

# Técnicas de evaluación de proyectos de inversión

**Dr. Guillermo López Dumrauf**

dumrauf@fibertel.com.ar

*Para una lectura detallada ver:*

López Dumrauf, Guillermo: *Cálculo Financiero Aplicado, un enfoque profesional*(La Ley, 2003)

L. Dumrauf: *Finanzas Corporativas* (Grupo Guía, 2003)

*La presentación puede encontrarse en:*

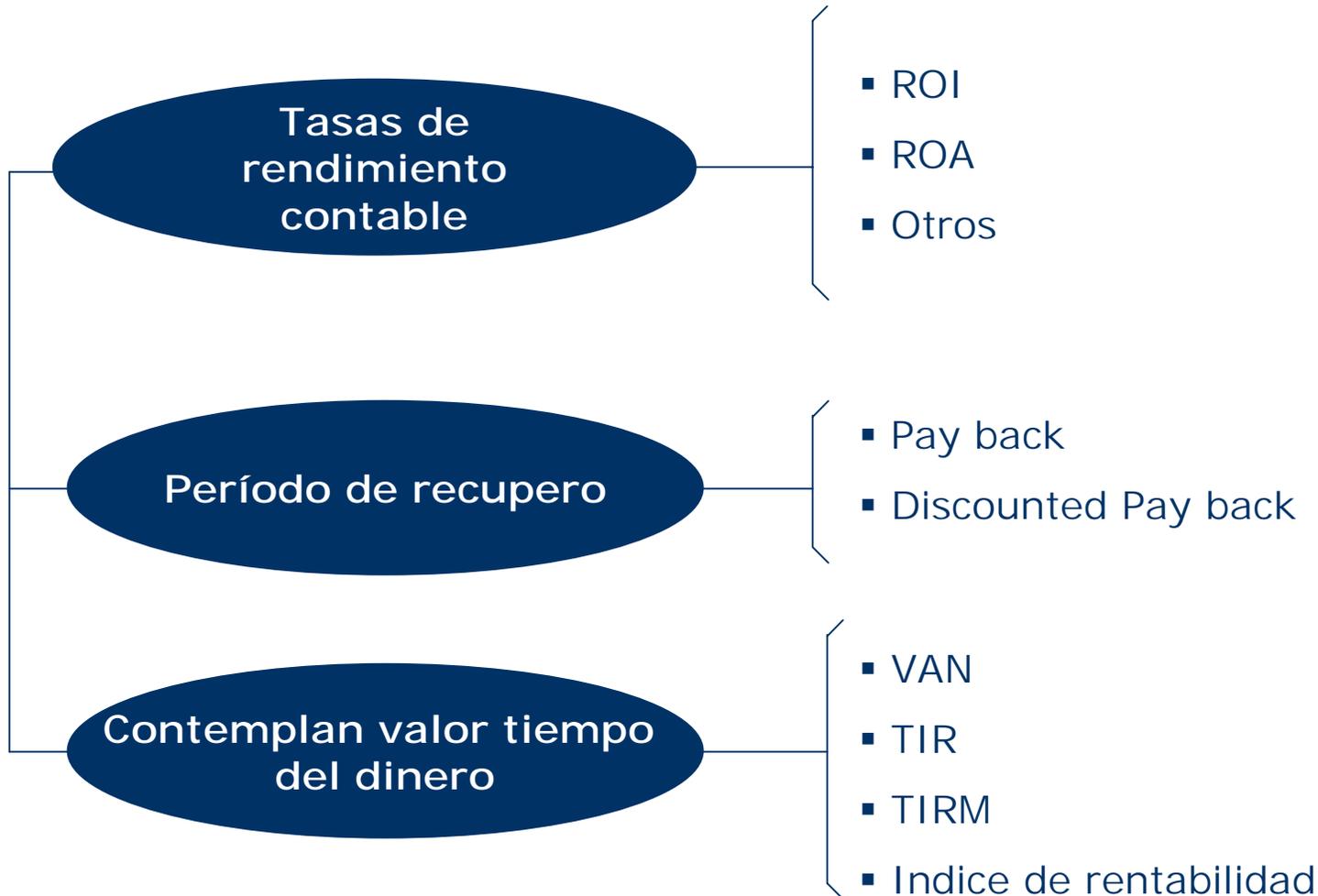
[www.dumraufnet.com.ar](http://www.dumraufnet.com.ar)

