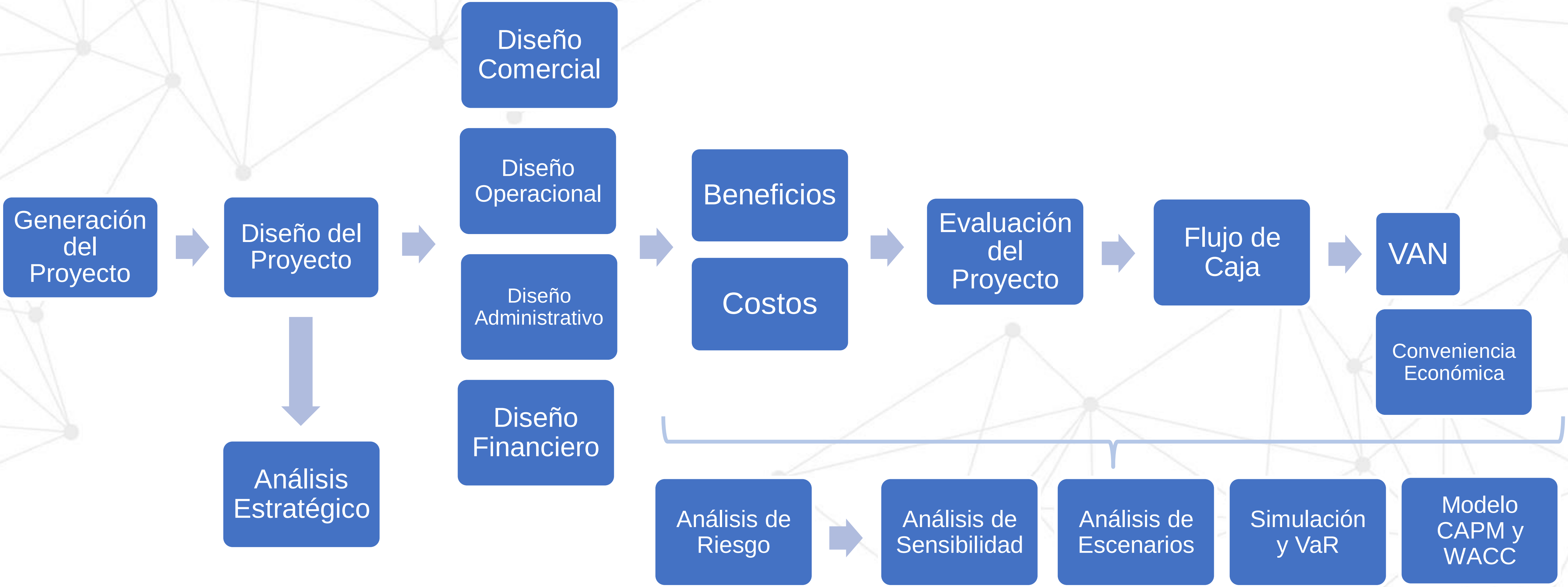
Evaluación de Proyectos [CI4152-1]

