

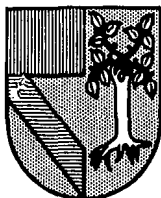
ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

308902

7

UNIVERSIDAD PANAMERICANA 2y

ESCUELA DE ADMINISTRACION
CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



**"METODOS DE EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION Y TOMA
DE DECISIONES, EN CONDICIONES DE RIESGO
E INCERTIDUMBRE"**

**TRABAJO QUE COMO RESULTADO DEL SEMINARIO
DE INVESTIGACION PRESENTA COMO TESIS**

CLAUDIA GUADALUPE JAMMAL ABDO

**PARA OPTAR POR EL TITULO DE
LICENCIADO EN ADMINISTRACION**

MEXICO, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1987



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

1. Introducción	1
2. Naturaleza del Riesgo.	4
2.1 Concepto de Riesgo	5
2.2 Riesgo y Rendimiento	
3. Evaluación de proyectos de inversión en <u>con</u> <u>diciones de certeza.</u>	11
3.1 Tasa promedio del valor en libros	12
3.2 Índice de retorno	15
3.3 Valor presente neto	17
3.4 Tasa interna de rendimiento	23
3.5 Índice de rentabilidad	32
4. Introducción a la teoría de decisiones.	36
4.1 Elementos de un problema de decisiones	37
4.2 Matriz general de decisiones	38
4.3 Fases del proceso racional de toma de decisiones	42
4.4 Objetivos, información y decisiones	45
4.5 Concepto de costo de oportunidad	46
4.6 Valores y actitudes en la toma de <u>deci</u> <u>siones</u>	50
5. Evaluación de proyectos de inversión en <u>con</u> <u>diciones de incertidumbre.</u>	52
5.1 Criterio de Wald o maximin	55
5.2 Criterio de Savage o minimax	57

5.3	Criterio de Laplace	59
5.4	Criterio de Maximax	61
6.	Evaluación de proyectos de inversión en condiciones de riesgo.	64
6.1	Arboles de decisión	66
6.1.1	Elementos y Notación	
6.1.2	Obtención de los datos necesarios	
6.2	Valor monetario esperado	71
6.3	Estimaciones de probabilidad	73
6.3.1	Conceptos de independencia y - dependencia estadística	
6.4	Ejemplos	80
6.5	Valor esperado de la información adicional	89
	Conclusiones y recomendaciones	105
	Referentes Teóricos	115

CAPITULO 1

INTRODUCCION

Entre las tareas básicas del administrador financiero, se encuentra el análisis de los proyectos de inversión con el objeto de lograr el empleo óptimo de los fondos de que dispone una empresa.

Todas las empresas se enfrentan con alternativas de inversiones potencialmente atractivas, para las cuales los recursos son limitados. De aquí, que, las alternativas de inversión frente a los recursos limitados, impongan la necesidad de establecer criterios de evaluación que permitan seleccionar la mejor alternativa de todas las existentes.

La selección de alternativas para ello, es una de las responsabilidades más importantes de los ejecutivos debido a las características que tienen las alternativas de inversión, las que no proporcionan beneficios inmediatamente y en una sola ocasión, sino que éstos se extienden por un largo período de tiempo y por ello implican un grado de incertidumbre o riesgo, es decir, desconocimiento por parte de los administradores financieros acerca de los resultados que pueda tener el proyecto de inversión en el futuro.

A nivel de empresa, los proyectos de inversión tienen gran importancia, pues el éxito de las operaciones de la misma dependerá en gran medida, de las utilidades o beneficios que generen los proyectos que realice.

Por otro lado, conforme los análisis de alternativas de inversión se hacen más complejos, la distribución de los recursos escasos debe optimizarse, pues al haber competencia por esos recursos, se elegirán aquellos proyectos que representen los más

altos rendimientos.

En la actualidad, son varios los métodos de análisis financiero de proyectos de inversión; sin embargo, de los que se aplican en México, la mayoría presuponen que las condiciones imperantes en el entorno de las empresas, son solamente de certeza y no de incertidumbre y riesgo como realmente sucede, ejemplo claro de este hecho son la inflación y los deslizamientos de la moneda, entre otros, que requieren de un análisis particular para poder aportar bases fidedignas que conduzcan a la toma de decisiones para elegir el proyecto más rentable y conveniente de las alternativas de inversión.

