

# IN42A-3

Francisco J. Errandonea

[ferrando@sinvest.cl](mailto:ferrando@sinvest.cl)

Abril 2005

# Indicadores

# Indicadores de Evaluación de Proyectos

- Los indicadores de evaluación de proyectos son índices que nos ayudan a determinar si un proyecto es o no conveniente para un inversionista
- Permiten jerarquizar (ordenar) los proyectos de una cartera de inversión
- Permiten optimizar distintas decisiones relevantes del proyecto (ubicación, tecnología, momento óptimo para invertir o abandonar, etc.)
- Las variables necesarias son: los flujos de caja del proyecto ( $F_t$ ), la tasa de descuento o costo de oportunidad del capital ( $r$ ), y el horizonte de evaluación ( $n$ ).

# Flujos de caja

- Flujo de caja: Pago neto, líquido , en caja, en un determinado período, que recibe el inversionista para el cual se evalúa el proyecto.
- En términos simples son los pagos recibidos por las ventas, menos los costos de producir el bien o el servicio (+ impuestos + ...)
- La estructura de los flujos de caja se estudia en próximamente en el curso.

# Costo de Oportunidad

- Rentabilidad que entrega el mejor uso alternativo al capital empleado en el proyecto.
- Los inversionistas son “aversos al riesgo”, por lo que buscan una compensación al asumir mayor riesgo.
- Entonces, el costo de oportunidad relevante para una inversión, es la rentabilidad que ofrece el capital invertido en el mejor uso alternativo, para el mismo nivel de riesgo.

# Costo de Oportunidad

- Rentabilidad que entrega el mejor uso alternativo al capital empleado en el proyecto.
- Los inversionistas son “aversos al riesgo”, por lo que buscan una compensación al asumir mayor riesgo.
- **Entonces, el costo de oportunidad relevante para una inversión, es la rentabilidad que ofrece el capital invertido en el mejor uso alternativo, para el mismo nivel de riesgo.**

# Costo de Oportunidad

- Rentabilidad que entrega el mejor uso alternativo al capital empleado en el proyecto.
- Los inversionistas son “aversos al riesgo”, por lo que buscan una compensación al asumir mayor riesgo.

**Entonces, el costo de oportunidad relevante para una inversión, es la rentabilidad que ofrece el capital invertido en el mejor uso alternativo, para el mismo nivel de riesgo.**

# Costo de Oportunidad

- **Ejemplo:**
  - Depósito a plazo en un banco en UF
  - Proyecto minero
- Tienen distintos riesgos, por lo que la rentabilidad exigida para cada uno es distinta.
- El mercado indica cual es la rentabilidad exigible para cada nivel de riesgo → Existe un precio del riesgo que determina el mercado.



# Indicadores de Evaluación de Inversiones

- Índices que ayudan a determinar si un proyecto es o no conveniente para un inversionista.
- Permiten además el jerarquizar proyectos y optimizar decisiones del proyecto (ubicación, tecnología, momento, etc.)
- Las variables necesarios son: Flujos de caja, tasa de descuento y horizonte de evaluación.

# **Indicadores de Evaluación de Inversiones**

- VPN: Valor presente neto.
- TIR: Tasa interna de retorno.
- PRC: Período de recuperación de capital.
- RCM: Rentabilidad contable media.
- IR: Índice de rentabilidad.
- EVA: Valor económico agregado.
- BAUE: Beneficio anual uniforme equivalente.
- CAUE: Costo anual uniforme equivalente.

# Valor Presente Neto (VPN)

- Mide el aporte económico de un proyecto a sus inversionistas, reflejando el aumento o disminución de la riqueza de éstos.
- Otros nombres: Valor actual neto (VAN), Valor neto descontado (VND), Beneficio neto actual (BNA)

# Valor Presente Neto (VPN)

$$VPN = \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+r_t)^t}$$



Depende de los flujos de caja y de la tasa de descuento para cada período.

# **Valor Presente Neto (VPN)**

- Por lo tanto:
  - VPN es el excedente que queda para el (los) inversionistas, después de haber recuperado la inversión y el costo de oportunidad de los recursos utilizados.

