

# Evaluación de Proyectos

## Guía de Ejercicios Problemas y Soluciones



04076

2

**José Manuel SAPAG PUELMA**

Supervisión Técnica: Nassir y Reinaldo Sapag Ch.

**MC  
Graw  
Hill**

## MATEMÁTICAS FINANCIERAS

---

Antes de resolver los problemas de matemáticas financieras, es importante señalar la importancia de ellas en la teoría financiera y específicamente en la evaluación de proyectos como herramienta fundamental de análisis.

La esencia de las matemáticas financieras se basa en la premisa de que un dolar hoy es diferente a un dolar mañana, porque el dinero tiene un valor en el tiempo dado por el costo alternativo, usualmente determinado por la tasa de interés.

Los proyectos se caracterizan básicamente por dos etapas; la inversión y la operación. La primera se refiere a todas las inversiones necesarias para la puesta en marcha del proyecto desde la compra de terrenos, hasta el financiamiento de la marcha blanca del mismo. La segunda se refiere a la etapa de puesta en marcha del negocio, la que se caracteriza por la generación de ingresos y egresos de operación.

Dado que tanto en la etapa de inversión como de operación se producen movimientos de caja en diferentes momentos, es necesario incorporar el costo financiero que ello implica para poder expresar los distintos valores, en diferentes momentos en cifras comparables. Es por ello que las matemáticas financieras representan una herramienta importante en la evaluación de un proyecto.

### Ejercicio N° 1 Compañeros

Dos compañeros universitarios dejan de verse durante muchos años. Cuando estudiaban juntos a los 21, acostumbraban a fumar una cajetilla al día. El valor de la cajetilla alcanzaba la suma de \$ 560 actuales.

Después de 25 años, se encuentran en una calle céntrica y, luego de saludarse, uno de ellos le dice al otro: –Hoy es un día muy especial para mí, puesto que acabo de firmar en la notaría la escritura de propiedad de un lindo departamento en el sector céntrico de la ciudad. –¿Cuánto te costó?–, pregunta el otro. La respuesta fue: –dejé de fumar a los 21 años, y durante estos años decidí ahorrar el equivalente al valor diario de la cajetilla. Así, todos los meses deposité en el banco la suma de \$16.800. El banco me pagó el 1 por ciento mensual de interés real y con el producto total pude comprar el departamento.

¿Cuál fue el precio?

### Ejercicio N° 2 Moto

Hoy es 18 de octubre y dentro de tres años el primogénito de Rodrigo Fuentes cumplirá la mayoría de edad. Su padre desearía regalarle una moto que costaría \$1.800.000 en pesos de hoy. Para adquirirla decide ahorrar una cantidad mensual en un instrumento bancario que rinde 2 por ciento mensual. Si la tasa de rendimiento no cambia en ese tiempo, ¿cuánto tendría que ahorrar Rodrigo cada mes para poder adquirir la moto?

### Ejercicio N° 3 Lotería

Al ver las noticias acerca del premio otorgado por la Lotería, José Manuel se dijo: –Llevo 15 años apostando en este juego y nunca he ganado nada. Si en ese entonces le hubiese hecho caso a mi tío, quien me recomendó que jamás jugara y que, por el contrario, depositara todas las semanas el valor del cartón, tendría mis buenos ahorros.

Si el costo del cartón es de \$ 200 pesos y la tasa de interés real es de 12 por ciento anual, ¿cuánto tendría ahorrado?

## FLUJOS DE CAJA PROYECTADOS

La proyección del flujo de caja constituye uno de los elementos más importantes en el estudio de un proyecto, ya que la evaluación del mismo se efectuará sobre los valores que en él se utilicen.

Existen diferentes flujos de caja para diferentes fines: uno de ellos se utiliza para calcular la rentabilidad del proyecto; otro, para medir la rentabilidad de los recursos propios, y un tercero, para evaluar la capacidad de pago frente a los préstamos que ayudaron a su financiamiento. Sin embargo, los elementos que conforman un flujo de caja proyectado difieren si es un proyecto de creación de una nueva empresa o si es uno en que se evalúa una empresa en funcionamiento, ya que las variables que deberán incluirse son diferentes.