Es de vital importancia que el administrador esté consciente de la imperiosa necesidad de encontrar y manejar métodos de evaluación de proyectos que reflejen los factores de riesgo e incertidumbre que influyen en la toma de decisiones de inversión.

Al realizar este trabajo, se pretende primeramente concientizar e instar al administrador a hacer uso de las herramientas y métodos precisos para evaluar adecuadamente los proyectos que contengan factores trascendentes de riesgo o incertidumbre, además de los criterios financieros comúnmente utilizados para tomar las mejores decisiones de inversión que maximicen las utilidades esperadas y minimicen sus costos. Por otro lado, se procurará hacer de este trabajo un manual para impartir la materia denominada actualmente Investigación de Operaciones II, que resalte la importancia de efectuar una adecuada evaluación de proyectos de inversión que impliquen factores de riesgo o incertidumbre y proporcionen una secuencia adecuada para la mejor asimilación y comprensión del mismo.

CAPITULO 2

NATURALEZA DE RIESGO

2.1 CONCEPTO DE RIESGO

Varios autores han mencionado y con mucha razón, que el análisis y evaluación de proyectos de inversión, se centra principalmente en el análisis de riesgos e incertidumbres.

Puede decirse, que el riesgo es la medida de no lograr los beneficios y resultados esperados de la inversión, y la incertidumbre, la medida de desconocimiento de hechos y sucesos que afectan el desarrollo de un proyecto. El manejo y conocimiento de estos dos factores son determinantes y se revierten en los factores de éxito ó fracaso de cualquier proyecto de inversión.

Teóricamente, riesgo implica tres conceptos fundamentales: riesgo operativo, financiero y el total. El riesgo operativo es el de no estar en condiciones de cubrir los costos fijos de operación; el riesgo financiero es el de no poder cubrir los costos financieros fijos, y el riesgo total es el resultado del impacto de los dos anteriores, en la operación de la empresa. Este último determina los cambios previstos en el nivel de utilidades antes de intereses e impuestos y en las utilidades por acción.

2.2 RIESGO Y RENDIMIENTO

Un factor clave en la evaluación de cualquier proyecto de inversión, es la relación positiva implícita entre el riesgo y el rendimiento esperado. Se ha demostrado que a los inversionistas, que manejan su riesgo debe ofrecérseles un rendimiento esperado adicional (premio al riesgo), en la medida en que sea mayor el riesgo estimado del proyecto en cuestión.

Tradicionalmente, se ha convenido que el principal factor determinante del rendimiento requerido sobre cualquier activo, es su grado de riesgo.

El riesgo se ha definido anteriormente como la probabilidad de que ocurran acontecimientos desfavorables, teniendo además diferentes significados en distintos contextos; de entre estos, lo que más interesa, son los efectos del grado de riesgo en la valoración de las inversiones.

Así, el riesgo se refiere a las probabilidades de que los -- rendimientos, puedan tener uno o varios resultados alternativos.

Las probabilidades de que ocurran resultados alternativos, - se relacionan fundamentalmente con las frecuencias relativas; y - la relación que existe entre los distintos niveles de rendimiento y su frecuencia relativa da lugar a una distribución de probabilidad. Se podría formular una distribución de probabilidad -- para la frecuencia relativa de los rendimientos anuales de una - empresa, si se analizan los rendimientos históricos que se hayan obtenido durante los años anteriores. Pero sabemos que la historia no se repite nunca exactamente de la misma forma, debido a - las variantes que genera el entorno económico.

De esta forma, después de analizar las frecuencias relativas de los rendimientos históricos para una compañía individual puede formularse una distribución de probabilidad, tomando como base los datos históricos, más el análisis acerca de las perspectivas de la economía; de la industria, de la empresa en su ramo industrial, y cualquier otro factor que se considere relevante.

Al estar englobados todos los proyectos de inversión en el - mercado financiero, y encontrarse éste condicionado por el entorno económico de manera importante, es posible que puedan tenerse muchos resultados factibles para una alternativa dada. Lo que - implica una vinculación entre el estado futuro esperado de la eco

nomía y el rendimiento de empresas individuales por concepto de sus inversiones.

De ahí que sea de vital importancia para cualquier inversionista evaluar sus proyectos considerando dicha relación, con la finalidad de obtener los mejores rendimientos, minimizando hasta lo posible el riesgo que ello implique. Obteniendo así el equilibrio óptimo entre riesgo y rendimiento.

