperació, triaríem C.
- Segon, no aporta cap mesura de rendibilitat ni de valor.
- Finalment, hi ha certa arbitriietat a l'hora d'establir el llindar de tall amb aquest mètode. **Per què 3 anys i no 4?**

A causa de tots aquests defectes, no s'ha de fer servir mai com a mesura única de selecció de projectes.

A la pràctica, el *payback* és una dada que apareix en gairebé totes les anàlisis d'inversions. No s'utilitza directament per jerarquitzar i seleccionar projectes, sinó més aviat com a informació complementària que **ajuda a prendre la decisió**. Davant de dos projectes de rendibilitat o valor molt similar, el directiu tendirà a seleccionar els que tenen un *payback* més petit.

### Exemple 1

Tornem al projecte A que havíem vist en l'apartat anterior, i mirem de traduir el compte de resultats que teníem en un flux de fons. Per a això, farem tres supòsits addicionals:

1) Els beneficis d'explotació (abans d'amortitzacions, interessos i impostos) suposen el 5% de les vendes (necessitarem aquesta dada per calcular les vendes i així poder calcular correctament la inversió en capital circulant net).

2) Les NOF (inversió neta en circulat necessària per mantenir el volum de vendes del període) suposen el 3,75% de les vendes.

3) No hi ha impostos.

	0	1	2	3	4	5
Vendes		80.000	120.000	70.000	30.000	0
Benefici d'exploració (EBITDA)	5%	4.000	6.000	3.500	1.500	0
Inversió en NOF	3,75%	3.000	4.500	2.625	1.125	0
<b>Flux de fons del període</b>						
Benefici d'exploració (EBITDA)		4.000	6.000	3.500	1.500	0
- Variació de la inversió en NOF	-3000	0	-1.500	1.875	1.500	1.125
- Variació de la inversió en AF	-10.000					2.000
Flux de fons anual	-13.000	4.000	4.500	5.375	3.000	3.125
Flux de fons acumulat	-13.000	-9.000	-4.500	875	3.875	7.000

Suposeu que el responsable financer d'una empresa ha determinat que el *payback* màxim per acceptar un projecte d'inversió és de quatre anys. Veiem que el flux de fons positiu acumulat del projecte l'any 3 és ja de 875 euros (ha recuperat els 13.000 inicials i ja té un excedent de 875), per la qual cosa el termini de recuperació serà lleugerament inferior a tres anys. Podem aportar una xifra una mica més precisa:

Sabem que el *payback* és dins de l'interval (2, 3), en 2 encara tenim un flux negatiu de 4.500 i en 3 ja és positiu en 875 u. m. Així, hi ha un nombre enter positiu per al qual es compleix que:

$$A + \sum_{j=1}^v Q_j = X < 0 \quad 4.8$$

$$A + \sum_{j=1}^{v+1} Q_j = Y > 0 \quad 4.9$$

En el nostre exemple:

$v = 2$  i  $X = -4.500$  (els fluxos de fons que encara queden per recuperar al final del segon període).

Mentre que:

$$v + 1 = 3 \text{ i } Y = 875$$

Per tant, el termini de recuperació serà igual a:

$$TR = v + \alpha$$

$\alpha$  es pot calcular per interpolació lineal de la manera següent:

$$\alpha = -X / (Y - X)$$

En l'exemple:



$$\alpha = 4.500 / (875 + 4.500) = 0,84 \text{ anys.}$$

Així, doncs, el termini de recuperació serà igual a  $v + \alpha = 2,84$  anys.

### Exemple 2

Suposeu que una empresa ha de triar entre els projectes B i C, que són mútuament ex-cloents i tenen les característiques financeres que es descriuen a continuació. Es demana: **quin seria el projecte triat partint del *payback*?**

Projecte B

Anys	Fluxos de fons	Fluxos de fons acumulats
0	10.000	10.000
1	3.000	7.000
2	4.000	3.000
3	5.000	<b>2.000</b>
4	6.000	8.000
5	6.000	14.000

Projecte C

Anys	Fluxos de fons	Fluxos de fons acumulats
0	12.000	12.000
1	5.000	7.000
2	7.000	<b>0</b>
3	1.000	1.000
4	1.000	2.000
5	1.000	3.000

1) Projecte B

En el període 3, s'hauran recuperat  $12.000 > A = 10.000$ . Per tant, el *payback* se situarà entre els 2 i els 3 anys.

En el període 2, s'hauran recuperat 7.000 de les 10.000 unitats monetàries invertides a l'inici del projecte d'inversió (faltaran per recuperar 3.000 unitats monetàries), i al final del període 3 haurem recuperat 2.000 unitats monetàries més de les invertides inicialment.

$$v = 2 \text{ i } X = -3.000$$

Mentre que:

$$v + 1 = 3 \text{ i } Y = 2.000$$

Per tant, el termini de recuperació serà igual a:

$$TR = v + \alpha = 2 + \alpha$$

Calculant  $\alpha$  per interpolació lineal:

$$\alpha = -X / (Y - X) = 3.000 / (2.000 + 3.000) = 3.000 / 5.000 = 0,6$$

Obtenim que el **termini de recuperació del projecte B és de 2,6 anys**.

## 2) Projecte C

En el període 2, s'hauran recuperat 12.000 = A = 12.000. Així, en el cas d'aquest projecte, el *payback* se situarà en els 2 anys.

Consegüentment, fixem-nos que *payback* C < *payback* B i partint d'aquest criteri, **triaiem el projecte C**.

**Però realment C és la millor opció?** Fixem-nos que C genera retorns molt importants els dos primers anys, però després són molt baixos. En conjunt, al final del període haurà generat un retorn comptable de 15.000 durant 5 anys sobre una inversió de 12.000 u. m. En canvi, B genera els beneficis més alts a partir de l'any 3 i si l'haguéssim seleccionat, hauríem acumulat un retorn comptable de 24.000 durant 5 anys sobre una inversió de 10.000. No cal fer gaires números per veure que B era molt més rendible que C.

## 2. Procediments dinàmics: el descompte dels fluxos de fons

Els procediments basats en el descompte de fluxos de fons es fonamenten en la idea que el valor d'una unitat monetària va variant al llarg del temps. L'objectiu últim d'aquests mètodes és fer equiparables unitats monetàries rebudes en diferents moments del temps de manera que puguem agregar-les i comparar-les en termes del seu valor en una data concreta (generalment, avui). És a dir, es tracta d'homogeneïtzar els fluxos de fons obtinguts per fer-los comparables amb la inversió inicial necessària.

Començarem analitzant el concepte de valor temporal dels diners i com es transforma en el concepte de rendibilitat exigida a la inversió. Després, analitzarem tres mètodes bàsics que es basen en el descompte de flux de fons: el *payback* descomptat, el VAN i la TIR.

### 2.1. El valor dels diners en el temps

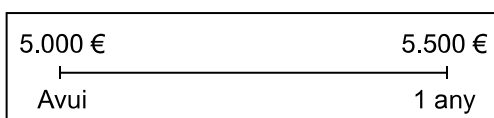
Començarem analitzant el que es coneix com a valor dels diners en el temps. Suposem que algú ens ofereix regalar-nos 5.000 €, però ens deixa triar si volem que ens els doni avui o d'aquí a un any. La resposta racional a aquesta tria és immediata: tots preferim que ens els doni avui si l'alternativa és esperar un any per rebre la mateixa quantitat. Aquesta senzilla reflexió té implicacions importants: 5.000 € avui no són equivalents a 5.000 € d'aquí a un any, aleshores, quan parlem de diners, no hauríem de referir-nos només a la seva dimensió monetària sinó també a la seva dimensió temporal. De la mateixa manera que tenim clar que cobrar avui 5.000 € no és el mateix que cobrar 5.000 \$, també hauríem de tenir sempre en compte que cobrar avui 5.000 € no és el mateix que cobrar-los d'aquí a un any. Per tant, de la mateixa manera que no se'ns acudeix sumar 5.000 € més 5.000 \$ (abans de sumar-los, convertim tots els diners a la mateixa moneda), tampoc té cap sentit financerament sumar 5.000 € d'avui més 5.000 € d'aquí a un any (primer hauríem de transformar tots els diners a una mateixa posició en el temps, igual que fem quan hem de sumar diners que estan en diferents monedes: primer els transformem tots a una mateixa unitat monetària). Els tipus d'interès ens ajudaran a fer aquestes transformacions de la dimensió temporal dels diners.

Si 5.000 € d'avui no són equivalents a 5.000 € d'aquí a un any, per trobar quants euros d'aquí a un any són equivalents a 5.000 € d'avui, el primer que podem fer és plantejar-nos per què tots preferim cobrar 5.000 € avui que esperar-nos un any. Per començar, si ens regalen els 5.000 € avui, podem començar a gaudir-los immediatament: podem fer un viatge, anar a sopar a un bon restaurant aquesta mateixa nit, o comprar unes accions d'una empresa que estem convençuts que pujaran molt els pròxims mesos... Si el regal és d'aquí

a un any, totes les satisfaccions que se'n deriven també s'ajornen: ens haurem d'esperar un any per fer el viatge, el sopar i les accions (si la nostra previsió era correcta) ja hauran pujat. I això comptant que estiguem en un entorn econòmic sense inflació, si estem en un país on els preus tendeixen a pujar d'un any a l'altre, ens podem trobar que el viatge que ara ens costaria 5.000 €, d'aquí a un any en valgui 5.500 i ja no el puguem fer. Per últim, també cal tenir en compte la confiança que ens mereix qui ens està oferint regalar-nos 5.000 €: d'aquí a un any potser ja no els té, o no se'n recorda, o simplement canvia d'idea i prefereix regalar-los a un altre.

Aleshores, si pretenen que esperem 1 any per rebre els 5.000 €, ja que això ens agrada menys que rebre'ls avui, caldrà que ens compensin per l'espera. Si d'aquí a un any en lloc de 5.000 € ens en donen més, potser estarem disposats a esperar-nos. Hi haurà un volum d'euros d'aquí a un any pel qual estariem disposats a renunciar a 5.000 € avui, hi haurà un volum d'euros d'aquí a un any que serà equivalent a 5.000 € avui.

Suposem que, seguint l'exemple, qui ens regalava els 5.000 € ens deixa triar entre rebre avui els 5.000 € o donar-nos-en 5.500 d'aquí a un any. Davant d'aquesta nova proposta, nosaltres pensem que encara que no ens agrada haver d'esperar un any, els 500 € addicionals ens permetran que puguem pujar la categoria de l'hotel si volem destinar-los a fer un viatge, o podrem anar a sopar a uns quants restaurants més. I si el que volíem era invertir els 5.000 € d'avui en unes accions, aquests 500 € addicionals d'aquí a un any ja són el benefici que esperàvem obtenir per la compra d'accions. En aquest cas, ens és indiferent que ens regalin 5.000 € avui que 5.500 € d'aquí a un any. O el que és el mateix, si d'aquí a un any ens donen un 10% més d'euros que els que ens donen avui, estariem disposats a esperar-nos.



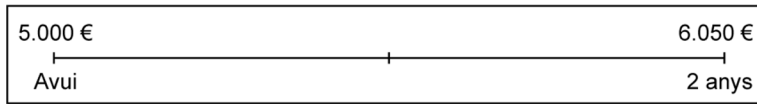
El que estem fent en aquest exemple és aplicar un interès del 10%. Si ens paguen un interès del 10% sobre la quantia que ens ofereixen avui, estem disposats a renunciar aquesta quantia avui per rebre-la d'aquí a un any cobrant, a més, un interès del 10%.

$$5.000 + 0,10 \times 5.000 = 5.000(1 + 0,10) = 5.500$$

En general, la quantia equivalent a 1 ( $C_1$ ) a una quantia a 0 ( $C_0$ ) aplicant un determinat tipus d'interès ( $i$ ) serà:

$$C_1 = C_0(1+i)$$

Ara plantejem-nos què passaria si quan arribem a 1 ens tornen a proposar esperar-nos 1 any més i nosaltres ho acceptem si tornen a compensar-nos amb un 10% adicional. En 1, podem cobrar 5.500 €. Per esperar fins a 2, demanem que ens compensin amb un 10% adicional sobre la quantia a la qual haurem de renunciar en 1 (5.500 €). Així, si ens prometen 550 € més en 2 (el 10% de 5.500 €), cobrar-ne 6.050 en total, estariem disposats a esperar-nos 1 any més.



$$5.500 + 0,10 \times 5.500 = 5.500(1 + 0,10) = 6.050$$

Si recordem l'origen d'aquests 5.500 €, l'expressió anterior podem reescriure-la com:

$$5.000(1 + 0,10) + 0,10(5.000(1 + 0,10)) = 5.000(1 + 0,10)(1 + 0,10) = 5.000(1 + 0,10)^2 = 6.050$$

En general, la quantia equivalent a 2 ( $C_2$ ) a una quantia a 0 ( $C_0$ ) aplicant un determinat tipus d'interès ( $i$ ) serà:

$$C_2 = C_0(1 + i)^2$$

En definitiva, la quantia equivalent a qualsevol moment  $t$  ( $C_t$ ) a una quantia a 0 ( $C_0$ ) aplicant un determinat tipus d'interès ( $i$ ) serà:

$$C_t = C_0(1 + i)^t$$

I aquesta transformació de diners de 0 en diners de  $t$  l'anomenem capitalitzar.

Basant-nos en les deduccions que hem fet fins ara, si el que volem és saber quina seria la quantia a 0 ( $C_0$ ) equivalent a una quantia coneguda a 2 ( $C_2$ ), podem deduir-la aïllant  $C_0$  de l'expressió  $C_2 = C_0(1 + i)^2$ :

$$C_0 = C_2 / (1 + i)^2$$

I en general, la quantia equivalent a 0 ( $C_0$ ) a una quantia a qualsevol moment  $t$  ( $C_t$ ) aplicant un determinat tipus d'interès ( $i$ ) serà:

$$C_0 = C_t / (1 + i)^t$$

I aquesta transformació de diners de  $t$  en diners de 0 l'anomenem actualitzar.

En el nostre exemple, hem anat aplicant tota l'estona un interès del 10%. Però per què un 10% i no un 1%? O un 5%? O un 25%? Per què de vegades sentim que els tipus d'interès estan pujant o que han baixat considerablement? Qui condiciona aquests tipus? Doncs en economies com la nostra, les decisions de política monetària dels bancs centrals.

Que els tipus d'interès estiguin més alts o més baixos, condiciona moltes decisions econòmiques o financeres. Si els tipus d'interès estan molt baixos, potser ens animarem a demanar un préstec al banc per comprar-nos un cotxe nou; potser un botiguer també demanarà un préstec per obrir una botiga nova a un altre barri; potser una gran empresa s'atrevirà a emetre uns bons per finançar a aquests baixos tipus d'interès la seva expansió per Sud-amèrica; i potser un petit inversor, veient els pocs interessos que el banc li paga pels seus estalvis, decidirà invertir en accions buscant una rendibilitat superior. Veiem que els tipus d'interès baixos estimulen el consum i la inversió. Passa el contrari amb els tipus alts, desincentiven tant el consum com la inversió: si demanar diners surt molt car, es compren menys cotxes, s'obren menys botigues, les empreses inverteixen menys (perquè finançar aquestes inversions els surt molt car), els petits inversors posen els diners al banc (perquè l'interès que els paguen ja els sembla prou alt), etc.

Així, si els bancs centrals poden controlar els tipus d'interès pujant-los o baixant-los, tenen un instrument que els permet incentivar el consum i la inversió (quan baixen els tipus d'interès) o desincentivar-los (quan pugen els tipus d'interès). Per això, els tipus d'interès es consideren un instrument bàsic per a l'aplicació de polítiques per part dels bancs centrals.

Però els bancs centrals no decreten: a partir de demà, tots els bancs només podran cobrar un 2% d'interès pels préstecs que concedeixin. La seva manera de pujar o baixar els tipus d'interès no és un mandat. El que fan és modificar els tipus que ells cobren o paguen i esperar que aquestes modificacions es traslladin a la resta del sistema financer. Per concretar una mica més com els bancs centrals condicionen els tipus vigents, analitzarem com ho fa el banc central que marca els tipus d'interès del nostre sistema econòmic i financer: el Banc Central Europeu (BCE). El BCE és el banc central dels 19 països de la Unió Europea que han adoptat l'euro, la zona de l'euro.

Existeix un mercat, l'interbancari, on es fan operacions entre bancs, generalment a molt curt termini. Si l'operació és entre un banc central i un banc ordinari, es tracta d'una operació d'interbancari vertical. I si l'operació es fa entre dos bancs ordinaris, l'anomenem *operació d'interbancari horitzontal*. Les operacions que fa el BCE amb la resta de bancs que operen a la zona de l'euro pertanyen al mercat interbancari vertical, i els tipus d'interès que el BCE cobra o paga en aquestes operacions són els que condicionen els tipus d'interès de tot el sistema financer europeu. D'entre les diverses operacions al mercat interbancari vertical que fa el BCE, destaquen les operacions principals de finançament (OPF), en anglès *main refinancing operations* (MRO). Les OPF són

<sup>(1)</sup>També els exigirà una garantia en forma d'actius financers. Si al cap d'una setmana el banc no pogués tornar el préstec al BCE, aquest es quedaria amb els actius financers de la cartera del banc que va demanar el préstec que els va presentar com a garantia.

préstecs del BCE a la resta de bancs amb periodicitat i venciment setmanal, és a dir, préstecs que el BCE ofereix cada setmana a la resta de bancs (periodicitat setmanal) i que s'han de tornar al cap d'una setmana (venciment setmanal). Per aquests préstecs, el BCE cobra un interès a la resta de bancs i és aquest tipus que es cobra a les OPF el que condiciona tots els tipus d'interès que s'apliquen a la resta d'operacions financeres que es fan a la zona de l'euro. Quan els mitjans de comunicació parlen que el Banc Central ha pujat o baixat el tipus d'interès, es refereixen a l'interès de les OPF. Tots els bancs que operen a la zona de l'euro saben que si necessiten préstecs a molt curt termini (s'han de tornar al cap d'una setmana), el BCE els hi atorgarà a canvi d'un tipus d'interès<sup>1</sup>.

#### Evució dels tipus d'interès de les OPF des del 1999

16/3/16	0%
10/9/14	0,05%
11/6/14	0,15%
13/11/13	0,25%
8/5/13	0,50%
11/7/12	0,75%
14/12/11	1,00%
9/11/11	1,25%
13/7/11	1,50%
13/4/11	1,25%
7/4/11	1,25%
13/5/09	1,00%
8/4/09	1,25%
11/3/09	1,50%
21/1/09	2,00%
10/12/08	2,50%
12/11/08	3,25%
15/10/08	3,75%
9/6/00	4,25%
28/4/00	3,75%
17/3/00	3,50%
4/2/00	3,25%
5/11/99	3,00%
9/4/99	2,50%

### Evulsió dels tipus d'interès de les OPF des del 1999

1/1/99	3,00%
--------	-------

Font: [www.ecb.europa.eu](http://www.ecb.europa.eu).

