



Nota técnica

Indicadores de rentabilidad de proyectos: un método alternativo de cálculo que facilita su comprensión y uso

Project profitability indicators: an alternative calculation method that facilitates their understanding and use

Erik Murillo Fernandez

RESUMEN:

El documento describe las características de las principales variables relacionadas al cálculo de indicadores de rentabilidad en proyectos, analiza los mecanismos de cálculo tradicionales detallando las diferencias entre cada uno de ellos destacando sus ventajas y desventajas. Posteriormente propone un método alternativo que se sustenta en la concatenación de cálculos a través de un flujo de caja ampliado, procediendo a la actualización de ingresos y egresos por cada periodo del proyecto y estableciendo dos variables clave, las cuales permiten el cálculo de los principales indicadores de rentabilidad a través de dos cálculos sencillos y básicos. De esta forma las ecuaciones son aplicadas a través de una matriz de cálculo que, además de llegar a los resultados esperados tal cual se realiza con las ecuaciones planteadas en la literatura, también permite la comprensión de la mecánica de cálculo y el significado de cada indicador.

PALABRAS CLAVE:

flujo de caja, indicadores de rentabilidad, valor actual neto, relación beneficio/costo, tasa interna de retorno, tasa de descuento, ingresos, egresos, balance, evaluación de proyectos.

ABSTRACT:

The document describes the characteristics of the main variables related to the calculation of profitability indicators in projects, analyzes the traditional calculation mechanisms, detailing the differences between each of them, highlighting their advantages and disadvantages. Subsequently, it proposes an alternative method that is based on the concatenation of calculations through an expanded cash flow, proceeding to update income and expenses for each period of the project and establishing two key variables, which allow the calculation of the main indicators of profitability through two simple and basic calculations. In this way, the equations are applied through a calculation matrix that, in addition to reaching the expected results as is done with the equations presented in the literature, also allows the understanding of the calculation mechanics and the meaning of each indicator.

KEYWORDS:

cash flow, profitability indicators, net present value, benefit/cost ratio, internal rate of return, discount rate, income, expenses, balance sheet, project evaluation.

AUTORES:

Erik Murillo Fernandez: docente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés en La Paz, Estado Plurinacional de Bolivia. ebmurillo@umsa.bo. ORCID: 0009-0004-2572-9217.

DOI: <https://doi.org/10.53287/adxr2221jq54c>

Recibido: 21/08/2024. Aprobado: 15/12/2024.



INTRODUCCIÓN

Un proyecto es el resultado de un proceso de planificación. De forma pertinente, para redactar el mismo se requiere una serie de conocimientos y experiencias que usualmente darán una ventaja al diseñador del proyecto frente a otras personas. Ante la falta de conocimientos, siempre será posible la contratación de “consultores” que permitan conocer el tema y aplicarlo hacia la formulación de un proyecto. Con esas consideraciones resulta útil dividir un proyecto en tres pasos: i) Determinar la justificación y objetivo para el cual está siendo formulado, ii) Realizar la descripción técnica de que, cómo, donde, cuando y con cuánto se realizará y iii) La evaluación financiera anticipada para ver si todo lo planteado tendrá rédito económico (o social) una vez que esté en funcionamiento por un periodo de tiempo determinado.

Uno de los principales problemas al formular el proyecto está en el cálculo tradicional de los indicadores de rentabilidad. Si bien hasta el planteamiento del flujo de caja usualmente todo es comprensible, el cálculo de los indicadores resulta muchas veces en un proceso dificultoso y a veces incomprensible en su proceso, resultados e interpretación para personas que no estén formadas en el área económica y/o financiera. Los problemas habitualmente radican en la no comprensión de las fórmulas, las cuales habitualmente están expresadas con simbología típica de las ciencias estadísticas además que pueden variar en forma de un autor a otro, el acarreo de errores de cálculo en las mismas, logro de un resultado matemático final sin conocer el procedimiento intrínseco y racional y falta de integridad para su interpretación final.

Este documento describe la forma de cálculo de indicadores de rentabilidad para la evaluación financiera de proyectos y concretamente plantea un método alternativo para comprender y ejecutar el cálculo de la Valor Actual Neto (VAN), Relación Beneficio / Costo (B/C) y de la Tasa Interna de Retorno (TIR) de una forma extremadamente sencilla y comprensible.