A continuación se presenta un ejemplo:

Una empresa tiene dos proyectos de inversión, (para los cuales se han formulado múltiples pronósticos de flujos de caja para un período futuro). Además, se supone que estamos interesados en hacer pronósticos para las siguientes situaciones de la economía: recesión fuerte, recesión suave, normal, expansión menor y gran expansión. Después de apreciar el futuro bajo cada uno de estos posibles estados, estimamos los siguientes flujos de caja para el año próximo:

SITUACIONES DE LA ECONOMIA	FLUJOS ANUALES DE CAJA	
	PROYECTO A	PROYECTO B
1.- Recesión Fuerte	\$ 3,000.00	\$ 2,000.00
2.- Recesión Suave	\$ 3,500.00	\$ 3,000.00
3.- Normal	\$ 4,000.00	\$ 4,000.00
4.- Expansión Menor	\$ 4,500.00	\$ 5,000.00
5.- Gran Expansión	\$ 5,000.00	\$ 6,000.00

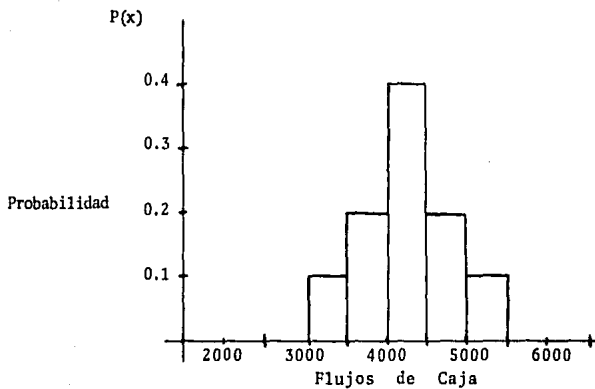
Con esta información vemos que la dispersión de los posibles flujos de caja para el proyecto B, es mayor que para el proyecto A, y podemos decir, por consiguiente, que es más riesgosa. Sin embargo, se requiere información adicional para cuantificar cualquier análisis de riesgo. Necesitamos saber, más específicamente, la probabilidad de que ocurran las situaciones mencionadas en la economía.

Considerando las siguientes probabilidades de ocurrencia para cada situación, según la experiencia de la empresa en proyectos similares, tenemos: para una recesión fuerte, 10%; para una recesión suave, 20%; para una economía normal, 40%; para una expansión económica menor, 20%; y para una gran expansión económica, 10%. Conocida esta información, estamos en condiciones de establecer la distribución de probabilidades de los posibles flujos de caja para los proyectos A y B:

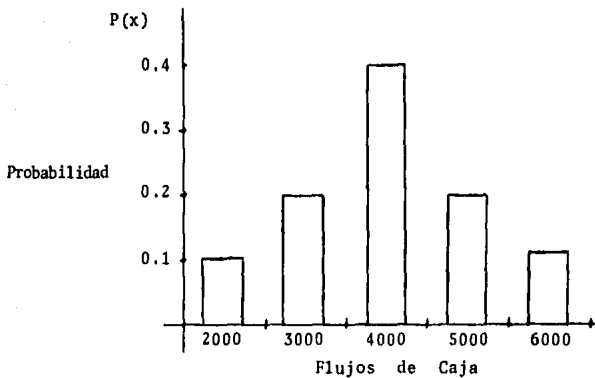
PROYECTO A		PROYECTO B	
PROBABILIDAD	FLUJO DE CAJA	PROBABILIDAD	FLUJO DE CAJA
1. 0.10	\$ 3,000.00	0.10	\$ 2,000.00
2. 0.20	\$ 3,500.00	0.20	\$ 3,000.00
3. 0.40	\$ 4,000.00	0.40	\$ 4,000.00
4. 0.20	\$ 4,500.00	0.20	\$ 5,000.00
5. 0.10	\$ 5,000.00	0.10	\$ 6,000.00

La representación gráfica de la información anterior, es la siguiente:

Proyecto A



Proyecto B



Como puede apreciarse, la dispersión de los flujos de caja es mayor en el proyecto B que en el proyecto A, independientemente del hecho de que el resultado con mayor posibilidad de ocurrencia es el mismo para los dos proyectos de inversión; - - - \$ 4,000.00. La empresa calificaría las propuestas de acuerdo con los métodos financieros para la evaluación de proyectos que maneje y según el grado de aversión, propensión o neutralidad al riesgo que tenga los responsables de tomar estas decisiones; en consecuencia si la administración fuera adversa al riesgo, elegiría el proyecto A, pero si fuera propensa, elegiría el B. De elegirse el proyecto B, el decisor pretendería obtener el mayor flujo de caja; pero esto es lo que implica el riesgo, ya que de no darse la situación de la economía como lo previó, obtendría una utilidad menor que quizá le reportara una disminución en su generación de fondos.

