



CURSO

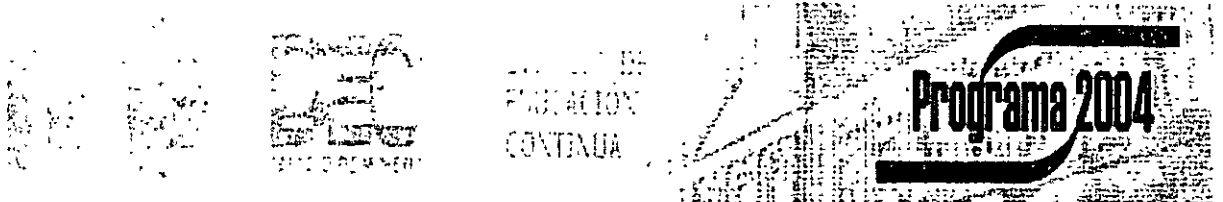
CA041 ANALISIS DE INVERSIONES CON FINES DE VALUACIÓN.

TEMA:

EVALUACIÓN DE PROYECTOS
MÉTODOS ANALÍTICOS PARA LA TOMA DE DECISIONES

EXPOSITOR: M. en I. JOSÉ MARTÍN ESTRADÁ GARCÍA

PALACIO DE MINERÍA: JUNIO 2004



CAPÍTULO 1.

EVALUACIÓN DE PROYECTOS.

1.1 ELECCIÓN DE NEGOCIOS Y PROYECTOS CON BENEFICIOS.	1
1.1.1 ¿QUÉ ES UN PROYECTO?	1
1.1.2 ¿QUÉ ES BENEFICIO?	3
1.1.3 EL PROCESO DE ELECCIÓN.	4
1.2 LO QUE SE DEBE SABER ANTES DE INVERTIR.	5
1.2.1 PRINCIPALES RAZONES PARA EVALUAR PROYECTOS.	5
1.2.2 FLUJOS DE EFECTIVO NETOS DEL NEGOCIO O PROYECTO.	6
1.2.3 TASA DE INTERÉS O COSTO DE CAPITAL.	9
1.3 ¿NEGOCIO RENTABLE?	10
1.3.1 MEDIDAS DE RENTABILIDAD.	10
1.3.2 RELACIÓN ENTRE LA RENTABILIDAD Y EL RIESGO DEL NEGOCIO.	11
1.4 CUÁNTO DINERO ENTRA Y CUÁNTO DINERO SALE.	12
1.4.1 VIDA ECONÓMICA DE UN NEGOCIO O PROYECTO.	12
1.4.1.1 INVERSIÓN NETA.	13
1.4.2 VENTAS Y COSTOS.	15
1.4.3 DEPRECIACIÓN.	16
1.4.4 IMPUESTOS.	17
1.4.5 FLUJOS DE EFECTIVO OPERATIVOS A PARTIR DEL ESTADO DE RESULTADOS.	18
1.5 TIEMPO EN EL QUE SE RECUPERA LA INVERSIÓN.	19
1.5.1 TIEMPO DE RECUPERACIÓN SIMPLE.	19
1.5.2 TIEMPO DE RECUPERACIÓN AJUSTADO.	20
1.6 ¿NEGOCIO O BANCO?	22
1.6.1 VALOR PRESENTE NETO (VPN).	22
1.6.2 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).	23
1.7 ¿SE PRESENTAN VARIAS ALTERNATIVAS DE NEGOCIOS?	24
1.7.1 PROYECTOS INDEPENDIENTES.	24
1.7.2 PROYECTOS MUTUAMENTE EXCLUYENTES.	25

CAPÍTULO 2

MÉTODOS ANALÍTICOS PARA LA TOMA DE DECISIONES.

2.1 INTRODUCCIÓN ELEMENTAL	27
2.2 ESTRUCTURA DE UN PROBLEMA DE DECISIÓN.	28
2.3 RELACIONES BINARIAS.	29
2.4 MEDICIÓN Y ESCALAS.	30
2.5 ESTRUCTURA DE PREFERENCIAS.	31
2.6 MÉTODOS DE DECISION BAJO INCERTIDUMBRE.	31
2.6.1 CRITERIO DE WALD.	32
2.6.2 CRITERIO DE HURWICZ.	32
2.6.3 CRITERIO DE SAVAGE.	33
2.6.4 CRITERIO DE LAPLACE.	34
2.6.5 MÉTODO DE LA SUMA PONDERADA.	35
2.6.6 MÉTODO DE ENTROPÍA.	37
2.6.7 MÉTODO DE ORDENACIÓN SIMPLE (RANKING).	38
2.7 ÁRBOLES DE DECISIÓN.	39
2.8 MODELO DE SIMULACIÓN DE MONTE CARLO.	44

CAPÍTULO 1.

EVALUACIÓN DE PROYECTOS.

1.1 ELECCIÓN DE NEGOCIOS Y PROYECTOS CON BENEFICIOS.

Las dos principales decisiones a las que se enfrenta un empresario o inversionista, desde un punto de vista financiero, son la decisión de inversión y la decisión de financiamiento. La decisión de inversión se refiere a seleccionar, de entre un conjunto de alternativas, la cantidad de recursos que deben comprometerse en activos, así como a determinar la composición o tipo de activos que deben adquirirse con dichos recursos.

El presente módulo tiene como objetivo exponer los aspectos cualitativos de la evaluación financiera con el propósito de complementar las herramientas analíticas presentadas en los módulos anteriores. Al término del presente módulo se tendrá la posibilidad de hacer evaluaciones de proyectos y se definirán los aspectos principales para disminuir las constantes quiebras.

La decisión de inversión no es independiente de la decisión de financiamiento, sin embargo, es conveniente separarlas con objeto de comprender más fácilmente las características y elementos específicos asociados a cada una de estas decisiones para la elección de negocios y proyectos rentables.

La decisión de inversión es una de las más complejas y retadoras que deben realizar los empresarios. Su complejidad radica, fundamentalmente, en el hecho de que no existen dos decisiones de inversión idénticas. Cada decisión de inversión conlleva elementos específicos que caracterizan y separan del resto de decisiones similares que un empresario debe enfrentar.

1.1.1 ¿QUÉ ES UN PROYECTO?

Los empresarios se caracterizan, fundamentalmente, por su constante búsqueda de oportunidades productivas. Por oportunidades productivas se entiende la utilización de los recursos económicos de que dispone un negocio con objeto de producir un bien o prestar un servicio.

La principal característica de los recursos económicos es que son recursos escasos, es decir, son recursos cuya disponibilidad es limitada.

Recursos económicos son, entre otros el capital, la mano de obra, la tierra, la maquinaria, el tiempo y los conocimientos. Estos recursos, cuando se utilizan para la producción de un bien o la prestación de un servicio, se convierten en factores o medios de producción.

Al acto de comprometer recursos económicos para desarrollar oportunidades productivas, es decir, para realizar la producción de un bien o la prestación de un servicio, se le denomina inversión y al proceso de asignar dichos recursos entre las diferentes alternativas de uso de los mismos, se le denomina toma de decisiones de inversión.

Debido a que un negocio dispone únicamente de una cantidad limitada de recursos para desarrollar oportunidades productivas, es muy importante, para el empresario o dueño de un negocio, el contar con la metodología que le permita optimizar el uso de sus recursos.

Un proyecto es un plan de acción para la utilización productiva de los recursos económicos de que dispone un negocio. Los proyectos son unidades mínimas susceptibles de análisis financiero. Si bien el propósito de las técnicas de evaluación de negocios y proyectos no es el de ayudar al empresario a identificar oportunidades productivas, sí pretenden proporcionarle una metodología para optimizar el uso de los recursos económicos de que dispone un negocio, a través de utilizar criterios específicos para medir el resultado económico con el desarrollo de un determinado proyecto.

Al ser un plan o programa de acción, un proyecto, debe indicar los medios necesarios para su realización, desde un punto de vista técnico, administrativo y legal. Por esta razón, antes de que un proyecto o negocio pueda ser analizado desde un punto de vista financiero, es necesario que el empresario desarrolle cuidadosamente, entre otros, los siguientes tipos de estudio o análisis:

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| 1) Análisis técnico. | 2) Análisis de mercados. |
| 3) Análisis económico. | 4) Análisis legal. |

La realización de estos análisis o estudios permiten al empresario contar con los elementos mínimos indispensables de información para poder evaluar proyectos o negocios, desde el punto de vista financiero.

Generalmente, un negocio se conforma con un portafolio o conjunto de proyectos de inversión. De esta forma se puede afirmar que un negocio consiste de un número indeterminado de proyectos de inversión.

Como un negocio puede consistir únicamente de un solo proyecto de inversión, a lo largo del módulo se utilizará el término negocio como sinónimo de proyecto. Sin embargo, es importante recordar que un negocio normalmente consiste de más de un proyecto de inversión.

Los proyectos de inversión susceptibles de ser implementados por un empresario o dueño de un negocio pueden clasificarse de múltiples maneras. En función de la naturaleza de los proyectos, se pueden distinguir, entre otros, los siguientes tipos:

1.- Proyectos de reemplazo de activos fijos.

2.- Proyectos de expansión del negocio:

Capacidad adicional en líneas de producto existentes.

Creación de líneas de nuevos productos.

3.- Otros:

Campañas de mercadotecnia.

Compra de equipo anticontaminante.

Adiciones al capital de trabajo.

En función de la relación que se establece entre los diferentes proyectos de inversión susceptibles de ser implementados por un empresario, se pueden distinguir los siguientes tipos de proyectos:

- 1.- Proyectos mutuamente excluyentes: Únicamente es posible seleccionar el "mejor" proyecto.
- 2.- Proyectos independientes: Es posible seleccionar varios proyectos.
- 3.- Proyectos interdependientes:
 - Proyectos complementarios: Seleccionar uno implica seleccionar otros.
 - Proyectos competitivos: Sólo es posible seleccionar uno.

1.1.2 ¿QUÉ ES BENEFICIO?

Los empresarios realizan una búsqueda constante de oportunidades de inversión porque persiguen un objetivo. Desde un punto de vista financiero, el único objetivo relevante para el empresario, es la realización de un beneficio.

Desde un punto de vista financiero entendemos por beneficio el grado de satisfacción que un inversionista o empresario logra al utilizar productivamente sus recursos económicos. Sin embargo, estas satisfacciones son muy difíciles de medir. No es posible decir que un empresario obtiene más satisfacción que otro al realizar una determinada inversión, puesto que el grado de satisfacción que ambos obtienen, es un concepto subjetivo. Aún si se diseñara una escala de satisfacción, y se pudiera afirmar que un inversionista logra, con la realización de un proyecto, un grado de satisfacción, por ejemplo, de 10 y otro inversionista logra al realizar la misma inversión, un grado de satisfacción de 8, esta afirmación sería extraordinariamente subjetiva.

Este problema subjetivo se resuelve si se supone que el grado o nivel de satisfacción que la realización de un proyecto le genera al empresario, está en función de la riqueza que el proyecto produce. Desde un punto de vista, mayor riqueza significaría mayor satisfacción, es decir, el empresario obtiene un beneficio de la realización de un proyecto, únicamente si dicho proyecto incrementa la riqueza del empresario. En función de estos argumentos, se puede concluir que, desde un punto de vista financiero, el objetivo del empresario es el de maximizar su riqueza.

Sin embargo, no se ha resuelto del todo el problema subjetivo, puesto que se necesita definir una medida de riqueza. Así por ejemplo, es posible medir riqueza por el volumen de ventas que un negocio o proyecto puede generar. Otra forma en que es posible medir riqueza es a través de la utilidad neta, que aparece en la línea final del estado de resultados de un negocio. Sin embargo, desde un punto de vista financiero se entiende por riqueza la cantidad de dinero de que dispone el inversionista o empresario. Esta cantidad de dinero estará determinada por la diferencia entre las entradas de dinero y las salidas de dinero que a lo largo de la vida de operación de un negocio o proyecto se generen.

Por lo tanto, el objetivo del empresario es maximizar los flujos de efectivo que genera un proyecto o negocio, pues de esta forma maximizará su riqueza o cantidad de dinero disponible.

El empresario o inversionista no está interesado en los flujos de efectivo que ha generado en el pasado un proyecto o negocio, sino en los flujos de efectivo que un negocio o proyecto puede generar a futuro, puesto que éstos serán los que quedarán disponibles para su consumo o reinversión. De esta manera, se puede afirmar que el objetivo del empresario es maximizar los flujos de efectivo futuros que un negocio o proyecto generarán.

1.1.3 EL PROCESO DE ELECCIÓN.

En función de lo expresado en las secciones anteriores, se sabe que un proyecto es la unidad mínima de análisis desde un punto de vista financiero. Asimismo, se sabe que el empresario o inversionista tiene un objetivo específico al comprometer recursos para la utilización productiva en planes concretos de acción denominados proyectos, dicho objetivo es la obtención de un beneficio. Se sabe también que los beneficios que genera un proyecto se miden en función del valor presente de los flujos de efectivo futuros que un negocio o proyecto generan.

Sin embargo es necesario contar con un modelo de toma de decisiones de inversión que permita estandarizar criterios de selección de proyectos de inversión. Es decir, es necesario contar con un procedimiento estándar que permita seleccionar aquellos proyectos que maximicen el valor presente de los flujos de efectivo futuros que un negocio o proyecto genera.