MARCO CONCEPTUAL

Planificación

La planificación es un proceso clave que implica la definición de objetivos y metas, la identificación de recursos necesarios y la implementación de estrategias para alcanzar objetivos a través de la gestión y manejo de los recursos en los muchos sectores que son relacionados al quehacer humano. En el mismo sentido, la planificación agropecuaria implicaría la identificación de los tres conceptos o grupos de conceptos, antes mencionados en relación a actividades que implican la búsqueda del desarrollo agrícola, pecuario, forestal, acuícola, de biodiversidad y otros relativos.

León y Hernández (2019) definen la planificación agropecuaria como "un proceso mediante el cual la empresa agropecuaria define sus objetivos, identifica los recursos necesarios y establece estrategias y planes de acción para alcanzar dichos objetivos". Asimismo, plantean que este proceso debe tener características de continuidad y flexibilidad, la cuales permitirían a la empresa adaptarse a los cambios en el entorno y maximizar su eficiencia y rentabilidad.

Para García y Flores (2014), la planificación agropecuaria es "el proceso de definir objetivos, metas y estrategias para el desarrollo del sector agropecuario en una región o país". Asimismo, dichos autores afirman que la planificación agropecuaria implica la identificación de los recursos necesarios, la asignación de roles y responsabilidades, así como la implementación de planes, programas o proyectos que permitan alcanzar los objetivos definidos.

Proyecto

Meredith y Mantel (2011), afirman que un proyecto es "un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto o servicio único, o para alcanzar un objetivo específico dentro de un plazo y presupuesto determinados, mediante la coordinación de recursos y actividades".

Por su parte, Kerzner (2013), define que un proyecto corresponde al establecimiento de una secuencia de actividades interrelacionadas y coordinadas (entre sí) que buscan un objetivo "claro y definido", identificando bien el inicio y el final de las mismas, todo ello para cumplir un conjunto de requisitos específicos.

En el marco de las ciencias agropecuarias, Téllez (2012) afirma que un proyecto agropecuario es una "iniciativa" que se implementa para mejorar la producción y el manejo sostenible de recursos naturales. En el mismo sentido y con relación al desarrollo rural, Zamorano et al. (2015), afirman que un proyecto es "un conjunto de actividades planificadas y coordinadas que se llevan a cabo en un período de tiempo determinado, con el objetivo de mejorar las condiciones de vida de las comunidades rurales, promoviendo el uso sostenible de los recursos naturales y la generación de empleo y renta". Ambos autores hacen énfasis en la necesidad de utilizar técnicas y herramientas de gestión de proyectos para la optimización de este proceso.

Con todo ello, podemos definir que un proyecto es el resultado de un proceso de planificación, usualmente expresado en un documento escrito o en un cuadro en el cual se determinan las acciones, bienes, servicios, recursos monetarios, recursos humanos, capacidades y tiempos para cada la ejecución de una serie de actividades también planificadas para lograr determinado objetivo y cambiar la realidad existente hacia una deseada.

Flujo de caja

Gitman L. J., y Zutter C. J. (2012) afirman que el flujo de caja es el movimiento de efectivo que entra y sale de una empresa. En el mismo sentido, y con base en que el flujo de caja muestra datos estimados para la vida del proyecto, afirman que el flujo de caja se utiliza para determinar la capacidad de la empresa para pagar sus gastos y para financiar sus inversiones.

De acuerdo a Weston J., et al., el flujo de caja es la cantidad neta de efectivo que una empresa genera en un período determinado, destacando que la importancia del mismo implica conocer la plena vigencia de la actividad económica como positiva, implicando la motivación a la continuidad de funcionamiento y la posibilidad de incremento inversiones en nuevos emprendimientos relacionados. Los autores afirman que, si bien una empresa puede tener beneficios en su estado de resultados, pero si no tiene flujo de caja positivo, puede tener dificultades financieras.