# Valor Presente Neto

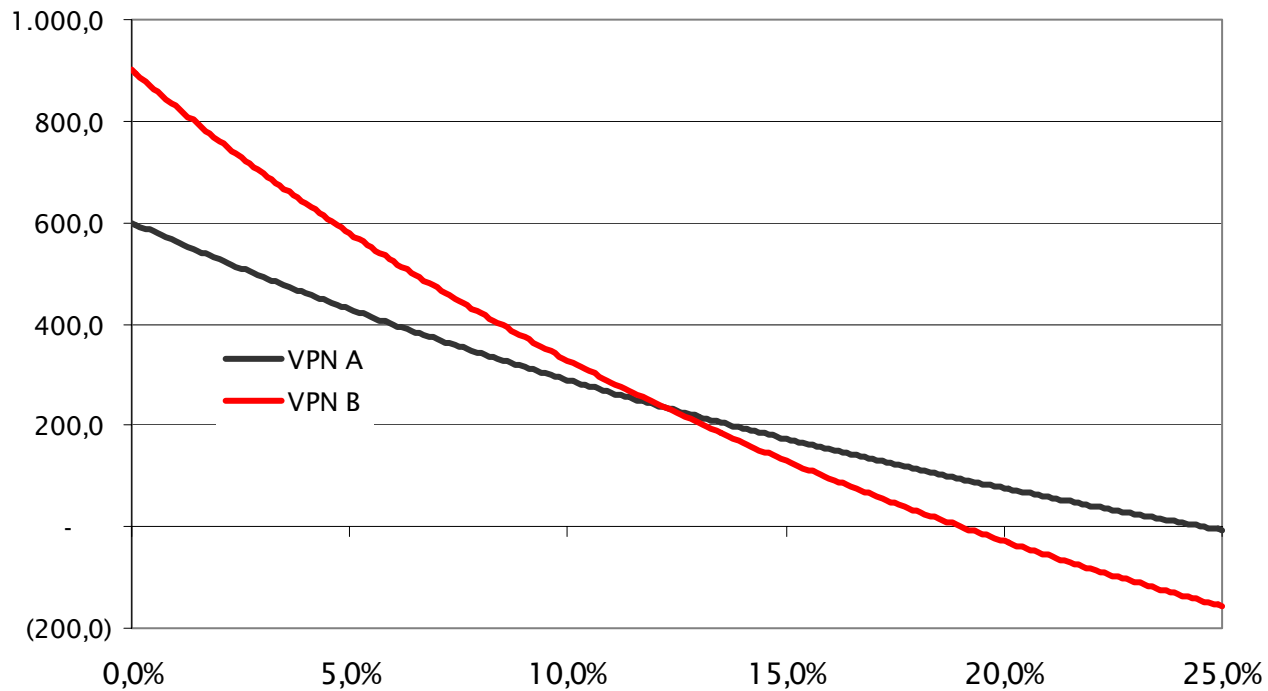
## Criterio de decisión:

**$VPN > 0 \rightarrow$  Conviene hacer el proyecto.**

**$VPN=0 \rightarrow$  Indiferente.**

**$VPN < 0 \rightarrow$  No conviene hacer el proyecto.**

	0	1	2	3	4	5
Proyecto A	-1000	700	300	200	100	300
Proyecto B	-1000	100	300	300	300	900




Tasa de descuento



VPN

# Valor Presente Neto (VPN)

- Características fundamentales:
  - Fácil aplicación (en la teoría....)
  - Reconoce el valor temporal del dinero.
  - Depende únicamente del flujo de caja y el costo de oportunidad.
  - Propiedad aditiva:  
$$\text{VPN}(A+B) = \text{VPN}(A) + \text{VPN}(B)$$

  - Permite hacer ranking de proy.
  - Considera riesgo y tiempos.



# Valor Presente Neto (VPN)

- No sólo con beneficios, también con costos o gastos:
- Cuando hay 2 o + alternativas de proyecto **mutuamente excluyentes** y en las cuales sólo se conocen los gastos, también se ocupa el VPN.