El mecanisme de translació d'aquests tipus d'interès a aquells que s'apliquen a tota la resta d'operacions financeres que es fan a la zona de l'euro és complex, però el podem intuir amb un exemple. Quan el 2011 el BCE va baixar els tipus d'interès de les OPF a l'1%, els bancs sabien que el BCE estava disposat a fer-los préstecs a molt curt termini a l'1%. Aquesta decisió del BCE es va traslladar ràpidament al mercat interbancari horitzontal: quan un banc demanava un préstec a molt curt termini a un altre banc, no estava disposat a pagar-li molt més de l'1%. Immediatament, el Tresor espanyol, a l'hora d'emetre lletres, també va poder baixar el rendiment d'aquestes: els bancs són uns dels seus principals clients; si ara quan fan préstecs a altres bancs, els bancs no obtenen més de l'1%, també es conformaran amb obtenir menys rendiment de les lletres. Les empreses espanyoles que emeten bons, obligacions, etc. per finançar-se, en veure que els tipus de les lletres han baixat, també es podran permetre col·locar les seves emissions a tipus més baixos. I si anem al banc a fer un dipòsit, aquest ens dirà que, ja que el tipus del BCE ha baixat i també el de les nostres alternatives d'inversió (lletres, bons, obligacions, etc.), ens ha de pagar un tipus més baix. D'aquesta manera, que el BCE baixés el tipus de les OPF a l'1% va afectar el cost del finançament de l'Estat, el cost del finançament de les empreses, el rendiment que paguen els bancs pels dipòsits, etc.

## 2.2. La selecció de la taxa de descompte

Per poder aplicar els criteris dinàmics, necessitem un tipus d'interès, una taxa de descompte. Inicialment, quan els criteris es van plantejar en un àmbit teòric, el tipus d'interès que proposaven utilitzar era el «tipus d'interès del mercat». Però quin és el «tipus d'interès del mercat»? El que em cobren al banc quan hi vaig a demanar un préstec? O el que em paguen quan hi vaig a fer un dipòsit? O el que rendeixen els bons de l'Estat? En el mercat hi ha moltíssims tipus d'interès diferents, no hi ha un únic «tipus d'interès del mercat», per tant, aquesta aproximació teòrica no ens serveix per aplicar els criteris dinàmics a la pràctica.

Aquesta proposta teòrica inicial s'ha d'adaptar a la pràctica i una opció és utilitzar com a taxa de descompte el cost del finançament de l'empresa, considerant-la com la rendibilitat mínima que l'empresa ha d'exigir per les seves inversions.

El finançament de l'empresa pot venir en forma de deute o de fons propis. Cada font de finançament exigirà una rendibilitat per la inversió feta en l'empresa. La rendibilitat exigida no és cap altra cosa que el cost econòmic que suporta l'empresa per utilitzar aquests recursos.



a) El **cost del deute** ( $k_d$ ) acostuma a ser un cost explícit i dependrà dels tipus d'interès generals de l'economia, de l'estructura del sistema financer del país i de la solvència de l'empresa.

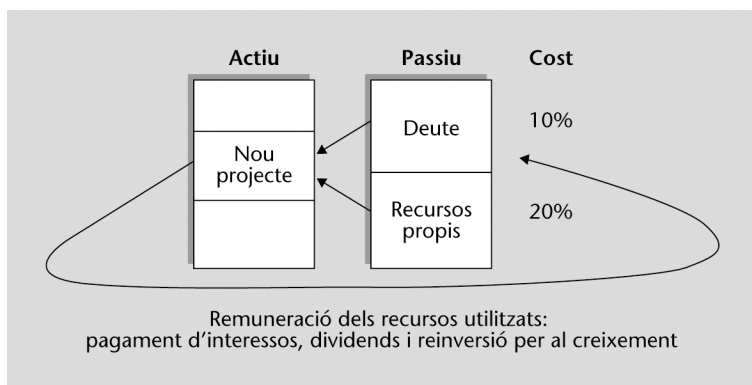
b) El **cost dels fons propis** ( $k_e$ ) és un cost implícit i, de fet, és el que més costa d'estimar, però el que avui dia ningú no nega és que pel fet d'assumir més risc que els prestadors, els accionistes exigiran més rendibilitat a l'hora d'invertir en l'empresa.

És a dir, el que s'ha de preguntar el director financer és: **quin és el retorn mínim que he d'exigir a la inversió amb la finalitat que ni prestadors ni accionistes no considerin que estan perdent diners i que farien millor d'invertir en una altra empresa?**

El nostre objectiu era maximitzar el valor de l'empresa per als accionistes, oi? Doncs si els accionistes consideren que el retorn que obtenen de l'empresa és més petit que el que voldrien obtenir (perquè tenen altres opcions d'inversió de risc similar més rendibles), voldran vendre les accions. Però resulta que si el potencial comprador d'aquestes accions també considera que el retorn és insuficient, no estarà disposat a pagar el preu antic. No voldrà comprar les accions fins que el preu hagi caigut prou per compensar la rendibilitat baixa. És a dir, haurem destruït valor per als accionistes antics.

Imaginem que la rendibilitat exigida pels recursos utilitzats, que no és res més que el cost de l'empresa per utilitzar aquests recursos, és la que té l'esquema següent:

Esquema rendibilitat de l'actiu i cost dels recursos utilitzats



En aquest exemple, podem deduir que:

#### Vegeu també

En el mòdul 5, desenvoluparem un exemple pràctic que resultarà il·lustratiu.

- $K_d$ : el cost del deute és del 10%, és a dir, si haguéssim de demanar un préstec per dur a terme el nou projecte, ens trobaríem que ens costa un 10%.
- $K_e$ : el cost dels fons propis o rendibilitat exigida pels accionistes és del 20%. Si volguéssim col·locar accions noves per emprendre el projecte, el preu de col·locació hauria de ser tal que el nou accionista percebés que obté una rendibilitat del 20% per la inversió.

Però, té sentit considerar en cada moment si necessitem més deute o més capital? No seria interessant intentar establir una política financera més o menys constant a llarg termini que ens permetés analitzar la rendibilitat exigida a un nou projecte independentment de com es finansi l'empresa? **Podríem utilitzar el cost mitjà dels recursos utilitzats per valorar projectes?**

El cost mitjà ponderat del capital ( $K_0$ ) és la suma del cost del deute i dels fons propis ponderada pels valors del deute i les accions a valors de mercat.

$$k_o^{at} = k_d \frac{D}{D+E} + k_e \frac{E}{D+E} \quad 4.10$$

O si tenim en compte que els interessos són deduïbles d'impostos i, per tant, el cost és inferior per a l'empresa, haurem de calcular el cost mitjà ponderat després d'impostos.

$$k_o^{dt} = k_d(1-t) \times \frac{D}{D+E} + k_e \frac{E}{D+E} \quad 4.11$$

Sempre que ens movem en un entorn amb impostos, els tindrem en compte tant en el càlcul dels fluxos de fons com en el de cost mitjà ponderat dels recursos emprats.

Basant-nos en l'esquema anterior, si suposem que el cost del deute i dels recursos propis és del 10% i el 20%, respectivament, mentre que la proporció entre deute i recursos propis és 1:1, de manera simplificada<sup>2</sup> direm que el cost mitjà dels recursos emprats seria del 15% ( $K_0^{at} = 0,5 \times 10\% + 0,5 \times 20\%$ ). Però quan tenim en compte que els interessos desgraven impostos (suposem que la taxa de l'impost de societats és del 30%), el cost dels recursos utilitzats després d'impostos es redueix al 13,5% ( $K_0^{dt} = 0,5 \times 10\% \times (1 - 0,3) + 0,5 \times 20\%$ ).

Com que el deute és una font de finançament més barata i a més és deduïble d'impostos, observem que:

### K i R

En finances normalment designem amb la lletra  $K$  la rendibilitat exigida o cost per a l'empresa, i amb la lletra  $R$ , la rendibilitat comptable. La rendibilitat exigida es considera sobre valors de mercat.

D'altra banda, quan parlem de la rendibilitat exigida pels accionistes, s'utilitza la nomenclatura  $K_e$  (e d'*equity* o *capital propri* en anglès).

### WACC o $K_0$

El cost mitjà ponderat del capital de vegades es denomina, per abreviar, *cost del capital*. També és conegut per les sigles WACC, de l'anglès *weighted average cost of capital*.

<sup>(2)</sup>Diem de manera simplificada ja que, perquè l'estimació sigui correcta, les ponderacions s'haurien de fer a valors de mercat, no comptables. Com podem observar en les empreses que cotitzen en borsa, el valor de mercat pot superar en més d'un cop el valor comptable dels fons propis. El valor de mercat es basa en les expectatives de beneficis dels accionistes, i el comptable és simple reflex del passat. Però, un cop més, fem aquest afegit a tall informatiu i ens remetem a l'assignatura *Finançament empresarial*.

$$K_d < K_0^{dt} < K_0^{at} < K_e \quad 4.12$$

Però per què no considerem una de les dues fonts de finançament, si per poder finançar el projecte s'ha hagut d'emetre més deute o ampliar capital? Imaginem una empresa que vol invertir en maquinària per desenvolupar un nou projecte, i que finança aquesta adquisició amb deute. Com que s'emet al 10% i la rendibilitat del projecte era del 13%, s'accepta la inversió. Al cap d'un temps, cal fer una altra inversió que aportaria una rendibilitat del 18%. Però com que l'empresa ja ha esgotat la capacitat d'endeutament, ara faria una ampliació de capital. **Seria just deixar de fer aquest projecte més rendible pel fet de tenir una rendibilitat inferior al 20%?** La intuïció ja ens diu que no, que l'empresa estaria millor havent fet només el segon projecte.

El que representa l'esquema anterior (esquema rendibilitat de l'actiu i cost dels recursos utilitzats) és que qualsevol projecte empresarial, perquè resulti viable, haurà de generar una **rendibilitat suficient** per remunerar les fonts de recursos utilitzades segons la rendibilitat exigida per aquestes. Si no fos així, els accionistes es vendrien les accions i buscarien altres alternatives d'inversió, per la qual cosa l'empresa no podria emprendre projectes.

Cal fixar-se molt en els fluxos que estem descomptant per decidir la taxa de descompte que hem d'utilitzar. Si ens trobem un flux de fons pur d'inversió (FLF), és a dir, el que no té en compte com s'ha finançat el projecte, la taxa de descompte que aplicarem és el cost mitjà ponderat dels recursos. Però si hem calculat un flux de fons després de tenir en compte tots els moviments de tresoreria derivats del deute, és a dir, hem calculat el flux de fons disponible per als accionistes (FFDA), haurem d'aplicar com a taxa de descompte la rendibilitat exigida pels accionistes:

FLF després d'impostos → Cost mitjà ponderat dels recursos utilitzats

després d'impostos ( $K_0^{dt}$ ).

FFDA → Cost dels fons propis ( $K_e$ ).

#### Nota

A partir d'ara, ens referim a  $K_0$  sabent que, si ens movem en un entorn amb impostos, el WACC serà calculat sempre després d'impostos.

No obstant això, considerem que és més aconsellable treballar amb el flux lliure de fons (el que té en compte el projecte pur d'inversió independentment de com s'ha finançat).

D'aquesta manera, assumint que hem trobat l'FLF del projecte, la taxa de descompte per aplicar serà  $K_0$  (el cost mitjà ponderat dels recursos utilitzats).

#### Nota

Recordem que els interessos no s'inclouen dins de l'FLF perquè constitueixen la rendibilitat exigida pel deute i ja són considerats en tenir en compte la taxa de descompte que cal aplicar.

### 2.3. Payback o termini de recuperació descomptat

<sup>(3)</sup>Utilitzant el descompte racional compost del tipus constant  $k$ .

Es denomina *payback* o **termini de recuperació descomptat** el **període** de temps necessari perquè la suma del valor actualitzat<sup>3</sup> dels fluxos de fons generats per un projecte d'inversió iguali el capital invertit o desemborsat ( $A$ ).

D'aquesta manera, si:

$$A = \sum_{j=1}^t \frac{Q_j}{(1+k)^j} \quad 4.13$$

Denominarem  $t$  el termini de recuperació descomptat. Per calcular-lo, haurem d'acumular, període a període, els fluxos de caixa descomptats fins que assoleixin una quantia igual a l'import de la inversió.

El *payback* o termini de recuperació descomptat té l'avantatge respecte del *payback* estudiat en l'apartat anterior que sí que té en consideració el valor temporal dels diners. Per això, considera un procediment d'anàlisi d'inversions superior.

Tornem al nostre projecte A i suposem que el cost d'oportunitat del capital  $k$  és del 10%.

Veiem ara que el termini de recuperació s'ha desplaçat cap a l'any 4; en concret, per interpolació trobaríem que el termini de recuperació és de 3,78.

	0	1	2	3	4	5
Flux de fons del projecte	-13.000	4.000	4.500	5.375	3.000	3.125
Factor de descompte = $1 / (1 + 10\%)^j$	1,0000	0,9091	0,8264	0,7513	0,6830	0,6209
FF descomptat	-13.000	3636,36	3.719,01	4.038,32	2.049,04	1.940,38
FF descomptat acumulat	-13.000	-9.363,64	-5.644,63	-1.606,31	442,73	2.383,11

### 2.4. El valor actual net (VAN): concepte i càlcul

Es denomina valor actual net (VAN) d'un projecte d'inversió la suma de tots els fluxos de fons ( $Q_j$ ) associats a un projecte d'inversió (incloent-hi el desemborsament inicial), actualitzats a una taxa de descompte  $k_j$ .

És a dir, el VAN no és més que el resultat de valorar financerament en unitats monetàries el dia d'avui tots els fluxos de caixa associats a un projecte d'inversió, i sumar-li o restar-li el desemborsament inicial. En definitiva, es tracta d'aplicar el que tots hem fet alguna vegada: mirar si una inversió gene-

ra uns cobraments que superen els pagaments, però en lloc de sumar i restar directament diners que es generen en diferents moments del temps, primer traslladem tots els diners al moment zero i aleshores és quan operem amb ells.

$VAN = -\text{inversió inicial (A)} + \text{valor actual de les rendes futures generades per la inversió (VA)}$

Si utilitzem la taxa de descompte adequada, el VAN és l'única manera de mesurar la rendibilitat del projecte de manera consistent amb l'objectiu financer de maximitzar el valor (aquest serà un dels motius pels quals en el cas que hi hagi divergències en els resultats, preval el criteri del VAN davant els altres), ja que precisament el VAN mesura (o hauria de mesurar) el valor que s'espera que creï la inversió considerada.

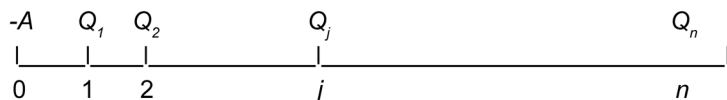
$A = \text{desemborsament inicial}$

$Q_j = \text{flux de fons en } j$

$j = 1 \dots n$

$n = \text{nombre de períodes des de l'inici fins al final del projecte d'inversió}$

$k_j = \text{taxa de descompte en } j$



**Nota**

$Q_j$  es correspon amb els  $FLF_j$  calculats en el mòdul 3.

$$VAN = -A + \frac{Q_1}{(1+k_1)} + \frac{Q_2}{(1+k_1)(1+k_2)} + \dots + \frac{Q_n}{(1+k_1)(1+k_2)\dots(1+k_n)} \quad 4.14$$

Si considerem, com és habitual a fi de simplificar l'anàlisi, que la taxa de descompte és constant al llarg de l'horitzó temporal del projecte d'inversió:

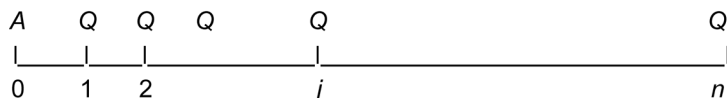
$k_1 = k_2 = \dots = k_n = k$

$$VAN = -A + \sum_{j=1}^n \frac{Q_j}{(1+k)^j} \quad 4.15$$

El valor actual net (VAN) és considerat una mesura de la rendibilitat absoluta neta d'un projecte d'inversió. En aquest sentit, diem que és una mesura de la rendibilitat absoluta perquè expressa el valor actualitzat de la variació de la riquesa com a conseqüència de la realització del projecte d'inversió, expressada en unitats monetàries i no en percentatge; una mesura de la rendibilitat neta

d'un projecte d'inversió perquè, quan es calcula, es tenen en consideració els fluxos nets de fons (entrades en caixa menys sortides de caixa) associats en cada període de temps a un projecte d'inversió.

Resulta important assenyalar que sota determinats supòsits, el càlcul del VAN se simplifica notablement. Això passa quan els fluxos de fons generats pel projecte d'inversió són constants i la durada del projecte, finita ( $n$  períodes). En aquestes circumstàncies, és possible utilitzar una fórmula per actualitzar rendes constants  $i$ , d'aquesta manera, simplificar el càlcul.



$$VAN = -A + Q[(1 + k)^{-1} + (1 + k)^{-2} + \dots + (1 + k)^{-n}]$$

L'expressió entre claudàtors és una suma d'una progressió geomètrica de  $n$  termes i raó igual a  $(1 + k)^{-1}$  i equivaldrà a:

$$\left[ \frac{1 - (1 + k)^{-n}}{k} \right] \quad 4.16$$

Per tant, quan els fluxos són constants durant  $n$  períodes:

$$VAN = -A + Q \left[ \frac{1 - (1 + k)^{-n}}{k} \right] \quad 4.17$$

Una vegada calculat el VAN d'un projecte d'inversió, el criteri d'acceptació o rebuig d'un projecte serà el següent, si:

Resultat	Significat	Decisió
$VAN > 0$	La inversió genera beneficis econòmics per sobre de la rendibilitat exigida ( $K$ ). Parlem de <i>creació de valor</i> .	Acceptar el projecte.
$VAN < 0$	La inversió produiria una pèrdua de valor net. La inversió destrueix valor perquè la rendibilitat és inferior a la rendibilitat exigida ( $k$ ).	Rebutjar el projecte.
$VAN = 0$	La inversió no genera ni destrueix valor.	Indiferent. I és una inversió estratègica o no tenim altres alternatives d'inversió a curt termini. S'hauria d'acceptar.

- D'aquesta manera, si el VAN és **positiu**, indica que fer el projecte permetrà recuperar el capital invertit, satisfer totes les obligacions de pagament que havia originat i obtenir, a més, un benefici net en termes absoluts i valorat en unitats monetàries el dia d'avui, igual a la quantitat expressada pel VAN.

Per tant, si duem a terme el projecte, crearem valor (augmentarà la riquesa de l'empresa) i, llevat que hi hagi projectes més rendibles, el projecte s'hauria de fer.

- Per contra, un projecte amb un **VAN negatiu** no s'haurà de portar a terme, perquè si es fa, l'empresa destruiria valor i reduiria la seva riquesa perquè incorreria en unes pèrdues netes iguals que la quantia del VAN, cosa que contradiu l'objectiu financer.
- Finalment, un **VAN nul** indica que hi ha un projecte que és indiferent per a l'empresa, ja que no proporcionarà beneficis ni generarà pèrdues. En entorns cada vegada més competitius, els valors actuals són propers a zero. Tot i així, l'empresa hauria de lluitar per trobar projectes amb VAN positiu i d'aquesta manera, crear valor per als accionistes.

