

¿Qué es el CEPEP?

El Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP), es un fideicomiso creado en el año de 1994 por el gobierno federal por conducto de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y administrado por el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (Banobras). Este centro tiene como propósito contribuir a optimizar el uso de los recursos destinados a la realización de proyectos y programas de inversión, así como la capacitación permanente en preparación y evaluación socioeconómica de proyectos, para todos los niveles de gobierno.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
INDICADORES DE RENTABILIDAD	1
1.1. Valor Presente Neto (VPN).....	1
1.2. Tasa Interna de Retorno (TIR).....	3
1.3. Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI).....	5
1.4. Valor Anual Equivalente o Costo Anual Equivalente	6
1.5. Relación Beneficio- Costo (B/C).....	7
1.6. Periodo de Recuperación (PR).....	9

INTRODUCCIÓN

Uno de los fines del Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP) es difundir, las técnicas de preparación, elaboración, ejecución, evaluación y seguimiento de los proyectos de inversión, incluyendo la distribución de materiales sobre dichos temas. Es por ello que el CEPEP, se ha dado a la tarea de diseñar y elaborar boletines informativos con el propósito de esclarecer temas específicos relacionados con la Evaluación Socioeconómica de Proyectos.

Para ello y a partir de la interacción que tiene el Centro con servidores públicos cuyas tareas están relacionadas con la estructuración y gestión de la formulación de las evaluaciones socioeconómicas de proyectos, se desarrolla el presente boletín, que aborda de manera específica la determinación de los indicadores de rentabilidad necesarios para decidir la conveniencia socioeconómica de realizar el programa o proyecto, como son el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI), mismos que se encuentran normados en los *Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión (Lineamientos)*, publicados por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Adicionalmente, se abordarán otros indicadores como el Periodo de Recuperación y la Relación Beneficio Costo; ofreciendo así una herramienta complementaria para la comprensión del tema, que contribuya a facilitar el proceso evaluación socioeconómica.

Es importante subrayar que el boletín no pretende ofrecer una metodología a profundidad, ni sustituir lo establecido en los *Lineamientos*. Para una referencia completa se sugiere consultar la Guía General para la Presentación de Estudios de Evaluación Socioeconómica de Programas y Proyectos de

Inversión, y las metodologías para la evaluación socioeconómica en sus diferentes sectores, que se encuentran en la página web del CEPEP.

INDICADORES DE RENTABILIDAD

Los *Lineamientos* tienen por objeto establecer los tipos de evaluaciones socioeconómicas que serán aplicables a los programas y proyectos de inversión que consideren realizar las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, siendo uno de éstos, el Análisis Costo-Beneficio, el cual deberá considerar el cálculo de los indicadores de rentabilidad: VPN, TIR y la TRI.

Un proyecto será rentable si, considerando la tasa de descuento relevante para el proyecto, el valor presente de los beneficios generados por el proyecto es mayor que el valor presente de los costos generados.

Lo anterior aplica tanto para evaluar proyectos desde la perspectiva privada como desde la perspectiva social, sin embargo, los beneficios y costos considerados para el cálculo de la rentabilidad de un proyecto son diferentes entre la evaluación social y la privada.

Una vez que se han identificado, cuantificado y valorado los costos y beneficios esperados del proyecto y se ha definido el flujo durante su ciclo de vida, se está en condiciones de determinar a través de indicadores, la rentabilidad del proyecto.

1.1. Valor Presente Neto (VPN)

El Valor Presente Neto (VPN)¹ de un proyecto es la suma de los beneficios netos futuros del proyecto actualizado a un año común a una tasa de descuento

¹ El VPN es equivalente a los conceptos de Valor Actual Neto (VAN) o Valor Actual de los Beneficios Netos (VABN).

relevante. En el caso de una evaluación privada será considerada la tasa de mercado.

La fórmula para estimar el VPN es la siguiente.

$$VPN = -I_0 + \sum \frac{B_n - C_n}{(1 + d)^n}$$

Y es igual a la diferencia entre el Valor Presente de los Beneficios del proyecto y el Valor Presente de los Costos del proyecto.

$$VPN = \sum \frac{B_n}{(1 + d)^n} - I_0 - \sum \frac{C_n}{(1 + d)^n}$$

Donde,

VPN = Valor Presente Neto

I = Inversión

B = Beneficios directos

C = Costos directos

d = Tasa de descuento o costo de oportunidad del dinero

n = Número de años del horizonte de evaluación

El VPN Social (VPNS) sintetiza en una sola cifra el valor social del proyecto al restar los costos socioeconómicos a los beneficios socioeconómicos una vez que ambos han sido debidamente actualizados con la Tasa Social de Descuento.