Si los inversionistas y los acreedores tuvieran aversión por el riesgo, es importante que la gerencia, en sus análisis sobre el valor de un proyecto de inversión, considere el riesgo, porque de otra manera, las decisiones muy posiblemente no estarán de acuerdo con el objetivo financiero del administrador: maximizar el valor de la empresa.

En resumen, el grado de riesgo de un proyecto de inversión, puede definirse como la diferencia entre los flujos de caja reales y los esperados; entre más grande sea esa variabilidad, se dice que el proyecto es más riesgoso.

La administración, una vez conocido el riesgo esperado de un proyecto o proyectos de inversión conjuntamente con la información sobre el rendimiento esperado, debe evaluarla y tomar una decisión, que puede ser de aceptación o de rechazo.

C A P I T U L O 3

EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION EN CONDICIONES DE CERTEZA

Una vez que se ha recopilado la información necesaria para conocer los diversos proyectos de inversión, se está en condiciones de evaluar qué tan atractivos son los diferentes proyectos que se están considerando. La decisión de invertir consistirá simplemente en aceptar o rechazar el proyecto.

Los criterios utilizados para evaluar alternativas de inversión en condiciones ciertas, son métodos financieros, basados en cálculos matemáticos y constituyen actualmente el medio más socorrido para evaluar alternativas de inversión.

Entre los más importantes, destacan:

- 1.- Tasa Promedio del Valor en Libros
- 2.- Índice de Retorno
- 3.- Valor Presente Neto
- 4.- Tasa Interna de Rendimiento
- 5.- Índice de Rentabilidad

3.1 TASA PROMEDIO DEL VALOR EN LIBROS

Algunas empresas evalúan sus proyectos de inversión mediante el método de la tasa promedio del valor en libros. Para calcularla, es necesario dividir la utilidad estimada promedio de un proyecto, después de depreciación e impuestos, entre el promedio del valor en libros de la inversión. Esta razón, será la medida a comparar contra la tasa de rendimiento sobre el valor en libros que tenga establecida la empresa como criterio mínimo para aceptar o rechazar proyectos de inversión. Si la tasa resultante del cálculo, es igual o mayor que el criterio mínimo establecido por la empresa, el proyecto será aceptado, de lo contrario, será rechazado.

A continuación, se presenta un ejemplo ilustrativo:

Una compañía pretende comprar una máquina cortadora cuya vida útil esperada es de tres años y cuyos ingresos y costos son los siguientes (cifras en miles de pesos):

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
Ingresos	12 000	10 000	8 000
Costos de producción	6 000	5 000	4 000
Flujo de Efectivo	6 000	5 000	4 000
Depreciación	3 000	3 000	3 000
Utilidad Neta	3 000	2 000	1 000

$$\text{Utilidad Neta Promedio} = \frac{3\,000 + 2\,000 + 1\,000}{3} = 2\,000.00$$

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
Valor bruto inversión	9 000	9 000	9 000	9 000
Depreciación acumulada	0	3 000	6 000	9 000
Valor neto en libras de la inversión.	9 000	6 000	3 000	0

$$\text{Valor Promedio en libras} = \frac{9\,000 + 6\,000 + 3\,000 + 0}{4} = 4,500$$

La utilidad neta promedio es de \$ 2,000.00 y el valor promedio de la inversión en libros es de \$ 4,500.00. Por lo tanto, la tasa de rendimiento promedio en libros es de 44%. El proyecto sería aceptado si la tasa de rendimiento sobre el valor en libros, establecida como criterio mínimo por la empresa, para aceptar proyectos, fuera mayor o igual que el 44%.