Optimización de Proyectos – Momento Óptimo de Inicio

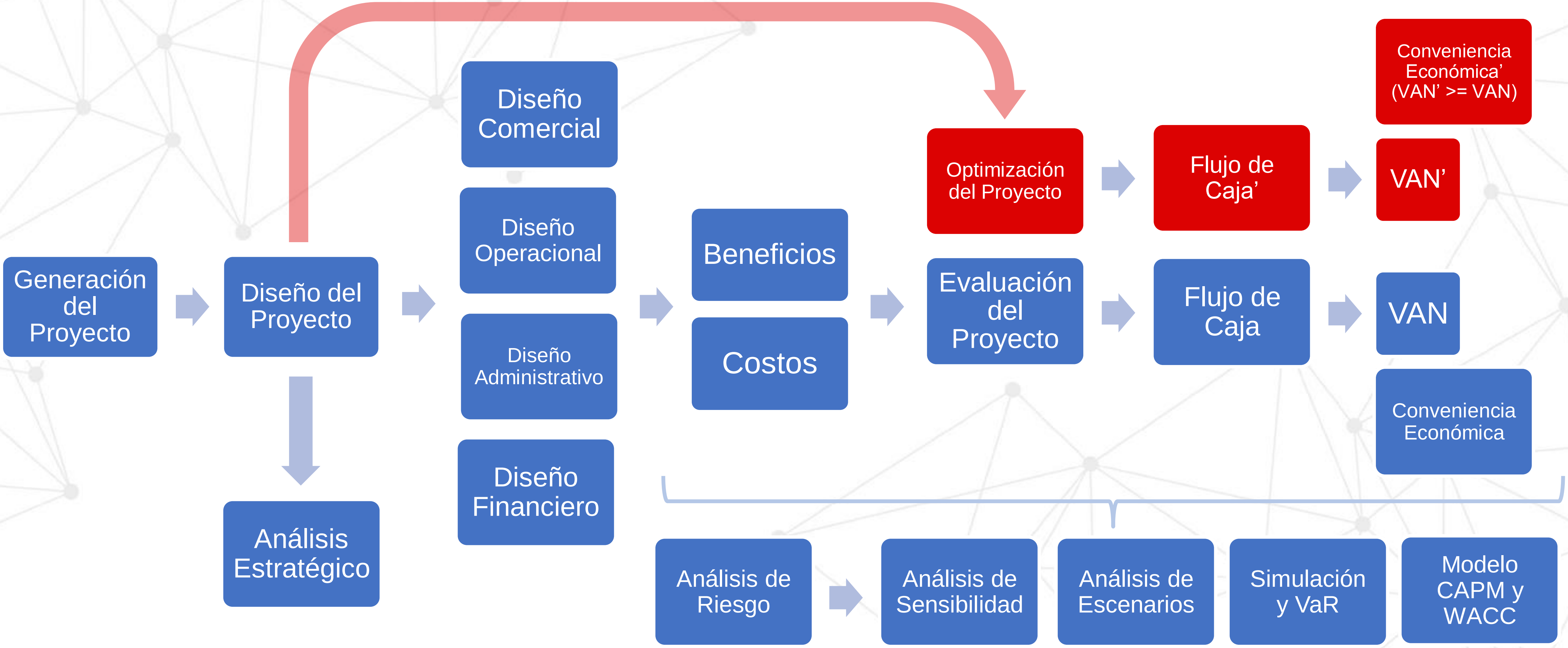
Semestre de Primavera 2025.

Profesor de Cátedra: Diego Gutiérrez Alegría.

Optimización de Proyectos



Optimización de Proyectos



Optimización de Proyectos

La optimización de proyectos se ha concebido para **determinar si los proyectos evaluados pueden o no tener una mayor rentabilidad que la obtenida en la evaluación privada de proyectos inicial**. Así, en base a los resultados obtenidos, es posible ofrecer recomendaciones concretas para mejorar el comportamiento de un proyecto o de una cartera de proyectos y lograr los resultados más convenientes.

Para el desarrollo de este proceso se emplea principalmente como criterio de evaluación el valor presente neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR), los que pueden ser integrados con otros criterios cuantitativos, así como también cualitativos. Esto permite contar con resultados que ayudan en la toma de decisiones para la obtención de una rentabilidad mayor.

Optimización de Proyectos

Entre los tipos de optimización, tenemos:

- **Momento Óptimo de Inicio.**
- Tamaño de la Inversión.
- Momento Óptimo de Término o Liquidación.
- Momento Óptimo de Reemplazo.
- Decisiones de Localización.
- Selección de Proyectos en una Cartera de Proyectos.