Hem dit que el VAN és una mesura de rendibilitat absoluta. El criteri d'acceptació quan tenim un sol projecte és clar, hem d'acceptar els projectes que, descomptats a la rendibilitat exigida pels recursos utilitzats, aportin un valor actual net positiu.

Quan es tracta de decidir entre diversos projectes d'inversió, amb una mateixa necessitat d'inversió inicial, el criteri també és clar, haurem de triar el que aportí més valor actual net.

Suposem, per exemple, una inversió on el desemborsament inicial és de 100.000 € i els fluxos generats són de 40.000 € el primer any, 50.000 € el segon i 60.000 € el tercer. El finançament s'obté demanant un préstec de 40.000 € que ens costa, net d'impostos, un 3% i la resta l'aporten els accionistes, per als quals exigim una rendibilitat mínima del 7%.

Per calcular el VAN, primer hem de calcular la taxa de descompte WACC després d'impostos:

$$\text{WACC} = \frac{40.000}{100.000} \times 0,03 + \frac{60.000}{100.000} \times 0,07 = 0,054 \quad 4.18$$

I sabent que el WACC és del 5,4%, ja podem calcular el VAN:

$$\text{VAN} = -100.000 + \frac{40.000}{1,054} + \frac{50.000}{1,054^2} + \frac{60.000}{1,054^3} = 34.200,96 \quad 4.19$$

Com s'interpreta aquest resultat? La inversió proposada ens permet recuperar el desemborsament inicial, satisfer tots els pagaments de la inversió i el cost del finançament i encara genera uns excedents. El valor actual d'aquests excedents és de 34.200,96 €. Per tant, considerem que la inversió és viable, i segons el criteri del VAN la podem dur a terme.

## 2.5. La taxa interna de rendibilitat (TIR): concepte i càlcul

La taxa interna de rendibilitat (TIR) d'una inversió és la taxa de descompte que iguala a zero el valor actual net (VAN) d'aquesta d'inversió. Suposeu una inversió que amb una taxa de descompte del 10% genera un VAN igual a zero. Podem interpretar aquest resultat com que la inversió no genera excedents per sobre del 10%. Podem pagar el cost del finançament del 10%, però no sobrarà res. Però tampoc genera pèrdues descomptant els fluxos al 10%. És a dir, podem pagar el cost del finançament del 10% sense que ens falti ni un cèntim. Si una inversió ens permet satisfer exactament un cost del 10% sense que sobri ni falti un cèntim, quant rendeix aquesta inversió? Un 10%. A partir d'aquesta reflexió, si iguaem a zero el VAN de qualsevol projecte, deixant com a incògnita la taxa de descompte, trobarem la taxa respecte a la qual la inversió no genera ni excedents ni pèrdues, és a dir, trobarem la rendibilitat de la inversió.

$$\text{VAN(TIR)} = -A + \sum_{j=1}^n \frac{Q_j}{(1+\text{TIR})^j} = 0 \quad 4.20$$

D'aquesta manera:

$$A = \sum_{j=1}^n \frac{Q_j}{(1+\text{TIR})^j} \quad 4.21$$

Posem un exemple senzill d'un projecte d'un any de durada:

Anys	Fluxos de fons
0	-100
1	120

$$-100 + 120(1 + \text{TIR})^1 = 0$$

$$100 + 120(1,2)^1 = 0$$

$$\Rightarrow \text{TIR} = 20\%$$

És important tenir present que l'anterior equació per determinar la TIR d'un projecte d'inversió és una equació algebraica de grau  $n$ . Gràcies als fulls de càlcul, podem resoldre-la fàcilment.



No obstant això, la solució d'aquest tipus d'equacions pot tenir problemes de «**no-unicitat**», és a dir, hi pot haver més d'una solució, i representa un dels desavantatges associats a aquest procediment d'anàlisi de projectes d'inversió.

Un dels avantatges que presenta la TIR respecte del criteri del VAN és que proporciona una mesura de la «**rendibilitat relativa**» associada al projecte d'inversió. Està expressada en tant per cent (no en unitats monetàries) i ofereix informació del valor creat per l'empresa amb relació al desemborsament inicial. No obstant això, com a desavantatge respecte del VAN, hem d'assenyalar que el valor de la TIR és insuficient per prendre una decisió d'inversió a partir d'aquest.

Una vegada calculada la TIR d'un projecte d'inversió, per poder calcular partint d'aquesta la conveniència o no d'efectuar el projecte, l'hauré de comparar amb el cost mitjà ponderat del capital utilitzat en el projecte d'inversió<sup>4</sup> ( $k$ ). Si la diferència és positiva, haurem d'acceptar el projecte, si la diferència és negativa, haurem de rebutjar el projecte i si la diferència és zero, el projecte serà indiferent.

D'aquesta manera:

Si  $TIR > k \Rightarrow TIR - k > 0 \Rightarrow$  s'acceptaria el projecte.

Si  $TIR = k \Rightarrow TIR - k = 0 \Rightarrow$  el projecte seria indiferent.

Si  $TIR < k \Rightarrow TIR - k < 0 \Rightarrow$  es rebutjaria el projecte.

Essent  $k$  el cost dels recursos utilitzats per obtenir el flux de fons que hem calculat.

Repreguem l'exemple presentat en el mòdul 3 de l'empresa Fàrmacs Miraculosos. Recordem que tenim un projecte que requereix un desemborsament inicial de 2.000 u. m. i que genera els fluxos de fons següents en el futur:

Any	0	1	2	3	4	5	6	7
Flux de fons	-2.000	-2.961	869,3	3.327	3.791	3.871	2.461,8	2.824

En el gràfic que presentem a continuació, podem observar que el VAN és una funció decreixent de la taxa de descompte. Atès un determinat desemborsament inicial ( $A$ ), com més alta sigui la taxa de descompte, més baix serà el valor dels fluxos de fons per percebre en el futur i més baix serà el valor del VAN.

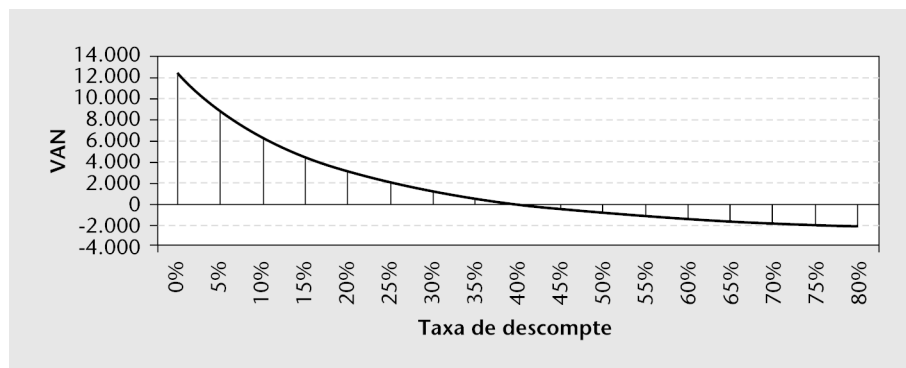
#### Vegeu també

Tornarem a referir-nos a aquest punt en l'apartat destinat a la crítica (avantatges i inconvenients) de la TIR (apartat 2.8.3).

#### Vegeu també

Sobre això, podeu veure l'apartat 2.8.1.

<sup>(4)</sup> Sempre que el VAN i la TIR utilitzin com a cost d'oportunitat ( $k$ ), el mateix tipus d'interès conduirà al mateix resultat sobre la conveniència d'acceptar o rebutjar un projecte d'inversió.

**Nota**

Aquest gràfic s'obté aplicant diferents taxes de descompte als fluxos de fons del projecte i anotant el resultat del VAN ( $k_j$ ) obtingut.

Queda palesa, doncs, la rellevància de triar la taxa de descompte «adequada», ja que d'aquesta elecció dependrà finalment la decisió sobre la conveniència d'executar o no un projecte d'inversió determinat.

Concretament, a partir del gràfic precedent, veiem que la decisió serà d'acceptació si la taxa de descompte se situa entre el 0% i el 38,45%, ja que per a aquest rang el VAN serà positiu. Per contra, per a taxes de descompte superiors al 38,45%, la decisió serà de rebuig, ja que per a aquests valors el VAN serà negatiu.

També podem veure en el gràfic que hi ha un nivell llindar de la taxa de descompte per al qual el valor del VAN s'anul·la. En el nostre cas, aquest valor és el 38,45% i representa la TIR del projecte d'inversió.

Per tant, si la nostra eina d'anàlisi per avaluar la conveniència de fer el projecte d'inversió és la TIR, després de calcular-la serà imprescindible comparar-ne el valor amb la taxa de descompte que considerem «adequada» per descomptar els fluxos de fons. D'aquesta manera, una vegada obtinguda la diferència entre totes dues:

- Si la TIR (38,45%)  $>$   $k$ ; tant (TIR -  $k$ ) com el VAN del projecte seran positius i acceptaríem el projecte.
- Si la TIR (38,45%) =  $k$ ; tant (TIR -  $k$ ) com el VAN del projecte seran nuls. El projecte serà indiferent.
- Si la TIR (38,45%)  $<$   $k$ ; tant (TIR -  $k$ ) com el VAN del projecte seran negatius i rebutjaríem el projecte.

És important ressaltar que en contraposició amb el mètode explicat en l'apartat 1.1 («La taxa de rendibilitat comptable (TRC)»), la TIR és una «taxa de rendibilitat econòmica». En aquest sentit, veiem clar que la creació de valor està associada al fet que la TIR del projecte sigui superior a la taxa de descompte (en aquest cas, el VAN serà positiu). També resulta clar que, deixant de banda el cas límit en el qual el VAN sigui exactament igual a zero, si un projecte no crea valor, no és un projecte rendible. La conclusió és que un projecte que tingui una TIR positiva, però que sigui inferior a la taxa de descompte apropiada per al projecte, no és un projecte rendible.

**Quin sentit té llavors aquesta taxa de rendibilitat interna positiva?**

La resposta està relacionada amb el fet que un projecte pot resultar rendible des d'un punt de vista comptable (TIR positiva), però no des d'un punt de vista econòmic (TIR inferior a la taxa de descompte).

Així, des d'un punt de vista econòmic, el projecte únicament serà rendible si la rendibilitat supera el cost mitjà del capital utilitzat o la rendibilitat de les inversions alternatives.

Reprement l'exemple anterior, i considerant que la taxa de descompte adequada per actualitzar els fluxos de fons és del 10%, aplicant les equacions abans assenyalades per al càlcul del VAN i de la TIR obtindriem:

$$\text{VAN} = -A + \sum_{j=1}^n \frac{Q_j}{(1+k)^j} = -2.000 - 2.961(1,1)^{-1} + 869(1,1)^{-2} + 3.328(1,1)^{-3} + 3.791(1,1)^{-4} + 3.871(1,1)^{-5} + 2.461(1,1)^{-6} + 2.824(1,1)^{-7} = 6.358 \quad 4.22$$

$$A = \sum_{j=1}^n \frac{Q_j}{(1+\text{TIR})^j} \quad 4.23$$

$$2.000 = -2.961(1+\text{TIR})^{-1} + 869(1+\text{TIR})^{-2} + 3.328(1+\text{TIR})^{-3} + 3.791(1+\text{TIR})^{-4} + 3.871(1+\text{TIR})^{-5} + 2.461(1+\text{TIR})^{-6} + 2.824(1+\text{TIR})^{-7} \quad 4.24$$

L'equació no la podem solucionar amb la calculadora, tret que sigui amb el mètode de prova i error, però per a això podem utilitzar la fórmula TIR (o IRR en la versió anglesa d'Excel) i trobaríem que: **TIR = 38,45%**.

Podem utilitzar l'Excel per calcular tant el VAN com la TIR.

La fórmula d'Excel que podeu utilitzar per calcular el VAN és VNA (o NPV en la versió anglesa) i s'escriu:

= VNA (taxa de descompte; rang de fluxos 1 a n)

Fixem-nos que hem posat rang de fluxos 1 a n. El desemborsament inicial l'haurem de sumar a part, ja que l'Excel interpreta que la primera dada que li donem correspon al flux obtingut dins d'un període. És a dir:

$$\text{VAN} = A_0 + \text{VNA}(K; Q_1; Q_n)$$

La TIR, o IRR en la versió anglesa, simplement requereix marcar dins del rang tots els fluxos del projecte.

#### Rangs en Excel

Els rangs en Excel es marquen arrossegant el ratolí per les cel·les que vulguem o posant dos punts entre la cel·la que conté el primer nombre i la cel·la que conté l'últim.

TIR = TIR (rang de fluxos 0 a  $n$ ).

## 2.6. El VAN com a funció decreixent de la taxa de descompte: relació entre el VAN i la TIR

En l'apartat anterior, hem vist que el VAN i la TIR d'un projecte d'inversió estan plenament interrelacionats, s'obtenen partint de la mateixa expressió.

$$\text{VAN} = -A + \sum_{j=1}^n \frac{Q_j}{(1+k)^j} \quad 4.25$$

A partir d'aquesta expressió, és fàcil entendre que com més gran o més petita sigui la taxa de descompte ( $k$ ) que fem servir per actualitzar els fluxos de fons, més gran o més petita serà la penalització que estarem exercint sobre el valor present d'aquests, ja que estem assumint que és més gran el cost d'oportunitat o la rendibilitat que pot obtenir-se d'inversions alternatives, i més petita serà la suma del valor actual dels fluxos de caixa futurs i del VAN.

Consegüentment, de manera intuïtiva veiem que el VAN és:

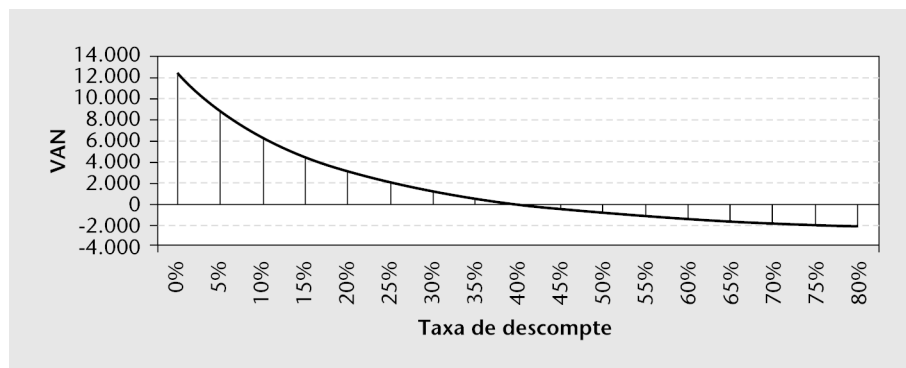
- Funció de  $k$ :  $\text{VAN} = f(k)$ .
- Funció decreixent de  $k$ .

De fet, si calculem la primera i la segona derivades de la funció del VAN respecte a  $k$ , obtindrem que, efectivament, mentre que la primera derivada és negativa (el VAN és una funció decreixent respecte a  $k$ ), la segona derivada és positiva (el VAN és una funció convexa respecte a l'origen de coordenades). En resum:

$\text{VAN} / k < 0 \text{ VAN} \Rightarrow$  és una funció decreixent respecte a  $k$  (el pendent de la funció serà negativa).

$^2\text{VAN} / k > 0 \text{ VAN} \Rightarrow$  és una funció convexa respecte a l'origen de coordenades (el pendent de la funció serà decreixent).

Aquestes característiques són les que reflecteix, precisament, el gràfic que ja hem presentat abans i que tornem a reproduir aquí.



Concretament, a partir del gràfic podem deduir les conclusions següents:

- Si  $k = 0 \Rightarrow \text{VAN} = \text{VAN màxim} = -A + \sum_{j=1}^n Q_j = 12.183,7$
  - Si  $k = \text{TIR} \Rightarrow \text{VAN} = 0$
  - Si  $k \rightarrow \infty \Rightarrow \text{VAN} = \text{VAN mínim} = -A = -2.000$
- 4.26

És a dir, a partir d'un valor de  $k = 0$ , per al qual el VAN assoleix el seu valor màxim (si la taxa de descompte és igual a zero, equival a no descomptar els fluxos de fons i el VAN serà igual a la suma de tots els fluxos de fons associats al projecte d'inversió, inclòs el desemborsament inicial sense actualitzar), a mesura que augmenta  $k$ , disminueix el valor del VAN fins a assolir el seu valor mínim ( $-A$ ), quan  $k$  tendeix a  $\infty$  (en aquest cas, el valor actual dels fluxos de fons futurs serà zero i el valor del VAN coincidirà amb el desemborsament inicial). Entre aquests dos extrems, hi ha un valor intermedi de  $k$  per al qual el valor del VAN és zero. Aquest valor de la taxa de descompte per al qual el valor actual net del projecte d'inversió és zero és la TIR o taxa interna de rendibilitat del projecte.

També a partir del gràfic anterior, és fàcil deduir que sempre que un projecte és rendible des del punt de vista del VAN ( $\text{VAN} > 0$ ), també ho serà des del punt de vista de la TIR ( $\text{TIR} > k$ ). És a dir, sempre que descomptem els fluxos de fons utilitzant una determinada taxa de descompte  $k$ , si el VAN és positiu o negatiu, també la TIR (taxa de descompte que iguala el VAN a zero) serà superior o inferior a la citada taxa de descompte  $k$ .

En conseqüència, la decisió sobre la conveniència de fer o no un determinat projecte d'inversió serà la mateixa utilitzant tots dos mètodes. No hi ha, doncs, contradiccions entre l'un i l'altre en l'anàlisi de la rendibilitat dels projectes d'inversió.

#### Vegeu també

No obstant això, en la selecció i jerarquització de projectes, el resultat no sempre és el mateix segons si s'utilitza un procediment o l'altre. Aquest fenomen serà explicat amb més detall en el subapartat 2.8.1.

A partir de les reflexions anteriors, és evident que l'elecció de la taxa de descompte «adequada» resulta fonamental perquè l'anàlisi condueixi a decisions correctes, ja que segons quin sigui el valor d'aquesta, per a uns mateixos fluxos de fons, el valor del VAN i la relació entre la TIR i la taxa de descompte variarà, i de la mateixa manera, també variarà la nostra decisió d'acceptar el projecte o rebutjar-lo.

En concret, les dues funcions bàsiques que fa la taxa de descompte són les següents. En primer lloc, serveix per homogeneïtzar els fluxos de caixa corresponents a diferents moments del temps. En segon lloc, serveix de referència sobre la rendibilitat mínima que l'empresa exigeix a les seves inversions (cost d'oportunitat o de finançament, segons es facin servir recursos propis o aliens).