El flujo de caja está compuesto por varios momentos, que representan la ocurrencia en el tiempo de un ingreso o egreso. Normalmente, cada momento refleja los movimientos de caja ocurridos durante un período, los que se anotan como la suma simple de ellos. El horizonte de evaluación de un proyecto también constituye un elemento importante que debe definir el preparador y evaluador de proyectos. Si bien no existe una regla que lo determine, es importante que éste pueda medir la rentabilidad del negocio en el largo plazo.

En términos generales, la estructura de un flujo de caja se puede agrupar en cinco ítems básicos. Estos son:

- (1) los ingresos y egresos afectos a impuesto
- (2) gastos no desembolsables
- (3) el impuesto propiamente tal
- (4) restitución de los gastos que no constituyen egresos efectivos de caja
- (5) los costos e ingresos no afectos a impuesto

FLUJO DE CAJA $t_i$		
(1)	+	Ingresos
(1)	-	Costos directos
(1)	-	Gastos de administración
(1)	-	Gastos de ventas
(2)	-	Gastos no desembolsables
Resultado antes de impuestos		
(3)		Impuestos
Resultado después de impuestos		
(4)	+	Gastos no desembolsables
(5)	-	Inversión
(5)	+	Ingresos no afectos a impuestos
(5)	-	Costos no afectos a impuestos
FLUJO DE CAJA $t_i$		

Dentro de los gastos no desembolsables están las depreciaciones y las amortizaciones de los activos nominales, que para efectos de la construcción del flujo tienen el mismo tratamiento que la depreciación.

Los próximos ejercicios reflejan algunas de las situaciones planteadas anteriormente. Para ello se presentan evaluaciones tanto para empresas nuevas como para empresas en funcionamiento. A través de ambos casos estudiaremos evaluación de proyectos nuevos, evaluación de reemplazo, tamaño y ampliación, localización y outsourcing entre otros, determinando en algunas ocasiones la rentabilidad del proyecto, la del inversionista y la capacidad de pago del mismo.

## ELECCIÓN DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS Y DECISIONES DE REEMPLAZO

---

La elección de alternativas tecnológicas, por lo general, se efectúa en la etapa preinversional del ciclo de proyectos. En esta etapa se debe efectuar el estudio de viabilidad económica, en el cual, dentro del estudio técnico, deben compararse los valores actuales de costos de los procesos tecnológicos que estén analizándose. La necesidad de evaluar alternativas tecnológicas surge de la existencia de procesos con altos costos de inversión, pero con bajos costos de operación y viceversa, por lo que debe evaluarse la conveniencia de ambos casos considerando el horizonte de evaluación, costos de inversión y operación, valores de salvamento, tasa de descuento, etcétera.

Las decisiones de reemplazo, a diferencia de la anterior, se efectúan en la etapa de operación, lo que significa que por lo general se dan en empresas en funcionamiento. En esta ocasión debe evaluarse la situación sin proyecto versus con proyecto, lo que significa evaluar los efectos financieros de la situación actual, versus los efectos financieros de la alternativa que se esté estudiando como reemplazo.

El estudio de las inversiones de modernización por la vía del reemplazo puede originarse por diversas causas: capacidad insuficiente de los equipos existentes para enfrentar un eventual crecimiento, ineficiencias de costos en comparación con nuevas tecnologías, obsolescencia por adelantos tecnológicos, etcétera. Cualquiera sea el caso, se parte de la base de que los ingresos del proyecto o de la empresa en funcionamiento son los mismos y por tanto irrelevantes de ser considerados, por lo que debe seleccionarse la alternativa que tenga el menor valor actualizado de sus costos.

### Ejercicio N° 23 Renovación de equipos

Usted desea renovar su equipo por otro más moderno que permitiría disminuir los costos de operación. La vida útil económica de ambos equipos es de cuatro años (Nota: no considere en ningún caso la depreciación de los equipos). Se presentan a continuación los valores de los equipos con sus ingresos y costos anuales esperados.