El principal criterio que se utiliza para seleccionar negocios o proyectos de inversión es el criterio denominado rendimiento o rentabilidad¹. En su forma más simple, se le denomina rentabilidad o rendimiento de un proyecto al cambio porcentual entre la cantidad de dinero disponible para el empresario al término de la operación de un proyecto y la cantidad de dinero disponible al inicio del proyecto.

$$\text{RENTABILIDAD DE UN PROYECTO} = \frac{100 (x_1 - x_0)}{x_0}$$

Donde:

x_0 = cantidad de dinero disponible para el empresario al inicio del proyecto.

x_1 = cantidad de dinero disponible para el empresario al final del proyecto.

¹ Nacional Financiera. 1992. Finanzas. Evaluación de Proyectos. Módulo 3. México.

1.2 LO QUE SE DEBE SABER ANTES DE INVERTIR.

1.2.1 PRINCIPALES RAZONES PARA EVALUAR PROYECTOS.

Desde una perspectiva financiera, la necesidad de analizar y evaluar proyectos de inversión, se origina fundamentalmente debido a:

- La escasez de recursos económicos.
- La búsqueda de maximización de la riqueza, o maximización del rendimiento.
- La incertidumbre o riesgo asociado con la implementación de un proyecto.

Cualquier negocio tiene recursos limitados para poder desarrollar e implementar todas las oportunidades productivas disponibles. Esto obliga a los empresarios e inversionistas a destinar recursos sólo a aquellos proyectos que ofrecen el mayor beneficio, es decir, el mayor rendimiento. Adicionalmente, el empresario o inversionista tiene que asegurarse, no únicamente que sus recursos disponibles son asignados a aquellos proyectos que ofrecen el mayor rendimiento, sino también, que son asignados a aquellos proyectos que ofrecen el mayor rendimiento por arriba del que ofrece el mercado financiero. En caso contrario, el empresario obtendría un mayor beneficio al invertir sus recursos en el sistema financiero.

Finalmente, a pesar de que un inversionista identifique y asigne sus recursos únicamente a aquellos proyectos que le ofrecen el mayor rendimiento posible por arriba del que le ofrece el mercado financiero, el hecho de que el rendimiento que le ofrece un proyecto es un rendimiento estimado, es decir, que se espera que ocurra a futuro, introduce el elemento incertidumbre o riesgo. Por riesgo entendemos la posibilidad de que el rendimiento esperado por la implementación de un proyecto no se materialice, es decir, no se realice o, en caso de que se realice, sea inferior al rendimiento originalmente estimado.

Debido a estos factores, el empresario o inversionista requiere de utilizar técnicas y herramienta que le permitan medir el riesgo y medir el rendimiento que un proyecto de inversión le ofrece.

Si el conjunto de negocios o proyectos susceptibles de implementarse por un empresario, son valuados siguiendo a las mismas técnicas y criterios de valuación, entonces dicho empresario estará en posibilidades de comparar el riesgo y el rendimiento asociados a cada negocio o proyecto y seleccionará, únicamente, aquellos negocios o proyectos que le permitan lograr su objetivo financiero, es decir, maximizar su riqueza con el mínimo riesgo.

Por maximizar riqueza, entendemos maximizar el valor presente de los flujos de efectivo futuros estimados que un negocio o proyecto generará. Esto es equivalente a afirmar que los inversionistas y empresarios seleccionan aquellos proyectos o negocios que les ofrece el mayor rendimiento al menor riesgo.

Los criterios generalmente aceptados en que se basan los métodos de análisis y evaluación de proyectos son los siguientes:

- 1.- La riqueza que se mide en términos de dinero, es decir, en flujos de efectivo.
- 2.- El dinero tiene un valor en el tiempo que se mide en términos de tasas de interés.
- 3.- La medida del riesgo debe incorporarse en los flujos de efectivo o incorporarse en el valor del dinero en el tiempo.

1.2.2 FLUJOS DE EFECTIVO NETOS DEL NEGOCIO O PROYECTO.

Los flujos de efectivo netos del negocio o proyecto están integrados por dos componentes:

- 1) La inversión neta.
- 2) Los flujos de efectivo operativos netos.

- La inversión neta está formada por las entradas y salidas de dinero que un negocio o proyecto genera, debido a:
 - 1.- La adquisición de activos fijos.
 - 2.- Los cambios o variaciones en el capital de trabajo.
 - 3.- Los valores residuales o de rescate que se obtienen por la liquidación de los activos fijos y el capital de trabajo al término del negocio o proyecto.

Un componente importante que debe ser considerado como parte de la inversión neta es su valor de rescate, es decir, al término de la vida económica del proyecto o negocio es razonable esperar que la cantidad de dinero invertida en activos fijos y en capital de trabajo quede nuevamente disponible al empresario.

El Valor de Rescate de la Inversión Neta es el flujo de efectivo que se produce al final de la vida económica del negocio o proyecto, debido a la venta de los activos fijos y a la recuperación del capital de trabajo².

- Los flujos de efectivo operativos netos son las entradas de dinero menos las salidas de dinero que un negocio o proyecto genera, por sus operaciones, después de impuestos, durante el tiempo que dura su operación.

Es también importante hacer estimaciones de los estados financieros (proforma) del negocio a evaluar, aún cuando un negocio o proyecto debe ser evaluado con base en sus flujos de efectivo netos y no con base en sus utilidades netas. Son los flujos de efectivo los que incrementan el valor de un negocio o proyecto y el negocio con las mejores utilidades netas no necesariamente es el que genera el mayor flujo de efectivo neto.

Como Flujo de Efectivo es la cantidad de dinero que queda disponible al empresario o dueño de un negocio después de considerar todas sus entradas de dinero y todas sus salidas de dinero, en un periodo determinado, al empresario le interesa determinar los Flujos de Efectivo que su negocio

produce para cada periodo o ciclo completo de operación, es decir, para cada día, semana, mes y/o año de vida económica.

El concepto de Flujo de Efectivo puede ser expresado también en forma aritmética, de la siguiente forma:

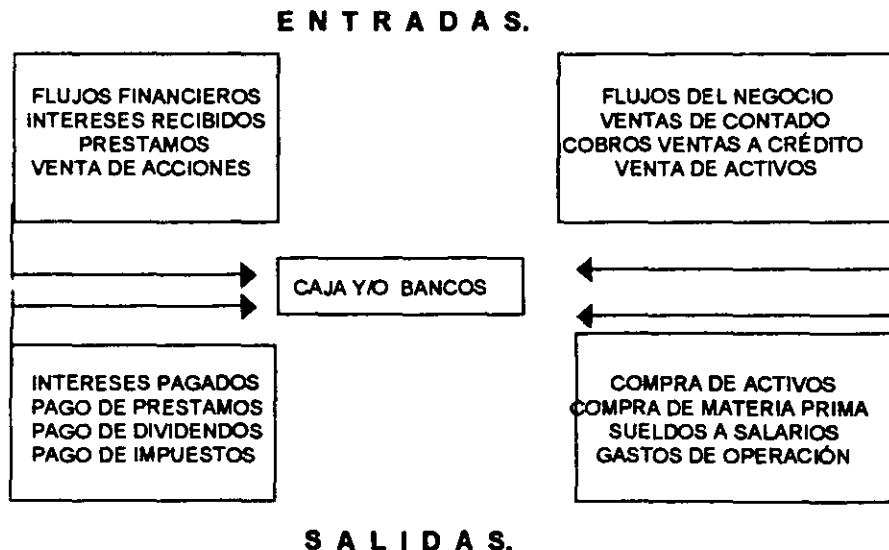
$$\text{FLUJO DE EFECTIVO} = \text{ENTRADAS DE DINERO} - \text{SALIDAS DE DINERO.}$$

En virtud de que las operaciones de un negocio conforman un ciclo continuo que, normalmente, inicia con la compra (salida de dinero) de materias primas y/o productos para la venta y termina con la venta (entrada de dinero) del producto y/o servicio, el flujo de efectivo también puede visualizarse como un ciclo continuo de entradas y salidas de dinero.

Dentro de este ciclo podemos identificar, en función de la procedencia de las entradas de dinero y el destino de las salidas de dinero, dos clases de flujos de efectivo: los Flujos de Efectivo del Negocio y los Flujos de Efectivo Financieros.

Como su nombre lo indica, los flujos del negocio son aquellos que se originan por las actividades continuas y cotidianas del negocio o proyecto. Los flujos financieros son aquellos relacionados con los diferentes métodos para obtener recursos y financiar las operaciones continuas del negocio o proyecto.

Los componentes principales de Ingreso (entradas de dinero) y Egreso (salidas de dinero) que componen estos dos tipos de Flujos de Efectivo, se muestran gráficamente a continuación:



El empresario está interesado en determinar los flujos de efectivo del negocio después de impuestos, debido a que el pago de impuestos es una salida de dinero que disminuye su riqueza

disponible. A los flujos de efectivo del negocio después de impuestos, les denominaremos flujos de efectivo del negocio netos.

Para facilitar la comprensión de los diferentes elementos que integran los flujos de efectivo del negocio netos, se dividirán en dos grandes grupos. Al primero lo denominaremos inversión neta, al segundo flujos de efectivo operativos. Por lo tanto, los flujos de efectivo del negocio netos para cada periodo de la vida económica de un negocio o proyecto serán calculados de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{FLUJOS DE EFECTIVOS DEL NEGOCIO NETOS} = \text{FLUJOS DE EFECTIVO OPERATIVOS} - \text{INVERSION NETA.}$$

Los diferentes elementos que integran los flujos de efectivo del negocio netos se muestran en la siguiente tabla:

CONCEPTO VIDA ECONÓMICA	PERIODO 0	PERIODO 1	... PERIODO N
Entradas de efectivo: Ventas de contado +cobros de ventas a crédito			
= Total ingresos en efectivo			
Salidas en efectivo: Costos variables de producción +Costos fijos de producción +Gastos de operación			
=Total de egresos en efectivo			
Ingresos en efectivo -Egresos en efectivo -Impuestos			
=Flujo de efectivo operativo			
Inversión neta: Compra de activos fijos +Cambios de capital de trabajo -Valores de rescate			
=Inversión neta			
FLUJO DE EFECTIVO DEL NEGOCIO			

Existen dos tipos de costos que deben ser correctamente analizados, ya que pueden llegar a afectar los flujos de efectivos netos de un negocio o proyecto, estos son:

I.- Costos de oportunidad.

Es importante tener presente que los costos de oportunidad son relevantes en la decisión de si se debe invertir en un negocio o proyecto, ya que afectan el flujo de efectivo neto del negocio.

En la evaluación financiera de un negocio o proyecto, un costo no es únicamente el dinero que sale para pagar algún producto o servicio, sino también es el dinero que se deja de recibir como consecuencia de la decisión de aceptar el negocio o proyecto que se evalúa.

Al flujo de efectivo que se deja de recibir como consecuencia de la aceptación del negocio o proyecto se le conoce como costo de oportunidad.

2.- Costos "hundidos".

Es también importante tener presente que los costos "hundidos" son irrelevantes en la decisión de invertir en un negocio o proyecto pues aunque estos representan un flujo de efectivo, dicho flujo de efectivo ya ocurrió, es del pasado, y por lo tanto, ya no puede ser modificado o alterado por la decisión de aceptar o rechazar un negocio o proyecto.

La evaluación de un nuevo negocio o proyecto debe ver hacia adelante, es decir, proyectar el futuro. Por lo tanto los costos hundidos no pueden ser recuperados y, por lo tanto, deben ser ignorados en la evaluación de un negocio o proyecto.

1.2.3 TASA DE INTERÉS O COSTO DE CAPITAL.

El Costo de capital es la tasa de interés que se utiliza para "descontar" los flujos de efectivo netos del negocio para encontrar su valor presente neto; también es la tasa de interés contra la que se compara la tasa interna de retorno para ver si el negocio o proyecto es atractivo³.

Si el empresario recibe un préstamo para financiar un negocio o proyecto, dicho empresario va a tener inicialmente una entrada de dinero producto del préstamo y, posteriormente, va a tener salidas de dinero originadas por el pago de los intereses y del monto que inicialmente le prestaron. Aunque estas entradas y salidas de dinero son flujos de efectivo financieros que se originan sólo si el negocio o proyecto es aprobado, no deben incluirse como parte de los flujos de efectivo netos en la evaluación del negocio o proyecto.

La razón por la cual no se deben incluir los flujos de efectivo financieros como parte de los flujos de efectivo netos del negocio, es que la tasa de interés con la cual se van a "descontar" dichos flujos de efectivo, ya incluye el costo del financiamiento.

Por lo tanto, si los flujos de efectivo financieros se incluyen como parte de los flujos de efectivo del negocio o proyecto, se estaría contabilizando "doble" el efecto financiero, ocasionando una evaluación errónea del negocio.

La necesidad de analizar y evaluar proyectos de inversión, se origina fundamentalmente por la escasez de recursos económicos, por la búsqueda de maximización de la riqueza o maximización del rendimiento, y por la incertidumbre o riesgo asociado con la implementación de un proyecto.

Los flujos de efectivo financieros no deben incluirse en los flujos de efectivo del negocio; estos flujos de efectivo financieros ya están incluidos en la tasa de descuento (costo de capital) a utilizar en la evaluación del negocio.

1.3 ¿NEGOCIO RENTABLE?

1.3.1 MEDIDAS DE RENTABILIDAD.

Como se menciona en la sección anterior (Qué es importante saber para decidir si se debe invertir en un negocio), la evaluación de un negocio o proyecto debe necesariamente estar basada en los flujos de efectivo netos derivados del negocio o proyecto; utilizar cualquier otro componente, tal como ventas netas o utilidades netas, es insuficiente.

Son estos flujos de efectivo netos los que proporcionarán la medida correcta de los beneficios netos de un negocio o proyecto.