El cálculo del VPN Social tiene algunas variaciones sustantivas respecto al cálculo del VPN Privado.

$$VPNS = -I_0^* + \sum_{t=1}^n \frac{(B_i^* - C_i^*) + (BI_i - CI_i) + E_i}{(1 + d^*)^i}$$

Donde,

VPNS= Valor Presente Neto Social

I* = Inversión

B* = Beneficios directos

C* = Costos directos

BI = Beneficios indirectos

CI = Costos indirectos

d* = Tasa Social de Descuento

i = Número de años del horizonte de evaluación

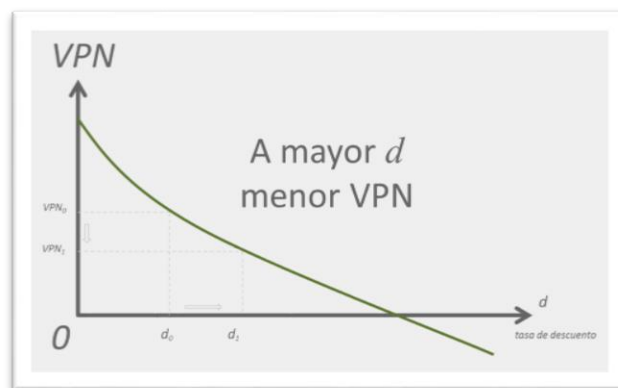
E = Externalidades

La Tasa Social de Descuento es el costo de oportunidad de utilizar fondos para financiar un proyecto con el que se pretende medir la rentabilidad de los proyectos.

Si el VPNS es mayor que cero (VPNS > 0) entonces se considerará que el proyecto es socialmente rentable y, por lo tanto, es conveniente realizarlo. Si el objetivo es el de jerarquizar entre distintas alternativas independientes de inversión entonces se priorizará a partir del proyecto que tenga un mayor VPNS.

Si el VPNS es igual a cero (VPNS = 0) será indiferente realizar el proyecto o invertir los recursos en la alternativa. Si el VPNS del proyecto es menor que cero (VPNS < 0) entonces el proyecto no es rentable socialmente y deberá ser rechazado.

El VPN es una función inversa de la tasa de descuento, lo que significa que en la medida que la tasa de descuento es más alta el costo de oportunidad que enfrenta el proyecto también es más alto y, por lo tanto, el valor presente de los flujos futuros es menor que cuando la tasa de descuento presenta niveles más bajos.



Gráfica 1.1. Relación entre el VPN y la tasa de descuento

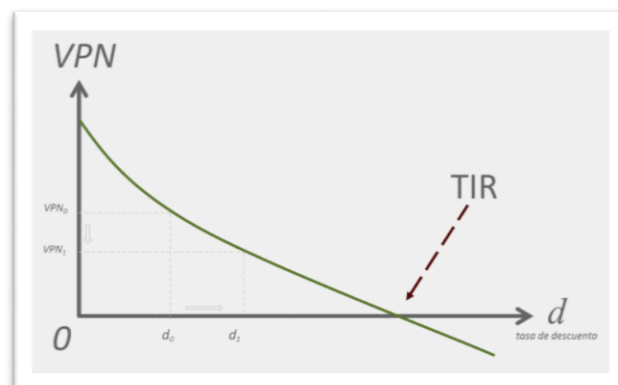
Por otro lado, para la evaluación social de proyectos se consideran los efectos intangibles, como aspectos positivos y negativos que podrían ser complicados de valorar debido a que no existen mercados definidos, por ejemplo, cómo medir acciones que tiene como objetivo mejorar la imagen urbana de una colonia o una que tiene como objetivo disminuir las emisiones de contaminación vehicular o un parque público o un proyecto que atiende aspectos de seguridad pública. Sin embargo, aunque no se pueda determinar un valor en específico dentro de los indicadores de rentabilidad, de la evaluación del proyecto deberá emitir recomendaciones sobre estos efectos intangibles del proyecto.