Copyright © 2003 by Dr. Guillermo López Dumrauf

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means — electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise — without the permission of Dr. Dumrauf

This document provides an outline of a presentation and is incomplete without the accompanying oral commentary and discussion.

# Indice



# Tasa de rendimiento contable - críticas

En los ejemplos que veremos se supone siempre que los proyectos se financian totalmente con capital propio.

Los proyectos siempre deben evaluarse prescindiendo de la forma en que son financiados, para establecer su propio mérito.

En todos los ejemplos, se asume que el costo del capital es un dato.

# Tasas de rendimiento contable

Hasta 1950 se utilizaron medidas de rendimiento contable que se basaban en los datos proporcionados por la contabilidad (estado de resultados y balances proyectados)

En función de esos datos, luego se calculaban tasas de rendimiento contables del tipo “utilidad neta/inversión” o alguna otra medida similar, como el retorno sobre la inversión (ROI) o el retorno sobre los activos (ROA).

En general, relacionaban alguna categoría del estado de resultados con otra obtenida del balance. A continuación siguen algunos ejemplos.

# Tasa de rendimiento contable

Los proyectos A, B y C tienen una inversión inicial idéntica de \$ 6.000 y depreciación en línea recta durante 3 años, sin valor de recupero:

| PROYECTO          | Año 1 | Año 2 | Año 3 | TOTAL        |
|-------------------|-------|-------|-------|--------------|
| <b>Proyecto A</b> |       |       |       |              |
| Cash Flow         | 4.000 | 3.000 | 2.000 | <b>9.000</b> |
| Ut. Neta          | 2.000 | 1.000 | 0     | <b>3.000</b> |
| <b>Proyecto B</b> |       |       |       |              |
| Cash Flow         | 2.000 | 3.000 | 4.000 | <b>9.000</b> |
| Ut. Neta          | 0     | 1.000 | 2.000 | <b>3.000</b> |
| <b>Proyecto C</b> |       |       |       |              |
| Cash Flow         | 3.000 | 3.000 | 3.000 | <b>9.000</b> |
| Ut. neta          | 1.000 | 1.000 | 1.000 | <b>3.000</b> |

# Tasa de rendimiento contable

Mientras la tasa de rendimiento contable es igual en los tres proyectos...

$$\frac{\text{Ut. Neta promedio}}{\text{Activo neto promedio}} = \frac{1000}{3000} = 33,33 \%$$

El proyecto A es mejor que el B debido a que su flujo de fondos se genera antes, y C es preferible a B por la misma razón.

# Tasa de rendimiento contable - críticas

- No tiene en cuenta el valor tiempo del dinero
- Sufre el efecto de las distorsiones contables (métodos de valuación de activos y reconocimiento de resultados)

# Pay back (período de recupero)

Ejemplo : Suponga un proyecto A con el siguiente flujo de fondos:

| Proyecto | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| A        | -600  | 100   | 200   | 200   | 200   |

El *pay back* es 3,5 años, puesto que el flujo de fondos demora 3 períodos en acumular el monto de la inversión original. Suponga que cuenta con un proyecto B, alternativo al proyecto A y que presenta el siguiente flujo de fondos:

| Proyecto | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| B        | -600  | 150   | 150   | 150   | 150   | 150   | 150   |

# Pay back - críticas

- No mide rentabilidad, sino cuánto se demora en recuperar la inversión
- No tiene en cuenta el valor tiempo del dinero
- No considera el flujo de fondos posterior al recupero de la inversión