Tal com ja hem assenyalat, se sol prendre com a taxa de descompte el cost ponderat dels recursos a llarg termini utilitzats per finançar els projectes, amb independència de si un projecte concret es finança directament amb fons obtinguts d'un préstec o d'una emissió de deute, i un altre projecte es finança amb fons procedents d'una ampliació de capital. Això és lògic, perquè la font de recursos concreta utilitzada en un moment concret dependrà de les condicions del mercat de capitals i de l'estructura de finançament de l'empresa en un moment determinat, la qual cosa no té gaire a veure amb el projecte en si.

## 2.7. Aprofundiment en el càlcul i interpretació del VAN

Com els anteriors procediments estudiats, el VAN pot utilitzar-se com a mètode per **avaluar** o per **seleccionar** projectes d'inversió. Tal com ja hem assenyalat, si fem servir el VAN en l'avaluació de projectes, considerarem que un projecte serà rendible per a l'empresa sempre que el seu valor sigui positiu. D'altra banda, si utilitzem aquest criteri per seleccionar projectes, haurem de tenir en consideració si hi ha cap interrelació entre aquests. Com hem apuntat en el mòdul 3, segons el grau d'interrelació, parlarem de projectes independents, mútuament excloents o interdependents (complementaris o substitutius).

Els projectes independents són els que no estan relacionats de cap manera. És a dir, que n'executem un no afavoreix ni perjudica el fet que l'altre generi beneficis. En aquest cas, acceptarem cada un dels projectes sempre que tinguin un VAN positiu (sempre que puguem disposar de prou recursos, incloent-hi ampliacions de capital o noves emissions de deute). Els projectes mútuament excloents són els que no poden efectuar-se alhora (que acceptem un comporta que rebutgem l'altre). En aquest cas, entre els projectes que tinguin un VAN positiu, triarem el que tingui un VAN superior. Finalment, els projectes interdependents són els que tenen fluxos de fons relacionats.

### Vegeu també

En el mòdul 5, estudiarem que una manera d'incorporar el risc associat a un projecte és en la taxa de descompte que utilitzem per actualitzar els fluxos de fons. En aquest cas, la taxa de rendibilitat exigida a cada projecte (i, en conseqüència, també la taxa de descompte) serà diferent segons el risc que tingui. Des d'aquest punt de vista, caldria parlar de *taxa alternativa de rendibilitat* dins d'uns límits de risc comparables o cost dels recursos que es podrien obtenir per a un projecte d'aquest nivell de risc. Afortunadament, en moltes empreses, els projectes que se sotmeten a anàlisi formal tenen característiques de risc similars, de manera que llavors no és absurd fer servir una única taxa per analitzar-los tots.

En el cas de projectes interdependents complementaris, el fet que portem a terme un projecte A afavoreix que obtinguem fluxos de fons i rendibilitat per part del projecte B. En canvi, en el cas de projectes interdependents substitutius, el fet que tirem endavant un projecte A entorpeix que obtinguem fluxos de fons i rendibilitat per part del projecte B.

Si haguéssim de triar projectes interdependents (tant si són complementaris com si són substitutius), la manera correcta de procedir hauria de ser la següent: haurem d'analitzar les alternatives A, B i A + B com si fossin projectes mútuament excloents. Així, l'alternativa òptima serà la que tingui associada un VAN més alt (positiu).

### Exemple 1

Suposem que una empresa té al davant els projectes d'inversió A i B. El projecte A és independent de qualsevol altre projecte d'inversió dut a terme per l'empresa. Tanmateix, el projecte B té dues alternatives possibles de fluxos de fons segons si A és acceptat o no. Suposant que no hi ha cap restricció pressupostària, quina serà la decisió d'inversió òptima d'aquesta empresa si el cost d'oportunitat és del 10%?

Projecte A		Projecte B			
		Si A és acceptat		Si A és rebutjat	
Anys	Fluxos de fons	Anys	Fluxos de fons	Anys	Fluxos de fons
0	-1.000	0	-2.000	0	-2.000
1	400	1	500	1	500
2	500	2	800	2	800
3	200	3	1.000	3	1.200
-	-	4	1.000	4	600

Si mitjançant les dades de la taula anterior calculem el VAN del projecte A i el del projecte B, en els casos en els quals A sigui acceptat i rebutjat, obtindrem els resultats següents:

$$VAN_A = -72,88$$

$$VAN_B \text{ (si A és acceptat)} = 549,97$$

$$VAN_B \text{ (si A és rebutjat)} = 427,03$$

Per tant:

$$VAN_B \text{ (si A és acceptat)} = 549,97 > VAN_B \text{ (si A és rebutjat)} = 427,03$$

Fixem-nos que el VAN del projecte B és superior si es fa conjuntament amb el projecte A que si es fa de manera independent. Per tant, **B serà un projecte complementari al projecte A**. Així, tal com abans s'ha explicat, haurem d'analitzar les alternatives: A, B (si A és rebutjat), i A + B com si fossin projectes mútuament excloents i triar la que reporti un VAN positiu superior.

<b>Projecte A + B (A és acceptat)</b>	
<b>Anys</b>	<b>Fluxos de fons</b>
0	-3.000
1	900
2	1.300
3	1.200
4	1.000

$$\text{VAN (A)} = -1.000 + 400 (1,1)^{-1} + 500 (1,1)^{-2} + 200 (1,1)^{-3} = -72,90 < 0$$

$$\begin{aligned} \text{VAN (B si A és rebutjat)} &= -2.000 + 500(1,1)^{-1} + 800 (1,1)^{-2} + 1.200(1,1)^{-3} + 600 (1,1)^{-4} = \\ &= 427,03 > 0 \end{aligned}$$

$$\text{VAN(A + B)} = -3000 + 900(1,1)^{-1} + 1.300 (1,1)^{-2} + 1.200(1,1)^{-3} + 1.000 (1,1)^{-4} = 477,07 > 0$$

O el que és el mateix:

$$\text{VAN(A + B)} = \text{VAN (A)} + \text{VAN (B/A)} = -72,9 + 549,97 = 477,07$$

L'alternativa preferible serà, doncs, executar els projectes A i B simultàniament.

## Exemple 2

Suposem que una empresa té al davant els projectes d'inversió C i D. El projecte C és independent de qualsevol altre projecte d'inversió dut a terme per l'empresa. Tanmateix, el projecte D té dues alternatives possibles de fluxos de fons segon si C és acceptat o no. Suposant que no hi ha cap restricció pressupostària, quina serà la decisió d'inversió òptima d'aquesta empresa si el cost d'oportunitat és del 10%?

<b>Projecte C</b>		<b>Projecte D</b>			
		<b>Si C és acceptat</b>		<b>Si C és rebutjat</b>	
<b>Anys</b>	<b>Fluxos de fons</b>	<b>Anys</b>	<b>Fluxos de fons</b>	<b>Anys</b>	<b>Fluxos de fons</b>
0	-100	0	-100	0	-100
1	120	1	110	1	150

Si mitjançant les dades de la taula anterior calculem el VAN del projecte C i el del projecte D, en els casos en els quals C sigui acceptat i rebutjat, obtindrem els resultats següents:

$$\text{VAN}_C = 9,09$$

$$\text{VAN}_D (\text{si C és acceptat}) = 0$$



$$VAN_D \text{ (si C és rebutjat)} = 36,36$$

Per tant:

$$VAN_D \text{ (si C és rebutjat)} = 36,36 > VAN_D \text{ (si C és acceptat)} = 0$$

En aquest segon exemple, fixem-nos que el VAN de D és més gran si es desenvolupa de manera independent que si es fa conjuntament amb el projecte C. És a dir, **el projecte D és un projecte substitutiu del projecte C**. Així, tal com abans hem explicat, haurem d'analitzar les alternatives: C, D (si C és rebutjat), i C + D com si fossin projectes mútuament excloents i triar la que reporti un VAN positiu superior.

Projecte C + D (A és acceptat)	
Anys	Fluxos de fons
0	-200
1	230

$$VAN(C) = -100 + 120(1,1)^{-1} = 9,09 > 0$$

$$VAN(D \text{ si C és rebutjat}) = -100 + 120(1,1)^{-1} = 36,36 > 0$$

$$VAN(C + D) = -200 + 230(1,1)^{-1} = 9,09 > 0$$

L'alternativa preferible serà fer només el projecte D.

### 2.7.1. Taxa de reinversió dels fluxos de fons intermedis «implícita» en el VAN

En l'expressió fins ara utilitzada per calcular el valor del VAN d'un projecte d'inversió:

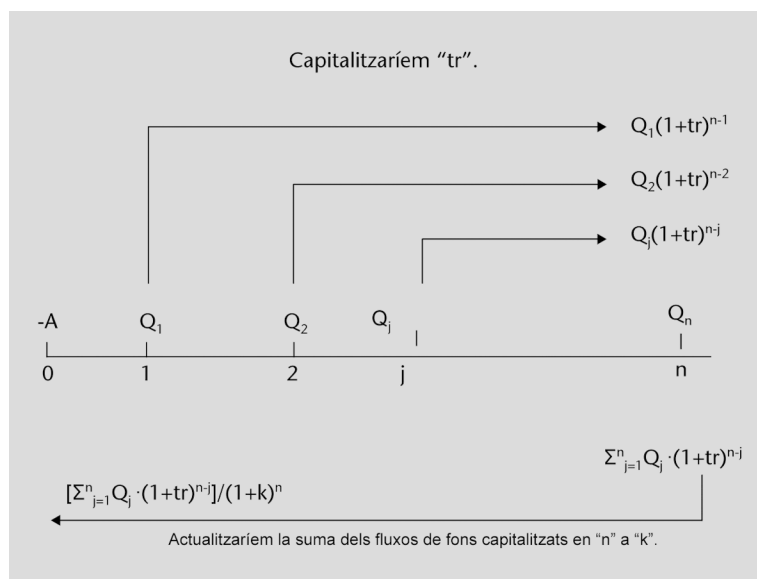
$$VAN = -A + \sum_{j=1}^N \frac{Q_j}{(1+k)^j} \quad 4.27$$

implícitament estem assumint que els fluxos de fons intermedis es reinverteixen al mateix cost del capital ( $k$ ) utilitzat per actualitzar-los.

En aquest sentit, no hem d'oblidar que un projecte d'inversió genera al llarg de la seva vida útil ( $n$ ) un corrent de fluxos de fons ( $Q_j$ ) o saldos de tresoreria que poden ser positius i negatius. Els fluxos de fons positius són quantitats de diners que estan a disposició de l'empresa en un moment determinat de la vida de la inversió i, com que cap recurs productiu no ha de quedar inactiu en l'empresa, seran reinvertits en altres actius per obtenir-ne una rendibi-

litat. En canvi, els fluxos de fons negatius representen quantitats de diners que l'empresa ha de finançar en un moment de la vida de la inversió i pels quals pagarà un cost.

Per tant, en valorar un projecte d'inversió, els models dinàmics han de tenir en compte no solament l'homogeneïtzació dels fluxos de fons del projecte, sinó també la problemàtica de reinvertir-los. A efectes pràctics, aquesta consideració suposa capitalitzar a una taxa de reinversió  $tr$  els fluxos de fons del projecte ( $Q_j$ ) des del moment en què s'originen ( $j$ ) fins al moment final de la vida útil del projecte ( $n - j$ ) i, posteriorment, actualitzar-los en el moment present a la taxa de descompte que considerem «adequada» ( $k$ ), tal com reflecteix el gràfic.



Així, si en la formulació analítica del VAN fins ara estudiada:

$$\text{VAN} = -A + \sum_{j=1}^n \frac{Q_j}{(1+k)^j} \quad 4.28$$

introduïm explícitament la problemàtica de la reinversió dels fluxos de fons intermedis del projecte d'inversió reflectida en el gràfic anterior, obtindrem:

$$\text{VAN} = -A + \frac{\sum_{j=1}^n Q_j (1+tr)^{n-j}}{(1+k)^n} \quad 4.29$$

A partir de l'expressió anterior, fàcilment podem deduir que si la taxa de reinversió ( $tr$ ) dels fluxos intermedis és igual que el cost mitjà ponderat del capital de l'empresa ( $k$ ), l'expressió del VAN quedarà així:

$$\text{VAN} = -A + \frac{\sum_{j=1}^n Q_j (1+tr)^{n-j}}{(1+k)^n} = -A + \frac{\sum_{j=1}^n Q_j (1+k)^{n-j}}{(1+k)^n} = -A + \sum_{j=1}^n \frac{Q_j}{(1+k)^j} \quad 4.30$$

En conseqüència, fixem-nos que, implícitament, l'expressió del valor actual net (VAN) considera que els fluxos de fons intermedis es reinverteixen al llarg del període de durada del projecte d'inversió a una taxa de reinversió que coincideix amb el cost mitjà ponderat del capital utilitzat per actualitzar els fluxos de fons.

Hi ha força controvèrsia en la literatura sobre la utilització implícita d'aquesta taxa de reinversió dels fluxos de fons intermedis per calcular el VAN. En el cas dels fluxos de fons negatius no hi ha problema, és una hipòtesi realista, ja que suposem que el cost de finançament és el mateix cost del capital. No obstant això, la hipòtesi pot considerar-se «pessimista o conservadora» en el cas dels fluxos de fons positius, ja que estem suposant que no hi ha cap possibilitat de reinvertir a una taxa superior al cost del capital que per definició és «la rendibilitat mínima que exigim al projecte d'inversió».

A fi de resoldre el problema anterior, alguns autors proposen calcular per als diferents projectes d'inversió el que es denomina el VAN global<sup>5</sup> (VAN<sub>G</sub>) amb una taxa explícita de reinversió dels fluxos de fons intermedis diferent del cost del capital utilitzat per actualitzar-los. No cal dir que la definició i elecció de la taxa de reinversió adequada accentua la dificultat de calcular el VAN<sub>G</sub>. L'expressió matemàtica per calcular el VAN<sub>G</sub> és la següent:

<sup>(5)</sup>Fernández Blanco (1991), seguint Solomon (1956), proposa aquest mètode.

$$\text{VAN}_G = -A + \frac{\sum_{j=1}^n Q_j (1+tr)^{n-j}}{(1+k)^n} \quad 4.31$$

Essent  $tr \neq k$ .

No obstant això, considerem que, seguint la teoria del valor i del cost dels recursos exposada al llarg d'aquest mòdul, no resulta absurd considerar que  $tr = k$ , per tres motius:

a) Perquè considerar que  $tr = k$  ens estaria dient que, com a mínim, l'ús que fem d'aquests fluxos positius serà la taxa exigida pels recursos utilitzats. No tindria sentit considerar que  $tr < k$ , perquè estaríem dient que l'empresa no podrà remunerar en el futur les seves fonts de recursos adequadament.

b) Perquè no sempre té sentit considerar una taxa de reinversió, ja que els excedents poden utilitzar-se per tornar el deute, pagar interessos o pagar dividends.

c) Perquè ens interessa aïllar el valor creat per aquest projecte del valor creat pels altres projectes de l'empresa. Ningú no ens pot assegurar que l'empresa, en un entorn competitiu, podrà continuar invertint i obtenint una rendibilitat superior al cost dels seus recursos.

### 2.7.2. Avantatges i inconvenients del VAN

Els **avantatges** principals que té el procediment del VAN per analitzar inversions són els següents:

- 1) Senzillesa de càlcul.
- 2) Té en compte el valor temporal dels diners.
- 3) En mesurar la rendibilitat absoluta neta associada a un projecte d'inversió, mesura l'increment de riquesa (increment de valor) que l'adopció d'un projecte d'inversió suposa per a l'empresa.

Així doncs, el VAN està en perfecta concordança amb l'objectiu últim que ha de perseguir tota decisió empresarial i que és maximitzar el valor de mercat de l'empresa des del punt de vista dels accionistes.

El VAN és, sense cap dubte, el mètode més acceptat per valorar projectes.

Tanmateix, els problemes principals que té associats són:

- 1) Problemes de comprensió i interpretació.
  - No és una teoria fàcil d'entendre per a persones sense coneixements economicofinancers.
  - Problemes d'aplicació generats per una mala interpretació del mètode. La taxa de descompte que cal aplicar ha de ser una taxa de descompte coherent amb el flux de fons que volem avaluar.
- 2) Problemes d'aplicació quan la taxa de descompte és inestable, atès que l'estructura de capital canvia al llarg del temps.

3) Problemes de selecció de la taxa de descompte en ambient d'incertesa. Aquest és un problema no resolt sobre el qual encara hi ha molta discussió acadèmica.

Com podem veure, si no tenim en compte els problemes d'interpretació, l'inconvenient principal que té associat el VAN pot resumir-se en la dificultat associada a la definició de la taxa de descompte adequada.

#### Vegeu també

Per això, hem dedicat l'apartat 2.2 a reflexionar sobre quina ha de ser aquesta taxa quan el projecte té el mateix risc que la resta de projectes de l'empresa. En el mòdul 5, veurem que la taxa de descompte pot ajustar-se també pel risc associat al projecte.

Recordem que si fem servir l'FLF per a avaluar projectes, el més correcte seria utilitzar com a taxa de tall el cost mitjà ponderat dels recursos utilitzats per l'empresa. No obstant això, no hem d'oblidar que, atès que l'estructura del capital varia d'una empresa a l'altra, també ho farà el seu cost mitjà del capital i un mateix projecte pot resultar rendible per a una empresa i per a una altra, no.

## 2.8. Aprofundiment en el càlcul i interpretació de la TIR

Com en el cas del VAN, la TIR pot utilitzar-se com a mètode per **avaluar** o per **seleccionar** projectes d'inversió. Tal com ja hem estudiat, en el cas d'utilitzar la TIR en l'avaluació de projectes, considerarem que un projecte serà rendible per a l'empresa sempre que la TIR associada sigui superior a  $k$  (cost del capital). Si utilitzem la TIR per seleccionar projectes d'inversió, haurem de tenir en compte si hi ha cap interrelació entre els projectes que analitzem.

Si són projectes independents, acceptarem cada un dels projectes sempre que la TIR sigui superior a  $k$ . Si els projectes són mútuament excloents, entre els projectes rendibles (els que tinguin una TIR superior a  $k$ ), triarem el que tinguin una TIR més alta. Finalment, si són projectes interdependents, tant si són complementaris com si són substitutius, utilitzarem la mateixa estratègia que en el cas del VAN; d'aquesta manera, si tenim dos projectes A i B interdependents, l'estratègia òptima consisteix a tractar les alternatives: A, B, i A + B com si fossin mútuament excloents i entre les que tinguin una TIR més gran que  $k$ , triarem aquella amb una TIR superior.

Projecte A		Projecte B			
		Si A és acceptat		Si A és rebutjat	
Anys	Fluxos de fons	Anys	Fluxos de fons	Anys	Fluxos de fons
0	-100	0	-100	0	-100
1	120	1	110	1	150

Si mitjançant les dades de la taula anterior calculem la TIR del projecte A i el del projecte B, en els casos en els quals el projecte A sigui acceptat i rebutjat, obtindrem els resultats següents:

$$TIR_A = 20\%$$

$$TIR_B \text{ (si A és acceptat)} = 10\%$$

$$TIR_B \text{ (si A és rebutjat)} = 50\%$$

Per tant:

$$TIR_B \text{ (si A és rebutjat)} = 50\% > TIR_B \text{ (si A és acceptat)} = 10\%$$

En aquest exemple, ens adonem que la TIR de B és més gran si es desenvolupa de manera independent que si es fa conjuntament amb el projecte A. És a dir, **el projecte B és un projecte substitutiu del projecte A**. Així, tal com s'ha explicat abans, haurem d'analitzar les alternatives: A, B (si A és rebutjat), i A + B com si fossin projectes mútuament excloents i triar la que porti associada una TIR més alta.