# Valor Presente Neto (VPN)

- **EJEMPLO:** Si la tasa de descto. = 20%,  
dadas las alternativas de inversión A, B  
y C, seleccionar la más conveniente

	A	B	C
Inversión Inicial	(100.000)	(120.000)	(125.000)
Costo anual de operación Año 1	(10.000)	(12.000)	(2.000)
Costo anual de operación Año 2	(12.000)	(2.000)	(1.000)
Costo anual de operación Año 3	(14.000)	(2.000)	-

# Valor Presente Neto (VPN)

- **Metodología:**

1. Ordenar ascendentemente las alternativas de inversión.
2. Se sacan las diferencias entre la primera alternativa y la segunda.
3. Si el  $VPN < 0 \rightarrow$  la primera alternativa es mejor, de lo contrario se elige la segunda.
4. La mejor de las dos se compara con la siguiente ....
5. Hay que tomar la misma base de tiempo para todos los proyectos.

# Solución del Ejemplo

- Orden: A – B – C

	A	B	C
Inversión Inicial	(100.000)	(120.000)	(125.000)
Costo anual de operación Año 1	(10.000)	(12.000)	(2.000)
Costo anual de operación Año 2	(12.000)	(2.000)	(1.000)
Costo anual de operación Año 3	(14.000)	(2.000)	-

- Se compara A con B

	A	B	B-A
Inversión Inicial	(100.000)	(120.000)	(20.000)
Costo anual de operación Año 1	(10.000)	(12.000)	(2.000)
Costo anual de operación Año 2	(12.000)	(2.000)	10.000
Costo anual de operación Año 3	(14.000)	(2.000)	12.000
		VPN	(7.778)

# Solución del Ejemplo

- Ahora comparamos A con C

	A	C	C-A
Inversión Inicial	(100.000)	(125.000)	(25.000)
Costo anual de operación Año 1	(10.000)	(2.000)	8.000
Costo anual de operación Año 2	(12.000)	(1.000)	11.000
Costo anual de operación Año 3	(14.000)	(1.000)	13.000
		VPN	(2.593)

- Entonces, la mejor alternativa es la A.

# Tasa Interna de Retorno (TIR)

- Trata de medir la rentabilidad del proyecto, representando una medida de la rentabilidad media intrínseca.
- La TIR es la tasa que hace que el  $VPN=0$

## Regla de decisión

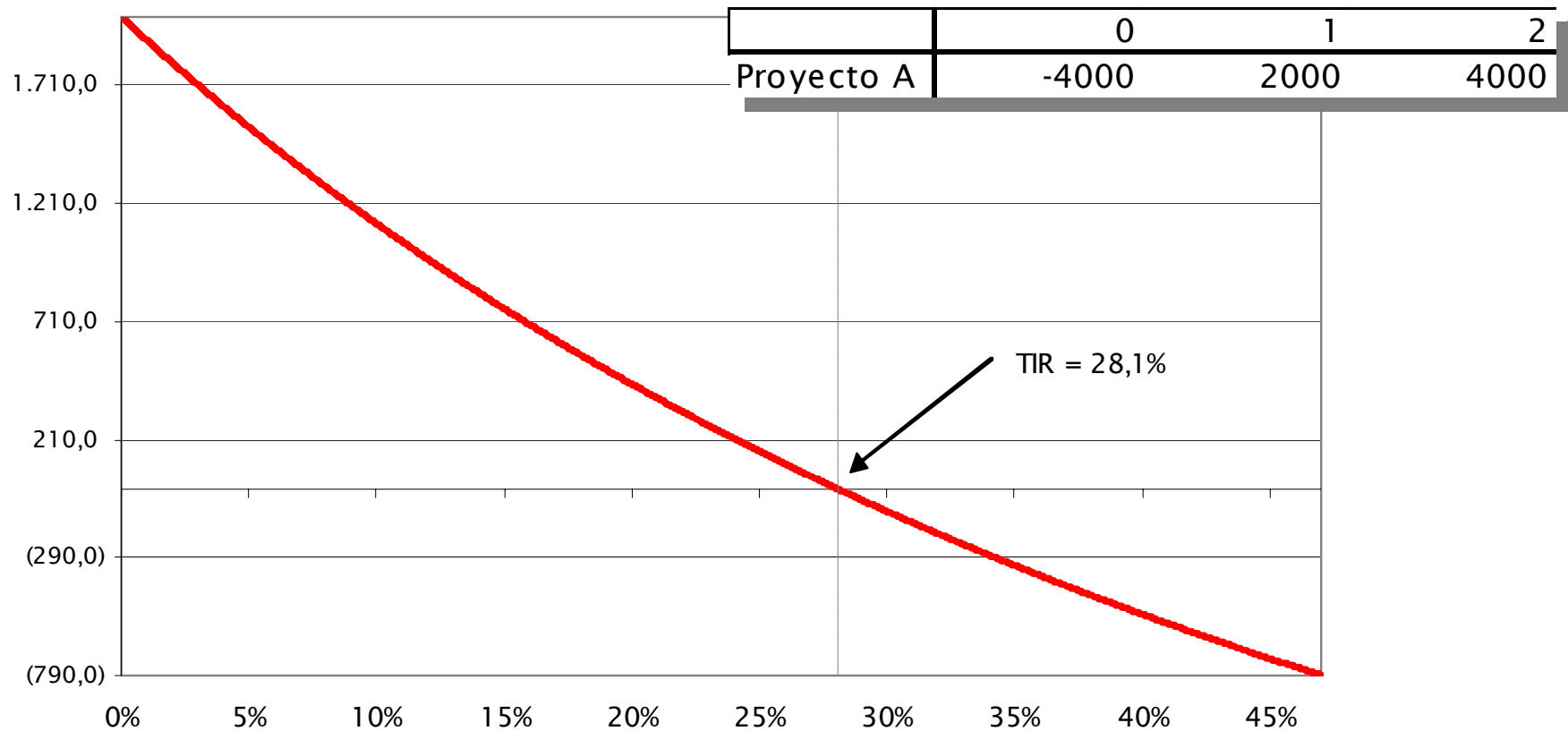
Se aceptan los proyectos en los que la TIR es mayor que la tasa de descuento