Momento Óptimo de Inicio

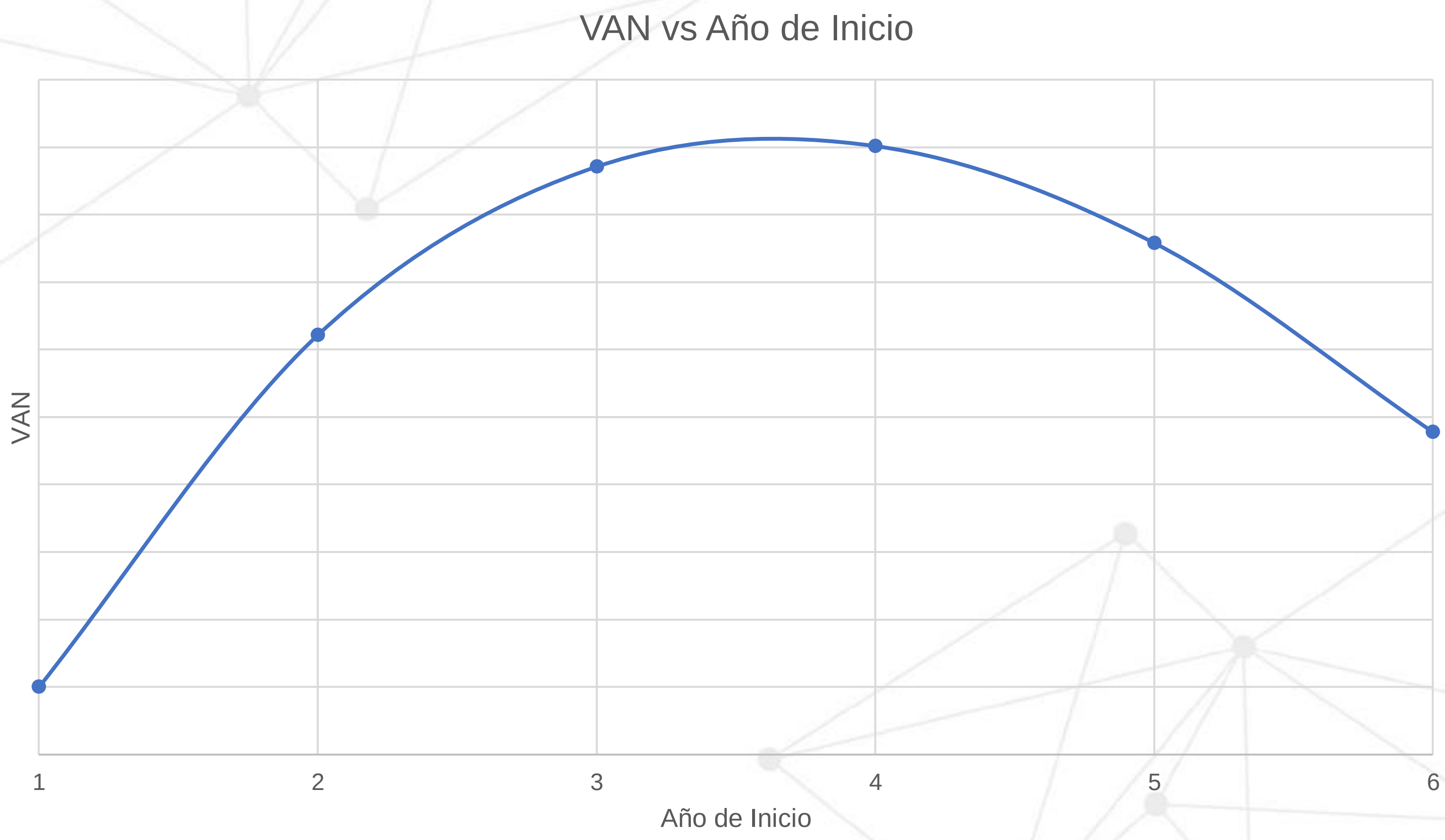
Ya hemos visto que, si el VPN del flujo de beneficios netos de una inversión es positivo, entonces es conveniente ejecutar el proyecto, pero este valor nada nos indica sobre el momento óptimo para hacerlo. Puede ocurrir que, aun siendo conveniente invertir hoy, lo sea aún más dentro de algunos periodos más.