De forma coincidente a los anteriores autores, Ross, S. A., et al, (2010), afirman que el flujo de caja es la cantidad de efectivo que una empresa genera y utiliza en un período determinado, lo cual es muy importante para los inversores pues proporciona información sobre la capacidad de la empresa para generar efectivo y pagar dividendos. Los autores también afirman que el flujo de caja también es importante para la gestión de la empresa, ya que ayuda a identificar los problemas de liquidez y a tomar decisiones financieras adecuadas.

Apaza (2003) señala que el "cash flow" es un instrumento contable que muestra el dinero que genera la empresa, tanto a través de sus actividades ordinarias

como extraordinarias. El autor explica que el término “cash flow” es una contracción de “flow of cash”, cuya traducción sería “flujo de caja”, definido como el flujo interno de fuentes y usos del dinero durante un periodo determinado. Finalmente indica que el flujo de caja y el presupuesto del efectivo son los listados de ingresos y egresos de efectivo que se esperan se produzcan, tratándolos en consecuencia como términos sinónimos.

En general, los autores coinciden en que el flujo de efectivo representa los movimientos reales de efectivo que se producen en una empresa o proyecto, y que se clasifican en flujos de operación, inversión y financiación. Además, todos enfatizan la importancia del flujo de efectivo como herramienta clave para la gestión financiera y la toma de decisiones.

Tasa de descuento

Una variable muy importante en el cálculo de la rentabilidad de los proyectos es la Tasa de descuento. Para el caso la misma se utiliza principalmente para determinar los indicadores de rentabilidad como VAN y B/C y a su vez la misma determina la TIR cuando un valor de ella convierte al VAN estimado a cero. Dicho de otra forma, la tasa de descuento es una medida utilizada en el análisis financiero para determinar el valor presente de flujos de efectivo futuros permitiendo la actualización de cualquier flujo futuro. Esta tasa usualmente se expresa en porcentaje y tiene diferentes formas de interpretarse.

Brealey, R. A., et al. (2010) y Fernández, P. (2002); coinciden en que la tasa de descuento es la tasa de interés que se utiliza para descontar los flujos de efectivo futuros de un proyecto, inversión o en las actividades de una “empresa, en un modelo de valoración de la misma”. Los primeros autores señalan que la tasa de descuento representa el costo de oportunidad de los fondos invertidos, en otras palabras “la rentabilidad que los fondos generarían si invirtieran los recursos en la mejor alternativa de inversión disponible”. Por otra parte el segundo autor afirma que la tasa de descuento representa el riesgo asociado con la empresa, y se utiliza para ajustar los flujos de efectivo a su valor actual, lo cual implica que cuanto mayor sea la tasa de descuento, menor será el valor presente de los flujos de efectivo futuros.

En el mismo sentido y coincidiendo con todos ellos, Brigham, E. F., & Houston, J. F. (2020), afirman que la tasa de descuento es la tasa de interés que se utiliza para calcular el valor presente de los flujos de efectivo futuros de un proyecto de inversión. Esta tasa representa el costo de oportunidad de los fondos utilizados para financiar el proyecto y refleja el riesgo asociado con el proyecto. Una tasa de descuento más alta indica un mayor riesgo y una mayor tasa de retorno requerida.

Por su parte, Ross, S. A., Westerfield, R. W., & Jordan, B. D. (2010) definen a la tasa de descuento como la tasa de interés que se utiliza para descontar los flujos de efectivo futuros de un proyecto de inversión y determinar

su valor presente neto. Esta tasa refleja el costo de capital de la empresa y su nivel de riesgo. La tasa de descuento también puede variar en función de los objetivos de la empresa y de las condiciones del mercado.

Díaz, J. A., & González, J. A. (2007) definen que la tasa de descuento es la tasa de interés que se utiliza para descontar los flujos de efectivo futuros de un proyecto de inversión y calcular su valor presente neto. Esta tasa representa el costo de capital de la empresa y su nivel de riesgo. Los autores afirman que el objetivo del análisis financiero es encontrar una tasa de descuento que refleje adecuadamente el riesgo del proyecto y que permita tomar decisiones de inversión informadas.

La relación entre la tasa de descuento e índice de precios al consumidor se basa en el impacto que la inflación tiene sobre la tasa de descuento utilizada en el análisis financiero de proyectos. Coincidentemente a ello, los siguientes autores han relacionado estos conceptos.