$$TIR > r$$

# Tasa Interna de Retorno (TIR)

- Ranking de proyectos: TIR más alta a TIR más baja (sólo si los proyectos tienen igual riesgo)
- La TIR tiene sentido sólo cuando se evalúa un proyecto puro, sin financiamiento.
- La TIR tiene múltiples problemas, aunque es más “fácil” de “entender”.

# Tasa Interna de Retorno (TIR)

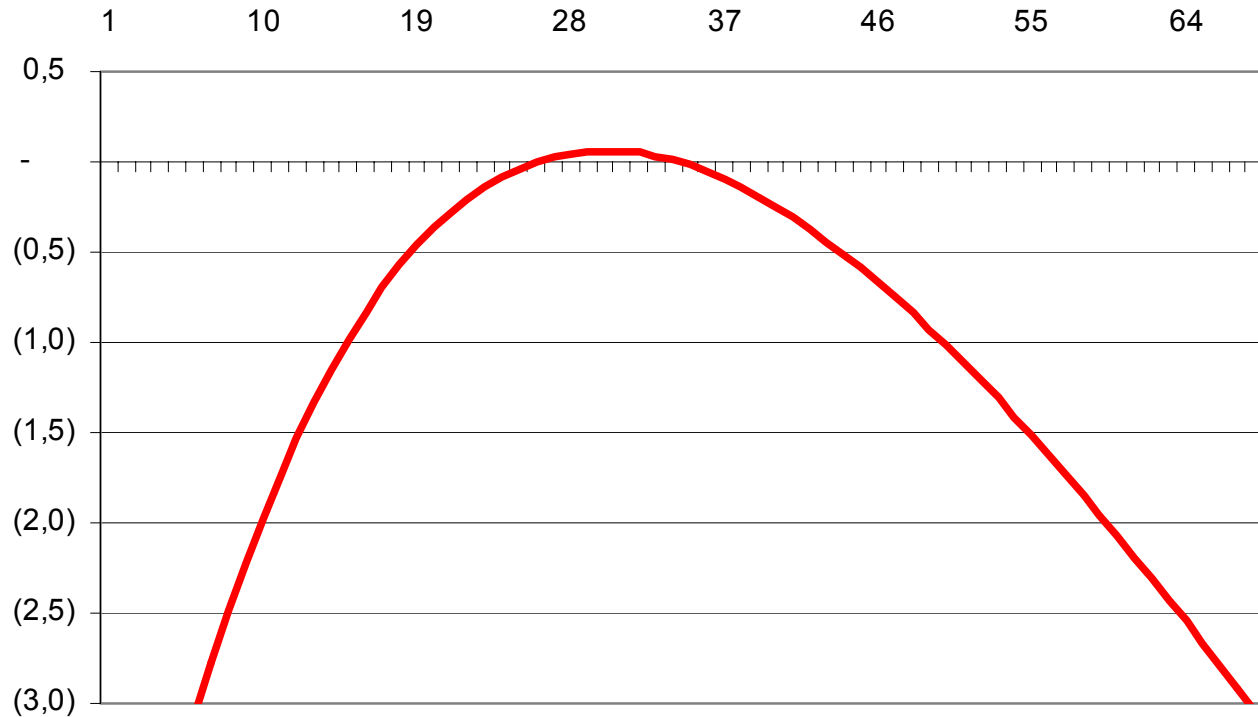




# Problemas de la TIR

- Proyecto minero, que requiere inversión de 60. El primer año generará un flujo de caja de 155, en el segundo año, la mina se queda sin reservas y hay que invertir 100 más para poder volver a producir.

# Problemas de la TIR



- Dos soluciones:  $TIR_1=33\%$  y  $TIR_2=25\%$

# Problemas de la TIR

- 1 Puede haber más de una TIR
  - Cuando un proyecto es simple (un solo cambio de signo) habrá una TIR.
  - Si hay dos o más cambios de signo, pueden existir varias tasas, en las que el  $VPN=0$ , y el indicador pierde sentido.
  - Hay proyectos en los que no existe la TIR, por ejemplo si todos los flujos son positivos.

# Problemas de la TIR

- 2 Proyectos con distinta vida útil. La TIR no permite comparar proyectos con distinta vida útil, aún cuando la inversión sea igual.
- Una forma de corregir el problema es calcular la TIR ajustada, suponiendo que los flujos se reinvierten a la tasa de descuento.

# Problemas de la TIR

- Ejemplo

	0	1	2	3	4	5	VPN @ 10%	TIR
Proyecto A	-1000	800	800	800	800	800	2.032,6	75%
Proyecto B	-1000	2500					1.272,7	150%

- Forma de solucionarlo: Reinvertir flujos hasta que queden con igual horizonte temporal → **TIR ajustada**

	0	1	2	3	4	5	VPN @ 10%	TIR
Proyecto A	-1000	800	800	800	800	800	2.032,6	75%
B ajustado	-1000	0	0	0	0	3660	1.272,7	30%