De esta manera, los efectos intangibles positivos y negativos deben identificarse y presentarse junto con los indicadores de rentabilidad social, de manera que puedan considerarse para la toma de decisiones, pues el objetivo de la evaluación es medir distintas opciones con reglas similares y proporcionar información que facilite la toma de decisiones.

1.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno para algunos autores resume los méritos que tiene un proyecto porque se determina de manera intrínseca al mismo proyecto y se determina exclusivamente con los flujos esperados del proyecto.

La TIR es aquella tasa de descuento que ocasiona que el VPN del proyecto sea igual a cero.



Gráfica 1.2. El VPN, la tasa de descuento y la Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR es la tasa máxima que soportaría el proyecto para ser rentable, cualquier tasa de descuento mayor que la TIR ocasionaría que el VPN del proyecto es negativo, por lo tanto, el proyecto deberá ser rechazado. Cualquier tasa de descuento inferior a la TIR garantizará una rentabilidad positiva para el proyecto, por lo tanto, será conveniente realizarlo.

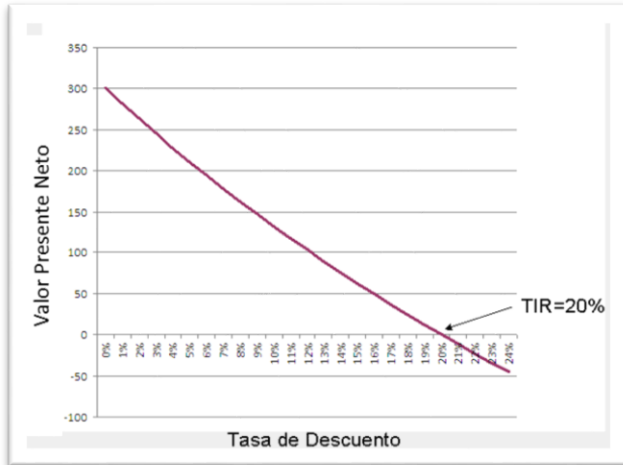
Sin embargo, atrás de este método hay un supuesto generalmente poco considerado pero altamente significativo, se considera que los flujos son “bien comportados”, es decir, tienen un periodo inicial en que los flujos netos son negativos y el resto de flujos netos futuros son positivos, lo cual no generalmente sucede en los proyectos.

Suponiendo que se tienen 3 proyectos:

Proyecto	0	1	2	TIR
A	-1000	700	600	20%
B	1100	-1500	300	12%
C	-2000	4600	-2640	10% y 20%

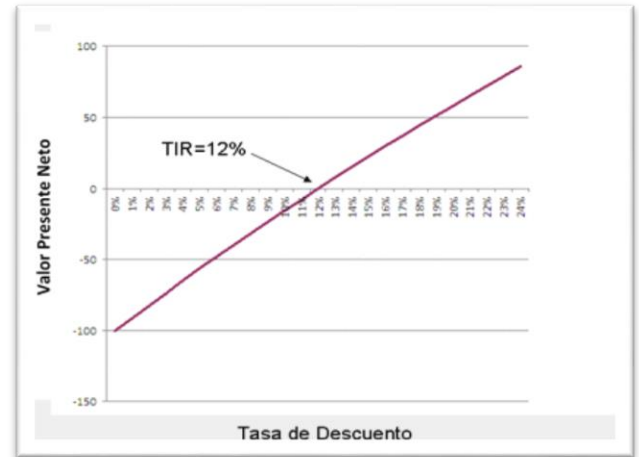
En el caso del proyecto A se presentan flujos “bien comportados” por lo que la línea de VPN tiene un

comportamiento como el de la gráfica 1.3. En este caso, se cumple la condición de que cualquier tasa de mercado menor que la TIR hace que el proyecto tenga un VPN positivo y, por lo tanto, es rentable el proyecto y es conveniente realizarlo.