Esta “mejor” conveniencia puede deberse a:

i. Cambios esperados en la tasa de descuento.
ii. Cambios en el flujo de beneficios netos del proyecto.

La manera de enfrentar esta situación es comparar el postergar el proyecto, versus la situación base, que es no postergar

Momento Óptimo de Inicio



Momento Óptimo de Inicio

Entonces, al comparar el postergar el proyecto, versus la situación base, que es no postergar, tendríamos dos VAN calculados. Un VAN 1 del proyecto postergado y el VAN 0 del caso base. Así, definimos el Delta VAN:

$$\Delta VAN = VAN_1 - VAN_2$$

Entonces:

Si: $\Delta VAN > 0 \rightarrow$ Postergo
Si: $\Delta VAN < 0 \rightarrow$ No Postergo y el proyecto debe realizarse HOY,

Momento Óptimo de Inicio

Primer supuesto: Inversión dura para siempre y los beneficios son en función del tiempo calendario, independientemente de cuando se construya el proyecto.

Entonces, cada año tendrá un flujo asociado. Estos flujos podrían tener una tasa de crecimiento definida asociada, por ejemplo, al aumento de la demanda producto del aumento poblacional en cierto lugar de interés.

Por ejemplo, definamos una tasa de crecimiento del 5% anual, representada en el siguiente vector de demanda:

Año	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Demanda	100,00	105,00	110,25	115,76	121,55	127,63	134,01

Momento Óptimo de Inicio

Entonces, si mi proyecto parte el 2024, la demanda a capturar será de 100 y los beneficios de mi proyecto estarán asociados a una demanda de 100.

Ahora, si mi proyecto parte el 2025, la demanda a capturar será de 105 y los beneficios de mi proyecto estarán asociados a una demanda de 105, aumentando los ingresos de mi proyecto.

¿Si los beneficios son crecientes, sería correcto afirmar que siempre conviene postergar? ¿Por qué?

Año	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Demanda	100,00	105,00	110,25	115,76	121,55	127,63	134,01

Momento Óptimo de Inicio

Volviendo con el supuesto, tenemos que el VAN 1 y VAN 2 pueden ser calculados de la siguiente forma:

$$VAN_0 = -I + \frac{F_1}{(1+r)} + \frac{F_2}{(1+r)^2} + \cdots + \frac{F_n}{(1+r)^n} + \cdots$$

$$VAN_1 = -\frac{I}{(1+r)} + \frac{F_2}{(1+r)^2} + \frac{F_3}{(1+r)^3} + \cdots + \frac{F_n}{(1+r)^n} + \cdots$$

Y calculando el Delta VAN, tenemos que:

$$\Delta VAN = VAN_1 - VAN_0$$

$$\Delta VAN = -\frac{I}{(1+r)} + I - \frac{F_1}{(1+r)} + \left(\frac{F_2}{(1+r)^2} - \frac{F_2}{(1+r)^2}\right) + \cdots$$

Momento Óptimo de Inicio

$$\Delta VAN = -\frac{I}{(1+r)} + I - \frac{F_1}{(1+r)} + \left(\frac{F_2}{(1+r)^2} - \frac{F_2}{(1+r)^2}\right) + \cdots$$

$$\Delta VAN = -\frac{I}{(1+r)} + I - \frac{F_1}{(1+r)}$$

$$\Delta VAN_{1,0} = \frac{r \cdot I - F_1}{(1+r)}$$

Momento Óptimo de Inicio

Lo anterior servía para el Delta VAN entre el VAN 1 y el VAN 0, ¿Pero es lo mismo para el Delta VAN entre el VAN 2 y el VAN 1?