#### Equipo antiguo

- Valor de venta hoy \$ 10.000
- Costo de operación anual \$ 500
- Ingresos anuales \$ 5.500
- Valor de venta dentro de cuatro años \$ 7.000

#### Equipo nuevo

- Valor de compra (inversión) \$ 16.000
- Costo operación anual \$ 200
- Ingresos anuales \$ 8.500
- Valor de venta dentro de cuatro años \$ 9.000

Determine la conveniencia de efectuar el cambio mediante un flujo incremental si la tasa de impuesto a las utilidades es de 15 por ciento, y la tasa de descuento pertinente es 10 por ciento anual.

### Ejercicio N° 24 Empresa metalúrgica

En la realización del estudio técnico de un proyecto se encuentran tres alternativas tecnológicas de distintos países que se adecuan a los requerimientos exigidos para su implementación. El costo fijo anual de cada alternativa sería el siguiente, dependiendo del volumen de producción:

Producción/Proveedor	Alemania	Suecia	USA
0 - 10.000	300.000	350.000	500.000
10.001 - 20.000	300.000	350.000	500.000
20.001 - 30.000	400.000	350.000	500.000
30.001 - 40.000	400.000	450.000	500.000

Por otra parte, los costos variables unitarios de cada alternativa por rango de producción se estiman en:

Producción	Alemania	Suecia	USA
0 - 30.000	10,00	9,00	6,00
30.001 - 40.000	9,50	8,50	5,00

El estudio de mercado señala que la demanda del producto será de 20.000 unidades para los primeros tres años, 28.000 del cuarto al séptimo y de 34.000 unidades del octavo al décimo. Por otra parte, los costos de las distintas alternativas tecnológicas son los siguientes:

Opción A:	\$ 2.000.000
Opción B:	\$ 1.800.000
Opción C:	\$ 1.600.000

Si los activos se deprecian linealmente en diez años y no existe la posibilidad de venderse en el mercado secundario al cabo de dicho plazo, evalúe las diferentes alternativas tecnológicas considerando una tasa de descuento de 12 por ciento anual y una tasa de impuesto a las utilidades de 15 por ciento.

### Ejercicio N° 25 Mono

Un joven e impetuoso operario de una Estación de Servicios, cansado de las exigencias de su tío Kong, dueño de la estación, antes de abandonar la oficina del obstinado pariente, tiene el valor necesario para gritarle que un mono bien entrenado podría desarrollar la tarea tan sencilla que le han asignado.

El propietario del negocio reflexiona un momento las palabras de su sobrino y queda subyugado por la idea de entregarle a un mono las tareas que antes efectuaba su sobrino.

El señor Kong acude donde su socio, el señor Maguila, y le argumenta con cierta vehemencia la necesidad de realizar inversiones tendientes a ahorrar costos futuros y la posibilidad de traspasar el cargo. Después de un extenso debate se ponen de acuerdo en la conveniencia de realizar un estudio, el que presenta los siguientes antecedentes:

Costaría \$300.000 comprar y entrenar a un mono razonablemente inteligente con una vida predecible de diez años. Los costos anuales de alimentación y alojamiento del mono costarían \$100.000. El sueldo del sobrino representa \$195.000 anuales. La empresa está en un nivel de impuesto del 15 por ciento y un costo alternativo de 18 por ciento.

Consideración ética del docente: no resulta afortunada el empleo de animales propuesto por la bibliografía. No obstante, no se modifica el enunciado para hacer notar esta situación. Se propone un ejemplo que considere el empleo de un robot.

¿Debería el señor Kong comprar el mono o volver a contratar una nueva persona en reemplazo de su sobrino? Justifique su respuesta. ¿Cuál es el valor presente del ahorro de costos por el hecho de optar por la alternativa más eficiente? Elabore el flujo incremental correspondiente. Nota: los activos se amortizan o deprecian a razón de 10 por ciento anual.