Brealey y Myers (2017) mencionan que la tasa de descuento es el costo de oportunidad de los fondos utilizados en un proyecto y que generalmente se basa en el costo de los recursos propios y ajenos de una empresa. Sin embargo, también mencionan que la tasa de descuento debe ajustarse por la inflación, utilizando el índice de precios al consumidor para reflejar el costo de oportunidad real de los fondos.

James C. Van Horne (2010), afirma que la tasa de descuento se utiliza para descontar los flujos de efectivo futuros de un proyecto y que es necesario ajustarla por la inflación para reflejar el verdadero costo de oportunidad de los fondos. En este sentido, menciona que el índice de precios al consumidor es una medida útil para ajustar la tasa de descuento por la inflación.

Está claro que la definición de tasa de descuento tiene amplia coincidencia con los siguientes conceptos: i) La tasa de descuento es la tasa de interés utilizada para calcular el valor presente de los flujos de efectivo futuros de un proyecto de inversión, ii) La tasa de descuento refleja el costo de capital de la empresa y su nivel de riesgo, iii) La tasa de descuento debe ser ajustada por la inflación para reflejar el verdadero costo de oportunidad de los fondos utilizados en un proyecto y que el índice de precios al consumidor es una medida útil para realizar este ajuste; se asume que la misma corresponda a un ambiente geográfico determinado (país, región u otro).

MECANISMO TRADICIONAL DE CÁLCULO DE LOS INDICADORES DE RENTABILIDAD

Valor Actual Neto

El nombre de Valor Actual Neto (VAN) procede de la expresión inglesa Net Present Value cuyo acrónimo es NPV en inglés y VAN en español. Su cálculo está sustentado en calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja netos estimados para el futuro. Por tanto conceptualmente el VAN no es

más que los flujos netos futuros debidamente actualizados al año 0 del proyecto utilizando una tasa de descuento definida por el proyectista o el financiador. El VAN permite conocer cuál es el beneficio real de la inversión en unidades monetarias actualizadas. Su necesidad radica en que los flujos netos que se obtengan en los años proyectados del proyecto estarán afectados no solamente por la inflación (pérdida de valor de adquisición que pueden tener al pasar los años), sino también por el costo de esperar que ellos lleguen más el riesgo que no hagan.

Para su cálculo la generalidad de los autores aplica la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Fnt}{(k+1)^t} - I_0$$

Donde:

VAN: Valor Actual Neto en unidades monetarias originales

FNt: Flujo neto de cada año t

k: Tasa de descuento expresada como porcentajes (de 0 a 1)

t: Cada año del proyecto

Io: Inversión inicial en el año cero (0)

Relación Beneficio/Costo

La relación Beneficio/Costo es un indicador de rentabilidad que se calcula a través de la división de los ingresos y egresos futuros estimados, pero además tomando en cuenta la inversión inicial como parte de los egresos. Para ello los ingresos, por una parte y los egresos por otra, deben ser "actualizados" a los valores que representarían en unidades monetarias actuales, es decir en el año de formulación del proyecto, e cual usualmente se interpreta como año cero.

La siguiente fórmula permite el cálculo de la relación beneficio/costo:

$$B/C = \frac{VAFI}{VAFE + I_0}$$

Donde:

B/C: Relación beneficio / costo

VAFI: Valor Actual del Flujo de Ingresos

VAFE: Valor actual del Flujo de Egresos

Io: Inversión inicial en el año cero (0)

Para el cálculo de VAFI utilizamos la siguiente fórmula:

$$VAFI = \sum_{t=1}^n \frac{FIt}{(k+1)^t}$$

Donde:

VAFI: Valor Actual del Flujo de Ingresos

FIt: Flujo de ingresos de cada año

k: Tasa de descuento expresada como porcentajes (de 0 a 1)

t: Cada año del proyecto

De la misma forma, para el cálculo de VAFE utilizamos la siguiente fórmula:

$$VAFE = \sum_{t=1}^n \frac{FEt}{(k+1)^t} + I_0$$

Donde:

VAFI: Valor Actual del Flujo de Egresos

FEt: Flujo de Egresos de cada año

k: Tasa de descuento expresada como porcentajes (de 0 a 1)

t: Cada año del proyecto

Io: Inversión inicial en el año 0

Tasa Interna de Retorno

La tasa interna de retorno corresponde a un indicador de rentabilidad que se expresa en porcentaje. Su valor se obtiene a partir de calcular la tasa de descuento que convertiría el Valor Actual neto a cero (0). Para ello es necesario comprender que a mayor tasa de descuento, menor será el VAN, por lo tanto en condiciones normales implica determinar la tasa que minimice el VAN por lo tanto habrá que hacer cálculos sucesivos subiendo la tasa utilizada hasta que el valor de VAN=0 sea obtenido. Está claro que este proceso es un proceso de iteración o de prueba y error en repetidas ocasiones.

La necesidad de realizar estas iteraciones corresponde a que el VAN tendrá un valor de cero (0) cuando el flujo de ingresos actualizados al año 0 sea igual al flujo de los egresos actualizados al año cero más la inversión inicial, tal y como se muestra en la siguiente ecuación:

$$VAFI = \sum_{t=1}^n \frac{FIt}{(k+1)^t} = VAFE = \sum_{t=1}^n \frac{FEt}{(k+1)^t} + I_0$$

Operativa de cálculo de los indicadores

Se asume el siguiente resumen de flujo de caja (expresado en bolivianos) como base para el ejemplo del cálculo:

Cuadro 1. Resumen de flujo de caja para ejemplo del cálculo (Expresado en bolivianos).

Detalle	Año (t)					
	0	1	2	3	4	5
Ingresos	0	176.400	216.000	243.000	270.000	297.000
Egresos	50.000	103.600	110.100	121.600	123.100	129.600
Balance	-50.000	72.800	105.900	121.400	146.900	167.400
Balance acumulado	-50.000	22.800	128.700	250.100	397.000	564.400

Se procede a aplicar la fórmula correspondiente para determinar el Valor Actual Neto (VAN)

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FNt}{(k+1)^t} - I_0$$

$$VAN = \frac{72.800}{(1+0,10)^1} + \frac{105.900}{(1+0,10)^2} + \frac{121.400}{(1+0,10)^3} + \frac{146.900}{(1+0,10)^4} + \frac{167.400}{(1+0,10)^5} - 50.000$$

$$VAN = (20.727 + 106.364 + 187.904 + 271.156 + 350.448) - 50.000$$

$$VAN = 399.189 \text{ Bs.}$$

En el mismo sentido, se procede a aplicar las fórmulas para determinar la relación Beneficio / Costo (B/C).

Aplicando fórmula para el Valor Actualizado de los ingresos:

$$VAFI = \sum_{t=1}^n \frac{Fit}{(k+1)^t}$$

$$VAFI = \frac{176.400}{(1+0,10)^1} + \frac{216.000}{(1+0,10)^2} + \frac{243.000}{(1+0,10)^3} + \frac{270.000}{(1+0,10)^4} + \frac{297.000}{(1+0,10)^5}$$

$$VAFI = 160.364 + 178.512 + 182.569 + 184.414 + 184.414$$

$$VAFI = 890.273 \text{ Bs.}$$

Aplicando fórmula para el Valor Actualizado de los egresos:

$$VAFE = \sum_{t=1}^n \frac{FEt}{(k+1)^t} + I_0$$

$$VAFE = \frac{103.600}{(1+0,10)^1} + \frac{110.100}{(1+0,10)^2} + \frac{121.600}{(1+0,10)^3} + \frac{123.100}{(1+0,10)^4} + \frac{129.600}{(1+0,10)^5} + 50.000$$

$$VAFE = (94.182 + 90.992 + 91.360 + 84.079 + 80.471) + 50.000$$

$$VAFE = 491.084 \text{ Bs.}$$

Realizando la operación final para el cálculo del B/C:

$$B/C = \frac{VAFI}{VAFE + I_0}$$

$$B/C = \frac{890.273}{491.084}$$

$$B/C = 1,81$$

Cálculo de la tasa Interna de Retorno.