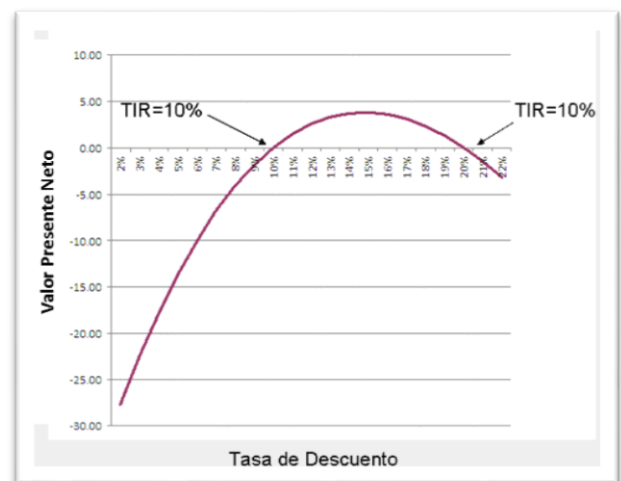
Gráfica 1.3. El VPN y la TIR del proyecto A

En el caso del proyecto B no se tienen flujos “bien comportados” por lo que la línea de VPN tiene un comportamiento como el de la gráfica 1.4. En este caso, la condición de que cualquier tasa de mercado menor que la TIR hace que el proyecto tenga un VPN positivo no se cumple, porque el VPN del proyecto tiene un comportamiento directo respecto de la tasa de descuento, por lo tanto, el criterio de aceptar el proyecto si la tasa de descuento es menor que la TIR es inconsistente, en este caso cualquier tasa por debajo de 12% generarían pérdidas porque se estaría tomando una decisión equivocada.



Gráfica 1.4. El VPN y la TIR del proyecto B

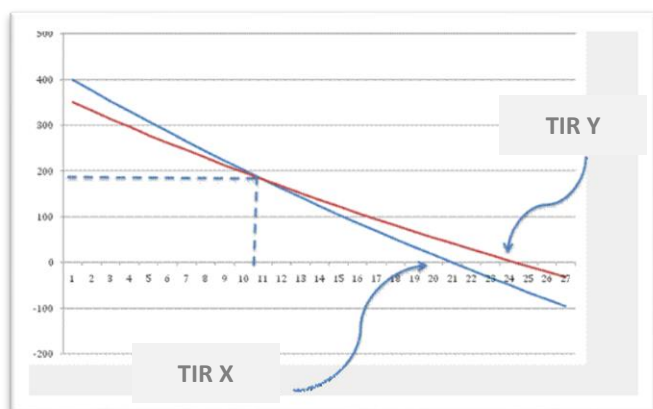
El proyecto C tampoco tiene flujos “bien comportados” por lo que la línea de VPN tiene un comportamiento que genera múltiples TIRs. En este caso, la condición de que cualquier tasa de mercado menor que la TIR hace que el proyecto tenga un VPN positivo se cumple cuando la tasa de descuento está entre el 20% y 10%, cualquier tasa menor al 10% como lo establecería el criterio, sin embargo, se estaría llevando a una decisión equivocada.



Gráfica 1.5. El VPN y la TIR del proyecto C

Por otro lado, el criterio de la TIR también tiene limitaciones para tomar decisiones de priorización de proyectos. Suponiendo que se presentan los siguientes 2 proyectos:

Proyecto	0	1	TIR
X	-2,000	2,400	20%
Y	-1,500	1,850	23%



Gráfica 1.6. El VPN y la TIR de los proyectos X y Y

El proyecto Y tiene una TIR mayor de la que tiene el proyecto X, sin embargo esta situación no permite deducir que a todas las tasas menores del 24% el proyecto Y es mejor que el proyecto X. A tasas entre 20% y 23% el proyecto Y es más conveniente porque soporta una mayor tasa y en este rango la rentabilidad del proyecto X es negativa, sin embargo, a tasas menores a 20% el proyecto Y es más conveniente pero solamente hasta el punto donde la tasa es de 10%. A esta tasa el VPN de los proyectos X y Y es igual en \$182. Si la tasa de descuento se ubicara por debajo de 10%

entonces el proyecto X sería más rentable que el proyecto Y.

Lo anterior explica por qué el criterio de la TIR tiene limitaciones si se pretende utilizar para priorizar proyectos. Aunque, cabe señalar que desde el punto de vista de un inversionista que busca colocar dinero en distintas alternativas y su objetivo es invertir y reinvertir la mayor parte de las utilidades, entonces en este caso, el criterio que le permite identificar sus mejores opciones es la TIR.