Projecte C + D (C és acceptat)	
Anys	Fluxos de fons
0	-200
1	230

Fent càlculs, obtenim:

$$TIR(A) = 20\%$$

$$TIR(B \text{ si A és rebutjat}) = 50\%$$

$$TIR(A + B) = 15\%$$

Per tant, l'alternativa preferible serà fer només el projecte B.

Una vegada ja hem analitzat com s'apliquen tots dos mètodes (el VAN i la TIR) en la selecció de projectes d'inversió, resulta convenient fer-nos una pregunta. **Si parlem de projectes mútuament excloents, la decisió sobre el projecte més rendible serà la mateixa si utilitzem el criteri del VAN que si fem servir el criteri de la TIR? Arribarem al mateix resultat utilitzant un mètode o l'altre?** El pròxim apartat analitzarà, precisament, aquest dilema.

### 2.8.1. La TIR i el VAN en la selecció de projectes d'inversió: la taxa de Fisher

Suposem que hem de triar entre dos projectes (A i B) mútuament excloents (tots rendibles). **La decisió sobre el projecte més rendible serà la mateixa tant si apliquem el criteri del VAN com el de la TIR?** La resposta serà afirmativa, excepte per a determinats valors de la taxa de descompte, sempre que es compleixin els requisits següents:

$$(1) VAN_A(0) > VAN_B(0)$$

$$(2) VAN_A / k > VAN_B / k$$

$$(3) TIR_B > TIR_A$$

És a dir, en el cas que tant l'ordenada en l'origen com el valor absolut del pendent de la funció del VAN del projecte A sigui superior a la de la funció del VAN de B<sup>6</sup>. En aquestes circumstàncies, la TIR d'A podria ser inferior a la TIR de B i, a més, totes dues funcions es creuraran per a un valor de  $k$  tal que el valor del VAN dels dos projectes serà positiu. El valor de  $k$  per al qual les dues funcions es creuen (el seu VAN pren el mateix valor positiu) es denomina *taxa de Fisher* (TF), i es correspon amb la TIR del projecte diferencial (A – B).

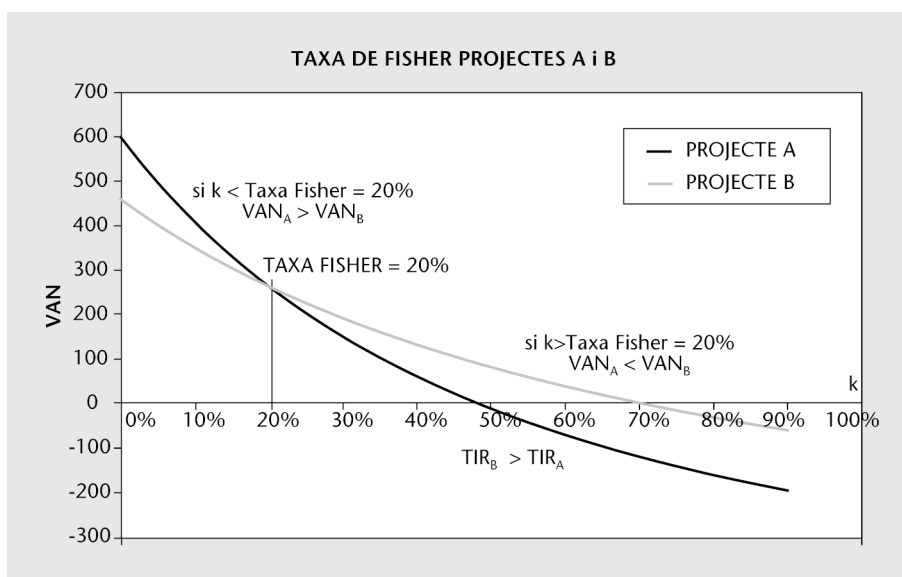
<sup>(6)</sup>Arribarem a les mateixes conclusions si es compleixen els requisits següents: (1)  $VAN_B(0) > VAN_A(0)$  (2)  $VAN_B / k > VAN_A / k$  (3)  $TIR_A > TIR_B$ .

Referent a això, recordem que:

Si  $VAN_A(TF) = VAN_B(TF)$ , llavors:

$VAN_A(TF) - VAN_B(TF) = 0$  o el que és el mateix,  $VAN_{A-B}(TF) = 0$ .

Per tant,  $TF = TIR$  del projecte (A – B).



Per tant, en l'exemple anterior, com que  $TIR_B > TIR_A$ , tindrem que:

1) Si  $k > TF$  (taxa de Fisher)  $\Rightarrow VAN_B > VAN_A \Rightarrow$  Els resultats són convergents utilitzant un mètode o l'altre: B és preferible a A.

2) Si  $k < TF$  (taxa de Fisher)  $\Rightarrow VAN_A > VAN_B \Rightarrow$  Els resultats són divergents utilitzant un mètode o l'altre:

Segons la TIR: B és preferible a A.

Segons el VAN: A és preferible a B.

El coneixement de la taxa de Fisher (TIR (A-B)) permet definir per a quins valors de la taxa de descompte hi haurà una coincidència o una divergència de resultats segons es faci servir un criteri o un altre, però no soluciona el problema. Per solucionar el problema de la divergència de resultats, habitualment predomina el criteri del VAN, a causa de la superioritat tècnica i teòrica que presenta respecte de la TIR.

#### Vegeu també

Sobre aquest punt, aprofundirem en l'apartat 2.8.3 destinat a la crítica del mètode de la TIR.

Si A i B són dos projectes d'inversió mútuament excloents amb les característiques financeres associades que es presenten en la taula, quina serà la taxa de Fisher? Per a quins valors de  $k$  serà preferible el projecte B al projecte A?

Projecte A		Projecte B		Projecte C	
Anys	Fluxos de fons	Anys	Fluxos de fons	Anys	Fluxos de fons
0	500	0	500	0	0
1	0	1	700	1	700
2	1.100	2	260	2	840

Per als projectes A i B (aquestes dades es corresponen amb el gràfic que hem presentat anteriorment en aquest mateix apartat), resulta que:

$$VAN_A(0) = 600 > VAN_B(0) = 460$$

$$TIR_A = 48,32\% < TIR_B = 70,50\%$$

Per tant, hi haurà una taxa de descompte per a la qual la funció del VAN de tots dos projectes es creuarà. Aquesta taxa de descompte es denomina taxa de Fisher (TF). Per calcular-la, haurem d'esbrinar per a quina taxa de descompte s'igualen el VAN de tots dos projectes. Per tant, haurem d'aïllar  $k$  en l'equació següent:

$$VAN_A = VAN_B \quad -500 + 1.100(1+k)^{-2} = -500 + 700(1+k)^{-1} + 260(1+k)^{-2}$$

Fent els càlculs oportuns, obtenim:  $k = 20\% =$  taxa de Fisher (TF).

Si calculem el VAN de tots dos projectes per a aquesta taxa de descompte, resulta que el valor de tots dos és igual a:

$$VAN_A(20\%) = VAN_B(20\%) = 263,89$$

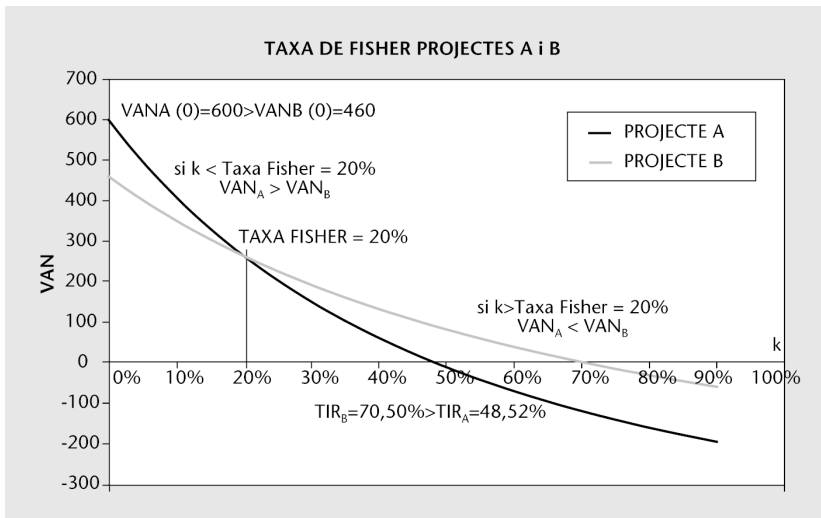
Comprovarem que la TF es correspon amb la TIR del projecte diferencial (A - B), i els fluxos de fons d'aquest projecte (tal com mostra la taula anterior) es calculen efectuant la diferència entre els fluxos de fons anuals del projecte A i els del projecte B.

$$TIR(A - B) \quad -700(1+k)^{-1} + 840(1+k)^{-2} = 0$$



Resolent l'equació anterior, obtenim que efectivament:

$$k = \text{TIR}(A - B) = 20\% = \text{taxa de Fisher (TF)}.$$

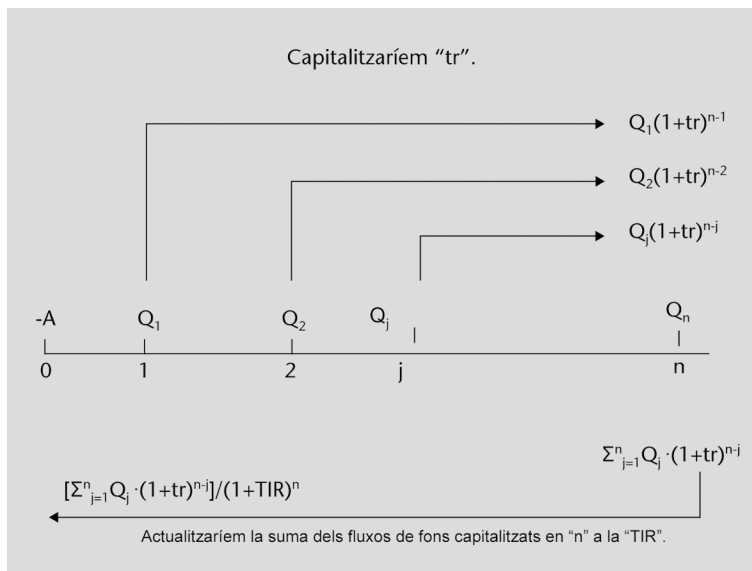


Per tant, per a  $k > \text{TF} = 20\% \Rightarrow \text{VAN}_B > \text{VAN}_A$  i  $\text{TIR}_B > \text{TIR}_A$ , hi haurà coincidència de resultats segons un criteri i l'altre.

Contràriament, per a  $k < \text{TF} = 20\% \Rightarrow \text{VAN}_A > \text{VAN}_B$  i  $\text{TIR}_B > \text{TIR}_A$ , hi haurà **divergència de resultats segons un criteri i l'altre**.

### 2.8.2. Taxa de reinversió dels fluxos de fons intermedis «implícita» en la TIR

Tal com passava amb el VAN, el criteri de la TIR considera la reinversió dels fluxos de fons intermedis a una taxa de rendiment ( $tr$ ) des del moment de la seva obtenció fins al final de la vida útil del projecte, i també l'homogeneïtzació posterior al moment inicial de la inversió.



Sota aquests supòsits, la TIR del projecte serà:

$$\text{VAN}(\text{TIR}) = -A + \frac{\sum_{j=1}^n Q_j (1+tr)^{n-j}}{(1+\text{TIR})^n} \quad 4.32$$

O el que és el mateix:

$$A = \frac{\sum_{j=1}^n Q_j (1+tr)^{n-j}}{(1+\text{TIR})^n} \quad 4.33$$

Comparant les expressions anteriors amb la formulació habitual de la TIR:

$$\begin{aligned} \text{VAN}(\text{TIR}) &= -A + \sum_{j=1}^n \frac{Q_j}{(1+\text{TIR})^j} = 0 \\ A &= \sum_{j=1}^n \frac{Q_j}{(1+\text{TIR})^j} \end{aligned} \quad 4.34$$

Fàcilment, podem deduir que totes dues es converteixen en la mateixa si la taxa de reinversió ( $tr$ ) és igual a la TIR:

$$A + \frac{\sum_{j=1}^n Q_j (1+tr)^{n-j}}{(1+\text{TIR})^n} = \frac{\sum_{j=1}^n Q_j (1+\text{TIR})^{n-j}}{(1+\text{TIR})^n} = \sum_{j=1}^n \frac{Q_j}{(1+\text{TIR})^j} \quad 4.35$$

Per tant, en el criteri de la TIR de manera implícita estem assumint que els fluxos de fons intermedis es reinverteixen en la mateixa TIR, utilitzada per actualitzar-los.

Faus (2001) aporta una versió diferent i sosté que la TIR és la taxa de rendibilitat del projecte mentre els fons hi siguin invertits. Considera que no té sentit parlar de taxes de reinversió perquè es tracta d'una rendibilitat interna, no contaminada pel que passi fora de l'empresa. Compara el projecte amb un compte bancari en el qual dipositem com a saldo inicial la inversió inicial, i anem retirant fons a mesura que es van produint en el projecte. Si el compte ens oferís una rendibilitat (acumulable en el saldo del compte) sobre el saldo existent igual a la TIR, i anem traient diners al mateix ritme que el projecte genera fons, el saldo final serà 0. El que fem amb els diners que traiem del compte és una qüestió que s'ha de considerar a part. A ningú no se li ocriria posar els diners en un compte de remuneració més baixa, perquè els tindrà allà poc temps; **mirarà de maximitzar la seva rendibilitat mentre els diners**

**estiguin col·locats en el compte.** Si fem servir els diners molt ràpidament, obtindrem interessos elevats al principi i a mesura que vagi passant el temps i el saldo es vagi reduint, minvaran.

Paral·lelament, tornant a la nostra anàlisi, un projecte amb una TIR molt elevada però que torna els fons molt ràpidament, només oferirà rendibilitats elevades al principi, quan encara hi ha un volum de recursos invertits important, però després la seva rendibilitat baixa. Aquesta és la raó per la qual un projecte curt amb TIR elevada pot ser menys interessant que un altre de més llarg amb una TIR més baixa.

Tal com passava amb el VAN, alguns autors proposen calcular per als diferents projectes d'inversió el que es denomina la TIR global ( $TIR_G$ ) amb una taxa explícita de reinversió dels fluxos de fons intermedis diferent de la TIR. No cal dir que la definició i elecció de la taxa de reinversió adequada accentuen la dificultat del càlcul de la  $TIR_G$ , l'expressió matemàtica de la qual seria:

$$TIR_G \Rightarrow A = \frac{\sum_{j=1}^n Q_j (1+tr)^{n-j}}{(1+TIR_G)^n} \quad 4.36$$

Essent  $tr \neq TIR_G$ .

La  $TIR_G$  és poc utilitzada a la pràctica, però soluciona el problema que de vegades no hi ha una solució real per a la fórmula de la TIR.

### 2.8.3. Avantatges i inconvenients de la TIR

Els **avantatges** principals de la TIR com a procediment d'anàlisi d'inversions poden resumir-se de la manera següent: incorpora el valor temporal dels diners i visualitza la rendibilitat del projecte d'inversió en expressar-la en termes relatius (per unitat monetària compromesa), i no en termes absoluts com el VAN. Per això és tan utilitzada, ja que no cal saber el desemborsament inicial per a tenir una idea de la magnitud de la rendibilitat generada pel projecte.

En l'apartat d'**inconvenients**, podem assenyalar els següents:

- Dificultat de càlcul, en relació amb el VAN (avui dia, solucionat amb els fulls de càlcul).
- La TIR més alta no és sempre la millor opció d'inversió, perquè la TIR premia els projectes que generen abans els fluxos de fons. Quan tinguem projectes que tenen una taxa de Fisher, a partir d'aquesta el criteri d'utilització del VAN canviaria, el de la TIR no. Però el VAN és el valor associat al cost

#### Lectura complementària

J. Faus (2001). *Políticas y decisiones financieras para la gestión del valor de la empresa*. Estudios y Ediciones IESE.

#### TIRI

En el cas de considerar taxes diferents per als fluxos de fons positius i negatius, estariem parlant de la TIRI (taxa interna de rendibilitat integrada).

dels nostres recursos; si són inferiors a aquesta taxa de Fisher, el criteri del VAN és més recomanable.

- Falta de realisme en la hipòtesi implícita sobre la reinversió dels fluxos intermedis (la TIR mateix). Com hem dit, aquesta visió és discutible si es considera la TIR com la taxa de rendibilitat de la inversió mentre els fluxos continuen en el projecte.
- Possibles múltiples TIR associades a un projecte d'inversió, o manca de solució (pot passar quan un projecte torna a tenir fluxos negatius intermedis o cap al final de la seva vida).

Respecte a l'últim punt, recordem que per calcular la TIR haurem de solucionar una equació de grau igual al nombre de períodes per als quals s'esperen fluxos de fons associats al projecte d'inversió. Així, si el projecte dura dos períodes, el càlcul de la TIR suposarà resoldre una equació de segon grau a la qual correspondran dues solucions. De la mateixa manera, si el projecte dura tres períodes, el càlcul de la TIR suposarà resoldre una equació de tercer grau a la qual correspondran tres solucions. Malgrat això, també hem de recordar que només les solucions positives tindran sentit des d'un punt de vista econòmic. Aquest fet ens permet descartar algunes de les solucions i simplificar l'anàlisi. S'hi afegeix el fet que, tal com indica un conegut teorema relatiu a les equacions algebraïques, com a màxim, aquestes tenen un nombre d'arrels positives igual al nombre de canvi de signes que té la funció del VAN. No cal dir que, avui dia, com hem explicat abans en aquest mòdul, fer servir fulls de càlcul com el d'Excel resol completament la complexitat associada a fer aquests càlculs.

## Resum

Aquest mòdul s'ha centrat en l'estudi de les eines d'anàlisi d'inversions més conegudes, en la seva interpretació, i en l'examen dels avantatges i inconvenients que tenen.

Per a això, primer hem examinat els models estàtics d'avaluació de projectes d'inversió. Aquests procediments es caracteritzen perquè no tenen en consideració el valor temporal dels diners, és a dir, el moment en el qual es produeixen els fluxos de fons. Tot i les deficiències, els models estàtics sovint resulten útils com a primera aproximació de la rendibilitat que pot esperar-se d'una inversió i, per aquest motiu, els responsables financers els utilitzen sovint abans de fer anàlisis més detallades. També són mètodes fàcils d'entendre per part d'altres direccions departamentals i sovint es fan servir com a punt de partida per determinar si val la pena fer una anàlisi més detallada del projecte. Aquest és el motiu pel qual hem dedicat el primer apartat d'aquest mòdul a estudiar la taxa de rendibilitat comptable i el termini de recuperació o *payback*.

