

Indicadores

IN42A
Loreto Tamblay
Primavera 2008

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.)

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**.
 - 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

- VPN: Valor presente neto.
- TIR: Tasa interna de retorno.
- PRC: Período de recuperación de capital.
- IR: Índice de rentabilidad.
- BAUE: Beneficio anual uniforme equivalente.
- CAUE: Costo anual uniforme equivalente
- VPS: Valor presente al infinito

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

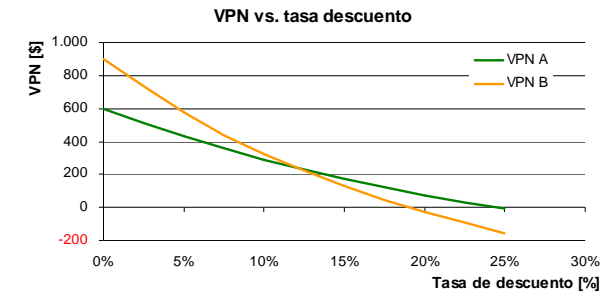
$$VPN = \sum_{t=1}^N \frac{FC_t}{(1+r)^t}$$

VPN > 0 → Conviene realizar el proyecto
 VPN = 0 → Indiferente
 VPN < 0 → No conviene realizar el proyecto

- 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.

VPN

	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

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

VPN

- No sólo con beneficios, también con costos o gastos:
- Cuando hay 2 o + alternativas de proyecto **mutuamente excluyentes** y las cuales sólo diferencian por gastos, también se ocupa el VPN.
- **Ejemplo:** Si la tasa de dcto. = 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	

VPN

■ 2 alternativas

- Calcular VPN para cada alternativa y escoger el mayor.

	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	
VPN	-124.769	-132.546	-127.361

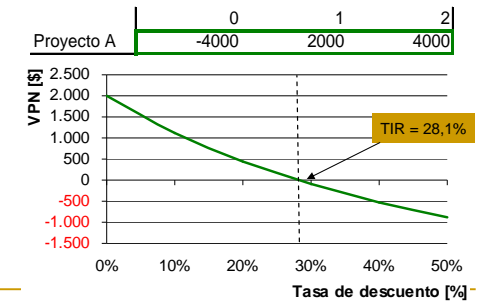
- Calcular el VPN para la diferencias entre las alternativas

	A	B	C	B-A	C-A
Inversión Inicial	-100.000	-120.000	-125.000	-20.000	-25.000
Costo anual de operación año 1	-10.000	-12.000	-2.000	-2.000	8.000
Costo anual de operación año 2	-12.000	-2.000	-1.000	10.000	11.000
Costo anual de operación año 3	-14.000	-2.000		12.000	14.000
VPN				-7.778	-2.593

TIR Tasa Interna de Retorno

- 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: $TIR > r$

- 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.



Problemas de la TIR

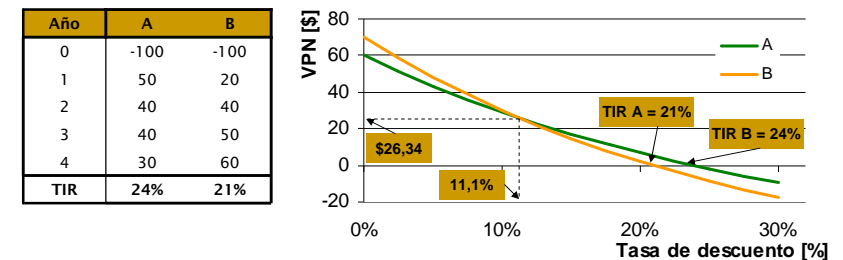
- La TIR no permite comparar proyectos con distinta vida útil, aún cuando la inversión sea igual.
- Una forma de corregir el problema es calcular la TIR ajustada, suponiendo que los flujos se reinvierten a la tasa de descuento.
- Ejemplo: $2500 * (1,1)^4 = 3660$

	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%

	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

- Costo de oportunidad varia con el tiempo
- Proyectos mutuamente excluyentes: Independientes.



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

PRC Periodo 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.

Año	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%)	39	-140	-51	-40	41.281

- NO considera el valor del dinero en el tiempo → se puede mejorar usando flujos descontados → PRC Descontado

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 dinero.
 - 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 dinero.
 - 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

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.

