

# IN42A-3

Francisco J. Errandonea

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

Abril 2005

IN42A – 03

Marzo 2005

## Indicadores

IN42A – 03

Marzo 2005

### 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

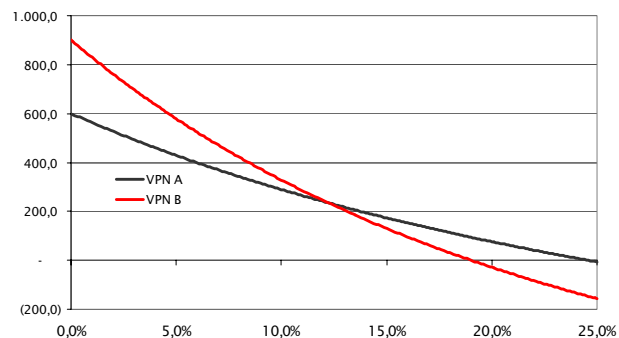
### Criterio de decisión:

$VPN > 0 \rightarrow$  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:  
 $VPN(A+B)=VPN(A)+VPN(B)$
  - 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 → la primera alternativa es mejor, de lo contrario se elije 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

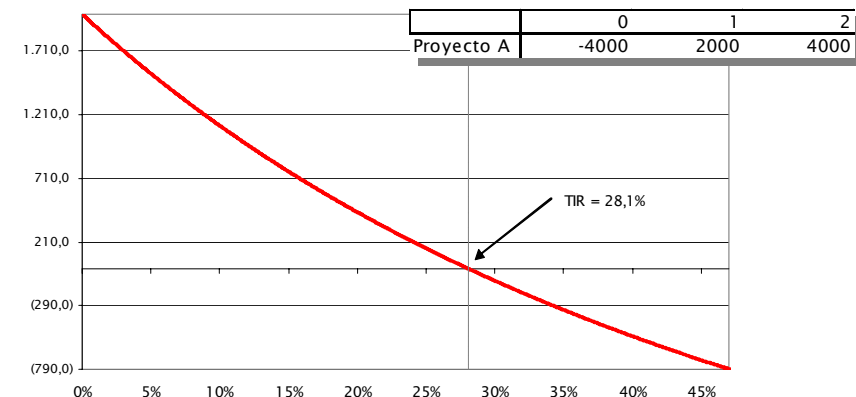
Se aceptan los proyectos en los que la TIR es mayor que la tasa de descuento

$$TIR > r$$

## 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”.

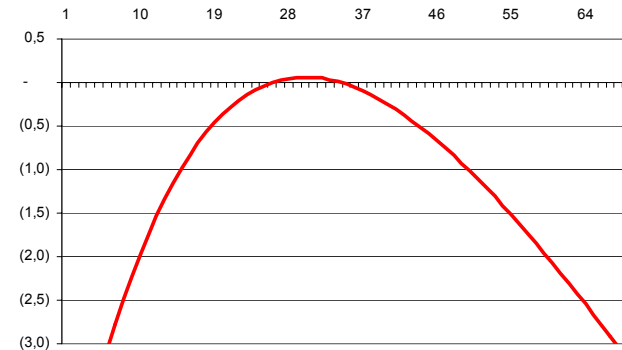
## Tasa Interna de Retorno (TIR)



## 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%

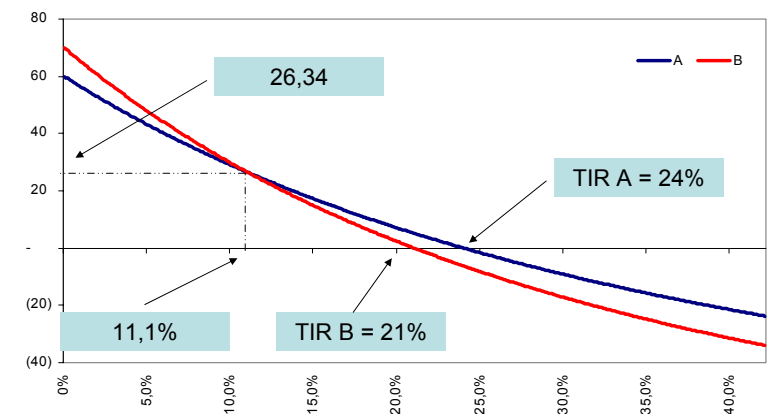
## Problemas de la TIR

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

## Problemas de la TIR

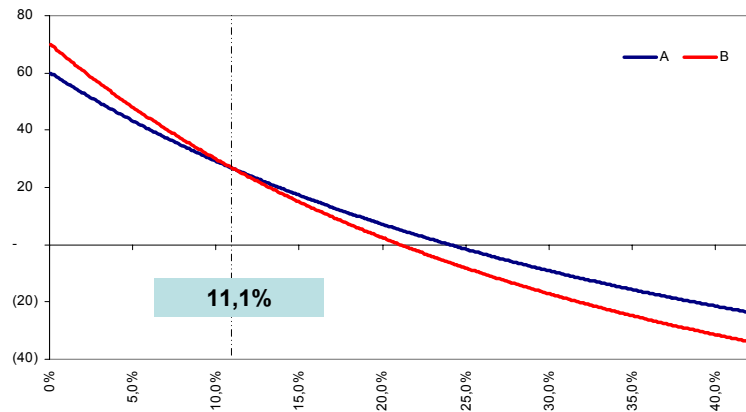
Año	A	B
0	-100	-100
1	50	20
2	40	40
3	40	50
4	30	60
<b>TIR</b>	<b>24%</b>	<b>21%</b>

## 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).
- Desventajas:
  - No toma en cuenta 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

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

	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

	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

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

## 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