# Discounted Pay back

| Período | Cash flow | Factor de descuento | Valor presente |
|---------|-----------|---------------------|----------------|
| 1       | 150       | 0,909               | 136,3          |
| 2       | 150       | 0,8264              | 123,9          |
| 3       | 150       | 0,7513              | 112,7          |
| 4       | 150       | 0,683               | 112,4          |
| 5       | 150       | 0,6209              | <u>93,1</u>    |
|         |           | Total               | 578,4          |

$$\frac{(600-578.4)}{150/(1,10)^6} = 0,255 \quad (0,255 \times 12 \text{ meses} \approx 3 \text{ meses})$$

## VAN (valor actual neto)

- ◆ Es el valor que resulta de la diferencia entre el desembolso inicial de la inversión ( $FF_0$ ) y el valor presente de los futuros ingresos netos esperados ( $FF_j$ ).

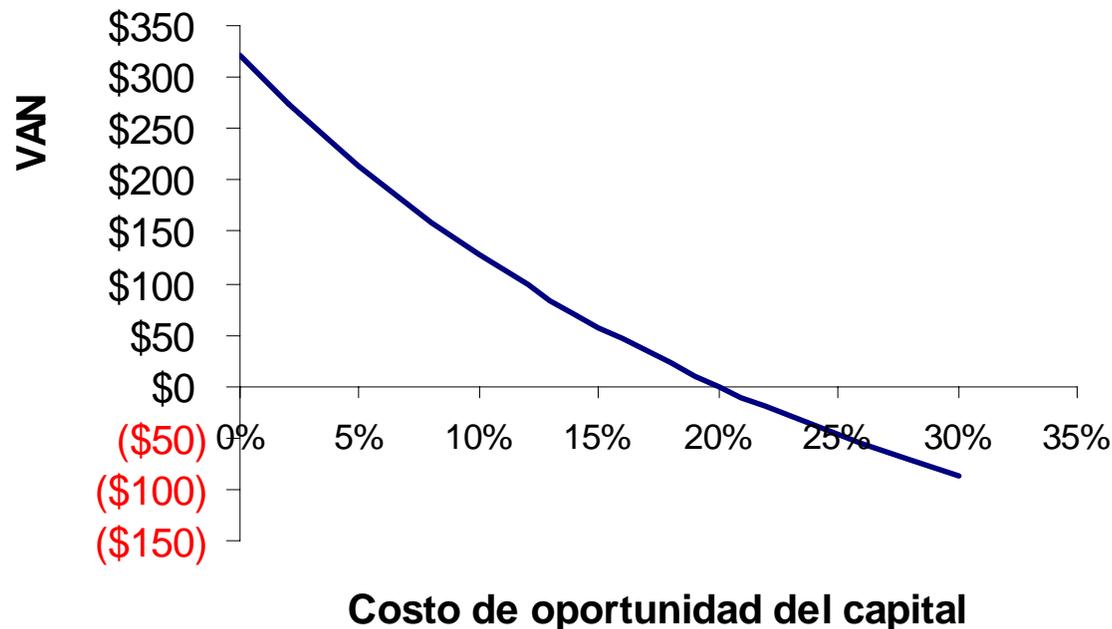
$$VAN = -FF_0 + \frac{FF_1}{(1+k)} + \frac{FF^2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{FF_n + VR}{(1+k)^n}$$

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

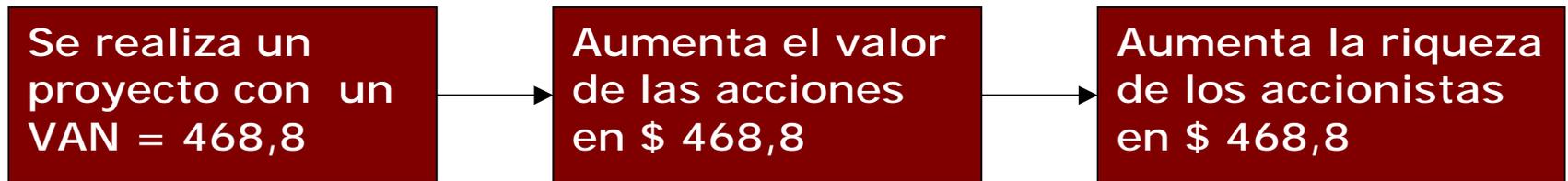
*El flujo de fondos del proyecto sin incluir el financiamiento (free cash flow) debe descontarse con la tasa de interés que se le exigiría a un activo de riesgo similar.*