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

	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

IVAN

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

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

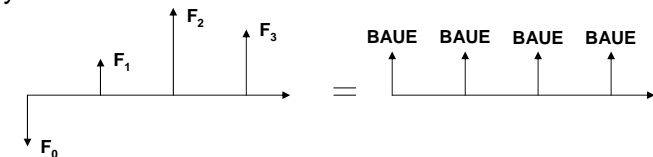
- Se aceptan los proyectos con $IVAN > 0$
- Si se utiliza correctamente, es equivalente al VAN
- Puede conducir a errores cuando estamos frente a proyectos excluyentes

Indicadores de Proyectos Repetibles

- Proyecto repetibles periódica o indefinidamente. Es decir, al cabo de la vida útil del mismo es posible repetir la inversión y obtener los mismos flujos.
- El problema surge en cómo comparar dos o más proyectos con distintas vidas útiles, en donde al menos uno de ellos es repetibles
 - BAUE
 - CAUE
 - VPS

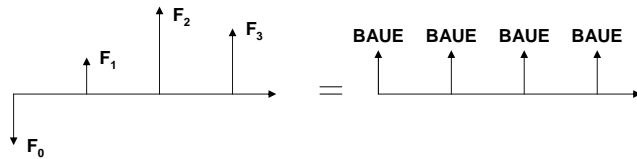
BAUE: Beneficio anual uniforme equivalente

- Este indicador encuentra un Flujo Constante (BAUE), el que si existiese, daría como resultado el VAN calculado del proyecto.



- Busca distribuir el VAN de cada proyecto con la tasa de costo de oportunidad del dinero en N cuotas iguales, siendo N el número de períodos de vida útil de cada proyecto \rightarrow cuota = BAUE

BAUE



$$VPN = F_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=1}^n \frac{BAUE}{(1+r)^t}$$

$$\rightarrow BAUE = VPN \cdot \left[\frac{r \cdot (1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \right]$$

- El criterio es elegir el proyecto con mayor BAUE (siempre que los proyectos tengan el mismo riesgo)

CAUE: Costo anual uniforme equivalente

- Si un proyecto existen alternativas de costo diferente y los ingresos no se ven afectados (son los mismos), se puede utilizar el CAUE para evaluar, que es lo mismo que considerar sólo los flujos de costos

$$\rightarrow CAUE = VPN_{Costos} \cdot \left[\frac{r \cdot (1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \right]$$

- El criterio es elegir el proyecto con menor CAUE (siempre que los proyectos tengan el mismo riesgo)

VPS: VPN compuesto (o al infinito)

- Sea un proyecto repetible con inversión F_0 y que genera N flujos F_t .

$$VPN(N,1) = F_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+r)^t}$$

- Si queremos comparar este proyecto repetible con otro no repetible, o con uno repetible pero con distinta vida útil, debemos calcular el VAN de los flujos de los sucesivos proyectos, hasta el infinito.
- Una forma práctica de hacer esto es calcular el VAN de la corriente infinita de VANs, lo que denominaremos $VAN(N, \infty)$ o VPS.

VPS

- Esto es lo mismo que calcular el valor de una anualidad por un monto $VAN(N, 1)$ que se paga cada N años, hasta el infinito

$$VPN(N;n) = VPN(N;1) + \frac{VPN(N;1)}{(1+r)^N} + \dots + \frac{VPN(N;1)}{(1+r)^{N \cdot n}}$$

$$VPN(N,n) = VPN(N,1) \cdot \left[\frac{1 - \left(\frac{1}{(1+r)^N} \right)^{n+1}}{1 - \frac{1}{(1+r)^N}} \right]$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} VPN(N,n) = VPN(N,1) \cdot \frac{(1+r)^N}{(1+r)^N - 1}$$

VPS

■ Ejemplo

Año	A	B
0	-10	-10
1	6	4
2	6	4
3		4,75
VPN (10%)	0,41	0,51

- Si los proyectos no son repetibles conviene el B
- Si los dos proyectos son repetibles infinitamente, me conviene el proyecto A

$$VPS_A = 0,41 \cdot \frac{(1+10\%)^2}{(1+10\%)^2 - 1} = 2,38 \quad VPS_B = 0,51 \cdot \frac{(1+10\%)^3}{(1+10\%)^3 - 1} = 2,05$$

- Si solo el proyecto A es repetible: $VPS_A=2,38$ $VPNB=0,51$
 - Si son y serán mis únicas alternativas de inversión, me conviene el proyecto A.
 - Se supone que una vez terminado el proyecto B, invierto mi capital a mi costo de oportunidad, lo cual tienen un $VPN = 0$

VPS

■ Ejemplo

Año	A	B
0	-10	-10
1	6	4
2	6	4
3		4,75
VPN (10%)	0,41	0,51

- Por otro lado, el BAUE de un proyecto infinito, es su anualidad $BAUE = r \cdot VPS$

- BAUE del proyecto infinito

$$BAUE_A = 10\% \cdot 2,38 = 0,238 \quad BAUE_B = 10\% \cdot 2,05 = 0,205$$

- Y el BAUE de un ciclo??

$$BAUE_A = 0,41 \cdot \left[\frac{10\% \cdot (1+10\%)^2}{(1+10\%)^2 - 1} \right] = 0,238 \quad BAUE_B = 0,51 \cdot \left[\frac{10\% \cdot (1+10\%)^3}{(1+10\%)^3 - 1} \right] = 0,205$$

- El BAUE entrega la misma conclusión que el VPS