$$VAN_1 = -\frac{I}{(1+r)} + \frac{F_2}{(1+r)^2} + \frac{F_3}{(1+r)^3} + \frac{F_4}{(1+r)^4} + \cdots + \frac{F_n}{(1+r)^n} + \cdots$$

$$VAN_2 = -\frac{I}{(1+r)^2} + \frac{F_3}{(1+r)^3} + \frac{F_4}{(1+r)^4} + \cdots + \frac{F_n}{(1+r)^n} + \cdots$$

Y calculando Delta VAN:

$$\Delta VAN = VAN_1 - VAN_0$$

$$\Delta VAN = -\frac{I}{(1+r)^2} + \frac{I}{1+r} - \frac{F_2}{(1+r)^2} + \left(\frac{F_3}{(1+r)^3} - \frac{F_3}{(1+r)^3}\right) + \cdots$$

Momento Óptimo de Inicio

$$\Delta VAN = -\frac{I}{(1+r)^2} + \frac{I}{1+r} - \frac{F_2}{(1+r)^2} + \left(\frac{F_3}{(1+r)^3} - \frac{F_3}{(1+r)^3}\right) + \cdots$$

$$\Delta VAN = -\frac{I}{(1+r)^2} + \frac{I}{1+r} - \frac{F_2}{(1+r)^2}$$

$$\Delta VAN_{2,1} = \frac{r \cdot I - F_2}{(1+r)^2}$$

Recordar:

$$\Delta VAN_{1,0} = \frac{r \cdot I - F_1}{(1+r)}$$

Momento Óptimo de Inicio

En general:

$$\Delta VAN_{i,i-1} = \frac{r \cdot I - F_i}{(1+r)^i}$$

De esta forma, podemos calcular los Delta VAN hasta que este se haga negativo (esto quiere decir que el VAN i+1 es menor al VAN i y se debe dejar de postergar, ergo, se llegó al momento óptimo de inicio).

De lo anterior, es claro que Delta VAN será negativo cuando:

$$F_i > r \cdot I$$

¡Y debemos dejar de postergar!

Momento Óptimo de Inicio

En resumidas cuentas:

Si $F_i > r \cdot I$, Invertir en i

Si $F_i < r \cdot I$, Postergar

De esta forma, el punto crítico será cuando el Delta VAN justo pase por cero (punto de inflexión entre invertir ahora o seguir postergando):

$$0 = \frac{r \cdot I - F_i}{(1+r)^i}$$

$$F_i = r \cdot I$$

Momento Óptimo de Inicio

Este punto de inflexión define un nuevo indicador llamado Tasa de Retorno Inmediato (TRI).

No confundir con la TIR.

$$0 = \frac{r \cdot I - F_i}{(1 + r)^i}$$

$$F_i = r \cdot I$$

Tasa de Retorno Inmediato (TRI):

$$TRI_i = \frac{F_i}{I}$$

Momento Óptimo de Inicio

Si la TRI es mayor a la tasa de costo de oportunidad, se cumple:

$$TRI_i = \frac{F_i}{I} > r$$

$$F_i > r \cdot I$$

Y recordar que: Si $F_i > r \cdot I$, Invertir en i

De esta manera, si los flujos son crecientes en el tiempo, siempre me convendrá invertir ahora apenas se cumpla esta condición.

Momento Óptimo de Inicio

Ejemplo: Usemos la misma demanda vista al comienzo de la clase, con utilidades netas de 270 CLP por cada unidad vendida y una tasa de descuento del 15%.

P.S.: Recordar que la tasa de crecimiento de la demanda es del 5%

Momento Óptimo de Inicio

	Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	Demanda	0	100,00	105,00	110,25	115,76	121,55	127,63	134,01	140,71
Año de Inicio Operación	1	$ -200.000	$ 27.000	$ 28.350	$ 29.768	$ 31.256	$ 32.819	$ 34.460	$ 36.183	$ 37.992
	2	$ -	$ -200.000	$ 28.350	$ 29.768	$ 31.256	$ 32.819	$ 34.460	$ 36.183	$ 37.992
	3	$ -	$ -	$ -200.000	$ 29.768	$ 31.256	$ 32.819	$ 34.460	$ 36.183	$ 37.992
	4	$ -	$ -	$ -	$ -200.000	$ 31.256	$ 32.819	$ 34.460	$ 36.183	$ 37.992
	5	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -200.000	$ 32.819	$ 34.460	$ 36.183	$ 37.992
	6	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -200.000	$ 34.460	$ 36.183	$ 37.992