### Ejercicio N° 26 Profrut S.A.

La empresa Profrut S.A. se creó en 1960 e inicialmente producía sólo salsa de tomates, alcanzando ventas que la han hecho ocupar uno de los primeros lugares en el mercado nacional. Posteriormente, diversificó su producción, creando dos líneas nuevas de productos: conserva de frutas y mermeladas.

Actualmente, se está analizando la viabilidad de producir y comercializar platos preparados enlatados.

Dado que la capacidad instalada actual está trabajando casi al 100 por ciento, no sería posible ocuparla en la producción de los nuevos productos. El estudio técnico concluyó la existencia de dos alternativas de procesos productivos.

#### Alternativa 1

Involucra un grado de automatización mayor que el utilizado actualmente, requeriría de los siguientes desembolsos:

• Compra de terreno	\$ 5.000.000
• Construcción de planta (edificio)	\$ 14.000.000
• Máquinas y equipos	\$ 16.000.000
• Obras complementarias	\$ 4.000.000
• Energía, reparaciones y otros (al año)	\$ 1.000.000
• Costo unitario de mano de obra	\$ 5
• Costo unitario de materias primas	\$ 8

#### Alternativa 2

• Compra de una planta y su remodelación	\$ 15.000.000
• Equipos y máquinas	\$ 10.000.000
• Energía y otros (al año)	\$ 700.000
• Costo unitario de mano de obra	\$ 8
• Costo unitario de materias primas	\$ 10

Todos los activos se deprecian linealmente a diez años y ninguno de ellos podrá venderse al final del período de evaluación (definido en diez años), salvo el terreno, que podrá venderse al mismo precio en que fue adquirido. En cuanto al edificio, se ha estimado que este no podrá ser comercializado en el mercado secundario al final del período de evaluación.

En ambas opciones, los ingresos son los mismos y se prevé que no se requerirá de reinversiones durante la vida útil del proyecto. El volumen de producción en el segundo proceso puede alterarse fácilmente sin incurrir en mayores costos, dado que su tecnología es bastante flexible. En cambio, en el segundo es menor, ya que requiere de mayores tiempos de ajuste.

En términos relativos, es más abundante la mano de obra para el segundo proceso que para el primero, ya que éste requiere de cierto personal calificado que, si bien no es escaso, no se encuentra en gran cantidad como en la otra alternativa.

Otra característica del primer proceso descrito es su mayor facilidad para adaptarlo a la producción de jugos de fruta, línea de producto no explotada aún por la empresa.

En marzo de 1996, en una reunión del equipo que estudia el proyecto, se discutía acerca de la estimación de la demanda para el producto. El gerente general de Profrut S.A., señor Phillips, encontraba demasiado optimista la demanda proyectada, pues “no sólo debe considerarse como productos competitivos los platos preparados enlatados existentes en el mercado, sino también aquellos que son presentados en otros tipos de envases, como las bandejas de aluminio”. Después de criticar otros aspectos considerados en la estimación de la demanda, sugirió castigarla en 30 por ciento.

El señor Solar, responsable del estudio de mercado, no consideró como competitivos los productos mencionados por Phillips, ya que “no ofrecen las ventajas de transporte, almacenamiento y rapidez en su preparación para el consumidor que poseen los productos enlatados”. Además, argumenta: “Creo firmemente que podremos vender las 250.000 unidades mensuales estimadas en la proyección de la demanda, ya que existe una fuerte necesidad de nuestro producto en el mercado al que lo ofreceremos”.

La reunión terminó sin que se llegara a un acuerdo. Al retirarse de la sala, el señor Phillips le pide que presente en la próxima sesión su recomendación sobre el proceso productivo que debería adoptarse.

Para efectos del estudio, utilice una tasa de descuento de 13 por ciento anual y una tasa de impuesto a las utilidades de 15 por ciento.