## El VAN da la respuesta correcta si

1. Los flujos de fondos son "simples" (un flujo negativo y luego todos positivos, en cuyo caso, el VAN disminuye cuando aumenta la tasa de interés)
2. Evaluamos un proyecto individualmente



# El VAN y la riqueza de los accionistas



# Índice de rentabilidad (relación beneficio-costos)

Es el cociente entre el valor actual de los ingresos netos esperados y el desembolso inicial de la inversión:

$$IR = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{FF_j}{(1+k)^j}}{FF_0}$$

**Atención:** Cuando existen proyectos mutuamente excluyentes no es un indicador confiable

# TIR – supuesto de la reinversión de fondos

- ◆ Representa una medida de la rentabilidad que se obtiene al vencimiento del proyecto. Supone implícitamente que los flujos de fondos son reinvertidos a la misma TIR hasta el final de la vida en el mismo proyecto o en otros proyectos con idéntico rendimiento.
- ◆ Por ejemplo, en el caso de los bonos, equivaldría a suponer que todos los cupones que se van cobrando deben ser reinvertidos en el bono que los genera, comprándolos a un precio que mantenga la TIR.

# TIR

La TIR es aquella tasa que descuenta el flujo de fondos futuro y lo iguala con el desembolso inicial de la inversión. También puede expresarse como aquella tasa que igual el VAN a cero. Por ejemplo el siguiente proyecto tiene una  $TIR=32,9\%$

$$1000 = \frac{500}{(1+TIR)} + \frac{500}{(1+TIR)^2} + \frac{800}{(1+TIR)^3}$$

¿La TIR representa la rentabilidad que hemos obtenido por cada peso invertido en un proyecto?

Sí y sólo sí los fondos que éste libera, son reinvertidos a la misma TIR hasta el final de su vida.

# ¿Qué representa realmente la TIR?

- ◆ Es una medida de la rentabilidad que se obtiene en una inversión?
- ◆ Es apenas un coeficiente de comparación?
- ◆ Realmente podemos fiarnos de ella?

# TIR - Críticas frecuentes

1. Supuesto de la reinversión de fondos
2. Igual resultado cuando se invierte el signo del cash flow
3. Proyectos mutuamente excluyentes
4. Múltiples TIR o incalculable
5. Estructura temporal de la tasa de interés

## Contradicciones entre el VAN y la TIR

En un contexto de racionamiento de capitales, puede darse el caso de proyectos mutuamente excluyentes (por el criterio del VAN elegimos "A" pero el criterio de la TIR nos dice que el mejor es "B", generándose una contradicción entre el VAN y la TIR.

La razón aparece en la diferente tasa de reinversión de fondos (el VAN supone reinversión a la tasa de oportunidad mientras que la TIR supone reinversión a esta tasa)

# Contradicciones entre el VAN y la TIR

Las contradicciones entre los resultados del VAN y de la TIR cuando hay proyectos mutuamente excluyentes (bajo racionamiento de capitales) pueden aparecer en las siguientes circunstancias:

- ◆ Diferente inversión inicial
- ◆ Diferente distribución del flujo de fondos
- ◆ Diferente vida útil

En los ejemplos que siguen, para resolver el problema, es calculada la **TIR incremental** o **tasa de Fisher...**