A continuació, en el segon apartat hem incorporat el valor temporal dels diners en l'anàlisi. Aquest és un dels conceptes més importants en finances. Es basa en la idea que una unitat monetària percebuda «avui» no té el mateix valor que una unitat monetària percebuda «d'aquí a cinc anys».

Ens hem aturat en l'explicació que la taxa de descompte seleccionada ha de correspondre's amb la rendibilitat mínima exigida al projecte i que aquesta dependrà del flux de fons seleccionat i del cost dels recursos de l'empresa. Si abans trobem un flux de fons pur d'inversió (l'FLF), la taxa de descompte que caldrà aplicar és el cost mitjà ponderat dels recursos ( $k_0$ ). Si, en canvi, hem calculat un flux de fons després de tenir en compte tots els moviments de tresoreria derivats del deute, és a dir, hem calculat el flux de fons disponible per als accionistes, haurem d'aplicar com a taxa de descompte la rendibilitat exigida pels accionistes ( $k_e$ ). Per simplificar l'anàlisi dels mètodes basats en el descompte de fluxos de fons, hem considerat que ens trobem davant dels FLF del projecte i, per tant, la taxa de descompte que caldrà aplicar serà  $k_0$ .

Després d'estudiar el concepte del valor temporal dels diners i els elements que s'han de tenir en compte a l'hora de seleccionar la taxa de descompte adequada, ens hem centrat en l'exposició de tres mètodes basats en el descompte de fluxos de fons (mètodes dinàmics): el *payback* descomptat, el VAN i la TIR. Primer hem explicat cada procediment separatament, i després ens hem centrat en la relació entre ells.

En concret, el criteri del VAN i de la TIR estan íntimament lligats i, en l'avaluació de projectes, la decisió d'acceptació o rebuig, que es deriva de la utilització d'un mètode o l'altre, serà la mateixa sempre que la taxa de descompte utilitzada com a referència sigui la mateixa. L'estudi del VAN com a funció decreixent de la taxa de descompte ha estat un punt que ha centrat de manera molt especial la nostra atenció, i que permet visualitzar la relació que hi ha entre el VAN i la TIR. El VAN disminueix amb la taxa de descompte, i hi ha una taxa de descompte (la TIR) per a la qual el valor del VAN és igual a zero.

No obstant això, els mètodes del VAN i de la TIR també s'utilitzen en l'ordenació jeràrquica i selecció de projectes i, en aquest cas, els resultats obtinguts a partir d'un procediment o de l'altre no sempre coincideixen. En aquest context, hem introduït el concepte de la taxa de Fisher. Finalment, hem analitzat els avantatges i inconvenients dels procediments del VAN i de la TIR i avaluat la hipòtesi implícita que aquests criteris assumeixen sobre la reinversió dels fluxos intermedis. Podem assenyalar que tots dos mètodes consideren que els fluxos de fons que s'obtenen al llarg de la vida del projecte (siguin positius o negatius) es reinverteixen en una mateixa taxa ( $k$  en el cas del VAN i la TIR mateix en el cas d'aquest mètode). Després de valorar aquesta hipòtesi implícita, hem presentat alguns dels mètodes alternatius que proposa la literatura financera.

## Exercicis d'autoavaluació

### 1. Exercici 1

Procediments que ignoren el valor temporal dels diners

Zeta, SA és una empresa productora i distribuïdora de gelats. El comitè de direcció de l'empresa està considerant la possibilitat d'acceptar un projecte que requeriria fer una inversió principal en actiu fix per valor de 1.000.000 €, a més d'una inversió complementària en actiu circulat per un valor de 300.000 €. L'actiu immobilitzat es considera que tindrà un valor residual de 100.000 € al cap de quatre anys, mentre que es considera, així mateix, que el 80% de l'actiu circulat serà recuperat en finalitzar el projecte d'inversió (el 20% restant s'estima que podrien ser deutes impagats i estocs malmesos). Els ingressos i els costos operatius del projecte s'estima que seran:

Any	Ingressos	Costos operatius
1	1.200.000	900.000
2	1.560.000	1.200.000
3	2.400.000	1.740.000
4	600.000	74.000

L'empresa normalment amortitza l'actiu fix de manera lineal i avalua els projectes d'inversió utilitzant com a mètodes tant el *payback*, com la taxa de rendibilitat comptable (calculada sobre el desemborsament inicial). El criteri de decisió utilitzat és d'un màxim de tres anys, per al primer cas, i d'una rendibilitat mínima del 20%, per al segon.

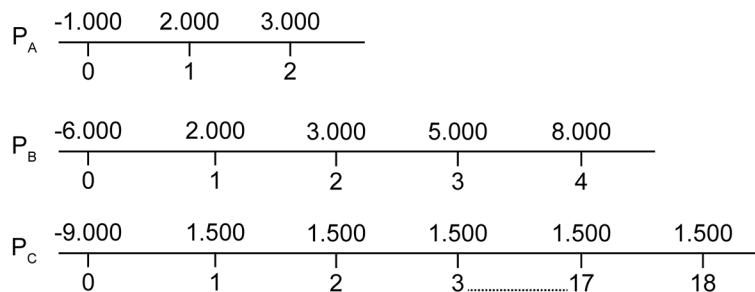
El director financer demana:

a) Avaluar el projecte utilitzant els criteris corrents d'avaluació emprats per la companyia (per al càlcul del *payback*, feu el supòsit que els fluxos de fons coincideixen amb els beneficis abans d'amortitzacions). Com assessoraríeu l'empresa?

b) Calcular la taxa de rendibilitat comptable sobre el capital mitjà emprat en la inversió i no sobre el desemborsament inicial. En aquest cas, com assessoraríeu l'empresa?

### 2. Exercici 2

Si tenim els projectes d'inversió A, B i C, amb les característiques financeres que es detallen a continuació, en els diagrames temporals respectius:



Es demana determinar el termini de recuperació per a cada un i ordenar-los jeràrquicament partint d'aquest criteri.

### 3. Exercici 3

Una empresa estudia substituir un equip industrial de renovació única, ja fora d'ús, per un altre amb les característiques financeres que es detallen a continuació:

<b>Cost adquisició</b>	72.000 €
<b>Vida útil</b>	4 anys
<b>Costos fixos anuals</b>	15.000 €
<b>Cost variable unitari</b>	4€
<b>Preu venda unitari</b>	8€

Sabem que l'amortització és lineal i que el valor residual és nul. D'altra banda, la producció anual prevista en unitats de producte és la següent:

<b>Any 1</b>	9.000
<b>Any 2</b>	10.000
<b>Any 3</b>	15.000
<b>Any 4</b>	25.000

Es demana calcular la taxa de rendibilitat comptable (utilitzant la ràtio de beneficis comptables sobre el valor del capital mitjà emprat) del projecte anterior.

#### 4. Exercici 4

Avalueu, utilitzant el criteri de la taxa de rendibilitat comptable i sabent que la taxa mínima normalment acceptada per l'empresa en l'avaluació dels seus projectes d'inversió és del 8%, els tres projectes d'inversió següents. Sabem que tenen una vida mitjana de cinc anys, al cap de la qual el valor residual del desemborsament inicial (1.000 milions u. m.) seria nul, i que els beneficis comptables anuals (després de l'amortització de l'actiu fix) que se n'obtindrien, al llarg de la seva vida econòmica, són els que s'especifiquen en la taula següent (en milions u. m.).

<b>Any</b>	<b>Projecte A</b>	<b>Projecte B</b>	<b>Projecte C</b>
1	0	50	0
2	100	50	0
3	50	50	0
4	50	50	0
5	50	50	250

#### 5. Exercici 5

##### Procediments basats en el descompte de fluxos de fons

1) L'Ajuntament de Santa Cruz de Tenerife està considerant la possibilitat d'instal·lar una depuradora d'aigua de mar, i encarrega un estudi al seu departament econòmic. Les dades de la inversió són les següents:



- a) El cost total de la instal·lació i equip suposa 120.000 u. m., que cal pagar en el moment inicial.
- b) La localització de la depuradora serà a la vora del mar, i serà necessari expropiar 250.000 m<sup>2</sup> de terreny a raó de 10 u. m. per metre quadrat.
- c) La vida útil estimada per a la instal·lació és de vint anys.
- d) Els pagaments anuals corresponents a costos fixos es poden considerar constants i iguals a 15.000 u. m. per any, que s'hauran de pagar al final de cada any.
- e) Els costos variables s'estimen en 1,5 u. m. per metre cúbic d'aigua depurada, constants durant tota la vida útil de la inversió.
- f) La producció i venda anual d'aigua depurada és d'1.000.000 m<sup>3</sup>.
- g) Al cap de vint anys, es vendrà el solar pel preu de compra.

Es demana:

Sabent que el cost del capital per a l'Ajuntament citat és del 8%, quin seria el preu mínim de venda del metre cúbic d'aigua depurada, per tal que la instal·lació no resulti costosa?

## 6. Exercici 6

L'empresa Mourelles, SA vol fer una inversió d'ampliació del seu actiu amb la finalitat de subministrar sota contracte vint unitats anuals d'un producte a un client determinat.

El preu que s'estipularà en el contracte és de 100 u. m. per producte, constant per als tres anys que durarà el subministrament. Per fabricar el producte, l'empresa citada necessita adquirir un actiu fix nou el preu del qual al comptat és de 3.000 u. m., i també 80 m<sup>2</sup> de terreny a 10 u. m. el metre quadrat. Al final dels tres anys, l'actiu fix pot ser venut per 100 u. m. i els terrenys, a 15 u. m. el metre. Les despeses anuals en concepte de matèria primera, mà d'obra i despeses generals ascendeixen, respectivament, a 200, 150 i 250 u. m. per any. En el supòsit que no hi hagués impostos, i que els ingressos i despeses fossin al comptat (coincideixen amb els cobraments i pagaments), es demana determinar, per a un cost del capital del 10%:

- a) Cost inicial de la inversió.
- b) Fluxos de fons per a cada un dels tres anys.
- c) Valor actual net de la inversió. Seria aconsellable que la direcció de l'empresa citada firmés el contracte de subministrament?
- d) Valor actual net de la inversió si la taxa de reinversió dels fluxos de fons intermedis fos igual al 12%. Seria aconsellable que la direcció de l'empresa esmentada firmés el contracte de subministrament?

## 7. Exercici 7

Syldavia té una taxa d'inflació igual a zero. Per fomentar el turisme, es projecta construir un túnel que costa 3.000 u. m. El manteniment del túnel costarà 3 u. m. anuals i es considera que serà utilitzat 500 vegades a l'any. El Banc Mundial concedeix un crèdit per fer-lo, al 20% anual, que cal tornar en vint anys. Durant els primers vint anys, el Ministeri d'Obres Públiques no vol beneficis, sinó que només vol fixar un peatge que permeti sufragar les despeses de manteniment i retornar el crèdit al Banc Mundial. De quant ha de ser aquest peatge?

## 8. Exercici 8

El senyor César de Echagüe, ric terratinent mexicà, està considerant adquirir maquinària per substituir el seu vaquer Alonso Quijano. La maquinària costa 10.000 u. m. i necessita un manteniment que costa 500 u. m. anuals. Alonso cobra cada any 9.000 u. m. i hauria de jubilar-se d'aquí a tres anys. Si Alonso fos acomiadat, hauria de cobrar un any de sou com a indemnització. Per avaluar aquestes alternatives, cal tenir en compte que el senyor César podria posar els seus diners en el mercat financer, on obtindria l'esplèndida rendibilitat del 20%. Podeu aconsellar el senyor César de Echagüe si ha de comprar o no la maquinària?

Suposem que l'horitzó temporal ( $n$ ) de la inversió és igual a tres anys, el temps que falta fins que el vaquer es jubili.

També hem d'assenyalar que el problema pot plantejar-se de dues maneres, i així ho farem:

- Comparant el valor actual dels costos en cas d'efectuar o no la compra de la maquinària.
- Calculant el VAN associat a la compra de la maquinària (considerant com a ingressos l'estalvi del sou del vaquer).

### 9. Exercici 9

Suposem que una empresa ha de triar entre els projectes d'inversió C i D. El projecte C és independent de qualsevol altre projecte d'inversió dut a terme per l'empresa. Tanmateix, el projecte D té dues alternatives possibles de fluxos de fons segons si C és acceptat o no.

Es demana: suposant que no hi ha cap restricció pressupostària, quina serà la decisió d'inversió òptima d'aquesta empresa? Suposem que el cost d'oportunitat és del 10%.

Projecte C	
Anys	Fluxos de fons
0	1.600
1	400
2	1.000
3	1.000

Projecte D			
Si C és acceptat		Si C és rebutjat	
Anys	Fluxos de fons	Anys	Fluxos de fons
0	-2.800	0	-2.800
1	800	1	1.100
2	1.000	2	1.100
3	1.000	3	1.100
4	1.000	4	1.100

### 10. Exercici 10

Un comerciant paga 100.000 u. m. per un carregament de gra i té la certesa que podrà vendre'l al cap d'un any per 132.000 u. m., es demana:

- Quina és la taxa de rendibilitat, en termes relatius, d'aquesta inversió?
- Si aquesta rendibilitat és més baixa que la taxa de rendibilitat exigida a les empreses que cotitzen a la borsa, la inversió tindrà un valor actual net positiu o negatiu?
- Si la rendibilitat exigida a l'empresa és del 10%, quin és el VAN de la inversió?

### 11. Exercici 11

Els socis inversors d'un supermercat s'han plantejat un nou repte: volen obrir **una secció dedicada únicament a productes ecològics**. La seva pretensió és que aquesta nova secció inclogui una gamma bastant diversa de productes: fruita i verdura, carn, proteïna vegetal, cereals, conserves, begudes, lactis, drogueria i suplementos alimentaris.

Estan molt decidits a tirar endavant aquesta nova secció de productes ecològics, però tenen dubtes importants quant a la tria dels proveïdors d'aquests productes. Una primera alternativa és que la secció s'abasteixi de les compres als **múltiples proveïdors** que ja poden trobar-se especialitzats en productes ecològics. L'altra opció que estan estudiant és la d'**un únic proveïdor** que s'ha ofert perquè treballin exclusivament amb la seva marca, que també pot oferir-los tot el ventall de productes que pretenen vendre. Aquesta opció pot ser molt més còmoda en molts aspectes, la marca és coneguda i això afavorirà les vendes, però a canvi, aquest proveïdor únic exigeix una inversió inicial important en expositors de la seva marca, uns frigorífics concrets, uns volums mínims de compra, etc.

Els socis del supermercat han elaborat unes previsions per als 5 anys vinents per a les dues alternatives que ens han permès determinar els **fluxos lliures de fons després d'impostos** que generarien tant l'opció de múltiples proveïdors (opció A) com la del proveïdor únic (opció B):

	0	1	2	3	4	5
<b>Opció A</b>	-41.685,00	32.204,00	10.520,00	9.584,00	5.241,00	20.340,00
<b>Opció B</b>	-64.528,00	38.590,00	18.526,00	15.285,00	10.776,00	28.946,00

El que ens demanen és que els ajudem a prendre aquesta decisió.

Nosaltres els hem recordat que a banda de les dades de la inversió, per prendre aquesta decisió també és imprescindible conèixer les **dades sobre el finançament del projecte**. Ens diuen que tant si al final es treballa amb el proveïdor únic com si optem pels múltiples proveïdors, els socis es faran càrrec del 60% de l'import del finançament necessari i pretenen obtenir un rendiment del 15% anual sobre la seva inversió. Per al 40% restant, poden obtenir un préstec de l'entitat financera amb la qual treballen habitualment, que ja els ha informat que els cobraria un interès del 7% anual.

A partir de tota aquesta informació, i resolent les següents qüestions, pensem que podem ajudar els socis del supermercat a decidir si financeraament els convé més l'opció de múltiples proveïdors (opció A) o bé la del proveïdor únic (opció B) per tirar endavant la seva nova secció de productes ecològics.

a) Determineu el cost mitjà ponderat del capital (o *weighted average cost of capital*, WACC) sense tenir en compte que paguen un impost del 25% anual i també tenint en compte aquest impost.

b) Quin WACC penseu que és millor utilitzar per descomptar els fluxos que ens han proporcionat els socis, el que té en compte l'impost o el que no? O potser seria millor descomptar els fluxos utilitzant únicament el cost dels fons propis? Raoneu la resposta.

c) Calculeu el *payback* estàtic i el dinàmic per a les dues alternatives d'inversió. Indiqueu quin dels dos criteris us sembla més adequat per determinar el termini de recuperació de la inversió i raoneu la resposta.

d) Comenteu les crítiques més freqüents al criteri del *payback*, exemplificant-les mitjançant les dades i els resultats obtinguts en l'apartat anterior.

e) Apliqueu els criteris VAN i TIR per determinar la viabilitat dels 2 projectes i indiqueu quina de les opcions d'inversió és millor segons aquests criteris.

f) Comenteu les crítiques més freqüents al criteri TIR, exemplificant-les mitjançant les dades i els resultats obtinguts en l'apartat anterior.

g) Expliqueu què és la taxa de reinversió dels fluxos intermedis implícita en el VAN i les conseqüències d'aquesta hipòtesi de reinversió, basant-vos en les dades i el VAN calculats per als projectes de la nova secció de productes ecològics.

h) Després dels resultats obtinguts amb l'aplicació de tots aquests criteris, què recomanaríeu als socis del supermercat, els convé més l'opció de múltiples proveïdors (opció A) o bé la del proveïdor únic (opció B) per tirar endavant la seva nova secció de productes ecològics? Raoneu la resposta.

i) Calculeu la taxa de Fisher existent per a aquestes alternatives d'inversió i expliqueu si és necessari que comentem als socis del supermercat l'existència d'aquesta taxa i el seu valor. Raoneu la resposta.

## Solucionari

### Exercicis d'autoavaluació

1.

Com que l'amortització és lineal, la quota d'amortització anual serà:

$$\text{Quota d'amortització anual} = \frac{(1.000.000 - 100.000)}{4} = \frac{900.000}{4} = 225.000 \quad 4.37$$

Anys	Actiu fix	Actiu circulant	Ingressos	Costos operatius	Beneficis abans amortització	Amortització	Beneficis després amortització
0	1.000.000	300.000					
1			1.200.000	900.000	300.000	225.000	75.000
2			1.560.000	1.200.000	360.000	225.000	135.000
3			2.400.000	1.740.000	660.000	225.000	435.000
4	100.000	240.000	600.000	74.000	526.000	225.000	301.000

a) Mètode del payback

Tal com indica l'enunciat, suposem que els fluxos de fons coincideixen amb els beneficis abans de l'amortització. En aquest escenari, el *payback* o termini de recuperació coincidirà amb el període de temps que transcorre fins que els fluxos de fons permeten recuperar el cost de la inversió inicial (1.300.000 en el nostre exemple). Per tant:

Anys	Fluxos de fons	Fluxos de fons acumulats
0	1.300.000	1.300.000
1	300.000	1.000.000
2	360.000	640.000
3	660.000	20.000
4	526.000	546.000

El *payback* o termini de recuperació se situarà entre el segon ( $v$ ) i el tercer any ( $v + 1$ ). Concretament, per interpolació lineal podem calcular que  $TR = v + \alpha$ .