Los métodos de medición de rentabilidad proporcionan una forma o procedimiento para relacionar los flujos de efectivo. La forma o procedimiento de relacionar los flujos de efectivo debe considerar el valor del dinero en el tiempo. Si un método o procedimiento no incorpora el concepto de valor del dinero en el tiempo, dicho método no debe ser utilizado como criterio de decisión.

Los tres métodos más importantes de medición de rentabilidad son⁴:

- I El periodo de recuperación ajustado de la inversión.
- II El valor presente neto.
- III La tasa interna de retorno.

A continuación se muestra una tabla sobre los criterios de rentabilidad:

TABLA DE CRITERIO DE RENTABILIDAD	
MÉTODO	UN PROYECTO ES RENTABLE SI:
Periodo de recuperación ajustado a la inversión	El periodo de recuperación del negocio o proyecto es menor a su vida económica.
Valor presente neto	El valor presente neto del negocio o proyecto es positivo.
Tasa interna de retomo	La tasa interna de retomo es mayor al costo del capital

³ Nacional Financiera. 1992. Finanzas. Evaluación de Proyectos. Módulo 3. México.

⁴ Nacional Financiera. 1992. Finanzas. Evaluación de proyectos. Módulo 3. México.

Cuando el periodo de recuperación del negocio o proyecto es menor a su vida económica, su valor presente neto es positivo y/o, su tasa interna de retorno es mayor al costo del capital, se dice que el negocio o proyecto es rentable. De no ser así se entendería que el negocio o proyecto perdió su capacidad de generar flujos de efectivo positivos antes de recuperar el capital invertido, que el valor presente de las salidas de dinero es mayor que el valor presente de las entradas de dinero, (se debe mas de lo que se gana), y/o, que el costo del capital es mayor a la tasa de interés que se le dará a las personas que tienen invertido su dinero.

A pesar de que los tres métodos utilizan el valor del dinero en el tiempo, no siempre proporcionan estos métodos la misma decisión de aceptación o rechazo. Cuando ocurre esta discrepancia, el método más confiable es el del valor presente neto.

1.3.2 RELACIÓN ENTRE LA RENTABILIDAD Y EL RIESGO DEL NEGOCIO.

Existe una relación inseparable entre el rendimiento (beneficio) de cualquier negocio o proyecto y el correspondiente riesgo de dicho negocio o proyecto.

Si en un negocio se quiere ganar más, también se tiene que arriesgar más.

En el caso de un negocio o proyecto, a mayor variación en la rentabilidad (rendimiento esperado) de un negocio o proyecto, mayor es el riesgo de éste.

Existen varias maneras de incorporar explícitamente el factor riesgo en la evaluación de un negocio.

El propósito de este módulo no es detallar cómo se lleva a cabo dicha incorporación explícita del riesgo, ya que es un concepto matemáticamente complejo y que rebasa los propósitos del módulo. (Cuando un negocio o proyecto tiene un riesgo diferente al de los otros negocios o proyectos, lo que se hace es una de dos cosas: se ajusta la tasa de interés (costo de capital) o se ajustan los flujos de efectivo del negocio o proyecto. Si el riesgo es mayor, lo que se hace es incrementar el valor de la tasa de interés (costo de capital) o alternativamente, disminuir el monto de los flujos de efectivo. La magnitud del ajuste se puede determinar matemáticamente, pero su cálculo es complejo).

Lo que sí se enfatiza es la importancia que tiene el incorporar, aunque sea de manera implícita el elemento de riesgo a la evaluación de un negocio, especialmente cuando el riesgo de dicho negocio es diferente al riesgo de otros que se evalúan y cuyas rentabilidades se desean comparar.

La recomendación práctica es: si los negocios o proyectos tienen un riesgo similar se selecciona él o los negocios o proyectos que den la rentabilidad más alta.

1.4 CUÁNTO DINERO ENTRA Y CUÁNTO DINERO SALE.

1.4.1 VIDA ECONÓMICA DE UN NEGOCIO O PROYECTO.

La Vida económica de un negocio o proyecto es el periodo de tiempo que se considera relevante para fines de evaluación del proyecto o negocio.

Normalmente se medirá el periodo que dura un negocio o proyecto, es decir, su vida económica, en años. Sin embargo, dependiendo del tipo de proyecto o negocio que se evalúa, es posible utilizar como unidad de medida de la vida económica cualquier otra unidad de tiempo, tal como: días, semanas y/o meses.

La vida económica de un negocio o proyecto inicia cuando se comprometen recursos para "arrancar" las operaciones del mismo, es decir, normalmente inicia cuando se realiza la inversión requerida para empezar las operaciones del negocio. Al periodo en que inicia el negocio o proyecto se le denomina periodo 0.

La vida económica de un negocio o proyecto termina cuando éste pierde su capacidad de generar flujos de efectivo positivos. Cuando esto ocurre, normalmente el dueño o empresario vende su negocio o cierra sus operaciones.

Se puede considerar la vida económica de un negocio o proyecto, como un agregado de las vidas económicas de los bienes o activos que se requieren para implementar y operar el negocio o proyecto.

La vida económica de un activo puede terminar cuando el mercado para el producto o servicio generado con ese activo ha desaparecido, es decir, cuando el producto o servicio ya no puede ser comercializado. La vida económica de un bien o activo también puede terminar cuando éste es vendido o cuando el bien o activo es utilizado en otro negocio o proyecto distinto a aquel para el que fue adquirido. Por supuesto, la vida económica de un bien o activo puede terminar también cuando finaliza su vida física u operativa, si el empresario conserva el activo hasta que esto ocurre. La Vida Operativa o Física y la Vida Tecnológica de un bien o activo, no son necesariamente iguales a su vida económica. Un bien o activo puede seguir siendo utilizado desde un punto de vista físico o tecnológico, sin embargo el periodo relevante de utilización u operación, desde un punto de vista de evaluación de proyectos, es el relativo a la vida económica.

El periodo a lo largo del cual un bien o activo se deprecia, tampoco es necesariamente igual a su vida económica. La Vida o Periodo de Depreciación de un bien o activo, está basado en principios contables y/o fiscales que no necesariamente guardan relación con la vida económica del bien.

El empresario efectúa el Análisis y Evaluación de Proyectos para tomar mejores decisiones de inversión. Esto implica que las decisiones de inversión deben tomarse antes de desarrollar el negocio o proyecto y no cuando ya se han comprometido recursos para su implementación y desarrollo. Por esta razón, es muy importante tener siempre presente que se deben determinar los flujos de efectivo permanentemente.

1.4.1.1 INVERSIÓN NETA.

La inversión neta es la cantidad de dinero que se requiere para la adquisición de los activos y bienes necesarios para iniciar y mantener en operación un negocio o proyecto⁵.

Todo negocio o proyecto requiere de comprometer recursos para su implementación y desarrollo. La inversión neta está compuesta de tres tipos principales de flujos de efectivo:

- A) Las entradas y salidas de dinero asociadas con la adquisición de los activos fijos necesarios para el negocio o proyecto.
- B) Los recursos que se comprometen para mantener la operación del negocio y que se denominan capital de trabajo.
- C) Las entradas y salidas de dinero que se reciben por concepto de la venta o disposición de los activos fijos y el capital de trabajo cuando éstos llegan al término de su vida económica, a las cuales se denominan valores de rescate.

A continuación se menciona como determinar correctamente los flujos de efectivo que se derivan de cada uno de estos tres componentes de la inversión neta.

A) ADQUISICIÓN DE ACTIVOS FIJOS.

El Activo Fijo de un negocio o proyecto está conformado por todos aquellos bienes y derechos, propiedad del empresario o el negocio, que se compran con objeto de usarlos para realizar las actividades operativas del negocio o proyecto.

La adquisición de activos fijos se realiza a lo largo de la vida económica del proyecto, sin embargo, normalmente, es necesario realizar un desembolso de efectivo (salida de dinero) para comprar los activos fijos mínimos requeridos para que el negocio o proyecto inicie sus operaciones. La primera salida de dinero inicial ocurre en el Periodo 0 de la vida económica del negocio o proyecto.

B) CAPITAL DE TRABAJO.

Hasta el momento, se han considerado únicamente las entradas y salidas de dinero resultantes de la adquisición y puesta en operación de activos fijos como parte integrante de los flujos de efectivo del negocio que hemos denominado inversión neta. Sin embargo, para que un nuevo negocio o proyecto inicie o mantenga sus operaciones, también suele ser necesario realizar otro tipo de desembolsos o salidas de dinero. Así, por ejemplo, antes de poder iniciar sus actividades productivas y de comercialización, normalmente un negocio requiere de un inventario inicial de materia prima y un inventario inicial de producto terminado. Asimismo, un negocio puede requerir, para iniciar sus operaciones, de otorgar crédito a sus clientes y/o el mantener una cantidad de dinero disponible en efectivo o en inversiones a corto plazo para enfrentar gastos inmediatos de operación. Todos estos conceptos requieren el comprometer recursos para mantener la operación del negocio o proyecto, por lo que son considerados como salidas de dinero.

Además, no necesariamente la adquisición de bienes indispensables para iniciar o mantener la operación del negocio debe realizarse de contado. Por ejemplo, la adquisición de productos para constituir un inventario inicial de materia prima puede realizarse a crédito. Las compras a crédito originan el reconocimiento de la deuda contraída en los libros contables del negocio como una cuenta por pagar. Lo mismo ocurre con otro tipo de desembolsos que pueden ser pospuestos, por cortos periodos, tales como salarios por pagar y/o créditos a corto plazo. Desde un punto de vista financiero, estos conceptos representan entradas de dinero para el negocio, puesto que, al posponer la salida de dinero, el empresario cuenta con recursos adicionales para emplearlos productivamente.

Generalizando se puede decir que para iniciar y mantener sus operaciones, un negocio o proyecto requiere comprometer recursos adicionales a la adquisición y puesta en operación de activos fijos. Estos recursos adicionales corresponden a las modificaciones (incrementos y disminuciones) de las cuentas registradas contablemente como activos circulantes y pasivos circulantes del Balance General o Estado de Posición Financiera.

Un concepto útil para determinar la inversión neta que se requiere en activos circulantes y pasivos circulantes es el concepto de capital de trabajo. El capital de trabajo recordemos que es el capital que se dispone para las actividades ordinarias o normales del negocio. Este capital está compuesto por los activos y pasivos circulantes.

En forma aritmética, podemos definir al capital de trabajo, como sigue:

$$\text{CAPITAL DE TRABAJO CIRCULANTE} = \\ \text{TOTAL DE ACTIVOS CIRCULANTES} - \text{TOTAL DE PASIVOS.}$$

Utilizando este concepto, podemos identificar rápidamente la inversión neta requerida para iniciar o mantener operando un negocio; puesto que, un aumento en el capital de trabajo de un periodo de vida económica a otro (cambio en el capital de trabajo) nos indicará que los activos circulantes se incrementaron en mayor medida que los pasivos circulantes y por tanto, ocurrió una salida de dinero del negocio. Asimismo, si el capital de trabajo disminuye de un periodo de vida económica a otro, esto significará que los pasivos circulantes se incrementaron en mayor medida que los activos circulantes, por lo cual, existe una entrada de dinero al negocio.

Un factor importante que debemos tener en cuenta, es que no todos los cambios en capital de trabajo deben considerarse para propósito de evaluación de proyectos. Deben excluirse aquellos cambios que se derivan de activos y pasivos circulantes no operativos, tales como: inversiones a corto plazo, intereses por pagar, préstamos por pagar, etc... Esto se debe a que los cambios que ocurren en los saldos de estas cuentas son movimientos que afectan el flujo de efectivo financiero, por lo cual no forman parte de los flujos de efectivo que se derivan de las operaciones normales del negocio y, no son relevantes para la evaluación de un proyecto o negocio. Por esta razón, puede decirse que el monto de los cambios en capital de trabajo asociados con la inversión neta y por lo

⁵ Nacional Financiera. 1992. Finanzas. Evaluación de Proyectos. Módulo 3. México.

tanto con los flujos de efectivo del negocio, deben calcularse sobre la base de un capital de trabajo ajustado, es decir, una cifra de capital de trabajo que únicamente tome en cuenta cambios en el mismo originados por las operaciones normales del negocio o proyecto y no por aquellos relacionados con el financiamiento de las operaciones, o sea, los relacionados con los flujos de efectivo financieros.

C) VALORES DE RESCATE.

Para determinar tanto el valor de rescate de los activos fijos como el valor de rescate del capital de trabajo, debemos considerar su valor de mercado estimado y no su valor en libros. El Valor en Libros de un activo fijo se determina, de acuerdo con la teoría contable, restando al valor original de adquisición del activo, la depreciación acumulada calculada a lo largo de la vida de utilización del activo. A lo largo de esta sección, no se consideran los efectos fiscales que la venta o liquidación de activos normalmente tienen; este efecto es incorporado en la siguiente sección. Por valor de mercado de un bien o activo entendemos el precio al que se puede vender ese bien o activo.

Para determinar el valor de rescate del capital de trabajo, si no se cuenta con una estimación sobre su valor de liquidación (valor de mercado), se considera que su valor de rescate es igual al flujo de efectivo que se comprometió en capital de trabajo, es decir, es igual a la suma de los cambios que se presentaron en capital de trabajo a lo largo de toda la vida económica del proyecto.

1.4.2 VENTAS Y COSTOS.

Las entradas de dinero o efectivo se componen, fundamentalmente, por los ingresos generados por la venta de los productos y/o servicios comercializados por el negocio.

Las salidas de dinero o efectivo se componen, fundamentalmente, por los pagos realizados para cubrir los costos variables y los costos fijos necesarios para operar el negocio. Costos Variables son aquellos costos que cambian (incrementan o disminuyen) en función del volumen de operaciones (medido, por ejemplo, en unidades producidas o en horas de operación). Costos Fijos son aquellos costos que, durante un intervalo determinado de volumen de operaciones, no cambian (incrementan o disminuyen).