La tasa interna de retorno implica la aplicación de la siguiente igualdad de fórmulas:

$$VAFI = \sum_{t=1}^n \frac{FIt}{(k+1)^t} = VAFE = \sum_{t=1}^n \frac{FEt}{(k+1)^t} + I_0$$

En tal sentido, su procesamiento de cálculo implica realizar las actualizaciones de ingresos y egresos que se han realizado para el cálculo de la Relación beneficio Costo varias veces con una tasa de descuento creciente hasta que la igualdad planteada se cumpla. Este cálculo usualmente puede implicar la repetición de la operación en varias ocasiones hasta llegar al aproximado y otras adicionales para llegar al resultado preciso. Dicho de otra forma se tendrán que hacer iteraciones manuales hasta lograr la igualdad. Con base en la experiencia, el número de iteraciones podría ser de 5 a 20 sin ningún problema, implicando los cálculos realizados para llegar al B/C en 20 oportunidades. Por razones obvias estos cálculos no se muestran en este documento.

Problemas del mecanismo

Algunos de los problemas que implica este cálculo son: i) Las personas que no han cursado estadística básica, habitualmente no conocen los procesos de sumatoria, ii) Estos procesos pueden acarrear errores hacia el resultado en su conjunto y cuya fuente no es fácil de identificar, iii) las ecuaciones entregan el resultado final pero no demuestran racionalmente el procedimiento que se está realizando para cada año, iv) Las ecuaciones pueden variar de un autor a otro, así para el cálculo del VAN, algunos economistas suman la inversión inicial a los valores actualizados de los egresos, mientras que otros realizan primero operaciones entre valores actualizados y posteriormente realizan la resta de esa inversión; es decir conlleva a confusiones en la inclusión de la inversión inicial o valor de egreso del año 0 y, v) los indicadores aparentan no tener relación entre ellos, pues sus ecuaciones son diferentes pero algo sumamente importante es la posibilidad de analizarlos integralmente.

En consecuencia, es posible afirmar que el procedimiento actual resulta muchas veces poco amigable a personas que no estén directa y/o contantemente vinculadas a estos cálculos. Alternativamente a ello, es

posible plantear un mecanismo que respeta el proceso de las ecuaciones, abrevia los pasos, las interrelaciona, permite su comprensión y; obtiene el mismo resultado de forma racional.

MECANISMO ALTERNATIVO PROPUESTO

El mecanismo alternativo de cálculo manual o en computador que se propone pasa por estructurar un cuadro con las siguientes filas:

- A. Años del proyecto incluyendo el año 0
- B. Ingresos del proyecto para cada año
- C. Egresos del proyecto para cada año
- D. Tasa de descuento (se repite el valor en todas las casillas de la fila) (k)
- E. Tasa de descuento + 1 (se repite el valor en todas las casillas de la fila) (k+1)
- F. Valor Actualizador; implica calcular $(k+1)^t$ (los valores de la fila E se elevan a cada valor de la fila A). Este Valor es MUY importante y debe contener por lo menos 4 decimales. Se debe tomar en cuenta la regla matemática que cualquier valor elevado a la 0 es igual a 1.
- G. Calcular cada Ingreso Anual actualizado (implica dividir cada valor de la casilla B entre su correspondiente valor en la casilla F)
- H. Calcular cada Egreso Actualizado (implica dividir cada valor de la casilla de la fila C entre su correspondiente valor en la fila F)
- I. Sumar todos los valores obtenidos en la Fila G (Variable SIA: Suma de Ingresos Actualizados)
- J. Sumar todos los valores obtenidos en la Fila H (Variable SEA: Suma de Egresos Actualizados)

Con ello y dos operaciones más se obtienen el Valor Actual neto y la relación B/C.

$$VAN = SIA - SEA$$

$$B/C = \frac{SIA}{SEA}$$

TIR = Ejecutar iteraciones

Operativa de cálculo

Ejemplo:

Asumiendo el mismo flujo de caja que permitió el cálculo de los indicadores de rentabilidad por el mecanismo tradicional se realizan las siguientes acciones:

- i) adicionar una fila con la tasa de descuento,
- ii) adicional una fila con la tasa de descuento +1,
- iii) adicionar una fila con la tasa de descuento +1 y elevado al año (t) que le corresponde.