1.3. Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)

La Tasa de Rentabilidad Inmediata indica el momento óptimo de inicio de operación de un proyecto de inversión que parte de los siguientes escenarios:

- a) Los beneficios del proyecto son crecientes en el tiempo calendario, independientemente de la fecha en que se ejecute el proyecto. Por ejemplo, en un proyecto de agua potable con mayor capacidad para satisfacer la demanda existente en la situación actual puede tener beneficios creciente cuando la población presenta una tasa de crecimiento positiva, los beneficios se incrementarán año con año, en función del crecimiento poblacional y seguirá así, independientemente del año en que se construya el proyecto.
- b) La oferta del proyecto está controlada por el Gobierno, de manera que por lo general este criterio se aplica para proyectos públicos, como por ejemplo, carreteras, distribución y conducción de agua potable y energía eléctrica. Se aplica para los bienes y servicios conocidos como monopolios naturales, donde es muy costoso tener distintas alternativas y sólo se presenta una opción, es decir, sería muy costoso para el país contar con tres líneas de

distribución de energía eléctrica disponibles para cada vivienda y para que cada usuario decidiera qué compañía utilizar.

Para calcular el momento óptimo se presenta la siguiente fórmula:

$$TRI_n = \frac{BN_n}{I}$$

Donde,

TRI_n = Tasa de Rentabilidad Inmediata del año n

BN_n = Beneficio neto del año n

I = Inversión del proyecto

Cuando la TRI es igual la tasa de descuento es el momento óptimo de operación del proyecto, y si la TRI es menor a la tasa de descuento el proyecto debe postergarse, y si es mayor, entonces debe construirse a la brevedad, porque el momento óptimo ya pasó.

Suponiendo que se presentan los siguientes proyectos, donde el monto del año 0 representa el monto de inversión, y los montos de los años subsecuentes los beneficios netos de cada proyecto:

Proyecto	0	1	2	3	4	Duración de la construcción
A	-50	4.80	5.04	5.29	5.56	1 año
B	-100	8.00	8.80	9.68	10.65	2 años
C	-100	9.00	9.90	10.89	11.98	1 año

Aplicando la fórmula de la TRI se obtienen las siguientes tasas: para el proyecto A, en el año 1 la TRI es igual a $4.80/50 = 9.6\%$. Y se obtendría el que es menor a la tasa de descuento que es del 10%. El momento óptimo será donde la relación entre el flujo de un año y el monto de la inversión sea mayor que la tasa social de descuento.

Proyecto	TRI				Momento óptimo	
	1	2	3	4	Operación	Inversión
A	-9.6%	-10.1%	-10.6%	-11.1%	2 años	1 año
B	-8.0%	-8.8%	-9.7%	-10.6%	4 años	2 años
C	-9.0%	-9.9%	-10.9%	-12.0%	3 años	2 años

Además, el momento óptimo de inversión corresponde al momento óptimo de operación, menos la duración de la construcción.

En conclusión, cada uno de los criterios planteados tiene convenientes e inconvenientes por lo que para evaluar algún proyecto o para tomar la decisión de seleccionar entre distintas alternativas de inversión es recomendable considerar más de un criterio de rentabilidad que permita blindar la decisión.

1.4. Valor Anual Equivalente o Costo Anual Equivalente

El Costo Anual Equivalente (CAE) se utiliza para seleccionar entre alternativas de proyectos que tienen vidas útiles distintas. La diferencia entre VPN y CAE consiste en que el primer criterio se consideran los costos y los beneficios que el proyecto genera, en tanto que en el CAE sólo se consideran los costos.

Este criterio también es conocido como Serie Neta Uniforme (SNU), que es una anualidad de los flujos del proyecto, en este caso, una anualidad que refleja el costo uniforme que tendría un proyecto a lo largo de su vida útil.

En el análisis costo-eficiencia, donde los beneficios son de difícil cuantificación y valoración, o bien, si los beneficios de ambas alternativas son iguales, se utiliza por lo general el CAE para seleccionar entre diferentes alternativas, mutuamente excluyentes, que tengan distinto horizonte de evaluación. En cambio, se utiliza

el VPC (Valor Presente de los Costos) si los horizontes de evaluación son idénticos cuyo cálculo es igual al del VPN, pero en el flujo de efectivo se consideran sólo costos.

$$CAE = VPC \left[\frac{d(1+d)^n}{(1+d)^n - 1} \right]$$

Donde,

CAE = Costo Anual Equivalente

VPC = Valor Presente de los Costos

d = Tasa de descuento o costo de oportunidad del dinero

n = Número de años del horizonte de evaluación

Suponiendo que se tienen 3 proyectos con los siguientes costos de inversión, presentados en el año 0, y los costos de operación en un horizonte de 2 años para los proyectos A y C, y 3 años para el proyecto B. Se determina en la siguiente tabla el Valor Presente de los Costos (VPC) y el Costo Anual Equivalente (CAE) de cada proyecto considerando una tasa de descuento del 10%.