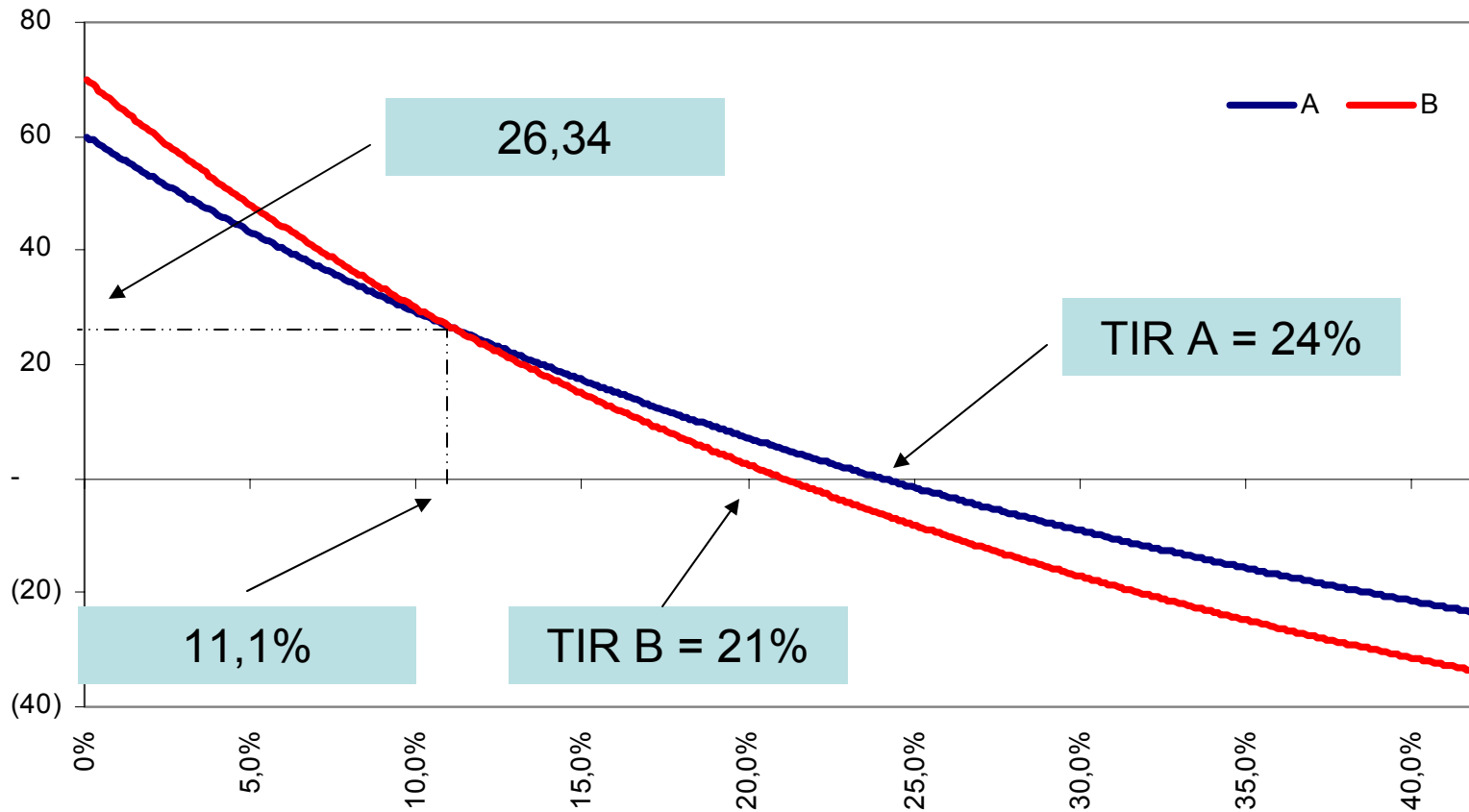
# Problemas de la TIR

- 2 Prestar o endeudarse
- 3 Costo de oportunidad varía con el tiempo
- 4 Proyectos mutuamente excluyentes:  
Independientes.

