

CONCEPTOS GENERALES SOBRE INGIENIERIA EN PROYECTOS DE ENERGÍA (TMAR, VPN, TIR)

PARTE I

Conceptos Básicos y Equivalencia del Dinero a Través del Tiempo

Es sencillo imaginar que el diagrama de flujo para el comprador del mismo ejemplo es una imagen de espejo de la Figura 1, ya que el comprador llega a la tienda sin dinero y, una vez hecha la compra, sale del almacén con un artículo con valor de \$12,000, lo cual se representaría como una flecha hacia arriba; a cambio de eso, va a tener que hacer seis pagos mensuales iguales, lo cual se representaría con flechas hacia abajo. En estos problemas existe un periodo cero que denota el inicio del periodo de análisis, ya que, si al final del primer mes se le llama mes 1, al mes anterior se le debe llamar mes cero o periodo cero. Existe una fórmula muy sencilla para resolver problemas de ingeniería económica, donde A serán los flujos de efectivo o mensualidades en el ejemplo anterior conocida como *fórmula condensada que relaciona al presente con pagos uniformes*:

$$A = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] \quad (3)$$

Ejemplo 1: Uso de la fórmula condensada que relaciona al presente con pagos uniformes.

Se vende un aparato eléctrico a crédito y bajo las siguientes condiciones: cubrir seis mensualidades iguales de \$2215.170005 cada una, que se empezarán a pagar un mes después de hacer la compra. El interés que se cobra es de 3% mensual. ¿Cuál es el precio de contado?

- $P = 2215.170005$
- $i = 0.03$
- $n = 6$

$$P = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] = 2215.170005 \left[\frac{(1.03^6 - 1)}{0.03(1.03)^6} \right] = \$12,000$$

Restricciones para Utilizar la Fórmula de Flujo de Capital o Flujo de Caja

Obsérvese un punto muy importante en los ejemplos anteriores, el primer pago siempre se hace al final del primer periodo (fin del primer mes). Esto lleva a definir las restricciones en el uso de la fórmula (3):

1. La primera A siempre está en el periodo 1.
2. La última A siempre está en el periodo n.
3. Los pagos (o depósitos) no se interrumpen.

Ahora obsérvese, cómo se deberá utilizar la fórmula (3) si no se cumplen las restricciones mencionadas.

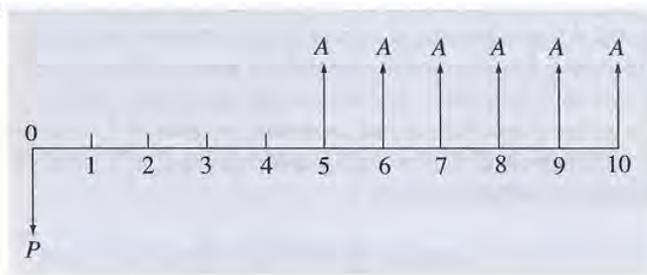
Ejemplo 2: sin restricciones de flujo de capital constante

Un aparato eléctrico que tiene un precio de contado de \$12,000 se compra a crédito bajo las siguientes condiciones: interés mensual de

3%, pago de seis mensualidades iguales, cubriendo la primera mensualidad al final del quinto mes después de hacer la compra, por lo que la última mensualidad se paga al final del décimo mes.

Calcular el valor de cada una de las seis mensualidades (Baca Urbina, 2007).

Figura 2. Gráfica del ejemplo 2.



La cantidad que se debe es igual a la cantidad que se va a pagar, siempre que ambas cantidades se comparen con su valor equivalente en el mismo instante, y si se toma al tiempo presente como punto de comparación.

$$12000 = \frac{A}{(1.03)^5} + \frac{A}{(1.03)^6} + \frac{A}{(1.03)^7} + \frac{A}{(1.03)^8} + \frac{A}{(1.03)^9} + \frac{A}{(1.03)^{10}}$$

$$A = 2493.193312$$

Uso de Notación Simplificada y Tablas de Factores

En ingeniería económica se ha desarrollado una notación simplificada para cada una de las fórmulas mostradas. La razón es que, debido a que todas las fórmulas tienen exponentes, corchetes, etc., se buscó la forma de expresarlas de manera más sencilla. En la tabla 1 se muestra esta notación simplificada y su correspondencia con las fórmulas ya presentadas (Baca Urbina, 2007).

Fórmula desarrollada	Notación simplificada
$F = P(1 + i)^n$	$(F/P, i, n)$
$P = \frac{F}{(1+i)^n}$	$(P/F, i, n)$
$P = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$	$(P/A, i, n)$
$A = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$	$(A/P, i, n)$
$F = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right]$	$(F/A, i, n)$
$A = F \left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right]$	$(A/F, i, n)$
$P = \frac{G}{i} \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} - n \right] \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$	$(P/G, i, n)$
$F = \frac{G}{i} \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} - n \right]$	$(F/G, i, n)$

Tabla 1. Notación simplificada y tablas de factores

La Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR)