FLUJOS DE EFECTIVO OPERATIVOS = VENTAS NETAS - COSTOS DE OPERACIÓN.

VENTAS NETAS = VENTAS BRUTAS - REBAJAS, DESCUENTOS Y DEVOLUCIONES.

**VENTAS BRUTAS = VENTAS DE CONTADO + COBRANZA ESTIMADA DE VENTAS A
CRÉDITO.**

COSTOS DE OPERACIÓN = COSTOS VARIABLES + COSTOS FIJOS.

Finalmente, es muy importante tener en cuenta que existen dos requisitos para incorporar a los flujos de efectivo operativos, las ventas y los costos de operación. El primer requisito es que las

entradas y salidas de dinero por estos conceptos se realicen, es decir, que los ingresos y desembolsos de dinero efectivamente ocurran. El segundo es que se reconozcan como parte de los flujos de efectivo operativos en el periodo de operación o vida económica en que efectivamente se realicen.

1.4.3 DEPRECIACIÓN.

Desde la perspectiva contable y fiscal, se considera que, dado que los activos fijos que se adquieren serán utilizados a lo largo de varios periodos de operación o vida contable, el costo o valor de adquisición de estos bienes debe distribuirse a lo largo de su vida contable o fiscal. (Por vida contable entendemos el periodo de tiempo que el contador estima útil o utilizable el bien o activo fijo con objeto de calcular su depreciación. Por vida fiscal entendemos el periodo de tiempo que las autoridades fiscales consideran útil o utilizable el bien o activo fijo con objeto de calcular su depreciación). A la distribución del costo o valor de adquisición en los periodos de operación contable o fiscal del mismo, se le denomina depreciación.

Existen varios métodos para distribuir el valor de adquisición de los activos fijos a lo largo de la vida contable de un negocio o proyecto; Depreciación Anual Parcial, en Línea Recta, de Saldo Decreciente, Anual Total y Parcial con un Punto de Intersección. Sin embargo, el método más utilizado es denominado depreciación en línea recta.

Los flujos de efectivo asociados con la adquisición de activos fijos ocurren en el momento en que se efectúa el pago (salida de dinero) por concepto del precio de venta de dicho bien y/o los gastos adicionales para dejarlo en condiciones operativas, y no cuando se registra la depreciación correspondiente en los libros contables de la empresa.

Por lo tanto, la compra o venta de activos fijos generan flujos de efectivo en el momento en que se realizan las entradas o salidas de dinero y la depreciación no forma parte del flujo de efectivo operativo.

$$\text{DEPRECIACION ANUAL} = \frac{\text{VALOR DE ADQUISICIÓN} - \text{VALOR DE RESCATE}}{\text{NUMERO DE AÑOS DE VIDA CONTABLE O FISCAL}}$$

La depreciación es sólo uno de los múltiples conceptos contables que, desde el punto de vista financiero, son irrelevantes para evaluar proyectos o negocios, puesto que no reflejan los movimientos reales de riqueza del empresario, los cuales únicamente pueden ser visualizados usando el concepto de flujos de efectivo del negocio netos.

En las páginas siguientes utilizaremos el término depreciación para referirnos a todos los movimientos contables, tales como, entre otros: amortizaciones y provisiones de activo y pasivo, que no producen efectos directos en los flujos de efectivo.

Si bien la depreciación no produce efectos directos en los flujos de efectivo que un negocio o proyecto genera, en virtud de que la legislación fiscal permite que los montos calculados de

depreciación sean deducibles de impuestos, esto genera un efecto indirecto sobre los flujos de efectivo operativos. Es decir, dado que la depreciación es un monto deducible, al restarla de las ventas realizadas por el negocio, reduce la utilidad gravable (utilidad gravable es la utilidad del negocio que sirve de base para determinar el monto a pagar de impuestos) del mismo y, por lo tanto, reduce el monto de impuestos que el negocio debe cubrir a las autoridades fiscales.

1.4.4 IMPUESTOS.

Los impuestos representan salidas de dinero que disminuyen la riqueza o cantidad de dinero disponible para el empresario. Por este motivo, al empresario le interesa determinar los flujos de efectivo del negocio después de impuestos, es decir, los flujos de efectivo del negocio netos.

La incorporación de los efectos fiscales a la determinación de los flujos de efectivo del negocio no es una tarea fácil. La dinámica de cambio de la legislación fiscal, la diversidad de regímenes de contribución, la realización de pagos provisionales, el establecimiento de incentivos fiscales especiales, etc.; son algunos de los factores, entre muchos otros, que dificultan el cálculo de los flujos de efectivo del negocio netos.

Es en el Estado de Resultados Donde se refleja la cantidad de dinero que la empresa debe absorber por impuestos.

A continuación se presenta un Estado de Resultados típico de un negocio y se marca el renglón de impuestos:

ESTADO DE RESULTADOS.	
Ventas brutas	
-Devoluciones y rebajas sobre ventas	
=Ventas netas	
-Costo de ventas	
=Utilidad neta	
-Gastos de ventas	
-Gastos generales y de administración	
=Utilidad de operación	
-Gastos y productos financieros	
-Otros gastos y productos	
=Utilidad antes de impuestos	
- Impuestos	←
=Utilidad neta	

IMPUESTOS

A partir de la utilidad antes de impuestos determinada en el Estado de Resultados, es posible calcular el monto de impuestos (por concepto de impuesto sobre la renta) por cubrir a las autoridades fiscales en un determinado ejercicio fiscal (de acuerdo con las actuales disposiciones fiscales, los ejercicios fiscales se miden en años calendario, es decir de enero a diciembre, con excepción del ejercicio inicial y el ejercicio de liquidación o terminación del negocio).

Para ello, se sigue el siguiente procedimiento:

Ingresos acumulables
-Deducciones autorizadas
-Resultado fiscal
-Pérdidas de ejercicios anteriores
=Utilidad gravable.

Utilidad gravable
por la Tasa de impuestos
=Impuesto sobre la Renta por pagar

1.4.5 FLUJOS DE EFECTIVO OPERATIVOS A PARTIR DEL ESTADO DE RESULTADOS.

La utilidad neta que aparece en el último renglón del Estado de Resultados proporciona una medida contable del beneficio neto que genera el negocio o proyecto. Sin embargo, la utilidad neta no es igual al flujo de efectivo del negocio. Asimismo, la utilidad neta no es igual al flujo de efectivo operativo neto.

La diferencia fundamental consiste en que, en tanto los flujos de efectivo del negocio consideran al total de la salida de dinero efectiva asociada con la adquisición de activos fijos (inversión neta), en el momento en que ocurre; la Utilidad Neta que se muestra en el Estado de Resultados considera únicamente a la depreciación del periodo como un egreso (recordemos que estamos utilizando el término depreciación para referirnos a todos los movimientos contables que no producen efectos directos en los flujos de efectivo).

Asimismo, la depreciación no es un flujo de efectivo operativo, por lo tanto no está incluida en la determinación de los flujos de efectivo operativos. Sin embargo, dado que la depreciación es deducible de impuestos, esto ocasiona un ahorro fiscal que afecta indirectamente al flujo de efectivo operativo, por lo cual únicamente el ahorro fiscal, que se origina por la depreciación, se considera una entrada de dinero, que se incluye en la determinación de los flujos de efectivo operativos netos.

Por lo anteriormente expuesto, para determinar el flujo de efectivo operativo neto, a partir del Estado de Resultados, bastará con sumar la depreciación correspondiente a cada periodo de la vida económica del negocio o proyecto, a la utilidad neta de dicho periodo.

1.5 TIEMPO EN EL QUE SE RECUPERA LA INVERSIÓN.

El tiempo de recuperación de la inversión es el que necesita el empresario para poder recuperar el dinero inicialmente en un negocio o proyecto.

Podemos también pensar en el tiempo de recuperación de la inversión como el tiempo que le toma a la operación del negocio o proyecto generar el suficiente flujo de efectivo para compensar o cubrir la inversión realizada por el empresario.

El tiempo de recuperación se conoce también con el nombre de periodo de recuperación.

Existen dos formas de calcular el tiempo o periodo de recuperación. La primera forma se conoce como tiempo de recuperación simple y la segunda forma se conoce como tiempo de recuperación ajustado.

1.5.1 TIEMPO DE RECUPERACIÓN SIMPLE.

El tiempo periodo de recuperación simple es el tiempo que se necesita para poder recuperar el dinero que se invirtió inicialmente en un negocio o proyecto⁶.

El tiempo de recuperación simple considera los flujos de efectivo sin tomar en cuenta el valor del dinero en el tiempo. Por lo tanto, considera erróneamente, que un peso hoy vale igual que un peso el día de mañana.

El tiempo de recuperación simple compara directamente los flujos de efectivo operativos netos generados por el negocio o proyecto, con la inversión neta para determinar el periodo que se requiere para que el dinero que genera el negocio o proyecto, sea igual al dinero que se invirtió para iniciar y mantener operando el negocio o proyecto.

$$\text{PERIODO DE RECUPERACIÓN} = \frac{\text{INVERSIÓN NETA}}{\text{FLUJO DE EFECTIVO OPERATIVO ANUAL}}$$

El periodo de recuperación simple se utiliza para tomar decisiones de inversión, es decir, para decidir si debo aceptar o rechazar un negocio o proyecto.

Se acepta el negocio o proyecto si el tiempo de recuperación simple es menor que la vida económica del proyecto.

Se acepta el negocio o proyecto que tenga el menor tiempo de recuperación de la inversión.

Así pues, el tiempo de recuperación de la inversión es muy importante por dos razones:

- 1.- Siempre es mejor recibir un beneficio hoy que mañana.
- 2.- Mientras más alejado en el tiempo está el beneficio, existe una mayor incertidumbre (riesgo) de recibirlo.

Las principales ventajas del criterio del tiempo de recuperación simple son:

- 1.- Es fácil de entender el concepto y transmitirlo a otros.
- 2.- Es fácil su cálculo.
- 3.- Da una medida (en tiempo) del riesgo del negocio o proyecto.

⁶ Nacional Financiera. 1992. Finanzas. Evaluación de Proyectos. Módulo 3. México

La principal desventaja es que no considera el valor del dinero en el tiempo.

Ejemplo:

Supóngase un nuevo negocio que va a costar \$100,000. Se estima que este negocio generará una cantidad libre de impuestos (flujo de efectivo operativo después de impuestos) de \$40,000 por año. El negocio tiene una vida útil (vida económica) de cuatro años. Calcular el tiempo de recuperación simple.

AÑO	FLUJO DE EFECTIVO (MILES)	FLUJO DE EFECTIVO ACUMULADO (MILES)
0	\$ (100)	\$ (100)
1	40	(60)
2	40	(20)
3	40	20
4	40	60

Periodo de Recuperación = \$ 100,000 /\$ 40,000 = 2.5 años = 2 años 6 meses.

Se puede observar que en el año dos faltan por recuperar \$ 20,000 y para el año tres ya se han generado \$ 20,000.

1.5.2 TIEMPO DE RECUPERACIÓN AJUSTADO.

El tiempo o periodo de recuperación ajustado es el que se requiere para recuperar el valor presente del dinero que se invirtió inicialmente en un negocio o proyecto.

El tiempo de recuperación ajustado utiliza los flujos de efectivo tomando en cuenta el valor del dinero en el tiempo.

Este método compara el valor presente de cada uno de los flujos de efectivo operativos netos con el valor presente de la inversión neta requerida. Es decir, este método calcula el tiempo que se necesita para que el dinero que entra al negocio, ajustado por su valor en el tiempo, sea igual al monto originalmente invertido, también ajustado por su valor en el tiempo.

El método del tiempo de recuperación ajustado de la inversión proporciona una medida más precisa que el método simple puesto que incorpora el valor del dinero en el tiempo.

Se acepta el negocio o proyecto que tenga el menor tiempo ajustado de recuperación de la inversión.

El tiempo de recuperación ajustado de la inversión también puede entenderse como una medida de la liquidez de un negocio o proyecto, si entendemos por liquidez la capacidad de generación de recursos líquidos (dinero) con los que cuenta el empresario para hacer frente a sus obligaciones de

corto plazo. En la medida en que el empresario recupere rápidamente el dinero invertido en un negocio o proyecto, en esa misma medida dispondrá de dinero para pagar sus obligaciones, o para reinvertirlo en otras oportunidades de negocio. Por lo tanto, el negocio o proyecto con un menor tiempo de recuperación de la inversión, podría decirse que es un proyecto o negocio más líquido.

Las principales ventajas que ofrece este método como criterio de evaluación de proyectos son:

- 1.- Es fácil de entender el concepto y transmitirlo a otros.
- 2.- Es fácil su cálculo.
- 3.- Da una medida (en tiempo) del riesgo del negocio o proyecto.
- 4.- Considera el valor del dinero en el tiempo.
- 5.- Proporciona una medida de liquidez.

A pesar de estas ventajas, tampoco toma en consideración todos los flujos de efectivo operativos netos que se generan después de recuperar la inversión. Por lo tanto, la utilización del criterio del tiempo de recuperación ajustado para tomar decisiones de inversión, no necesariamente conduce al empresario a seleccionar los proyectos o negocios más rentables.

Ejemplo:

Supóngase un nuevo negocio que va a costar \$100,000. Se estima que este negocio generará una cantidad libre de impuestos (flujo de efectivo operativo después de impuestos) de \$40,000 por año. El negocio tiene una vida útil (vida económica) de cuatro años y una tasa de interés de 12% para el costo de capital. Calcular el tiempo de recuperación ajustado.