D'aquesta manera:

$$\alpha = \frac{640.000}{660.000} = 0,97 \quad 4.38$$

Per tant, el termini de recuperació d'aquest projecte serà de 2,97 anys.

Com que aquest termini de recuperació és inferior als tres anys, que és el nivell llindar fixat per la direcció financera d'aquesta empresa, partint d'aquest criteri el nostre assessorament per a l'empresa Zeta, SA seria que tirés endavant el projecte.

b)

- Mètode de la TRC sobre el desemborsament inicial

$$TRC = \frac{\text{benefici mitjà del període}}{\text{inversió total}} = \frac{(75.000+135.000+435.000+301.000)}{4}{1.300.000} = \frac{236.500}{1.300.000} = 0,1819 \Rightarrow 18,19\% \quad 4.39$$

La taxa de rendibilitat comptable (18,19%) no supera la taxa de rendibilitat comptable mínima establerta per l'empresa. Per tant, segons aquest criteri, el nostre assessorament a l'empresa Zeta, SA seria rebutjar el projecte.

- Mètode de la TRC sobre el valor mitjà del capital emprat

$$TRC_{\text{mitjana}} = \frac{\text{benefici mitjà del període}}{\text{valor mitjà capital emprat}} = \frac{236.500}{\frac{1.300.000-340.000}{2}} = \frac{236.500}{820.000} = 0,2884 \Rightarrow 28,84\% \quad 4.40$$

No obstant això, fixem-nos que, com era d'esperar, la TRC sobre el valor mitjà del capital emprat presenta un valor superior (28,84%) al calculat sobre la inversió total (18,19%). Així, segons aquest criteri, si la taxa de referència continua essent el 20%, el nostre assessorament a l'empresa seria que acceptés el projecte. Per això, hem d'especificar també si la taxa de tall és sobre la inversió total o mitjana.

2.

Projecte A

Anys	Fluxos de fons	Fluxos de fons acumulats
0	-1.000	-1.000
1	2.000	1.000
2	3.000	4.000

El termini de recuperació per al projecte A se situaria abans del primer any. Concretament, seria de:

$$\alpha = \frac{1.000}{2.000} = 0,5 \quad 4.41$$

Així, el *payback* o termini de recuperació d'A seria de 0,5 anys.

Projecte B

Anys	Fluxos de fons	Fluxos de fons acumulats
0	-6.000	-6.000
1	2.000	-4.000
2	3.000	-1.000
3	5.000	4.000
4	8.000	12.000

El termini de recuperació per al projecte A se situaria entre el segon i el tercer any. Concretament, seria de:

$$\alpha = \frac{1.000}{5.000} = 0,2 \quad 4.42$$

Així, el *payback* o termini de recuperació de B seria de 2,2 anys.

Projecte C

Anys	Fluxos de fons	Fluxos de fons acumulats
0	-9.000	-9.000
1	1.500	-7.500
2	1.500	-6.000
3	1.500	-4.500
4	1.500	-3.000
5	1.500	-1.500
6	1.500	0
---	---	---
18	1.500	18.000

En el cas del projecte C, com que els fluxos de fons són constants, podem calcular el termini de recuperació de la manera següent:

$$\text{Termini de recuperació (TR)} = \frac{A}{Q} = \frac{9.000}{1.500} = 6 \quad 4.43$$

Per tant, l'ordenació jeràrquica dels projectes A, B i C partint del termini de recuperació seria la següent:

$$\text{TR (A)} = 0,5 < \text{TR (B)} = 2,2 < \text{TR (C)} = 6$$

Per tant, partint d'aquest criteri, hauríem de triar el projecte A, ja que és el que té un termini de recuperació inferior del desemborsament inicial.

3.

Com que l'amortització és lineal, la quota d'amortització anual serà:

$$\text{Quota d'amortització anual} = \frac{(72.000 - 0)}{4} = \frac{72.000}{4} = 18.000 \quad 4.44$$

I els beneficis anuals abans i després d'amortitzacions seran:

Anys	Actiu fix	Ingressos	Costos fixos	Costos variables	Beneficis abans amortització	Amortització	Beneficis després amortització
0	-72.000	-	-	-	-	-	-
1	-	72.000 (8×9.000)	-15.000	-36.000 (4×9.000)	21.000	18.000	3.000

Anys	Actiu fix	Ingressos	Costos fixos	Costos variables	Beneficis abans amortització	Amortització	Beneficis després amortització
2	-	80.000 (8×10.000)	-15.000	-40.000 (4×10.000)	25.000	18.000	7.000
3	-	120.000 (8×15.000)	-15.000	-60.000 (4×15.000)	45.000	18.000	27.000
4	0	200.000 (8×25.000)	-15.000	-100.000 (4×25.000)	85.000	18.000	67.000

$$TRC_{mitjana} = \frac{\text{benefici mitjà del període}}{\text{valor mitjà capital emprat}} = \frac{\frac{(3.000+7.000+27.000+67.000)}{4}}{\frac{72.000+0}{2}} = \frac{26.000}{36.000} = 0,7222 \Rightarrow 72,22\% \quad 4.45$$

4.

Atès que en l'enunciat no ens especifiquen quin TRC calcular, calcularem les dues taxes per a cada un dels tres projectes.

Projecte A

$$TRC = \frac{\text{benefici mitjà del període}}{\text{inversió total}} = \frac{\frac{(100+50+50+50)}{5}}{1.000} = \frac{50}{1.000} = 0,05 = 5\% < TRC \text{ mínima} = 8\% \quad 4.46$$

$$TRC_{mitjana} = \frac{\text{benefici mitjà del període}}{\text{valor mitjà capital emprat}} = \frac{\frac{50}{1.000+0}}{2} = \frac{50}{500} = 0,1 = 10\% > TRC \text{ mínima} = 8\%$$

Projecte B

$$TRC = \frac{\text{benefici mitjà del període}}{\text{inversió total}} = \frac{\frac{(50+50+50+50+50)}{5}}{1.000} = \frac{50}{1.000} = 0,05 = 5\% < TRC \text{ mínima} = 8\% \quad 4.47$$

$$TRC_{mitjana} = \frac{\text{benefici mitjà del període}}{\text{valor mitjà capital emprat}} = \frac{\frac{50}{1.000+0}}{2} = \frac{50}{500} = 0,1 = 10\% > TRC \text{ mínima} = 8\%$$

Projecte C

$$TRC = \frac{\text{benefici mitjà del període}}{\text{inversió total}} = \frac{\frac{(250)}{5}}{1.000} = \frac{50}{1.000} = 0,05 = 5\% < TRC \text{ mínima} = 8\% \quad 4.48$$

$$TRC_{mitjana} = \frac{\text{benefici mitjà del període}}{\text{valor mitjà capital emprat}} = \frac{\frac{50}{1.000+0}}{2} = \frac{50}{500} = 0,1 = 10\% > TRC \text{ mínima} = 8\%$$

Segons els resultats anteriors, els tres projectes serien rebutjats partint de la TRC calculada sobre el desemborsament inicial (per als tres casos, la taxa obtinguda és del 5% < a la TRC mínima = 8%), tanmateix serien acceptats segons la TRC calculada sobre el valor mitjà del capital emprat (per als tres casos, la taxa obtinguda és del 10% > a la TRC mínima = 8%). Per tant, en aquest exemple, la decisió sobre la conveniència d'efectuar el projecte d'inversió o no seria la mateixa per als tres projectes tant si utilitzem un mètode o l'altre de càlcul per a la taxa de rendibilitat comptable. El motiu rau en el fet que els tres projectes requereixen el mateix desemborsament inicial (el valor residual del qual és nul al final de l'horitzó temporal de la inversió en els tres casos), i generen els mateixos beneficis anuals de mitjana.

No obstant això, si examinem l'evolució temporal dels beneficis, podem observar que difereix sensiblement d'un projecte a l'altre. En conseqüència, si fem servir un mètode que sí que tingui en compte el valor temporal dels diners, el resultat ja no seria el mateix per a tots els



projectes, ja que el moment en el qual són generats els beneficis difereix entre els projectes d'inversió.

5.

$$A = \text{cost instal·lació equip} + \text{cost expropiació} = 120.000 + 250.000 \cdot 10 = 2.620.000$$

$$n = 20$$

$$k = 8\%$$

$x$  = preu mínim de venda

$$Q_j = C_j - P_j; 1.000.000 \times 15.000 + 1.500.000 - 1.000.000 \times 1.515.000 \text{ per a } j = 1 \dots n - 1$$

$$Q_n = 1.000.000 \times x - 1.515.000 + 2.500.000 = Q_j + 2.500.000$$

El preu mínim de venda del metre cúbic d'aigua perquè el projecte no resulti costós serà el preu per al qual el VAN s'iguali a zero. Per tant, tenint en compte que durant els vint anys de durada del projecte d'inversió el flux de caixa és constant ( $1.000.000 \times x - 1.515.000$ ), i en el període  $n$  a aquest cal afegir 2.500.000 u. m., podem fer servir la fórmula següent per formular l'equació del VAN i igualar-la a zero:

Per tant:

$$\text{VAN} = -A + Q \left[ \frac{1-(1+k)^{-n}}{k} \right] + 2.500.000(1+k)^{-n} = 0$$

$$\text{VAN} = -2.620.000 + (1.000.000 \times x - 1.515.000) \left[ \frac{1-(1,08)^{-20}}{0,08} \right] + 2.500.000(1,08)^{-20} = 0$$

4.49

Resolent l'equació, resulta que el preu mínim al qual s'ha de vendre el metre cúbic d'aigua perquè el projecte no resulti costós és:

$$x = \text{preu mínim de venda} = 1,73 \text{ u. m.}$$

6.

a)

$$A = \text{actiu fix} + \text{terreny} = 3.000 + 80 \times 10 = 3.800$$

b)

$$C_j = \text{vendes} \times \text{preu venda} = 20 \times 100 \times 2.000$$

$$P_j = \text{matèria primera} + \text{mà d'obra} + \text{despeses generals} = 200 + 150 + 250 = 600 \text{ per a } j = 1 \dots n - 1$$

$$Q_j = C_j - P_j = 2.000 - 600 = 1.400$$

$$Q_n = Q_j + \text{valor residual} = Q_j + (100 + 80 \times 15) = Q_j + 1.300$$

c)

Tenint en compte que durant els tres anys de durada del projecte d'inversió el flux de caixa és constant (1.400), i que en el període 3 cal afegir 1.300 en concepte de valor residual, podem utilitzar la fórmula següent per calcular el VAN del projecte d'inversió:

$$\text{VAN} = -A + Q \left[ \frac{1-(1+k)^{-n}}{k} \right] + 1.300(1+k)^{-n}$$

$$\text{VAN} = -3.800 + 1.400 \left[ \frac{1-(1,1)^{-3}}{0,1} \right] + 1.300(1,1)^{-3} = 658,30 > 0$$

4.50

Com que el VAN és positiu, seria rendible per a l'empresa Mourelles, SA fer el projecte d'inversió.

d)

$$VAN_G = -A + \frac{\sum_{j=1}^n Q_j(1+tr)^{n-j}}{(1+k)^n} = -3.800 + \frac{1.400(1,12)^2 + 1.400(1,12) + 2.700}{1,1^3} = 726,04 > 0 \quad 4.51$$

Fixem-nos que, en calcular el  $VAN_G$  amb una taxa de reinversió explícita del 12% superior a la qual implícitament s'assumeix en el criteri del VAN (el cost del capital = 10%), el valor obtingut augmenta de 658,3 fins a 726,04. Per tant, amb més motiu seria rendible fer ara el projecte d'inversió.

7.

$A = \text{cost del túnel} = 3.000$

$n = 20$

$k = 20\%$

$x = \text{preu mínim de venda}$

$Q_j = C_j - P_j = 500 \times x - 3$  per a  $j = 1 \dots n$

El preu mínim del peatge per no incórrer en pèrdues serà el preu per al qual el VAN s'iguali a zero. Per tant, tenint en compte que durant els vint anys de durada del projecte d'inversió el flux de caixa és constant ( $500 \times x - 3$ ), podem fer servir la fórmula següent per formular l'equació del VAN i igualar-la a zero:

Per tant:

$$\begin{aligned} VAN &= -A + Q \left[ \frac{1-(1+k)^{-n}}{k} \right] = 0 \\ VAN &= -3.000 + (500 \times x - 3) \left[ \frac{1-(1,2)^{-20}}{0,2} \right] = 0 \end{aligned} \quad 4.52$$

Resolent l'equació, resulta que el valor mínim del peatge per no incórrer en pèrdues hauria de ser:

$x = \text{preu mínim del peatge} = 1,24 \text{ u. m.}$

8.

a)

- VAN dels costos si compra la maquinària

$A = \text{cost de la maquinària} + \text{indemnització vaquer} = 10.000 + 9.000 = 19.000$

$n = 3$

$k = 20\%$

$P_j = 500$  per a  $j = 1 \dots n$

$$VAN \text{ dels costos} = -19.000 - 500 \left[ \frac{1-(1,2)^{-3}}{0,2} \right] = -20.053,241 \quad 4.53$$

- VAN dels costos si no compra la maquinària

$n = 3$

$k = 20\%$

$P_j = 9.000$  per a  $j = 1 \dots n$

$$\text{VAN dels costos} = 9.000 \left[ \frac{1 - (1,2)^{-3}}{0,2} \right] = -18.958,33 \text{ (estalvi del sou del vaquer)} \quad 4.54$$

VAN dels costos si compra – VAN dels costos si no compra = 20.053,241 + 18.958,33 = – 1.094,91 < 0

A partir de l'anàlisi anterior, **tindria menys costos si no comprés, per tant aquesta seria la decisió que hauria de prendre.**

b) VAN associats a la compra de la maquinària mitjançant el flux de fons diferencial

A = cost de la maquinària + indemnització vaquer = 10.000 + 9.000 = 19.000

$n = 3$

$k = 20\%$

$C_j = 9.000 = \text{estalvi del sou del vaquer}$

$P_j = 500$

$Q_j = C_j - P_j = 9.000 - 500 = 8.500$  per a  $j = 1 \dots n$

$$\text{VAN} = -19.000 + 8.500 \left[ \frac{1 - (1,2)^{-3}}{0,2} \right] = -1.094,91 < 0 \quad 4.55$$

**Fixem-nos que en tots dos casos, el resultat és el mateix. En l'apartat b) obtenim que el VAN associat a la compra de la maquinària és negatiu, i la decisió que hauria de prendre el vaquer seria renunciar a comprar, ja que no resulta rendible.**

9.

Si mitjançant les dades de les taules anteriors calculem el VAN del projecte C i el del projecte D, en els casos en els quals C sigui acceptat i rebutjat, obtindrem els resultats següents:

$\text{VAN}_C = 341,4$

$\text{VAN}_D$  (si C és acceptat) = 188,0

$\text{VAN}_D$  (si C és rebutjat) = 543,4

Per tant:

$\text{VAN}_D$  (si C és rebutjat) = 543,4 >  $\text{VAN}_D$  (si C és acceptat) = 188,0

En aquest segon exemple, observem que el VAN de D és més gran si es desenvolupa independentment que si es fa conjuntament amb el projecte C. És a dir, **el projecte D és un projecte substitutiu del projecte C**. Així, tal com abans ha estat explicat, haurem d'analitzar les alternatives: C, D (si C és rebutjat), i C + D com si fossin projectes mútuament excloents i triar la que reporti un VAN positiu més alt.

<b>Projecte C + D (C és acceptat)</b>	
<b>Anys</b>	<b>Fluxos de fons</b>
0	-4.400
1	1200
2	2.000
3	2.000

<b>Projecte C + D (C és acceptat)</b>	
4	1.000

$$\text{VAN (C)} = 341,4 > 0$$

$$\text{VAN (D si C és rebutjat)} = 543,4 > 0$$

$$\text{VAN (C + D)} = 529,4 > 0 (= 341,4 + 188,0)$$

En el cas d'haver de decidir entre els projectes C i D (essent el projecte D substitutiu del C), l'alternativa preferible serà fer només el projecte D, ja que és la que reporta un VAN superior.

10.

a)

$$100.000 = 132.000 (1 + \text{TIR})^{-1}$$

Si aïllem la TIR de l'equació anterior, obtenim que és igual al 32%.

b)

La TIR és la taxa de descompte que iguala el valor actual dels fluxos que s'espera percebre del projecte d'inversió amb el desemborsament inicial necessari per a dur-lo a terme.

Si TIR = 32% és inferior a k (rendibilitat exigida a les empreses del sector en la borsa), el valor actual dels fluxos de fons que s'espera percebre del projecte (si els actualitzem utilitzant k com a taxa de descompte) serà inferior al desemborsament inicial. D'aquesta manera, el VAN serà negatiu.

c)

$$\text{VAN} = -100.000 + 132.000 (1,1)^{-1} = 20.000$$

Efectivament, si la taxa de descompte fos del 10% (inferior a la TIR = 32%), el VAN del projecte seria positiu i s'hauria d'acceptar.

11.

a) WACC abans i després d'impostos

El WACC sense tenir en compte els impostos serà el següent:

$$\text{WACC abans d'impostos} = 0,4 \times 0,07 + 0,6 \times 0,15 = 0,118$$

Si tenim en compte els impostos, el WACC resultant serà diferent. Els interessos del préstec són deduïbles fiscalment, per tant, el cost real del préstec no serà el 7% que ens cobra el banc, serà inferior, ja que d'aquest 7%, un 25% ens l'estalviarem en forma d'impostos:

$$\text{WACC després d'impostos} = 0,4 \times 0,07(1-0,25) + 0,6 \times 0,15 = 0,111$$

b) Quin WACC penseu que és millor utilitzar?

Els fluxos que ens han proporcionat els socis del supermercat són els fluxos lliures de fons després d'impostos. Aquests fluxos tenen en compte tots els cobraments i pagaments vinculats a la inversió, inclosos els impostos. Però com a fluxos de la inversió que són, no incorporen la informació vinculada al finançament, per tant, l'impost per pagar que porten restat no té en compte l'estalvi fiscal que generaran els interessos del deute.

Si descomptem aquests fluxos amb el WACC abans d'impostos, l'estalvi fiscal que generaran els interessos del deute no es té en compte enlloc. S'està analitzant la inversió considerant un impost que cal pagar que és superior al que efectivament es pagarà finalment.

El WACC que hem d'utilitzar per descomptar els fluxos lliures de fons després d'impostos és el WACC després d'impostos. Els fluxos incorporen l'impost per pagar vinculat a la inversió,

que queda corregit en afegir l'estalvi fiscal que generaran els interessos mitjançant la taxa de descompte.