# Contradicciones entre el VAN y la TIR

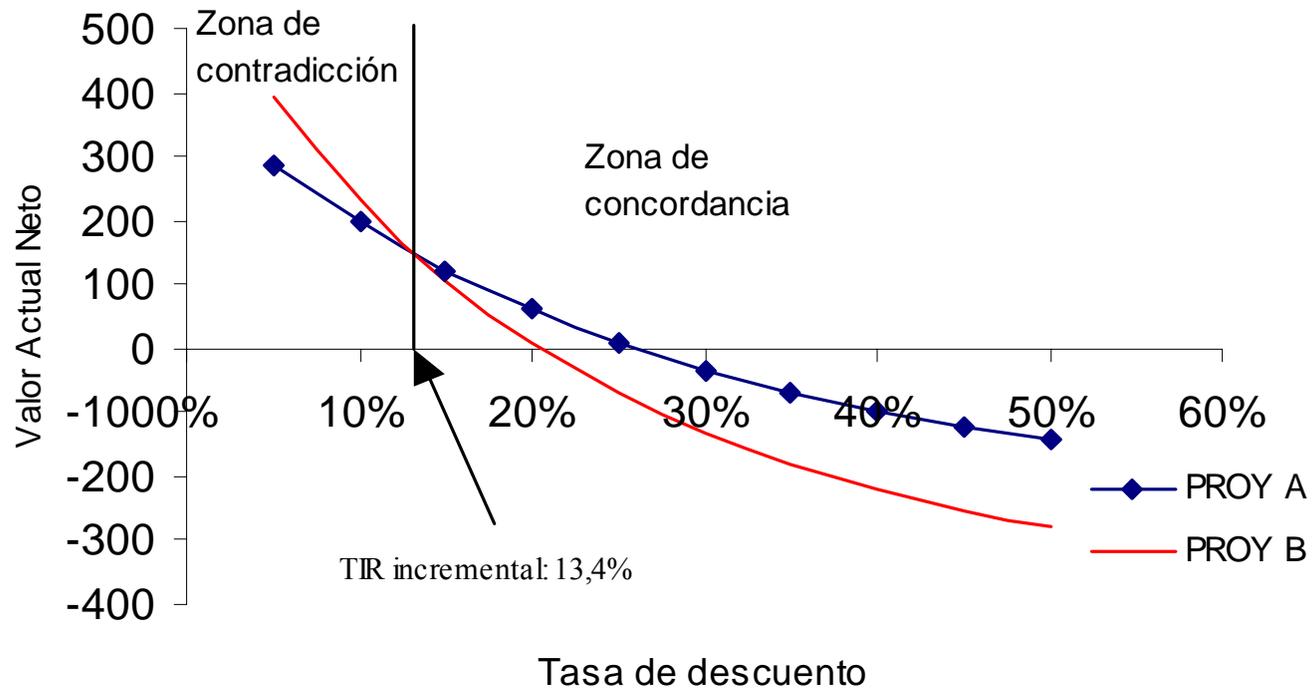
| Proyecto | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | VAN al 10% | TIR  | TIRM |
|----------|-------|-------|-------|-------|------------|------|------|
| A        | -100  | 400   | 0     | 0     | \$ 263,64  | 300% | 300% |
| B        | -200  | 700   | 0     | 0     | \$ 436,36  | 250% | 250% |
| B-A      | -100  | 300   | 0     | 0     | \$ 172,73  | 200% | 200% |

| Proyecto | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | VAN al 10% | TIR    | TIRM   |
|----------|-------|-------|-------|-------|------------|--------|--------|
| A        | -1000 | 800   | 500   | 100   | \$ 215,63  | 25,99% | 17,40% |
| B        | -1000 | 100   | 500   | 1000  | \$ 255,45  | 20,44% | 18,70% |
| B-A      | 0     | -700  | 0     | 900   | \$ 39,82   | 13,39% | 12,20% |

| VAN y TIR sin vida común |        |                   |       |       |                   |        |            |        |     |
|--------------------------|--------|-------------------|-------|-------|-------------------|--------|------------|--------|-----|
| Proyecto                 | Año 0  | Año 1             | Año 2 | Año 3 | Año 4             | TIR    | VAN al 10% | TIRM   |     |
| A                        | -1.000 | 400               | 500   | 600   | 0                 | 23,40% | 243,4      | 17,78% |     |
| B                        | -1.000 | 200 a perpetuidad |       |       |                   |        | 20%        | 1.000  | 20% |
| B-A                      | 0      | -200              | -300  | -400  | 200 a perpetuidad | 29,95% | 1269,72    |        |     |