La tasa de referencia es la base de la comparación y el cálculo en las evaluaciones económicas que sean efectuadas. Si no se obtiene cuando menos esa tasa de rendimiento, se rechazará la inversión. El problema es cómo se determina esa tasa. Para problemas de tipo académico no importa cómo se obtiene la TMAR, pues el objetivo de la enseñanza es el dominio de las técnicas de análisis. Sin embargo, si se desea que el estudiante comprenda la esencia de tales técnicas, es necesario analizar, al menos de forma breve, cómo se obtiene la TMAR y por qué debe considerársele como la tasa de referencia. Todo inversionista espera que su dinero crezca en términos reales. Como en todos los países hay inflación, aunque su valor sea pequeño, crecer en términos reales significa ganar un rendimiento superior a la inflación, ya que si se gana un rendimiento igual a la inflación el dinero no crece, sino que mantiene su poder adquisitivo. Es esta la razón por la cual no debe tomarse como referencia la tasa de rendimiento que ofrecen los bancos, pues es bien sabido que la tasa

bancaria de rendimiento es siempre menor a la inflación. Si los bancos ofrecieran una tasa igual o mayor a la inflación implicaría que, o no ganan nada o que transfieren sus ganancias al ahorrador, haciéndolo rico y descapitalizando al propio banco, lo cual nunca va a suceder. Por lo tanto, la TMAR se puede definir como:

TMAR = tasa de inflación + premio al riesgo.

Premio al Riesgo

El premio al riesgo significa el verdadero crecimiento del dinero, y se le llama así porque el inversionista siempre arriesga su dinero (siempre que no invierta en el banco) y por arriesgarlo merece una ganancia adicional sobre la inflación. Como el premio es por arriesgar, significa que a mayor riesgo se merece una mayor ganancia. La determinación de la inflación está fuera del alcance de cualquier analista o inversionista y lo más que se puede hacer es pronosticar un valor, que en el mejor de los casos se acercará un poco a lo que sucederá en la realidad. Lo que sí puede establecer cuando haga la evaluación económica es el premio al riesgo. Para calcular el premio al riesgo se pueden tomar como referencias las dos situaciones siguientes (Baca Urbina, 2007):

- a) Si se desea invertir en empresas productoras de bienes o servicios deberá hacerse un estudio del mercado de esos productos. Si la demanda es estable, es decir, si tiene pocas fluctuaciones a lo largo del tiempo, y crece con el paso de los años aunque sea en pequeña proporción, y además no hay una competencia muy fuerte de otros productores, se puede afirmar que el riesgo de la inversión es relativamente bajo y el valor del premio al riesgo puede fluctuar entre 3 y 5%. Posterior a esta situación de bajo riesgo viene una serie de situaciones de riesgo intermedio, hasta llegar a la situación de mercado de alto riesgo, que tiene condiciones opuestas a la de bajo riesgo y se caracteriza principalmente por fuertes fluctuaciones en la

demanda del producto y una alta competencia en la oferta. En casos de alto riesgo en inversiones productivas el valor del premio al riesgo siempre está arriba de 12% sin un límite superior definido (Baca Urbina, 2007).

- b) La segunda referencia es analizar las tasas de rendimiento por sectores en la Bolsa de Valores. Supóngase que se desea invertir en el área de productos químicos. Por un lado, deberá observar cuál ha sido el rendimiento promedio de las empresas del área de productos químicos que cotizan en la Bolsa de Valores, y por otro, conocer el valor real de la inflación. Si se observa, por ejemplo, que los rendimientos actuales de las industrias químicas sobrepasan apenas 3% al ritmo inflacionario, no sería acertado fijar un premio al riesgo muy superior al promedio vigente para una nueva industria química, pues implicaría pedir altos rendimientos a un sector productivo que en ese momento, por las razones que sean, no está proporcionando altos rendimientos. Ya será decisión de los inversionistas arriesgarse en esas condiciones. Si en un determinado sector productivo los rendimientos promedio son bajos, pero una industria particular de ese mismo sector tiene altos rendimientos, no se debe confundir esta circunstancia y querer imitarla en ganancias fijando un alto premio al riesgo en la etapa de evaluación económica, cuando apenas se va a decidir si se invierte. La fijación de un valor para el premio al riesgo y, por lo tanto, para la TMAR es, como su nombre lo indica, el mínimo aceptable. Si la inversión produce un rendimiento muy superior a la TMAR, tanto mejor (Baca Urbina, 2007).

Método de Análisis

El método de análisis que se utilice para tomar la decisión de inversión debe tener varias características deseables: ser capaz de

seleccionar la mejor opción de entre un conjunto de opciones mutuamente exclusivas, entendiéndose como tal al hecho de tener alternativas de inversión y, al tomar una de ellas, las demás quedan eliminadas automáticamente. El mejor método de análisis también debe tomar en cuenta todos los flujos de efectivo que genere el proyecto (positivos y negativos) y no solo algunos de ellos. Por último, tiene que ser consistente en los supuestos teóricos que le dieron origen. El periodo de recuperación de una inversión es el número de años que tomará el proyecto para recuperar la inversión inicial.

Valor Presente Neto

El valor presente simplemente significa traer del futuro al presente cantidades monetarias a su valor equivalente. En términos formales de evaluación económica, cuando se trasladan cantidades del presente al futuro se dice que se utiliza una tasa de interés, pero cuando se trasladan cantidades del futuro al presente, como en el cálculo del VPN, se dice que se utiliza una tasa de descuento; por ello, a los flujos de efectivo ya trasladados al presente se les llama flujos descontados.

Referencias:

- Baca Urbina, G. (2007). Fundamentos de ingeniería económica (R. A. del Bosque-Alayón (ed.); Cuarta Edi). McGraw-Hill.*
- Willem, J., & Worrell, E. (2013). Economics of Energy. In Handbook of Environmental and Resource Economics. Edward Elgar Publishing.*
- <https://doi.org/10.4337/9781843768586.00022>