	F.E.	$V^n = (1 + i)^{-n}$	F.E. * V^n	
AÑO	FLUJO DE EFECTIVO (MILES)	FACTOR DE DESCUENTO	FLUJO DE DESCUENTO (MILES)	FLUJO DE EFECTIVO ACUMULADO (MILES)
0	\$ (100)	1.000	\$ (100)	\$ (100)
1	40	0.893	35.7	(64.3)
2	40	0.797	31.7	(32.4)
3	40	0.712	28.5	(3.9)
4	40	0.636	25.4	↓ 21.5

RECUPERACIÓN

Periodo de Recuperación = $3 + 3.9 / 25.4 = 3.15 = 3$ años 2 meses.

Se divide el valor presente del monto que falta por recuperar en el tercer año, 3.9, entre el valor presente del flujo de efectivo del cuarto año, 25.4, ya que en este año se termina de recuperar la

inversión. Se puede observar que en el año 3 faltan por recuperar \$3900 y para el año 4 ya se han generado \$1,500.

1.6 ¿NEGOCIO O BANCO?

1.6.1 VALOR PRESENTE NETO (VPN).

El método del Valor Presente Neto incorpora el valor del dinero en el tiempo en la determinación de los flujos de efectivo netos del negocio o proyecto, con el fin de poder hacer comparaciones correctas entre flujos de efectivo en diferentes periodos a lo largo del tiempo.

El valor del dinero en el tiempo está incorporado en la tasa de interés con la cual se convierten o ajustan en el tiempo, es decir en la tasa con la cual se determina el Valor Presente de los flujos de efectivo del negocio o proyecto.

Si el Valor Presente de las entradas de dinero es mayor que el valor presente de las salidas de dinero, de un negocio o proyecto, dicho negocio o proyecto es rentable. Si el valor presente de las entradas de dinero es menor que el valor presente de las salidas de dinero, dicho negocio o proyecto no es rentable.

Si el valor presente neto del flujo de efectivo del negocio es positivo, el negocio es rentable; si es negativo, el negocio no es rentable.

VPN = - VALOR PRESENTE INVERSIÓN + VALOR PRESENTE DEL PRECIO DE VENTA DENTRO DE N AÑOS.

$$VPN = -\sum VP(Egresos) + \sum VP(Ingresos)$$

Las principales ventajas del método del Valor Presente Neto son:

1. Utiliza el concepto del valor del dinero en el tiempo.
2. Siempre da la decisión correcta de aceptación o rechazo de un negocio o proyecto.

La principal desventaja del método del Valor Presente Neto es que es muy sensible al valor de la tasa de interés utilizado. Por lo tanto, requiere de una buena estimación de la tasa de interés esperada con la cual se van a "descontar" los flujos de efectivo futuros.

Ejemplo:

Se desea comprar un terreno que cuesta actualmente \$ 70,000 y se supone que dentro de un año costará \$76,300. Si la tasa de interés que ofrece un banco para la inversión es de 14% anual, ¿Se debería comprar el terreno o invertir en el banco?

$$VPN = -\$ 70,000 + \$ 76,300 (1 + 0.14)^{-1} = -\$ 70,000 + \$ 66,900 = \\ -\$ 3,100$$

Como el VPN es negativo no se debe invertir en la compra del terreno ya que no es rentable.

1.6.2 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).

La Tasa Interna de retomo (TIR) es un método que proporciona otra medida de la rentabilidad de un negocio o proyecto.

La Tasa Interna de Retomo de un negocio o proyecto equivale a la tasa de interés que dicho negocio o proyecto le va a dar a la persona que invirtió ahí su dinero.

Así como la tasa de interés de un banco proporciona una medida de la rentabilidad de la inversión en dicho banco, así también la Tasa Interna de Retomo de un negocio o proyecto proporciona otra medida de la rentabilidad de la inversión en dicho negocio o proyecto.

La tasa Interna de Retomo es la tasa de interés que hace que el valor presente del flujo de efectivo operativo neto sea igual al valor presente de la inversión neta, es decir cuando $VPN=0$.

La Tasa Interna de Retomo es la tasa de interés que hace que el Valor Presente Neto de los flujos de efectivo del negocio o proyecto sea igual a cero.

La tasa Interna de Retomo se determina seleccionando arbitrariamente una tasa de interés con la cual se calcula el Valor Presente Neto de los flujos de efectivo del negocio o proyecto.

$$TIR = Tasa\ Interna\ Inicial + \frac{(\text{Valor Presente Neto Inicial}) (Diferencias Netas)}{\text{Diferencia de Valores Presentes Netos}}$$

Sabemos por medio del álgebra que si el denominador de un quebrado (la tasa de interés) aumenta, el valor del quebrado (Valor Presente) disminuye; si el denominador de un quebrado (la tasa de interés) disminuye, el valor del quebrado (valor presente) aumenta.

Por lo tanto, si con la tasa de interés que seleccionamos, el Valor Presente Neto de los flujos de efectivo del negocio resulta ser positivo, tendremos que seleccionar otra tasa de interés más grande y volver a calcular el Valor Presente Neto.

Por lo contrario, si con la tasa de interés que seleccionamos, el valor presente neto de los flujos de efectivo del negocio resulta ser negativo, tendremos que seleccionar otra tasa de interés menor y volver a calcular el Valor Presente Neto.

Este proceso se repite cuantas veces sea necesario (Aproximaciones sucesivas), hasta que se obtenga un valor presente neto igual a cero.

La principal ventaja del método de la Tasa Interna de Retomo es:

Que es fácil para la mayoría de las personas entender la TIR (ya que su resultado está dado por una tasa de interés), que el resultado del VPN (ya sea que su resultado esta dado por un monto en pesos).

La principal desventaja es que puede dar una decisión errónea cuando se tienen proyectos mutuamente excluyentes (que se explicará con más detalle en la siguiente sección).

1.7 ¿SE PRESENTAN VARIAS ALTERNATIVAS DE NEGOCIOS?

1.7.1 PROYECTOS INDEPENDIENTES.

Los negocios o proyectos son independientes, si la aceptación o rechazo de uno de ellos es independiente de la aceptación o rechazo de cualquiera de los otros negocios o proyectos.

Esto significa que si se tienen dos o más negocios o proyectos independientes entre sí, la evaluación de uno de estos negocios o proyectos no se verá afectada por decisiones de los otros negocios y proyectos.

Como consecuencia, cada uno de estos negocios o proyectos se podrá evaluar por separado, sin importar la decisión que se tome en negocios o proyectos pasados y sin importar que negocios o proyectos futuros se pudieran presentar.

De acuerdo con lo anterior, la decisión de aceptación o de rechazo de un negocio o proyecto independiente será la misma utilizando el criterio del Valor Presente Neto que utilizando el criterio de la Tasa Interna de Retorno.

Ejemplo:

Determinar la TIR de un nuevo proyecto que tiene flujos de efectivo netos de \$25,000.00 al iniciar el proyecto y de \$10,000.00 anuales, a lo largo de sus cuatro años de vida económica.

Se selecciona arbitrariamente una tasa de interés del 20% y se calcula el Valor Presente Neto de los flujos de efectivo del proyecto:

AÑO	FLUJO DE EFECTIVO DEL PROYECTO (MILES)	FACTOR ⁷ (20%)	VALOR PRESENTE NETO (MILES)
0	(25.00)	1.000	(25.00)
1	10.00	0.833	8.30
2	10.00	0.694	6.90
3	10.00	0.579	5.80
4	10.00	0.482	4.80
TOTAL			\$ 0.80

Dado que el Valor Presente Neto es positivo, \$0.80 miles, se tendrá que incrementar la tasa de interés, por ejemplo a 22%:

⁷ Para mayor detalle en el cálculo de este factor, referirse a la sección de Valor Presente Neto.

AÑO	FLUJO DE EFECTIVO DEL PROYECTO (MILES)	FACTOR (22%)	VALOR PRESENTE NETO (MILES)
0	(25.00)	1.000	(25.00)
1	10.00	0.820	8.20
2	10.00	0.672	6.70
3	10.00	0.551	5.50
4	10.00	0.451	4.50
TOTAL			\$(0.10)

Dado que el Valor Presente Neto es negativo, -\$0.10 miles, se sabe que la Tasa Interna de Retorno del proyecto está entre 20% y 22%.

TASA INTERNA DE INTERES (%)	VALOR PRESENTE NETO (MILES)
20	\$0.80
22	\$(0.10)
2	<u>DIFERENCIAS</u> \$0.90

$$\text{TIR} = 20\% + \frac{(\$0.80)(2\%)}{\$0.90} = 21.8\%$$

LA TASA INTERNA DE RETORNO DEL PROYECTO ES DEL 21.8%

Nota: En caso de contar con una formación matemática formal, se recomienda construir una ecuación polinomial entera y racional, a partir de la estructura $VPN=0$, que mediante un análisis de Teoría de Ecuaciones y la aplicación del método de Newton Raphson, permite el cálculo de la primera raíz positiva, esta raíz corresponde a la TIR.

1.7.2 PROYECTOS MUTUAMENTE EXCLUYENTES.

Los Negocios o Proyectos son mutuamente excluyentes, si la aceptación de uno de ellos elimina la posibilidad de aceptar los otros negocios o proyectos.

Esto significa que si se tienen dos o más proyectos mutuamente excluyentes, cada uno de éstos va a estar "compitiendo" contra los otros negocios o proyectos, ya que se va a poder aceptar solamente uno de ellos.

En el caso de proyectos mutuamente excluyentes, el método del valor presente neto y el método de la Tasa Interna de Retorno no siempre dan la misma decisión de aceptación o rechazo para cualquier negocio o proyecto.

El método del Valor Presente Neto y el método de la Tasa Interna de Retorno darán siempre la misma decisión de aceptación o de rechazo de un negocio o proyecto, cuando se tienen negocios o proyectos independientes.

El método del Valor Presente Neto y el método de la Tasa Interna de Retorno pueden llegar a dar decisiones opuestas de aceptación o rechazo de un negocio o proyecto, cuando se tienen negocios o proyectos mutuamente excluyentes.

¿Qué se debe hacer si cuando tenemos proyectos mutuamente excluyentes el método del Valor Presente Neto y el método de la Tasa Interna de Retorno dan decisiones diferentes?

Cuando se presenta esta aparente incongruencia entre ambos criterios en proyectos mutuamente excluyentes, el método correcto es el del Valor Presente Neto.

En caso de negocios o proyectos mutuamente excluyentes, se debe usar el método del Valor Presente Neto para tomar la decisión de cuál es el mejor negocio o proyecto. El método de la Tasa Interna de Retorno se puede usar como información complementaria, siempre y cuando la decisión coincida con la decisión tomada con el Valor Presente Neto.

CÁPITULO 2.

MÉTODOS ANALÍTICOS PARA LA TOMA DE DECISIONES.

2.1 INTRODUCCIÓN ELEMENTAL.

Supónganse P modelos diferentes n_1, n_2, \dots, n_p de un bien "n". Se desea adquirir un n_i que satisfaga todas las necesidades.

Supóngase un caso típico de selección de proyectos de inversión. Considere que una empresa agroalimentaria busca diversificarse y se propone invertir en una nueva actividad para la cual contempla las siguientes:

Proyecto 1 (P_1): Adquirir y explotar un rancho en Jalisco.

Proyecto 2 (P_2): Crear una granja avícola en Tlaxcala.

Proyecto 3 (P_3): Levantar una granja de cría de cerdos en el Estado de México.

Proyecto 4 (P_4): Revitalizar una fábrica de conservas en Morelos.

Proyecto 5 (P_5): Invertir en una planta de embutidos en Querétaro.

Los aspectos a evaluar son los siguientes:

La rentabilidad (RE).

Posibilidades de crecimiento del mercado (CR)

Impacto ambiental (MA)

Factores de riesgo (RI)

Tiempo de recuperación (TR)

Y mediante un sondeo en el mercado se obtiene la siguiente información:

proyectos	RE	CR	RI	MA	TR
P_1	14%	8%	débil	bueno	7 años
P_2	16%	8%	grande	malo	2 años
P_3	12%	9%	medio	muy malo	4 años
P_4	13%	10%	débil	medio	4 años
P_5	20%	12%	medio	malo	5 años

Del 1 al 5 evaluamos el riesgo (5 el más arriesgado) y del 1 al 10 evaluamos el impacto al medio ambiente (10 el mejor impacto).

La matriz anterior es llamada Matriz de Decisiones; P₁, P₂, P₃, P₄ y P₅ son llamadas Alternativas de Decisión o Acciones; RE, CR, RI, MA y TR son los Criterios de Decisión o Estados de la Naturaleza y la información con que se llena la matriz se conoce como Valores de Estado.

En este matriz se pretende maximizar y minimizar la información de la siguiente forma:

	RE	CR	RI	MA	TR
P ₁	14	8	1	8	7
P ₂	16	8	5	3	2
P ₃	12	9	3	1	4
P ₄	13	10	1	5	4
P ₅	20	2	3	3	5
	MAX	MAX	MIN	MAX	MIN

Si se observa con detenimiento se puede eliminar P₃ ya que P₄ es mejor, es decir, P₃ es dominada por P₄.

A las opciones que quedan {P₁, P₂, P₄, P₅} se les denomina Óptimo de Pareto.

2.2 ESTRUCTURA DE UN PROBLEMA DE DECISIÓN.

Se entiende por Toma de Decisiones al proceso mediante el cuál se identifica un conjunto de cursos de acción o alternativas, se estiman sus consecuencias y a los estimados se les compara preferencialmente para seleccionar el curso de acción que mejor convenga.