Cuadro 2. Resumen de flujo de caja para ejemplo de cálculo (Expresado en bolivianos).

Detalle	Año (t)					
	0	1	2	3	4	5
Ingresos	0	176.400	216.000	243.000	270.000	297.000
Egresos	50.000	103.600	110.100	121.600	123.100	129.600
Balance	-50.000	72.800	105.900	121.400	146.900	167.400
Balance acumulado	-50.000	22.800	128.700	250.100	397.000	564.400
k	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1+k	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
(1+k)^t	1	1,1	1,21	1,331	1,4641	1,61051

- iv) Se divide cada valor de "Ingresos" y "Egresos" entre su valor correspondiente (1+k)^t obteniendo dos nuevas filas.

Ingresos actualizados	-	160.364	178.512	182.569	184.414	184.414
Egresos actualizados	50.000	94.182	90.992	91.360	84.079	80.471

- v) Se suma por separado todos los "Ingresos" y "Egresos" actualizados obtenidos.

SIA (Suma de ingresos actualizados)	890.273
SEA (Suma de egresos actualizados)	491.084

- vi) Para obtener el VAN de opera SIA-SEA y, para obtener la relación B/C se opera SIA/SEA

VAN	399.189
B/C	1,81

Para el cálculo de la TIR, el mecanismo propuesto implica incluir el flujo de caja en una hoja electrónica, automatizar los procesos de cálculo de las demás casillas EXCEPTO el primer valor de tasa de descuento (resaltado). Así al modificar la tasa de descuento se puede realizar las iteraciones de forma sistemática y racional hasta lograr el VAN = 0, cuya tasa implicaría ser la TIR del proyecto.

Ventajas del mecanismo alternativo

Las ventajas más importantes de este mecanismo son: i) es fácil de comprender, ii) su cálculo de más corto, sencillo y no requiere conocer estadística o simbología especializada, iii) permite identificar valores parciales de actualización para ingresos e ingresos de cada año implicando la posibilidad de identificación de errores en el proceso, iv) se realiza solo un proceso de actualización para obtener VAN y B/C, v) No conlleva a confusiones en la inclusión de la inversión inicial o valor de egreso del año

0, vi) Los indicadores muestran claramente la relación operativa y conceptual abriendo la posibilidad de analizarlos integralmente y, vii) El cálculo de la TIR permite entender su definición, además de relacionarlo con los otros indicadores.

BIBLIOGRAFÍA

- Brealey, R. A., Myers, S. C., & Allen, F. (2010). Principios de finanzas corporativas. McGraw-Hill. 9na ed. 4ta. Ed en español. McGRAW-HILL/Interamericana Editores S.A. Subsidiary of The McGraw-Hill Companies, Inc., México, D. F. ISBN: 978-970-10-7283-7. 1066 p.
- Brigham, E. F., & Houston, J. F. (2020). Fundamentos De Administración Financiera / 15 Ed. Editorial: Cengage Learning. ISBN:9786075269368. 831 p.
- Gitman, L. J., & Zutter, C. J. (2012). Principios de administración financiera. Pearson Educación. Pearson Educación, México. ISBN: 978-607-32-0983-0. 720 p.

Indicadores de rentabilidad de proyectos: un método alternativo de cálculo que facilita su comprensión y uso

Meredith, J. R., & Mantel Jr, S. J. (2011). Project Management: A Managerial Approach. John Wiley & Sons, 8va. Ed. ISBN: 0470533021, 9780470533024. 600 p.

Murillo E. 2011. Planificación de Proyectos Agropecuarios. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. Aprobado con Resolución de Honorable Consejo Facultativo No.1823/2011. 124 p.

Ross, S. A., Westerfield, R. W., & Jordan, B. D. (2010). Fundamentos de finanzas corporativas. McGraw-Hill Interamericana. ISBN: 978-607-15-0298-8. México, D. F. 970 p.

Van Horne C., Wachowics J. (2010). Fundamentos de Administración Financiera. Decimotercera edición. PEARSON EDUCACIÓN, México, 2010 ISBN: 978-607-442-948. 744 p.