Momento Óptimo de Inicio

Así, podemos calcular fácilmente el VAN, utilizando expresiones conocidas de la unidad de Matemáticas Financieras:

VP de Cuotas con Crecimiento:

$$VAN = \frac{C}{r-g} \cdot \left(1 - \left(\frac{1+g}{1+r}\right)^{n}\right)$$

Pero para proyectos que se proyectan al infinito (cumpliendo con la condición $g < r$):

$$VAN = \frac{C}{r-g}$$

Momento Óptimo de Inicio

Entonces el VAN 0 será:

$$VAN_0 = -200.000 + \frac{27.000}{0,15 - 0,05} = 70.000$$

De la misma forma, el VAN 1 será:

$$VAN_1 = \frac{-200.000 + \frac{28.350}{0,15 - 0,05}}{(1 + 0,15)} = 72.609$$

Opa, que el VAN creció al postergar el proyecto un año.

Momento Óptimo de Inicio

Hacemos eso para, por ejemplo, para las primeras 5 postergaciones, y calculamos manualmente sus Delta VAN:

		VAN	Delta VAN
Año de Inicio Operación	1	$ 70.000	$ 2.609
	2	$ 72.609	$ 1.248
	3	$ 73.856	$ 153
	4	$ 74.009	$ -718
	5	$ 73.291	$ -1.401
	6	$ 71.890	

Momento Óptimo de Inicio

Todo lo anterior se hizo calculado los VAN y Delta VAN de manera manual, pero podemos utilizar las fórmulas obtenidas.

Recordar:

$$\Delta VAN_{i,i-1} = \frac{r \cdot I - F_i}{(1+r)^i}$$

Entonces, podemos calcular los Delta VAN directamente. Por ejemplo, el Delta VAN entre el año 3 y 2:

$$\Delta VAN_{3,2} = \frac{0{,}15 \cdot 200.000 - 29.768}{(1+0{,}15)^3} = 153$$

Si se hace esto para cada par sucesivo de años, se tendrá el mismo vector Delta VAN que el calculado manualmente.

Momento Óptimo de Inicio

Ahora, fácilmente, podemos utilizar el punto de inflexión (del que se obtiene el indicador Tasa de Retorno Inmediato, para conocer de manera aún más rápida el Momento Óptimo de Inicio).

Calculamos la TRI para cada postergación:

Año	TRI
1	13,50%
2	14,18%
3	14,88%
4	15,63%
5	16,41%
6	17,23%

Ejemplo de cálculo:

$$TRI_4 = \frac{31.256}{200.000}$$

$$TRI_4 = 0{,}1563$$

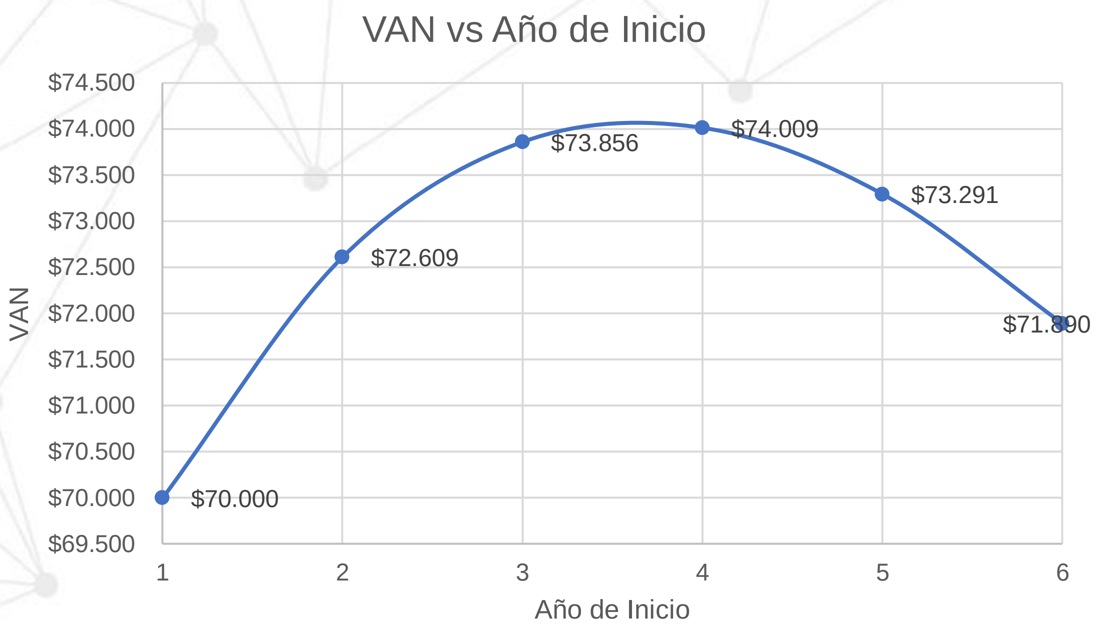
Entonces, la TRI supera la tasa de costo de oportunidad cuando se invierte en el año 3 y opera en el año 4. Encontramos inmediatamente nuestro momento óptimo de inicio.

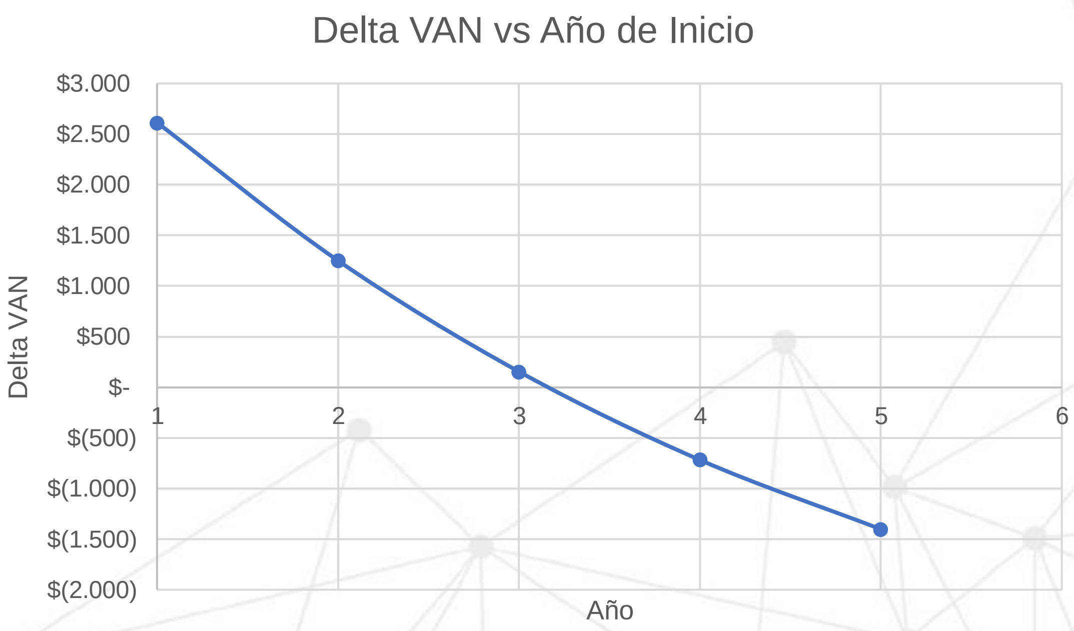
Momento Óptimo de Inicio

		VAN	Delta VAN
Año de Inicio Operación	1	$ 70.000	$ 2.609
	2	$ 72.609	$ 1.248
	3	$ 73.856	$ 153
	4	$ 74.009	$ -718
	5	$ 73.291	$ -1.401
	6	$ 71.890	

Año	TRI
1	13,50%
2	14,18%
3	14,88%
4	15,63%
5	16,41%
6	17,23%

Momento Óptimo de Inicio





Momento Óptimo de Inicio

Lo anterior es aplicable para mercados monopólicos, pues para mercados competitivos se pierde la llamada First Mover Advantage.