Alternativa.- Es el conjunto sobre el cual el decisor va a elegir.

a_i es alternativa i

A = {a₁, a₂, ..., a_n} es el conjunto de alternativas

a_i y a_j deben ser diferentes, excluyentes y exhaustivas $\forall i \neq j$.

Estimado de Consecuencias.- El Estimado de Consecuencias de una alternativa es la información relevante para la elección, y describe lo que se esperarí sobre el logro de los objetivos si ésta se llevara a cabo.

El Estimado de Consecuencias puede ser de las siguientes clases:

Determinístico (bajo certeza)

Probabilístico (bajo riesgo)

Indeterminístico(Bajo incertidumbre)

Para que el decisor lleve a cabo su elección entre las alternativas del conjunto de elección se supone que posee al menos un eje de evaluación. Así por ejemplo serían el precio, la calidad, la estética, el color y la duración, entre algunos, si la decisión se refiere a diversas marcas de un producto.

Estos ejes de evaluación son las características de las alternativas y se llaman atributos. Cuando se añade a estos atributos un mínimo de información relativa a las preferencias del decisor, los atributos se convierten en criterios (estos últimos tienen propiedades cualitativas y cuantitativas).

Matriz de Decisión.- La Matriz $M = \{a_{ij}\}$ se llama Matriz de Decisión si cada fila expresa las cualidades de la alternativa i con respecto a los n atributos (criterios) considerados y cada columna j recoge las evaluaciones hechas por el decisor de todas las alternativas con respecto al criterio i .

Matriz de decisiones general

	C_1	C_2	C_3	...	C_n
a_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	...	a_{1n}
a_2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	...	a_{2n}
a_3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	...	a_{3n}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\ddots	\vdots
a_m	a_{m1}	a_{m2}	a_{m3}	...	a_{mn}

2.3 RELACIONES BINARIAS.

Una Relación Binaria \mathcal{R} en un conjunto A es un subconjunto del producto cartesiano $A \times A$ tal que:

$$a \mathcal{R} b \Leftrightarrow (a, b) \in \mathcal{R}$$

$$\neg(a \mathcal{R} b) = a \not\mathcal{R} b \Leftrightarrow (a, b) \notin \mathcal{R}$$

Se dice que:

\mathcal{R} es transitiva si $\forall a, b \text{ y } c \in A, a \mathcal{R} b \text{ y } b \mathcal{R} c \Rightarrow a \mathcal{R} c$.

\mathcal{R} es simétrica si $\forall a \text{ y } b \in A, a \mathcal{R} b \Rightarrow b \mathcal{R} a$.

\mathcal{R} es reflexiva si $\forall a \in A, a \mathcal{R} a$.

\mathcal{R} es completa si $\forall a \text{ y } b \in A \Rightarrow a \mathcal{R} b, b \mathcal{R} a$ o ambas.

\mathcal{R} es asimétrica si $\forall a \text{ y } b \in A, a \not\mathcal{R} b \Rightarrow b \mathcal{R} a$.

\mathcal{R} es antisimétrica si $\forall a \text{ y } b \in A, a \mathcal{R} b \text{ y } b \mathcal{R} a \Rightarrow a = b$.

\mathcal{R} es transitiva negativa si $\forall a, b \text{ y } c \in A, a \not\mathcal{R} b \text{ y } b \not\mathcal{R} c \Rightarrow a \not\mathcal{R} c$.

- Cualquier relación transitiva se llama orden.
- Una relación transitiva y asimétrica es un orden estricto.
- Una relación transitiva y completa es un orden débil.
- Una relación transitiva y reflexiva es un orden parcial.

- Un orden débil antisimétrico es un orden simple o lineal.
- Una relación reflexiva, simétrica y transitiva se llama relación de equivalencia.

2.4 MEDICIÓN Y ESCALAS.

Medida.- Se entiende por medida la asociación de símbolos a las propiedades de interés de un objeto; de tal manera que dichos símbolos guarden las mismas relaciones que las que poseen los atributos del objeto en estudio.

Es importante no confundir las propiedades del sistema numérico con el cual se está midiendo la característica de interés, con los atributos del objeto en estudio. Por ejemplo, al tener dos calificaciones en un examen {4 y 8}, el ocho no implica que el alumno tenga el doble de conocimiento con respecto a quién obtuvo cuatro.

Escala.- La escala es una representación alfanumérica, ordenada a lo largo de un eje, junto con las reglas que permiten manejar los símbolos o medidas representados en ellas. Desde un punto de vista puramente teórico es posible generar una cantidad infinita de escalas, no obstante, sólo un número muy pequeño de ellas tiene aplicación.

El tipo de escala se caracteriza con facilidad por el género de transformación que puede ser operado sobre ella, para obtener una nueva escala que mantenga las mismas propiedades que el original.

Los tipos de escala y de ordenamiento más comunes son los siguientes:

- a) **Escala Nominal.-** Aquella que se usa para nombrar o clasificar. No hay orden y la única transformación es la identidad, $f(x) = x$.
Ejemplo: Altura → Baja, Media y Alta
- b) **Escala Ordinal.-** Aquella en la que existe una jerarquización u orden. Las transformaciones son monótonas crecientes.
- c) **Escala de Intervalo.-** Las transformaciones posibles son de tipo lineal, $f(x) = ax + b$; $a \neq 0$.
Ejemplo: la temperatura → $T^{\circ}\text{C} = (1/9)(5T^{\circ}\text{F} - 160)$.
- d) **Orden Parcial.-** Se dice que un conjunto de objetos posee un orden parcial si no es posible comparar a todos ellos, por medio de una relación matemática.
Ejemplo: $A = \{a, b, 1, 2, 3\}$
- e) **Orden Débil.-** Aunque todos los elementos de un conjunto se puedan comparar entre sí, si existen elementos repetidos, los cuales recibirán la misma etiqueta por estar en la misma posición dentro de una escala, corresponderán a un ordenamiento débil.
Ejemplo: $A = \{1, 1, 2, 3, 3, 3, 4, 5, 5\}$

- f) Ordenamiento Completo o Simple.- Es aquel donde es posible comparar todos los elementos entre sí, además de que cada uno de ellos recibe una etiqueta diferente que lo distingue.

Ejemplo: $A = \{1, 2, 3, 4, 5\}$

2.5 ESTRUCTURA DE PREFERENCIAS.

La preferencia es una relación binaria.

Se dice que:

- 1) El decisor prefiere estrictamente a "a" sobre "b" cuando su elección se efectúa sin ninguna duda en "a", y se denota aPb o $a > b$.
- 2) El decisor es indiferente entre "a" y "b" cuando acepta indistintamente una alternativa frente a la otra, y se denota aIb o $a \approx b$.
- 3) El decisor no sabe si prefiere estrictamente a "a" sobre "b" o si es indiferente entre las dos, se dice entonces que tiene una preferencia débil entre "a" y "b", y se denota aQb o $a \geq b$.
- 4) Cuando el decisor es incapaz o rechaza escoger entre dos alternativas, significará que las alternativas son incomparables, es decir que no ocurre $a \geq b$ ni $b \geq a$, y se denota por aJb .

2.6 MÉTODOS DE DECISION BAJO INCERTIDUMBRE.

Recordemos que una matriz de decisiones tiene la siguiente estructura:

	θ_1	θ_2	θ_3	...	θ_n
a_1	v_{11}	v_{12}	v_{13}	...	v_{1n}
a_2	v_{21}	v_{22}	v_{23}	...	v_{2n}
a_3	v_{31}	v_{32}	v_{33}	...	v_{3n}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\ddots	\vdots
a_m	v_{m1}	v_{m2}	v_{m3}	...	v_{mn}

donde Los θ_j son los estados de la naturaleza,
 Las a_j son las acciones y
 Las V_{ij} son los valores del estado.

2.6.1 CRITERIO DE WALD.

Los criterios de MAXIMIN y MINIMAX de Wald se consideran como criterios pesimistas, ya que esperan que suceda lo peor.

Cuando se espera analizar Beneficios se usa el criterio MAXIMIN donde lo que se busca es que del menor beneficio esperado, de cada una de las acciones, se seleccione el mayor. Es decir:

$$\text{Max } a_i \text{ } ^m_{i=1} \left\{ \text{Min } \theta_j \text{ } ^n_{j=1} \{v_{ij}\} \right\}$$

Cuando se espera analizar Costos se usa el criterio MINIMAX donde lo que se busca es que del Mayor costo esperado, de cada una de las acciones, se seleccione el menor. Es decir:

$$\text{Min } a_i \text{ } ^m_{i=1} \left\{ \text{Max } \theta_j \text{ } ^n_{j=1} \{v_{ij}\} \right\}$$

Ejemplo:

Una asociación de padres de familia de una escuela está organizando un evento para recabar fondos. Hay dos alternativas sobre las cuales un comité debe decidir: un día deportivo o una parrillada. Los fondos recabados a partir de cada evento naturalmente dependen del clima en el día del evento, simplificando se asume que hay dos posibilidades: clima húmedo y clima seco. Los fondos recabables pueden ser:

Fondos recabables	Clima Húmedo	Clima seco	Min{V(a, θ _j)}
Día deportivo	\$85	\$120	85
Parrillada	\$75	\$150	75

El director sugiere que dado el propósito del evento se deben evitar los riesgos. De acuerdo con el criterio de MAXIMIN (ya que se trata de beneficios) la mejor opción será organizar el día deportivo que asegura ingresos de al menos \$85.

2.6.2 CRITERIO DE HURWICZ.

Los criterios de MAXIMAX y MINIMIN de Hurwicz se consideran como criterios optimistas, ya que están apoyados en la idea de que las personas tenemos golpes de suerte favorables.

Hurwicz no sugiere que los decisores sean absolutamente optimistas en todos los casos; esto equivaldría a vivir en un estado utópico, y no en un mundo real, y para vencer este optimismo total, introdujo el concepto de coeficiente de optimismo. Este coeficiente implica que los decisores deben

considerar tanto el pago más alto como el más bajo, y deben considerar la importancia de ambos atendiendo a ciertos factores de probabilidad (Si α tiende a uno se trata de un análisis optimista). Cuando se espera analizar Beneficios se usa el criterio MAXIMAX donde lo que se busca es que de la ponderación entre el mayor y el menor beneficio esperado, de cada una de las acciones, se seleccione la mayor. Es decir:

$$\text{Max}_{a_i} \left\{ \alpha \text{Max}_{\theta_j} \{v_{ij}\} + (1 - \alpha) \text{Min}_{\theta_j} \{v_{ij}\} \right\}$$

Cuando se espera analizar Costos se usa el criterio MINIMIN donde lo que se busca es que de la ponderación entre el menor y el mayor costo esperado, de cada una de las acciones, se seleccione la menor. Es decir:

$$\text{Min}_{a_i} \left\{ \alpha \text{Min}_{\theta_j} \{v_{ij}\} + (1 - \alpha) \text{Max}_{\theta_j} \{v_{ij}\} \right\}$$

Ejemplo:

Analizando mediante el criterio de Hurwicz el problema anterior y suponiendo $\alpha = 0.7$, se obtiene lo siguiente:

Fondos recabables	Clima húmedo	Clima seco	$\alpha \text{max} + (1-\alpha) \text{min}$
Día deportivo	85	120	$0.7(120) + 0.3(85) = 109.5$
Parrillada	75	150	$0.7(150) + 0.3(75) = 127.5$

Por lo que, a partir de este criterio (MAXIMAX), se recomienda hacer la parrillada, esperando beneficios de \$127.5

2.6.3 CRITERIO DE SAVAGE.

En 1951 Savage argumentó que usando los valores V_{ij} como guía de elección, el decisor puede comparar el valor de la consecuencia de una acción bajo un estado de naturaleza con los valores de todas las consecuencias, ya que los estados de naturaleza de ellos ocurren por debajo. Pero el estado de naturaleza actual está más allá del control de decisor. Ciertamente la consecuencia de una acción debe ser solamente comparada con las consecuencias de otras bajo el mismo estado de la naturaleza y para ello efectúa las siguientes transformaciones:

Cuando se espera analizar Beneficios se usa el criterio MINIMAX de Wald aplicando antes una transformación que consiste en calcular la diferencia del máximo valor de cada columna con el resto de la misma. Es decir:

$$\text{Min}_{ai} \text{ } ^m_{i=1} \left\{ \text{Max}_{\theta_j} \text{ } ^n_{j=1} \{v_{ij}\} - v_{ij} \right\}$$

Cuando se espera analizar Costos se usa el criterio MAXIMIN de Wald aplicando antes una transformación que consiste en calcular la diferencia de toda la columna con el mínimo valor de la misma. Es decir:

$$\text{Max}_{ai} \text{ } ^m_{i=1} \left\{ v_{ij} - \text{Min}_{\theta_j} \text{ } ^n_{j=1} \{v_{ij}\} \right\}$$

Ejemplo:

Analizando el problema del día de campo o la parrillada mediante el criterio de Savage, se obtiene lo siguiente:

De la matriz original

Fondos recabables	Clima Húmedo	Clima seco
Día deportivo	\$85	\$120
Parrillada	\$75	\$150

se aplica la transformación para beneficios y se obtiene la siguiente matriz:

Fondos recabables	Clima Húmedo	Clima seco	Max
Día deportivo	85 - 85 = 0	150 - 120 = 30	30
Parrillada	85 - 75 = 10	150 - 150 = 0	10

y al aplicar el criterio MINIMAX se determina elegir la parrillada.

2.6.4 CRITERIO DE LAPLACE.

El criterio de Laplace es llamado también Principio de la Razón de Insuficiencia.