# Problemas de la TIR

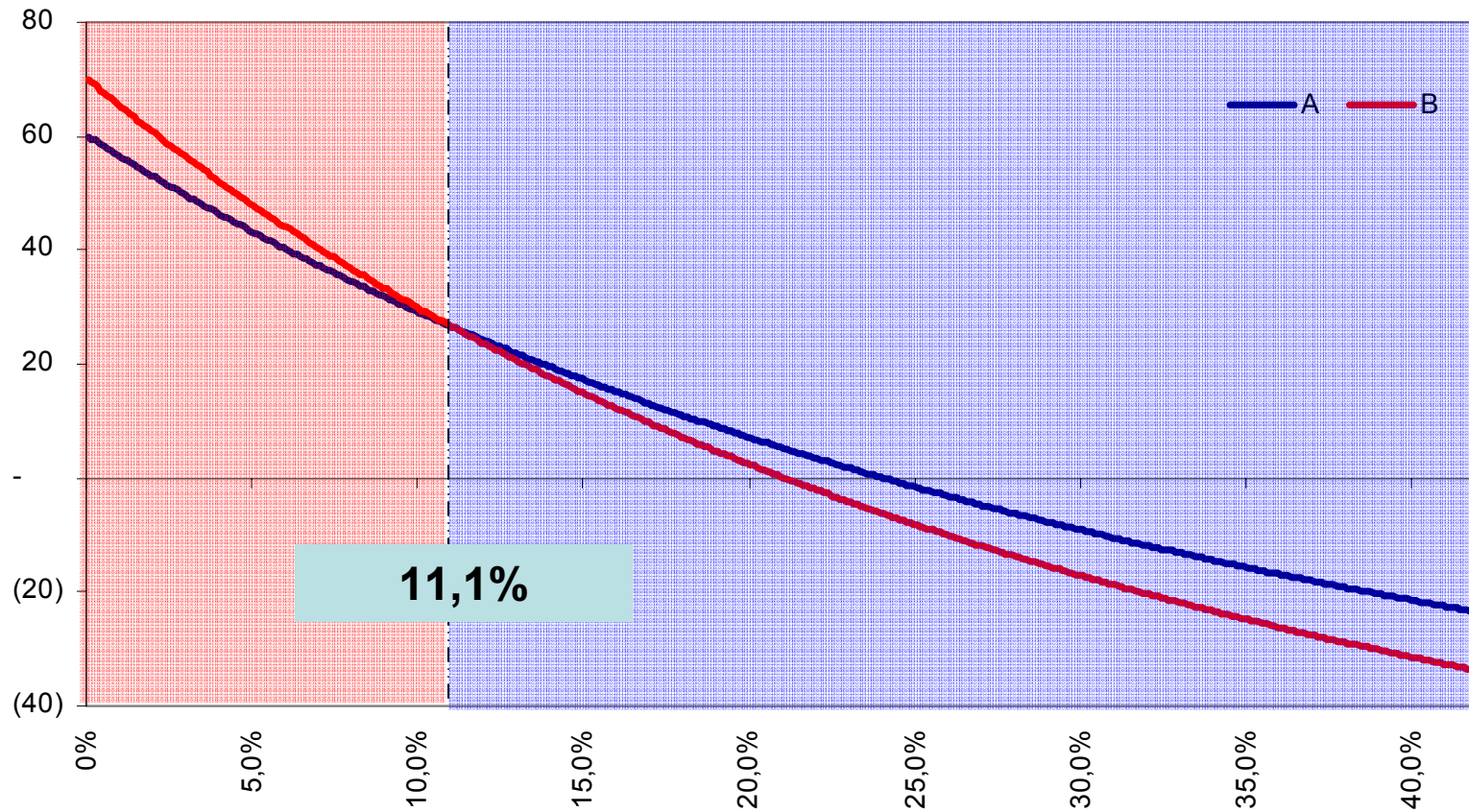
Año	A	B
0	-100	-100
1	50	20
2	40	40
3	40	50
4	30	60
TIR	24%	21%

# Problemas de la TIR





# Problemas de la TIR



# TIR

## VENTAJAS

- Muy cercana al VPN, generalmente (**no siempre**), se llega a conclusiones similares.
- Fácil de entender y comunicar.

## DESVENTAJAS

- No funciona con flujos de caja no convencionales
- Puede llegar a conclusiones equivocadas al comparar proyectos independientes

# Período de recuperación del capital

- También conocido como Payback Time
- Algunas empresas requieren que la inversión se recupere en un período determinado.
- El PRC se obtiene contando el número de períodos que toma igualar los flujos de caja acumulados.
- Si el PRC es menor que el máximo período definido por la empresa, entonces se acepta el proyecto.

# Período de recuperación del capital

- Ventajas:
  - Método simple y permite una aproximación de riesgo (menor PRC, menor riesgo).
- Desevntajas
  - No toma en cuenta el el valor temporal del dinero
  - Arbitrario
  - Debe ser usado sólo como indicador secundario
  - Se puede mejorar usando flujos descontados, pero sus principales defectos permanecen.

# Ejemplo: PRC

	A	B	C	D	E
0	-100	-200	-200	-200	-50
1	30	40	40	100	10
2	40	20	20	100	50.000
3	50	10	10	-200	
4	60		130	200	

# Ejemplo: PRC

	A	B	C	D	E
0	-100	-200	-200	-200	-50
1	30	40	40	100	10
2	40	20	20	100	50.000
3	50	10	10	-200	
4	60		130	200	
VPN @10%	38,9	-139,6	-50,8	-40,1	41.281

# PRC

## VENTAJAS

- Fácil de entender.
- Ajusta por la incertidumbre de los flujos más lejanos.
- Sesgado a liquidez.
- Usado para proyectos cotidianos, muy pequeños.