Beneficios de la First Mover Advantage:

- Desarrollo de tecnologías y aprovechamiento de curvas de crecimiento.
- Control de recursos y canales de distribución.

Ejemplos de mercados monopólicos: Una carretera, proyectos de agua potable, etc.

Momento Óptimo de Inicio

En el caso de proyectos con horizonte finito:

$$VAN_0 = -I + \frac{F_1}{(1+r)} + \frac{F_2}{(1+r)^2} + \cdots + \frac{F_n}{(1+r)^n}$$

$$VAN_1 = -\frac{I}{(1+r)} + \frac{F_2}{(1+r)^2} + \cdots + \frac{F_n}{(1+r)^n} + \frac{F_{n+1}}{(1+r)^{n+1}}$$

Y calculando Delta VAN:

$$\Delta VAN = VAN_1 - VAN_0$$

$$\Delta VAN_{1,0} = -\frac{I}{(1+r)} + I - \frac{F_1}{(1+r)} + \frac{F_{n+1}}{(1+r)^{n+1}} = \frac{r \cdot I - F_1}{(1+r)} + \frac{F_{n+1}}{(1+r)^{n+1}}$$

Momento Óptimo de Inicio

$$\Delta VAN_{1,0} = -\frac{I}{(1+r)} + I - \frac{F_1}{(1+r)} + \frac{F_{n+1}}{(1+r)^{n+1}} = \frac{r \cdot I - F_1}{(1+r)} + \frac{F_{n+1}}{(1+r)^{n+1}}$$

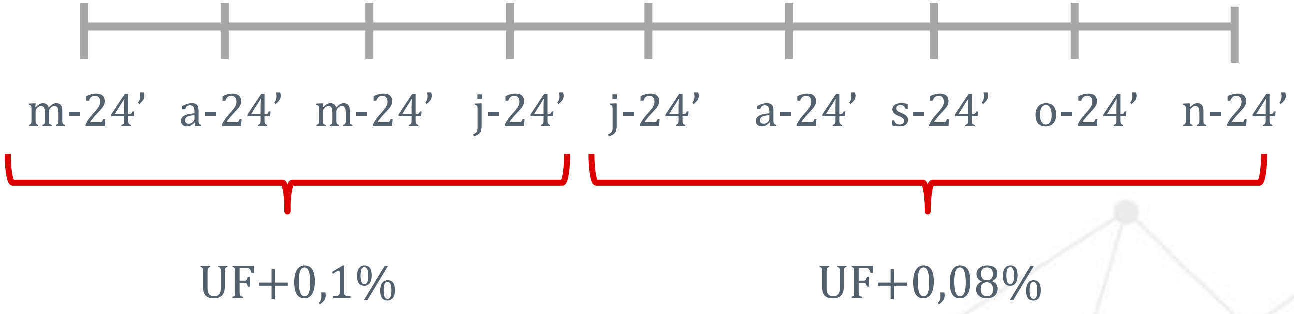
Para el caso anterior, debemos calcular el Delta VAN para cada año. Cuando se vuelve negativo, se debe invertir ahora.

También, existe la posibilidad que el costo de inversión sea en función del momento de inicio.

Momento Óptimo de Inicio

Otros factores que influyen en la decisión de selección del Momento Óptimo de Inicio:

- Cambios futuros en la tasa de descuento.



¿Factores que puedan afectar a futuro la tasa de costo de oportunidad?

¿Cambios en la TPM?

INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD DE CHILE