No saber nada acerca de todos los estados naturales verdaderos es equivalente a suponer que todos sean equiprobables.

Cuando se espera analizar Beneficios se usa el criterio MAXIMIN donde lo que se busca es que del menor beneficio esperado, de cada una de las acciones, se seleccione el mayor. Es decir:

$$Max_{a_i} \quad m \quad \left\{ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n v_{ij} \right\}$$

Cuando se espera analizar Costos se usa el criterio MINIMAX donde lo que se busca es que del Mayor costo esperado, de cada una de las acciones, se seleccione el menor. Es decir:

$$Min_{a_i} \quad m \quad \left\{ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n v_{ij} \right\}$$

Ejemplo:

Analizando el problema del día de campo o la parrillada mediante el criterio de Laplace, se obtiene lo siguiente:

Fondos recabables	Clima húmedo	Clima seco	Promedio
Día deportivo	85	120	(1/2)(85+120) = 102.5
Parrillada	75	150	(1/2)(75+150) = 112.5

Y al aplicar el máximo (dado que son beneficios) se elige la Parrillada.

2.6.5 MÉTODO DE LA SUMA PONDERADA.

Es bastante común en la decisión multicriterio que unos criterios tengan para el decisor más relevancia que otros.

Se denomina Pesos o ponderaciones a estas medidas de importancia relativa, que los criterios tienen para el decisor. Se denominará W_j ($J=1, \dots, n$) como el peso asignado al criterio J .

Suponiendo por un momento que tales pesos ya están determinados, el método de Suma Ponderada (lineal), tiene como principal virtud la de ser muy intuitiva y simple de aplicar, permitiendo así jerarquizar todas las alternativas que se estén comparando.

Ejemplo:

La siguiente tabla contiene las evaluaciones de cierto personal, junto con una valoración o peso en escala asignada por el decisor de 0 a 5. Se requiere jerarquizar a estas personas, es decir, determinar quién cumple con el mejor puntaje, según las calificaciones y datos obtenidos, de cada uno de ellos.

Criterios	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
Alternativas	Rendimiento	Calidad	Edad	Personalidad	Carácter
Alberto	6	5	28	5	5
Bianca	4	2	25	10	9
Daniel	5	7	35	9	6
Emilia	6	1	27	6	7
Germán	6	8	30	7	9
Hilario	5	6	26	4	8
Pesos	5	5	2	4	4
	MAX	MAX	MIN	MAX	MAX

Se suma la información contenida en cada columna (desde Alberto hasta Hilario) para obtener el total, y cada una de las entradas se divide entre este total. Para el criterio tres (minimizar) se efectúa el mismo procedimiento pero con los inversos multiplicativos (para maximizar). Por último, el renglón que corresponde a los pesos se trabaja igual. Así obtenemos la siguiente tabla:

Criterios	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
Alternativas	Rendimiento	Calidad	Edad	Personalidad	Carácter
Alberto	0.188	0.172	0.168	0.122	0.114
Bianca	0.125	0.069	0.188	0.244	0.205
Daniel	0.156	0.241	0.134	0.220	0.136
Emilia	0.188	0.034	0.174	0.146	0.159
Germán	0.188	0.278	0.156	0.171	0.205
Hilario	0.156	0.207	0.180	0.098	0.182
Pesos	0.25	0.25	0.10	0.20	0.20

El último paso del método de Suma Ponderada consiste en obtener la evaluación global R(a_i), multiplicando cada una de las entradas (por renglón), por su correspondiente peso (por columna), es decir:

$$R(\text{Alberto})=(0.188)(0.25)+(0.172)(0.25)+(0.168)(0.1)+(0.122)(0.2)+(0.114)(0.2)=0.154$$

$$R(\text{Bianca})=0.157$$

$$R(\text{Daniel})=0.184$$

$$R(\text{Emilia})=0.134$$

$$R(\text{Germán})=0.207$$

$$R(\text{Hilario})=0.165$$

Por lo que el candidato a elegir sería Germán, (máxima ponderación global).

En realidad, El método permite dar una ordenación completa final de todos los candidatos. 1º Germán, 2º Daniel, 3º Hilario, 4ª Blanca, 5º Alberto y 6ª Emilia. Ordenando de la máxima ponderación a la mínima).

2.6.6 MÉTODO DE ENTROPÍA.

Se trata de un método "objetivo" de asignación de pesos, ya que estos se determinan en función de las evaluaciones de la matriz de decisión, sin que influyan las preferencias del decisor.

La idea esencial reside en que la importancia relativa del criterio j en una situación dada de decisión, medida por su peso W_j está directamente relacionada con la cantidad de información intrínsecamente aportada por el conjunto de las alternativas respecto a dicho criterio.

El procedimiento es el siguiente:

- a) Partamos de las evaluaciones a_{ij} { $(i = 1, \dots, m), (j = 1, \dots, n)$ } ya normalizadas como fracción de la suma $\sum_i a_{ij}$ de las evaluaciones originales de cada criterio j .
- b) Calculemos la Entropía E_j de cada criterio: $E_j = -k \sum_i a_{ij} \text{Log} a_{ij}$; con $k = 1/\text{Log}m$ para que $0 \leq E_j \leq 1$.
- c) La Entropía E_j de un criterio es tanto mayor cuanto más iguales son sus evaluaciones a_{ij} . Precisamente lo contrario de lo que se desearía que ocurriera si E_j fuese un valor aproximado del peso W_j del criterio. Se utiliza entonces, el complemento que es la medida opuesta llamada diversidad D_j del criterio. $D_j = 1 - E_j$.
- d) Finalmente se normalizan a suma uno las diversidades D_j y se obtienen los pesos buscados de la siguiente forma: $W_j = D_j / \sum_j D_j$.

Ejemplo:

Supóngase la tabla del ejemplo anterior:

Criterios	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
Alternativas	MAX	MAX	MIN	MAX	MAX
Alberto	6	5	28	5	5
Blanca	4	2	25	10	9
Daniel	5	7	35	9	6
Emilia	6	1	27	6	7
Germán	6	8	30	7	9
Hilario	5	6	26	4	8

Se normalizan las evaluaciones como fracción de suma:

Criterios	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
Alternativas					
Alberto	0.188	0.172	0.168	0.122	0.114
Bianca	0.125	0.069	0.188	0.244	0.205
Daniel	0.156	0.241	0.134	0.220	0.136
Emilia	0.188	0.034	0.174	0.146	0.159
Germán	0.188	0.276	0.156	0.171	0.205
Hilario	0.156	0.207	0.180	0.098	0.182

Se obtienen las Entropías, las Diversidades y los Pesos normalizados:

Criterios	$E_j = -(1/\log 6) \sum_i a_{ij} \log a_{ij}$	$D_j = 1 - E_j$	$W_j = D_j / \sum_j D_j$
C1	0.995	0.005	0.04
C2	0.908	0.092	0.66
C3	0.997	0.003	0.02
C4	0.973	0.027	0.19
C5	0.988	0.012	0.09

Alternativas	$\sum_j a_{ij} W_j$	Ordenación.
Alberto	0.16054	4°
Bianca	0.11911	5°
Daniel	0.22202	2°
Emilia	0.07549	6°
Germán	0.24374	1°
Hilario	0.18146	3°

En este momento todavía es posible modular los pesos W_j obtenidos, multiplicándolos por otros x_j estimados, teniendo en cuenta las preferencias del decisor, con la finalidad de obtener unos resultados $y_j = W_j x_j$, que una vez normalizados constituirán los pesos finales a utilizar.

2.6.7 MÉTODO DE ORDENACION SIMPLE (RANKING).

- a) Lo único que se le demanda al decisor es que efectúe una ordenación de los n criterios según la importancia o preferencia que para él tengan. Al último (menos importante) se le da el valor uno, al penúltimo se le da el valor dos, y así sucesivamente hasta asignar el valor de n al primer criterio.
- b) Pueden presentarse empates. Estos se cuantificarán con su valor promedio (el de asignación por orden).
- c) Finalmente se normalizan a suma uno tales valores.

Ejemplo:

Supóngase que se asignan los siguientes valores para la ordenación:

Orden	Criterio		nueva ordenación
1°	Experiencia profesional	EXP	5
2°	Estudios superiores	EST	4
3°/4°	Entrevista	ENT	2-3
3°/4°	Test psicotécnico	TES	2-3
5°	Edad	EDA	1

Se pueden asignar los siguientes valores, dados los empates de ENT y TES:

<u>EST</u>	<u>EXP</u>	<u>EDA</u>	<u>ENT</u>	<u>TES</u>
4	5	1	2.5	2.5

Normalizando a suma uno se obtiene lo siguiente:

<u>EST</u>	<u>EXP</u>	<u>EDA</u>	<u>ENT</u>	<u>TES</u>
0.26	0.33	0.07	0.17	0.17

Que corresponde a la asignación definitiva de los pesos.

2.7 ÁRBOLES DE DECISIÓN.

En una forma clara y sencilla de estructurar un proceso de toma de decisiones, el árbol está formado por:

- a) **Nodos de Acción.-** Se denotan mediante cuadrados y representan aquellos lugares del proceso de toma de decisiones en los que se toma una decisión.
- b) **Nodos de probabilidad.-** Se denotan mediante círculos e indican aquellas partes del proceso de toma de decisiones en las que ocurre algún estado de la naturaleza.
- c) **Ramas.-** Se utilizan para denotar las decisiones o los estados de la naturaleza, sobre éstas suele anotarse la probabilidad correspondiente.
- d) **Pagos.-** Se colocan al final de las ramas terminales del estado de la naturaleza para mostrar el resultado que se obtendría al tomar una decisión en particular, y que después ocurra un estado específico de la naturaleza.

La forma de analizar mediante un diagrama de árbol, es obteniendo el valor esperado de los nodos de probabilidad y en los nodos de decisión (de derecha a izquierda) y eliminar del análisis aquellos que no convengan al decisor.

Ejemplo:

Supóngase que se tiene una empresa y existe la posibilidad de crear un nuevo artículo, para lo cual se efectúa un estudio de mercado y se observa lo siguiente:

- a) Si se continúa con los mismos productos, se obtendrá una ganancia de \$150,000 (L_1).
- b) Si se realiza el nuevo producto puede ser que se tengan ganancias de \$300,000 (alta L_2), \$100,000 (media L_3) o -\$100,000 (baja L_4 con pérdida)

Además se conocen las probabilidades de obtener cada una de las demandas, siendo éstas las siguientes:

$P(L_2) = 0.3$, $P(L_3) = 0.5$ y $P(L_4) = 0.2$.

El empresario puede contratar un estudio de mercado cuyo costo es de \$20,000, para determinar si el mercado es fuerte, regular o débil.

Considerando las siguientes probabilidades condicionales:

$P^*(L_i)$	L_2	L_3	L_4
Fuerte	0.8	0.2	0
Regular	0.2	0.6	0.3
Débil	0	0.2	0.7

se calculan

$P(f) = 0.34$, $P(r) = 0.42$, $P(d) = 0.24$ (aplicando la Ley de Probabilidades Totales),

$P(L_i / f)$, $P(L_i / r)$ y $P(L_i / d)$ (aplicando la Regla de Bayes)

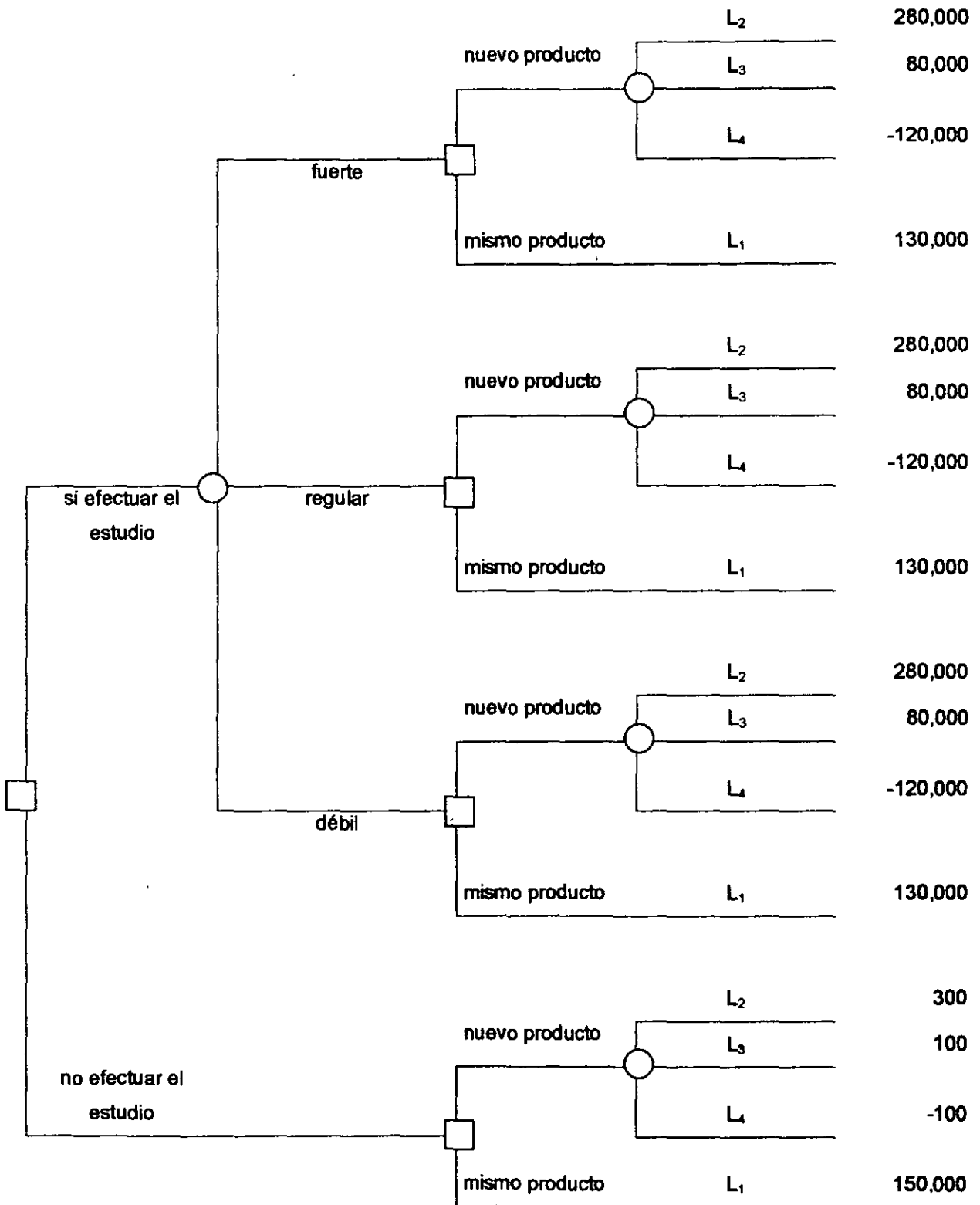
Se construye el árbol y se analiza de la siguiente forma:

- 1) Se señalan todas las ramificaciones, considerando los nodos de decisión y de probabilidad, junto con la información que se tiene, **ÁRBOL 1**.
- 2) Se calcula el valor esperado, esperanza matemática, de los nodos de derecha a izquierda, **ÁRBOL 2**, y
- 3) Se comparan estas esperanzas para seleccionar la que más convenga, **ÁRBOL 3**.
- 4) Se repiten los pasos dos y tres hasta obtener una decisión final.