## DESVENTAJAS

- Ignora el valor temporal del \$.
- Requiere un período arbitrario de decisión.
- Ignora los flujos de caja después del período definido.
- Sesgado en contra de proyectos de LP (Ej: I+D)

# PRC descontado

## VENTAJAS

- Incluye el valor temporal del \$.
- Fácil de entender.
- No acepta proyectos con VPN negativos.
- Sesgado a liquidez.

## DESVENTAJAS

- Puede rechazar proyectos con VPN positivo.
- Requiere un período arbitrario de decisión.
- Ignora los flujos de caja después del período definido.
- Sesgado en contra de proyectos de LP (Ej: I+D)
- Cálculo complicado (Similar al VPN) → Conviene evaluar por el VPN.



# Rentabilidad contable media

- Cuociente entre utilidad contable promedio e inversión promedio.
- Problemas:
  - No considera el valor temporal del dinero (ocupa promedios)
  - Se basa en contabilidad y no en flujo de caja.
  - Le da mucha importancia a flujos distantes
  - Generalmente se compara con una medida arbitraria.

# Rentabilidad Contable Media

	1	2	3	4	5
Ingresos	433	450	267	200	133
Costos	200	150	100	100	100
Depreciación	100	100	100	100	100
Util. Antes Imptos	133	200	67	0	-67
Impuestos	33	50	17	0	-17
Utilidad Ejercicio	100	150	50	0	-50

# Rentabilidad Contable Media

$$\text{Utilidad Promedio} = (100 + 150 + 50 - 0 - 50) / 5 = 50$$

				4	5
				200	133
				100	100
				100	100
Depreciación	100	100	100	100	100
Util. Antes Imptos	133	200	7	0	-67
Impuestos	33	50	17	0	-17
Utilidad Ejercicio	100	150	50	0	-50

# Rentabilidad Contable Media

	1	2	3	4	5
Ingresos	433	450	267	200	133
Costos	200	150	100	100	100
Depreciación	100	100	100	100	100

Valor libro promedio  
 inversión =  $(500 + 0)/2 = 250$

0 -67

0 -17

0 -50

# Rentabilidad Contable Media

$$\text{Utilidad Promedio} = (100 + 150 + 50 - 0 - 50)/5 = 50$$

$$\text{Valor libro promedio inversión} = (500 + 0)/2 = 250$$

$$\text{RCM} = 50/250 = 20\%$$

# Rentabilidad Contable Media

## VENTAJAS

- Fácil de calcular
- La información que necesita es muy fácil de conseguir.

## DESVENTAJAS

- No es realmente una tasa de retorno
- Ignora el valor temporal del dinero
- Usa una tasa de comparación arbitraria.
- Se basa en valores contables y no de mercado o flujos de caja

# Beneficio / Costo

- También conocida como IR: índice de rentabilidad
- Se aceptan proyectos con  $IR > 1$
- Similar al VPN, puede llevar a error en proyectos excluyentes.

$$IR = \frac{\sum_{t=1}^N \frac{FC_t}{(1+r_t)^t}}{I_0}$$

# Beneficio / Costo

	0	1	IR	VAN @ 10%
Proyecto A	-100	200	1,82	82
Proyecto B	-10000	15000	1,36	3.636

- Ambos proyectos tiene buenos IR pero si son mutuamente excluyentes, debemos optar por el proyecto B que tiene mayor VAN, pero de acuerdo al IR habría que hacer el A



# Beneficio / Costo

- Solución: Calcular incrementalmente

Proyecto	0	1	IR	VAN @ 10%
B - A	-9900	14800	1,36	3.555

- B es mejor que A.

# IVAN

- El IVAN es una variación del índice de rentabilidad, que mide el valor presente del proyecto por unidad de inversión:

$$IVAN = \frac{VAN}{I_0} = IR - 1$$

- Se aceptan los proyectos con  $IVAN > 0$
- Si se utiliza correctamente, es equivalente al VAN
- Puede conducir a errores cuando estamos frente a proyectos excluyentes