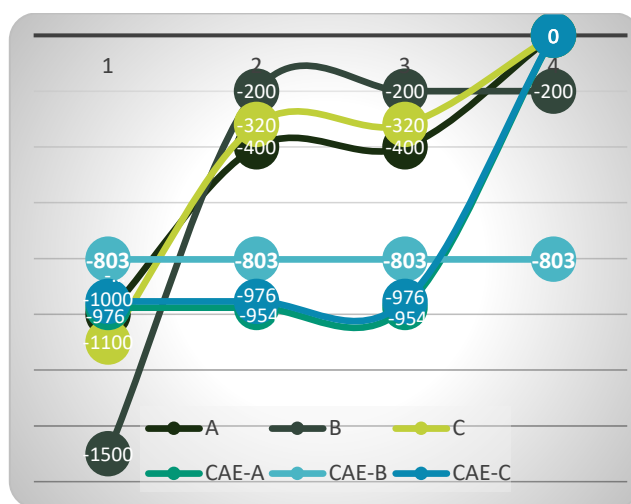
Proyecto	0	1	2	3	VPC	CAE
A	-1000	-400	-400		-\$1,694	-\$976
B	-1500	-200	-200	-200	-\$1,997	-\$803
C	-1100	-320	-320		-\$1,655	-\$954

El objetivo es seleccionar el proyecto de menor costo, de manera que si los tres proyectos tiene distinta vida útil el criterio de selección debe ser el CAE. Por lo que el proyecto de menor costo es el B, a pesar de que tiene un periodo de vida más largo.

En caso de que sólo se presentaran dos alternativas, el proyecto A y el proyecto C, como ambos presentan un horizonte de 1 año de inversión y 2 de operación, se

seleccionan a través del criterio de VPC, pues no es necesario calcular el CAE.

De esta manera el objetivo del CAE es presentar un pago anual que equivale al flujo del proyecto. Graficando el flujo de los proyectos A, B y C no es claro cuál proyecto presenta el menor costo, y si se observa los CAEs, es evidente que el proyecto B presenta un menor costo.



Gráfica 1.7. Los VPC y CAES de los proyectos A, B y C

1.5. Relación Beneficio- Costo (B/C)

Aunque no es un indicador requerido en la normativa vigente, el criterio de la Relación Beneficio-Costo consiste en calcular la relación existente entre el valor presente de los beneficios sociales (VPB) y el valor presente de los costos sociales (VPC) utilizando para su cálculo la tasa social de descuento. Como se mencionó, el VPN de un proyecto es la diferencia entre el VPB y el VPCs, el caso del presente criterio se determina con el cociente de ambos valores.

Mientras que en el caso del VPN si:

$$VPB > VPC, \text{ entonces el } VPN > 0,$$

en el caso del criterio B/C si:

VPB > VPC, entonces

$$\frac{VPB}{VPC} > 1$$

Por lo que se estaría determinando que el proyecto es socialmente rentable. En esta situación, se puede intuir que el VPN del proyecto sería también positivo.

Para el caso en el que el VPB es igual al VPC la relación será igual a 1, por lo tanto, el proyecto tendría el equivalente a un VPN igual a cero. Así como en el caso del VPN, el hacerlo o no sería indiferente porque se generan beneficios similares a los costos generados por el proyecto.

$$\frac{VPB}{VPC} = 1$$

Cuando la relación Beneficio Costo es menor que 1 significa que el VPC es mayor que el VPB y, por lo tanto, este proyecto no es rentable y no es conveniente realizarlo.

$$\frac{VPB}{VPC} < 1$$

Este criterio beneficio/costo puede tener resultados consistentes con el criterio del indicador VPN para determinar la rentabilidad de un proyecto.