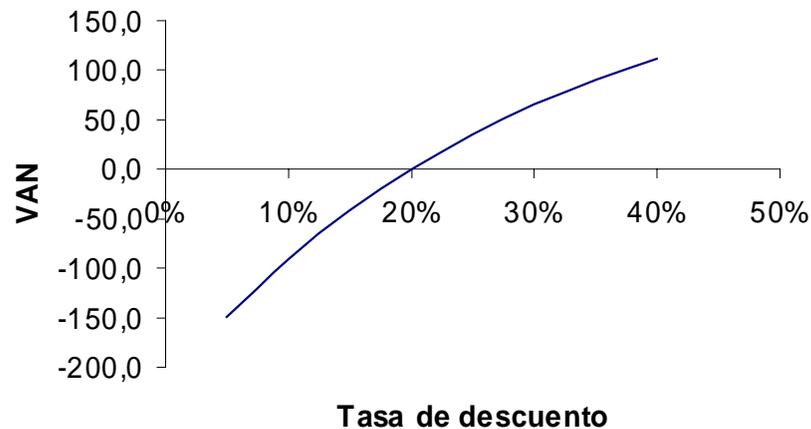
Para calcular en clase

# VAN vs TIR



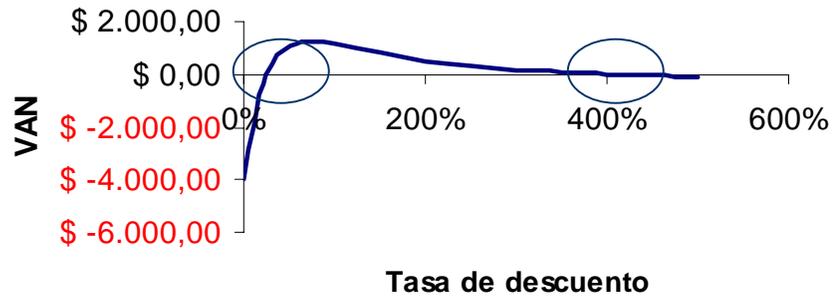
# Mismo resultado con inversión de signos en el cash flow

| Proyecto | Año 0 | Año 1 | VAN al 10% | TIR |
|----------|-------|-------|------------|-----|
| X        | -1000 | 1200  | 90,91      | 20% |
| Z        | 1000  | -1200 | -90,91     | 20% |