Si descomptem els fluxos lliures de fons després d'impostos amb el cost dels fons propis, estem considerant que tota la inversió la financen exclusivament els accionistes, i això no és cert: només assumiran un 60% de la inversió. Per tant, estaríem exigint-li a la inversió que suportés un cost del finançament excessiu que no és el que realment haurà d'afrontar.

Per tant, el tipus de descompte que utilitzarem per actualitzar aquests fluxos és el WACC després d'impostos, l'11,1%.

### c) *Payback* estàtic i dinàmic

	0	1	2	3	4	5
FLF opció A	-41.685,00	32.204,00	10.520,00	9.584,00	5.241,00	20.340,00
FLF acumulat	-41.685,00	-9.481,00	1.039,00	10.623,00	15.864,00	36.204,00
FLF descompt.	-41.685,00	28.986,49865	8.522,90	6.988,83	3.440,00	12.016,57
FLF desc. acum.	-41.685,00	-12.698,50	-4.175,60	2.813,24	6.253,23	18.269,81
	0	1	2	3	4	5
FLF opció B	-64.528,00	38.590,00	18.526,00	15.285,00	10.776,00	28.946,00
FLF acumulat	-64.528,00	-25.938,00	-7.412,00	7.873,00	18.649,00	47.595,00
FLF descompt.	-64.528,00	34.734,47345	15.009,06	11.146,11	7.072,96	17.100,87
FLF desc. acum.	-64.528,00	-29.793,52655	-14.784,46	-3.638,36	3.434,61	20.535,48

- *Payback* estàtic

Veiem que la inversió inicial de l'opció A es recupera durant el període 2 i la de l'opció B, durant el període 3. Si considerem que els fluxos es generen al final del període, el *payback* d'A i B seria 2 i 3, respectivament. Per contra, si considerem que els fluxos es distribueixen de manera uniforme durant tot el període, els *payback* serien:

*Payback*<sub>A</sub>

$$9.481/10.520 = 0,9012$$

$$0,9012 \cdot 365 \text{ dies} = 328,9 \text{ dies}$$

$$PB_A = 1 \text{ any i } 328,9 \text{ dies}$$

*Payback*<sub>B</sub>

$$7.412/15.285 = 0,4849$$

$$0,4849 \cdot 365 \text{ dies} = 176,9 \text{ dies}$$

$$PB_B = 2 \text{ anys i } 176,9 \text{ dies}$$

- *Payback* dinàmic

En aquest cas, treballant amb els fluxos descomptats acumulats, la inversió inicial de l'opció A es recupera durant el període 3 i la de l'opció B, durant el període 4. Si considerem que els fluxos es generen al final del període, el *payback* d'A i B seria 3 i 4, respectivament. Per contra, si considerem que els fluxos es distribueixen de manera uniforme durant tot el període, els *payback* serien:

*Payback*<sub>A</sub>

$$4.175,6/6988,83 = 0,5974$$

$$0,5974 \cdot 365 \text{ dies} = 218,1 \text{ dies}$$

$$PB_A = 2 \text{ anys i } 218,1 \text{ dies}$$

*Payback*<sub>B</sub>

$$3.638,36/7.072,96 = 0,5144$$

$$0,5144 \cdot 365 \text{ dies} = 187,7 \text{ dies}$$

$$PB_B = 3 \text{ anys i } 187,7 \text{ dies}$$

El criteri més adequat per determinar el termini de recuperació és el *payback* dinàmic, ja que a diferència del *payback* estàtic, el dinàmic treballa amb els fluxos descomptats i, per tant, té en compte el valor dels diners en el temps. El *payback* dinàmic, com la resta de criteris en els quals s'actualitzen els fluxos de caixa abans d'operar amb ells, es fonamenta en la idea que el valor d'una unitat monetària va variant al llarg del temps. L'objectiu últim d'aquests mètodes és fer equiparables unitats monetàries rebudes en diferents moments del temps, de manera que puguem agregar-les i comparar-les en termes del seu valor en una data concreta (generalment, avui). És a dir, es tracta d'homogeneïtzar els fluxos de fons obtinguts, per fer-los comparables amb la inversió inicial necessària.

#### d) Crítiques més freqüents al criteri del *payback*

Una de les principals crítiques que es fan al criteri del termini de recuperació és que no té en compte els fluxos que es generen després d'aquest, la qual cosa pot suposar, en alguns casos, menysprear informació molt rellevant sobre el projecte d'inversió.

En el nostre cas, els *paybacks* estàtics, per exemple, són durant els períodes 2 i 3. Els fluxos dels anys 4 i 5 són irrelevants pel càlcul dels *paybacks* tant de l'alternativa d'inversió A com de la B. Independentment dels valors que prenguessin els fluxos dels darrers anys, els *paybacks* calculats continuarien prenent els mateixos valors, ja que aquests fluxos no intervenen en el càlcul d'aquests dos terminis de recuperació.

Una altra crítica al *payback* és que no aporta cap mesura de rendibilitat ni de valor. El *payback* dinàmic de l'opció A, per exemple, és 2 anys i 218 dies, que vol dir que trigarem gairebé 3 anys a recuperar la inversió inicial. I aquesta és la informació que ens dona respecte a la inversió, res més. No sabem si rendeix un 2% o un 25%, o si guanyarem 100 euros o 100.000.

#### e) VAN i TIR

$$VAN_A = -41.685 + \frac{32.204}{1,111} + \frac{10.520}{1,111^2} + \frac{9.584}{1,111^3} + \frac{5.241}{1,111^4} + \frac{20.340}{1,111^5} = 18.269,81$$

$$VAN_B = -64.528 + \frac{38.590}{1,111} + \frac{18.526}{1,111^2} + \frac{15.285}{1,111^3} + \frac{10.776}{1,111^4} + \frac{28.946}{1,111^5} = 20.535,48$$

Per calcular el VAN de les dues alternatives d'inversió, hem actualitzat els seus respectius fluxos utilitzant com a taxa de descompte el WACC després d'impostos. Veiem que el valor actual net dels fluxos que genera l'alternativa d'inversió B és superior al de l'alternativa d'inversió A. Els excedents que s'obtindran si finalment s'opta per treballar amb un únic proveïdor, tot i requerir una inversió inicial bastant alta, superen els que s'obtindrien treballant amb múltiples proveïdors.

Per calcular la TIR, plantejem l'equació del VAN deixant com a incògnita el tipus de descompte, i la igulem a zero per a les dues alternatives d'inversió.

$$-41.685 + \frac{32.204}{(1+TIR_A)} + \frac{10.520}{(1+TIR_A)^2} + \frac{9.584}{(1+TIR_A)^3} + \frac{5.241}{(1+TIR_A)^4} + \frac{20.340}{(1+TIR_A)^5} = 0$$

$$TIR_A = 31,55\%$$

$$-64.528 + \frac{38.590}{(1+TIR_B)} + \frac{18.526}{(1+TIR_B)^2} + \frac{15.285}{(1+TIR_B)^3} + \frac{10.776}{(1+TIR_B)^4} + \frac{28.946}{(1+TIR_B)^5} = 0$$

$$TIR_B = 24,93\%$$

Les dues alternatives d'inversió són viables segons el criteri de la TIR, ja que aquesta supera el valor del WACC en ambdós casos. No obstant això, si hem de triar entre les dues alternatives, el criteri TIR ens indica que la millor és l'A, ja que genera una rendibilitat del 31,55% superior a la de la B del 24,93%. Per tant, per tirar endavant la nova secció de productes ecològics, la TIR es decanta per l'opció de múltiples proveïdors (opció A) abans que per la del proveïdor únic (opció B).

## f) Crítiques criteri TIR

Una de les crítiques típiques al criteri TIR era la dificultat de càlcul en relació amb el VAN. No obstant això, amb l'Excel o altres fulls de càlcul aquest problema s'ha solucionat, ja que el càlcul de la TIR és fins i tot més ràpid que el del VAN.

Una altra crítica és que la TIR més alta no és sempre la millor opció d'inversió, perquè la TIR premia els projectes que generen abans els fluxos de fons. Quan tinguem projectes que tenen una taxa de Fisher, a partir d'aquesta el criteri d'utilització del VAN canviaria, i el de la TIR, no. Però el VAN és el valor associat al cost dels nostres recursos; si són inferiors a aquesta taxa de Fisher, el criteri del VAN és més recomanable. En el nostre exemple, veiem que la TIR ens indica que obtindrem una rendibilitat més gran de la inversió si treballem amb múltiples proveïdors. No obstant això, si observem el VAN, veiem que guanyarem més diners si treballem amb el proveïdor únic.

La TIR parteix de la hipòtesi implícita que la reinversió dels fluxos intermedis es farà a la mateixa taxa TIR. Aquesta hipòtesi pot ser bastant poc realista. Sembla complicat que si per exemple, acabem optant per treballar amb múltiples proveïdors, els fluxos intermedis puguin reinvertir-se al 31,55% fins al final de la vida del projecte. Qui ens pagaria aquest 31,55%?

Una última crítica són les possibles múltiples TIR associades a un projecte d'inversió, o manca de solució (pot passar quan un projecte torna a tenir fluxos negatius intermedis o cap al final de la seva vida). En el nostre cas, com que només hi ha un flux negatiu a l'inici, aquest problema no el tenim.

## g) Taxa de reinversió dels fluxos intermedis

Implícitament, l'expressió del VAN considera que els fluxos de fons intermedis es reinverteixen al llarg del període de durada del projecte d'inversió a una taxa de reinversió que coincideix amb el cost mitjà ponderat del capital utilitzat per actualitzar els fluxos de fons. En el cas dels fluxos de fons negatius no hi ha problema, és una hipòtesi realista, ja que suposem que el cost de finançament és el mateix cost del capital. No obstant això, la hipòtesi pot considerar-se «pessimista o conservadora» en el cas dels fluxos de fons positius, ja que estem suposant que no hi ha cap possibilitat de reinvertir a una taxa superior al cost del capital que per definició és «la rendibilitat mínima que exigim al projecte d'inversió».

En el cas del supermercat, considerem que tots els recursos que vagi generant la nova secció de productes ecològics es reinvertiran fins al moment 5 a una taxa de l'11,1%. Per començar, aquesta taxa prové del que ens cobra el banc pel préstec i de la remuneració exigida pels accionistes. Si anem al banc a dipositar els recursos que vagi alliberant la inversió, difícilment el banc ens els remunerarà a la mateixa taxa que ens cobra pels préstecs. Quant als accionistes, ni tan sols té sentit que ens plantegem que ens remunerin els excedents. Què farem amb aquests diners? No ho sabem, potser els posem al banc amb un rendiment pràcticament nul o potser els podem invertir en un nou projecte on guanyem un 15% o un 20% o més. El que sembla complicat és que n'acabem obtenint un rendiment d'exactament l'11,1%.

## h) Decisió final

Els criteris *payback* i TIR s'inclinen per l'opció A de múltiples proveïdors, mentre que el VAN s'inclina per la B, la del proveïdor únic.

Plantegem-nos el que ens estan indicant exactament tots aquests criteris. El *payback*, tant l'estàtic com el dinàmic, ens indiquen que amb l'opció A recuperariem abans la inversió inicial, per això es decanten pels múltiples proveïdors. Però com ja hem comentat en les crítiques al *payback*, aquest no ens diu res sobre la rendibilitat de la inversió. Si tinguéssim dos projectes en els quals guanyem el mateix, podria ser una variable de decisió aquest moment de recuperació de la inversió, però si no és així, possiblement prioritzarem els guanys més que el termini de recuperació.

La TIR ens indica que en l'opció A guanyem un 31,55%, més que en la B, on guanyem un 24,93%. En canvi, el VAN ens decanta per la B, que genera uns excedents de 20.535 €, mentre que amb l'opció A només en guanyarem 18.269.

De fet, cap dels criteris ens enganya. La inversió inicial en l'opció A és molt més baixa que en la B, d'aquí que tot i que guanyem més diners amb la B, l'opció A és més rendible.

Així doncs, què fem? El que és indiscutible és que preferim guanyar 20.535 € que guanyar 18.269 €. Podríem demanar més informació com, per exemple, què faran els accionistes amb la diferència de diners si inverteixen en l'opció A, la més barata i rendible? Però si no afegim aquesta informació addicional o altres qüestions que se'ns podrien acudir, sembla

que preferirem guanyar 20.535 € i, per tant, optarem pel proveïdor únic per abastir la nova secció de productes ecològics del supermercat.

#### i) Taxa de Fisher

La taxa de Fisher ( $T_F$ ) s'obté igualant els dos VAN i deixant com a incògnita el tipus de descompte. Aquesta taxa que iguala les dues funcions és la que anomenem *taxa de Fisher*.

$$\begin{aligned} -41.685 + \frac{32.204}{(1+T_F)} + \frac{10.520}{(1+T_F)^2} + \frac{9.584}{(1+T_F)^3} + \frac{5.241}{(1+T_F)^4} + \frac{20.340}{(1+T_F)^5} = \\ = -64.528 + \frac{38.590}{(1+T_F)} + \frac{18.526}{(1+T_F)^2} + \frac{15.285}{(1+T_F)^3} + \frac{10.776}{(1+T_F)^4} + \frac{28.946}{(1+T_F)^5} \end{aligned} \quad 4.56$$

En aquest cas, el resultat és 14,92%, i aquesta és la taxa de Fisher.

El que deduïm d'aquest resultat és que, per a tipus de descompte com el nostre, de l'11,1%, inferiors a la taxa de Fisher, el VAN i la TIR es contradiuen, com ja hem vist. El VAN s'inclina per l'opció B i la TIR, per l'A. Si els socis utilitzen qualsevol altra taxa inferior al 14,92%, sempre es trobaran amb la contradicció que ja els hem raonat i resolt en la pregunta 8 de la PAC. Per contra, si al final el tipus de descompte que utilitzessin fos superior al 14,92%, la contradicció entre VAN i TIR desapareixeria, el VAN de l'opció B passaria a ser inferior al de l'opció A. Per tant, per a taxes superiors a la de Fisher, tant VAN com TIR s'inclinarien per l'opció A, la de múltiples proveïdors.

Seria interessant comentar això als socis del supermercat, ja que si pel que fos, acaben treballant amb un WACC molt més alt, l'opció de treballar amb múltiples proveïdors passaria a ser la recomanada per a tots els criteris.



## Glossari

**avaluació de projectes d'inversió** *f* Anàlisi que se centra a determinar la conveniència d'executar o no un projecte determinat segons el seu grau de contribució a l'objectiu últim empresarial: «maximitzar el valor de mercat de l'empresa des del punt de vista de l'accionista».

**CCPM** *m* Vegeu cost capital mitjà ponderat.

**cost capital mitjà ponderat o  $K_0$**  *m* Mitjana de les rendibilitats exigides pels recursos financers que utilitza l'empresa (deute i capital), ponderada segons el pes (a valors de mercat) que cada font de finançament tingui sobre el total de recursos de l'empresa. Pot calcular-se abans i després d'impostos.  
sigla CCPM

**cost del capital o cost dels fons/recursos propis ( $K_c$ )** *m* Rendibilitat exigida pels accionistes de l'empresa. Aquesta rendibilitat es mesura segons el cost d'oportunitat que suporten per tenir invertits els seus recursos en l'empresa i no en altres projectes de risc similar.

**cost d'oportunitat** *m* Valor de l'alternativa que sacrificuem amb relació a l'alternativa escollida.

**FFDA** *m* Flux de fons disponible per als accionistes que té en compte l'efecte dels fluxos de deute, incloent-hi interessos i entrades i sortides de capital aliè.

**FLF** *m* Flux lliure de fons abans de tenir en compte els fluxos de finançament. És a dir, el flux de fons pur del projecte, independentment de la manera com es financi.

**payback** *m* Vegeu termini de recuperació.

**payback descomptat** *m* Vegeu termini de recuperació dinàmica.

**procediments dinàmics** *m pl* Procediments d'anàlisi d'inversions basades en el descompte de fluxos de fons i que consideren que el valor d'una unitat monetària va variant al llarg del temps.

**procediments estàtics** *m pl* Procediments d'anàlisi d'inversions que no tenen en compte en quin moment del temps es produeixen els fluxos de fons.

**selecció de projectes d'inversió** *f* Anàlisi que consisteix a ordenar jeràrquicament diferents projectes (tots rendibles), a fi de poder triar-ne un.

**taxa de Fisher** *f* Valor de la taxa de descompte per a la qual el valor del VAN de dos projectes (A i B) s'igualen i es correspon amb la TIR del projecte diferencial (A – B).  
sigla TF

**taxa de rendibilitat comptable** *f* Ràtio entre el benefici comptable mitjà i el capital desemborsat en el projecte d'inversió.  
sigla TRC

**taxa interna de rendibilitat** *f* Taxa d'actualització/descompte ( $k$ ) que iguala el valor actual del corrent de cobraments amb el valor actual del corrent de pagaments associats a un projecte d'inversió.  
sigla TIR

**taxa lliure de risc** (*f* Concepte teòric que assumeix que en economia hi ha una alternativa d'inversió que no té risc per a l'inversor. A la pràctica, es considera que el deute públic de l'Estat (de països solvents) és l'actiu sense risc.

**termini de recuperació** *m* Període de temps que transcorre fins que els fluxos de fons permeten recuperar el cost de la inversió inicial.  
sigla TR  
sin. *payback*

**termini de recuperació dinàmica** *m* Període de temps necessari perquè la suma del valor actualitzat dels fluxos de fons generats per un projecte d'inversió iguali el capital invertit o desemborsat (A).  
sin. *payback descomptat*

**TF** *f* Vegeu taxa de Fisher.

**TIR** *f* Vegeu **taxa interna de rendibilitat**.

**TR** *m* Vegeu **termini de recuperació**.

**TRC** *f* Vegeu **taxa de rendibilitat comptable**.

**valor actual net** *m* Suma de tots els fluxos de fons ( $Q_j$ ) associats a un projecte d'inversió (incloent-hi el desemborsament inicial), actualitzats a una taxa de descompte  $k_j$ .  
sigla VAN

**valor temporal dels diners** *m* Concepte basat en la idea que una unitat monetària percebuda «avui» no té el mateix valor que una unitat monetària percebuda «en el futur», a causa de la coexistència d'oportunitats d'inversió alternatives i de la devaluació del valor generada per la inflació.

**VAN** *m* Vegeu **valor actual net**.

## Bibliografia

### Dos manuals pràctics analitzats des de la perspectiva de les escoles de negoci:

**Faus, J.** (2001). *Políticas y decisiones financieras para la gestión del valor de la empresa*. Estudios y Ediciones IESE, SL.

**Termes, R.** (1998). *Inversión y coste de capital*. Manual de Finanzas. McGraw Hill.

### Manuels clàssics de finances

**Brealey R.; Myers S.** (1999). *Fundamentos de financiación empresarial*. McGraw Hill.

**Fernández, M.** (1992). *Dirección financiera de la empresa*. Ed. Pirámide.

**Ross, S.; Westerfield, R.; Jaffe, J.; Jordan, B.** (2008). *Modern financial management*. McGraw Hill.

**Suárez, A. S.** (2014). *Decisiones óptimas de inversión y financiación en la empresa*. Editorial Pirámide.