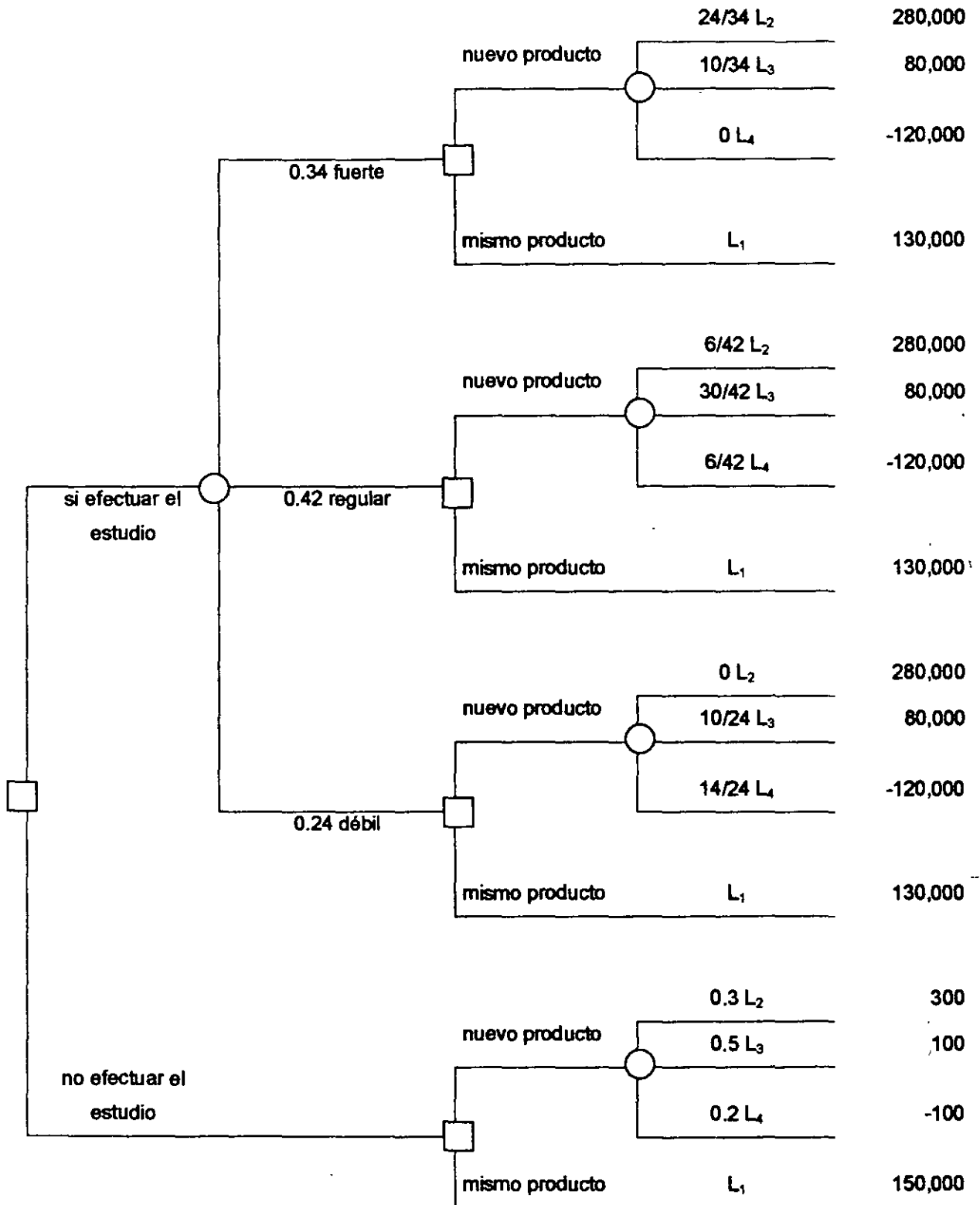
Se verificará que la solución final determina efectuar el estudio.

Si el estudio observa un mercado fuerte se debe realizar el nuevo producto, pero si el estudio observa un mercado regular o débil se debe seguir con el mismo producto.

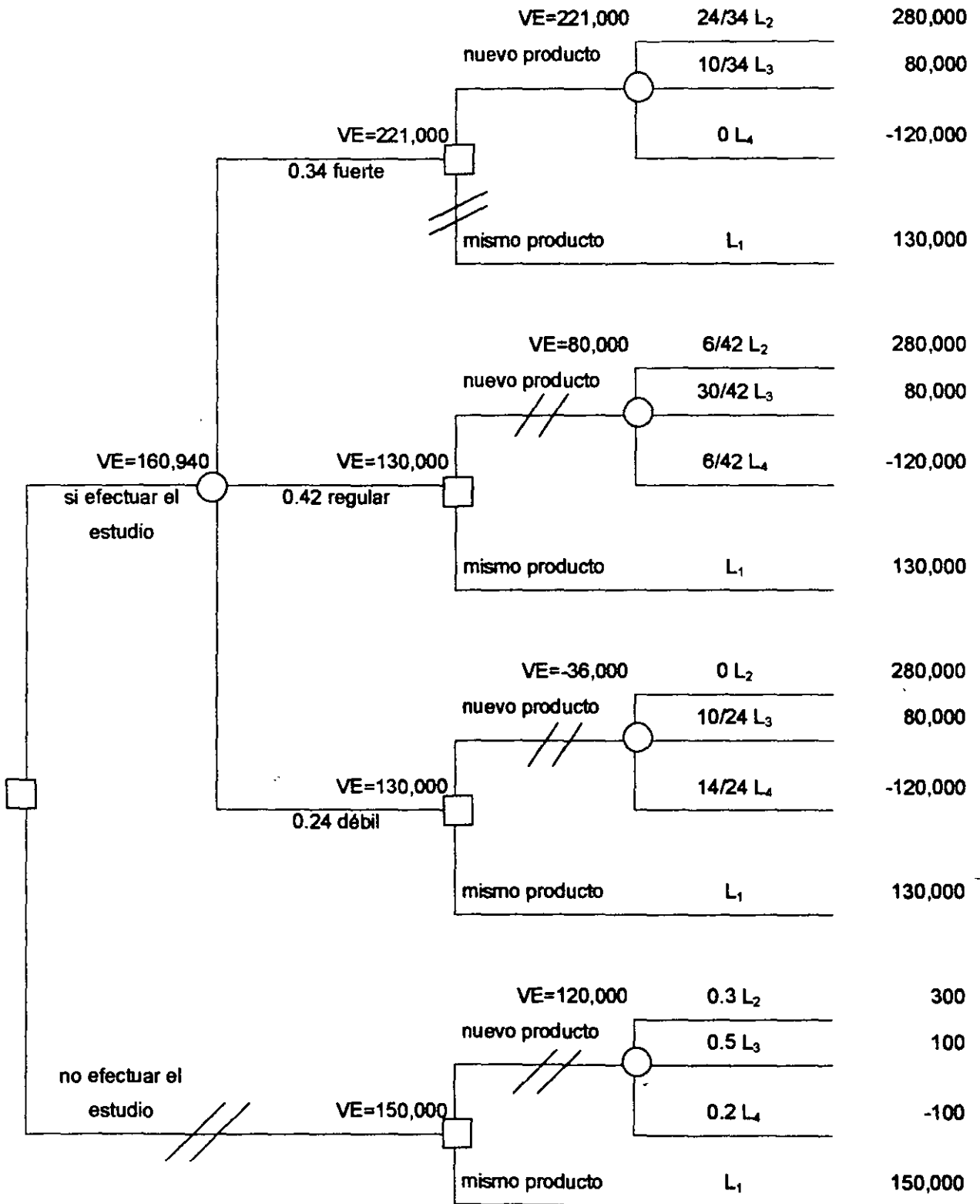
ÁRBOL 1



ÁRBOL 2



ÁRBOL 3



La interpretación que se debe dar al árbol anterior, es la siguiente:

Se contrata el estudio de mercado, que tendrá un costo de \$20,000. Si el resultado de este estudio determina que el comportamiento del mercado será fuerte, se producirá el nuevo artículo (se estima una ganancia promedio de \$221,000). En caso de que el estudio de mercado determine un comportamiento del mercado regular o débil, se seguirá con el mismo producto (cuya ganancia estimada será de \$130,000)

2.8 MODELO DE SIMULACIÓN DE MONTE CARLO.

El modelo de Monte Carlo, llamado también método de ensayos estadísticos, es una técnica de simulación de situaciones inciertas que permite definir valores esperados para variables no controlables, mediante la selección aleatoria de valores, donde la probabilidad de elegir entre todos los resultados posibles está en estricta relación con sus respectivas distribuciones de probabilidad.

Si las variables inciertas relevantes en un proyecto fuesen por ejemplo, la demanda y la participación del mercado, deberá aplicarse en ambas la simulación para estimar su comportamiento en el futuro. Supóngase que estudios realizados señalan que la demanda global esperada del mercado tiene la siguiente distribución de probabilidades:

Demanda	Probabilidad
200,000	0.10
250,000	0.25
300,000	0.35
350,000	0.15
400,000	0.10
450,000	0.05

Al mismo tiempo, supóngase que la participación en el mercado para el proyecto, sea también una variable incierta, para la cual se estima la siguiente distribución de probabilidades:

Participación	Probabilidad
0.08	0.26
0.09	0.22
0.10	0.16
0.11	0.13
0.12	0.10
0.13	0.07
0.14	0.05
0.15	0.01

Supóngase, además, que la demanda global del mercado está correlacionada con la tasa de crecimiento de la población, que se estima en un 2% anual a futuro. El precio y los costos asociados al proyecto se suponen conocidos o menos incierto su resultado a futuro.

El primer paso en la solución consiste en expresar matemáticamente el problema. En este caso, la demanda por año que podría enfrentar el proyecto puede expresarse como $D_p = D_g p$, donde D_p corresponde a la demanda del proyecto, D_g a la demanda global y p al porcentaje de participación del proyecto en el mercado.

La tasa de crecimiento de la demanda se incorporará al final como un factor de incremento sobre la demanda del proyecto. Una forma alternativa es incorporarlo en la ecuación anterior, lo que permite obtener el mismo resultado pero con cálculos más complejos.

El siguiente paso del método de Monte Carlo es la especificación de la distribución de probabilidades de cada variable. En el ejemplo, las variables que deben especificar su distribución de probabilidades son la demanda global del mercado y la participación del proyecto. En ambos casos se deberá posteriormente calcular la distribución de probabilidad acumulada y la asignación de rangos de números entre 0 y 99 (es decir 100 números):

Demanda global	Distribución de probabilidades	Probabilidad acumulada	Asignación de números representativos
200,000	0.10	0.10	00 - 09
250,000	0.25	0.35	10 - 34
300,000	0.35	0.70	35 - 69
350,000	0.15	0.85	70 - 84
400,000	0.10	0.95	85 - 94
450,000	0.05	1.00	95 - 99

Participación de mercado	Distribución de probabilidades	Probabilidad acumulada	Asignación de números representativos
0.08	0.26	0.26	00 - 25
0.09	0.22	0.48	26 - 47
0.10	0.16	0.64	48 - 63
0.11	0.13	0.77	64 - 76
0.12	0.10	0.87	77 - 86
0.13	0.07	0.94	87 - 93
0.14	0.05	0.99	94 - 98
0.15	0.01	1.00	99

La asignación de números representativos se efectúa en proporción a la probabilidad acumulada. Así, si el 10% se encuentra en el rango de hasta 200,000, deben asignarse diez números representativos (0 al 9). Como hasta 250,000 hay un 35% de probabilidades, se asignan 35 números representativos (0 al 34).

La etapa siguiente del modelo requiere generar números aleatorios al azar. Cada número seleccionado debe ubicarse en la columna "Asignación de números representativos". Una vez localizado, se da el valor correspondiente de demanda global, el cual se ajusta por el porcentaje de participación en el mercado obtenido de igual forma.