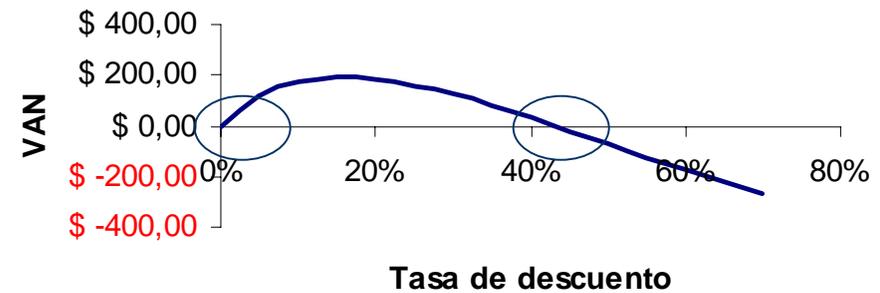


# TIR múltiples o ausencia de TIR

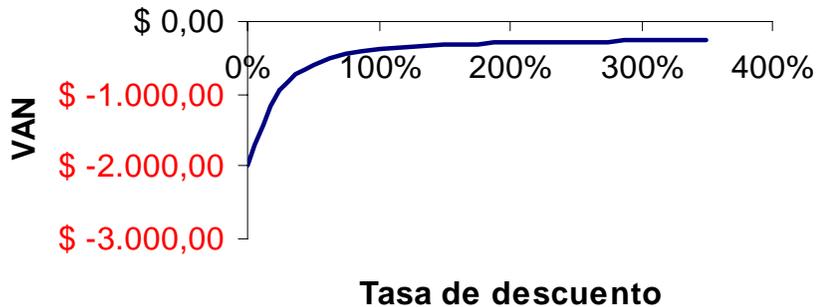
Proyecto E



Proyecto F



Proyecto G



# La TIR y la estructura temporal de la tasa de interés

¿Comparamos la TIR contra la tasa del primer año, o con la del segundo año? ¿O con la del tercero? O...

# TIR y VAN con flujos de fondos irregulares

30 días      60 días

| 31/12/01 | 30/01/02 | 31/03/02 | VAN al 10% | TIR    |
|----------|----------|----------|------------|--------|
| -1000    | 520      | 520      | \$ 23,9    | 27,10% |

Cuando es fácil establecer un período mínimo común, la reperiodización es muy fácil. En el ejemplo, el primer flujo se produce al final del primer mes, y el segundo dos meses después. Podemos redefinir el flujo en períodos mensuales, dándole valor cero al segundo mes, y de esa forma calcular la TIR y el VAN con períodos mensuales:

$$1000 = \frac{520}{(1+TIR)} + \frac{0}{(1+TIR)^2} + \frac{520}{(1+TIR)^3}$$

↙ 27,1%

$$VAN = -1.000 + \frac{520}{(1+k)} + \frac{0}{(1+k)^2} + \frac{520}{(1+k)^3} = \$23,9$$

# El free cash flow y el WACC

$$V = \frac{FCF_1}{(1+WACC)} + \frac{FCF_2}{(1+WACC)^2} + \frac{FCF_3}{(1+WACC)^3} + \dots + \frac{FCF_T}{(1+WACC)^T} + \frac{FCF_{T+1}}{(WACC - g)} \times \frac{1}{(1+WACC)^T}$$

Valor de la continuidad del negocio  
(usamos la fórmula de la perpetuidad creciente)

Valor presente del período de proyección explícito

Valor continuo del período de proyección implícito, descontado por T períodos

$$V = PV\ FCF\ explícito + PV\ Valor\ continuo$$

*(En las economías emergentes, suele sumarse una prima por riesgo país en la tasa de descuento)*

# Proyectos con diferente vida: cuando la regla directa del VAN falla

| Proyecto   | VAN y TIR sin vida común |        |        |        |        |        |             |        | Vida común 4 años |             |        |
|------------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|--------|-------------------|-------------|--------|
|            | Año 0                    | Año 1  | Año 2  | Año 3  | Año 4  | TIR    | VAN al 10%  | TIRM   | TIR               | VAN al 10%  | TIRM   |
| A (4 años) | -40.000                  | 8.000  | 14.000 | 15.000 | 17.000 | 11,80% | \$ 1.567,21 | 11,20% | 11,77%            | \$ 1.567,20 | 11,20% |
| B (2 años) | -20.000                  | 10.000 | 15.000 | -      | -      | 15,10% | \$ 1.352,37 | 11,60% | 15,14%            | \$ 2.470,00 | 12,00% |

Usted puede consultar en "Cálculo Financiero Aplicado" (La Ley, 2003) o en "Finanzas Corporativas" (Grupo Guía, 2003) el procedimiento para cálculos con Excel y otros problemas utilizando la función Solver.

# Proyectos en breakeven: ¿qué hacer?

Los proyectos A y B son mutuamente excluyentes. Existe contradicción entre el VAN y la TIR, pero la TIR incremental es igual al costo de capital. Las otras medidas de rentabilidad son contradictorias. ¿Cómo lo resolvemos?