## EVALUACIÓN DE PROYECTOS PUROS

Si bien es cierto la construcción de un flujo de caja de un proyecto puro para ser evaluado como unidad económica independiente puede resultar bastante menos complejo que estudiar alternativas tecnológicas en empresas nuevas o en funcionamiento, esta tarea debe necesariamente ser desarrollada con posterioridad, puesto que determinar la tecnología más eficiente para el desarrollo de un producto o servicio forma parte del estudio técnico, resultado que se utilizará en la construcción del flujo del proyecto puro.

A diferencia del capítulo anterior, donde estudiamos cómo determinar el proceso tecnológico más eficiente, la construcción de un flujo puro busca definir cuál es la rentabilidad del proyecto como unidad económica, utilizando para ello las decisiones tomadas en los distintos estudios previos. De esta manera, los flujos de caja analizados en esta sección, permiten medir la rentabilidad de toda la inversión.

**Ejercicio N° 45 Dr. Pepper**

Un importante grupo de inversionistas desea determinar la rentabilidad de instalarse en el país con la afamada marca de bebidas Dr. Pepper en sus dos versiones: azul y roja. Para establecer la aceptación del producto, se efectuó un estudio de mercado a través de mercados de prueba. Los resultados fueron los siguientes:

Durante el primer año de operación, las ventas, por concepto de conocimiento del producto, alcanzarán a 350.000 litros; sin embargo, en una etapa posterior, más bien conocida como adopción (entre el segundo y cuarto año), se determinó que se podrían vender 280.000 litros, del quinto al sexto 30 por ciento más y los dos últimos 23 por ciento más que el período anterior. Por otra parte, se definió como estrategia de introducción, vender la bebida a \$ 450 el litro para el primer año y luego incrementarlo en 20 por ciento para el resto del período de evaluación.

El estudio técnico del proyecto determinó que cada línea de producción era capaz de elaborar 200.000 litros anuales, por lo que, cuando la demanda se incrementa por sobre su capacidad, se deberá instalar una adicional. Para producir un litro de bebida se requería incurrir en los siguientes costos:

Insumos	Costo unitario
Azúcar	\$ 18,6
Agua	\$ 12,4
Elementos químicos	\$ 35,8
Colorantes	\$ 25,5
Energía	\$ 18,0
Mano de obra directa	\$ 115,6

Para operar con la marca Dr. Pepper será necesario pagar un royalty anual equivalente a 5 por ciento de las ventas netas para los tres primeros años y a 3 por ciento para los restantes.

El estudio organizacional determinó que para el correcto desarrollo y administración de la empresa será necesario contar con una estructura compuesta por:

Puesto	Remuneración bruta
Gerente general	\$ 800.000 mensual
Gerente de marketing	\$ 580.000 mensual
Gerente de administración y finanzas	\$ 600.000 mensual
Gerente de producción	\$ 550.000 mensual

Adicionalmente, se han estimado gastos totales por concepto de administración por \$ 300.000 mensuales, cifra que se mantendrá constante en términos reales.

El estudio financiero determinó que desde el momento en que la empresa comience a producir hasta la primera venta transcurrirá un período de tres meses, el cual deberá ser considerado como capital de trabajo sólo en lo que a costos variables se refiere, sin considerar royalties.

Para la ejecución del proyecto se requerirá invertir \$ 35.000.000 en infraestructura, la que será depreciada linealmente en 20 años. Se estima que al final del octavo año de operación se podrá vender a 35 por ciento de su valor de adquisición. Para montar la fábrica se requerirá la compra de un terreno avaluado en \$ 5.000.000, valor que se mantendrá en el tiempo. Para la producción propiamente tal, se instalarán en un comienzo dos líneas de producción, cuya tecnología requiere una inversión de ocho millones de pesos cada una y serán depreciadas linealmente a 10 años. Al final del año ocho, todas las líneas de producción tendrán un valor comercial o de salvamento equivalente a 35 por ciento de su valor de adquisición.

Los inversionistas lo han elegido a usted para que los asesore en su decisión, para lo cual debe considerar que la tasa de impuestos a las utilidades es de 15 por ciento y la tasa exigida por los inversionistas es de 12 por ciento.