Sin embargo, donde existen diferencias y los resultados no necesariamente serían consistentes con el VPN sería al momento de jerarquizar proyectos porque el criterio B/C tiene la limitante de que no toma en consideración el tamaño de los proyectos, por ejemplo:

Proyecto	VPC	VPB	VPN	B/C
A	3,000	4,000	1,000	1.33
B	550	800	250	1.45

C 2,500 3,200 700 1.28

Bajo el criterio del VPN considerar que el proyecto A es el más rentable, en segundo lugar se tendría al proyecto C y, finalmente, el proyecto B que es el que tiene el VPN más bajo. Sin embargo, este orden no sería el mismo si se utiliza el criterio B/C. Bajo este criterio el proyecto más conveniente sería el B y el último sería el C. Si se tuviera que tomar una decisión se tiene que considerar cuál es el proyecto que genera más riqueza desde el punto de vista social, tendría que utilizarse el criterio del VPN.

Otra limitación que tiene el criterio B/C es que se puede sesgar una decisión mediante una manipulación de los flujos de un proyecto. Por ejemplo,

Proyecto A	0	1	2	VA
Beneficios		1300	800	1843
Costos	400	200	400	912

Factor de Descuento 0.9091 0.8264

VPN **930.58**

B/C **2.02**

Proyecto A'	0	1	2	VA
Beneficios		1100	400	1331
Costos	400			400

Factor de Descuento 0.9091 0.8264

VPN **930.58**

B/C **3.33**

Se presentan los proyectos A y A' que, en realidad es un mismo proyecto. Analizando la alternativa A, se puede ver que es un proyecto rentable porque tanto el VPN como el B/C son mayores que 0 y 1 respectivamente. Sin embargo, un promotor que pudiera tener intereses particulares en el proyecto podría manipular los flujos y presentar la alternativa A', en este caso solo está utilizando los flujos netos del proyecto (1100 = 1300-200 y 400 = 800-400). Con este ajuste el proyecto genera un B/C mayor para el caso A', por lo que si el proyecto estuviera compitiendo con otras alternativas de inversión este indicador lo hace más atractivo que en el caso A.

En conclusión, el criterio B/C puede ayudar a determinar la rentabilidad de un proyecto pero no a seleccionar entre distintas alternativas de inversión.

1.6. Periodo de Recuperación (PR)

El criterio del PR tiene como objetivo la identificación del momento en el que el inversionista estará en condiciones de recuperar la inversión realizada al inicio del proyecto. Existen dos posiciones sobre la utilización del método, uno que considera para su determinación el valor presente de los flujos y la otra posición que considera los flujos nominales del proyecto.

Sin embargo, independientemente del criterio utilizado la cuestión es que en este criterio la importancia de los flujos futuros del proyecto tiene muy poca relevancia y prácticamente se concentra en los flujos inmediatos del proyecto

El criterio establece que será preferido aquel proyecto que permita una más rápida recuperación de la inversión que aquel cuya recuperación es más lejana en el tiempo.

La limitación del criterio es que al no considerar flujos más lejanos puede llevar a una decisión equivocada, por ejemplo, considere los siguientes proyectos:

Proyecto	0	1	2	3	PR	VPN
A	-1,000	700	800	900	2	885
B	-1,500	500	500	2,000	3	791
C	-500	500	-100	-700	1	-595

De acuerdo con el criterio del PR el proyecto más conveniente es el proyecto C porque permite una recuperación al siguiente año, sin embargo, al no tomar en cuenta los flujos futuros, deja de lado las pérdidas que el proyecto genera en los periodos 2 y 3. En este caso el VPN del proyecto considerando los 3 periodos del ciclo es negativo, por lo tanto sería inconveniente invertir en este proyecto.

Por el contrario, el proyecto A en el que la inversión se recupera en el segundo periodo es el más conveniente de acuerdo al VPN, mientras que el proyecto C que recupera la inversión hasta el tercer periodo también es una inversión rentable si se consideran los flujos de los tres periodos.

Básicamente, el objetivo de este criterio es determinar el plazo mínimo de un financiamiento, más que determinar la rentabilidad del proyecto en sí, dado que no se consideran los flujos posteriores a la recuperación de la inversión.

ELABORÓ

Eduardo Morín Maya

fideicomiso_cepep@hacienda.gob.mx

Colaboración

Ma. Lizbeth Alvarado Roldán

lizbeth_alvarado@hacienda.gob.mx