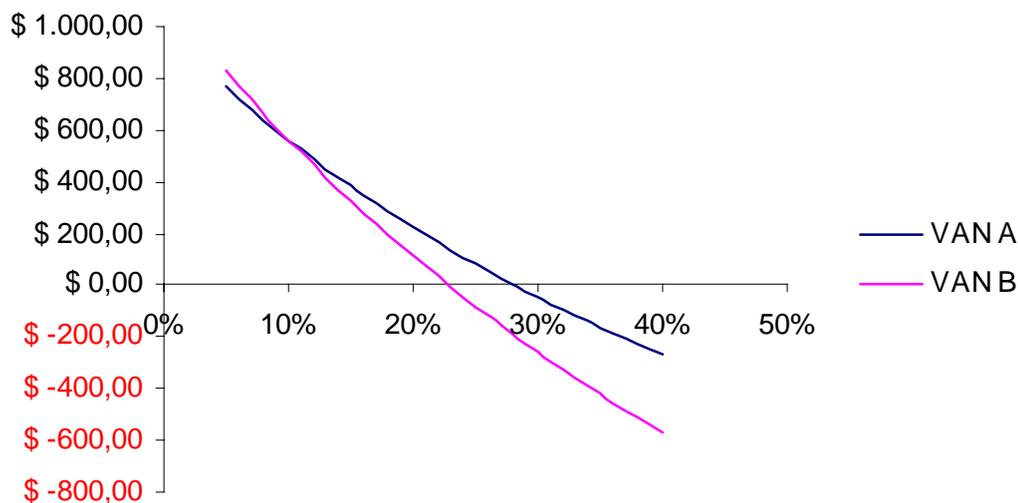
| Proy | 0      | 1     | 2     | TIR   | VAN al 10% | TIRM  | IR   | PAYBACK | Disc Payback | VAN /Inversión | Duration | Durat.modif |
|------|--------|-------|-------|-------|------------|-------|------|---------|--------------|----------------|----------|-------------|
| A    | -2.000 | 1.000 | 2.000 | 28,1% | 561,98     | 24,5% | 1,28 | 1,50    | 1,66         | 28,1%          | 1,61     | 1,26        |
| B    | -4.000 | 4.000 | 1.120 | 22,8% | 561,98     | 17,5% | 1,14 | 1,00    | 1,39         | 14,0%          | 1,19     | 0,97        |
| B-A  | -2.000 | 3.000 | -880  | 10,0% | 0,00       | 7,0%  | 1,00 | 0,67    |              | 0,0%           |          |             |

| Método             | Elección |
|--------------------|----------|
| VAN                | Empate   |
| TIR                | A        |
| TIR incremental    | Iguales  |
| TIRM               | Empate   |
| Payback            | B        |
| Payback descontado | B        |
| VAN/Inversión      | A        |

# Proyectos en breakeven: ¿qué hacer?

A la tasa del 10%, que es el costo del capital y coincide con la TIR incremental, los proyectos A y B tienen el mismo VAN. Si la tasa fuera mayor al 10% la elección recaería sobre A y viceversa.

Un información adicional puede obtenerse pensando que pasa si la tasa varía. Para ello, calculamos la Duration y la Duration modificada de ambos proyectos. Siendo de 1,26 y 0,97 para A y B respectivamente, el proyecto A muestra mayor riesgo para cambios en la tasa de interés.



# Las técnicas de evaluación: balance

- El VAN (como regla de aplicación directa) es la técnica que se equivoca con menor frecuencia.
- La regla de la TIR, aplicada directamente, puede conducir a error en la decisión. Cuando dicha regla se modifica convenientemente (caso de la TIR incremental o a veces la TIR modificada) la mayoría de estos problemas desaparecen.
- La TIR todavía puede tener una ventaja si pensamos que podemos calcularla sin tener que pasar primero por el cálculo del costo del capital (un proceso que consume tiempo, esfuerzo y que en el mejor de los casos se tiene una estimación)
- Los otros métodos no son recomendables, y mucho menos, utilizarlos como método de “desempate” entre el VAN y la TIR, pues como vimos, conducen a una decisión equivocada.