Sin embargo, este método presenta ciertas desventajas, algunas de ellas son:

- 1.- No se basa en flujos de efectivo que genera el proyecto sino en utilidades contables, lo que hace que el análisis resulte poco objetivo, ya que según las reglas particulares de la -- aplicación de principios contables, los métodos diferentes para calcular la depreciación y la adopción de una u otra regla pueden influir en el rendimiento y por tanto, en la aceptación o rechazo del proyecto.

Para hacer el análisis más objetivo, en el caso específico de la depreciación, la empresa debería establecer un criterio mínimo de aceptación o rechazo de proyectos para cada método de depreciación, lo que requeriría mucho tiempo y sería poco práctico.

- 2.- No toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo, es decir considera que un peso de hoy vale lo mismo que un peso dentro de tres años, lo cual no es cierto.
- 3.- Las empresas que usan este método, tienen que determinar un criterio mínimo para aceptar o rechazar proyectos. Dicha decisión puede ser arbitraria: algunas veces, las empresas utilizan su propia tasa interna de rendimiento o el costo de capital como base de comparación. En este caso, las empresas con altas tasas de rendimiento en su negocio, pueden rechazar buenos proyectos, y empresas con tasas de rendimiento ba

jas, corren el peligro de aceptar proyectos aparentemente -- rentables.

3.2 INDICE DE RETORNO

También conocido como Período de Recuperación es un método - utilizado en muchas empresas, por su gran facilidad de entendi- miento y cálculo. Su principal objetivo es indicar el número de años que serán requeridos para recuperar la inversión.

La fórmula matemática para el cálculo del índice de retorno- en el caso de que los flujos de efectivo anuales sean iguales a- lo largo de la inversión, es la siguiente:

$$\text{Indice de Retorno} = \frac{\text{Inversión neta requerida}}{\text{Ingresos netos anuales}}$$

Para este efecto, suponiendo que la inversión neta requerida sea de \$ 60,000 y los ingresos netos anuales esperados sean de - \$ 25,000 se tiene (datos en miles de pesos):

$$\text{Indice de Retorno} = \frac{60\ 000}{25\ 000} = 2.4 \text{ años}$$

Sin embargo como los ingresos netos anuales no son siempre - iguales esta fórmula es poco aplicable.

A continuación se presenta un ejemplo en el que los ingresos netos anuales son diferentes:

FLUJOS DE EFECTIVO (MILES DE PESOS)					
PROYECTO	INVERSION	C1	C2	C3	PERIODO DE RECUPERACION
M	- 2 000	+1 000	+1 000	+5 000	2 años
N	- 2 000	+ 0	+2 000	+5 000	2 años
0	- 2 000	+1 000	+1 000	+10000	2 años

Donde C_i = ingresos netos anuales esperados en el período i

Estos proyectos se suponen mutuamente excluyentes entre sí. El criterio de aceptación para este índice es elegir el proyecto que recupere en menor tiempo la inversión original.

Según dicho criterio, los tres proyectos son igualmente ---- atractivos, pues el período de recuperación es de dos años. Pero a simple vista se observa que el proyecto 0 es el que genera mayores flujos de efectivo y por lo tanto es mejor alternativa que M y N.

Concluyendo, las ventajas del método son las siguientes:

- 1.- Señala un criterio adicional para elegir entre varios proyectos alternativos que presentan perspectivas iguales de rentabilidad y riesgo.
- 2.- Es muy útil cuando el factor decisivo para elegir un proyecto de inversión, es precisamente el período de recuperación, en el caso de que una empresa no cuente con los fondos necesarios y tenga que solicitar financiamiento, y por ello no pueda elegir proyectos cuya recuperación tome mucho tiempo.

Entre sus desventajas, se encuentran:

- 1.- No toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo, por lo que considera que tienen el mismo peso los flujos futuros -- que los que se obtienen más pronto.
- 2.- No considera los flujos de efectivo obtenidos después del período de recuperación.
- 3.- Si el tiempo de recuperación deseado es muy corto, puede darse el caso de que la empresa acepte proyectos poco rentables solamente porque recuperan la inversión rápidamente y rechace proyectos muy rentables porque la recuperación de la inversión sea más lenta y no cumpla con su estándar.

3.3 VALOR PRESENTE NETO

Este método de evaluación de proyectos de inversión considera el valor del dinero en el tiempo, es decir, los flujos de efectivo que se estime que generará el proyecto en diferentes períodos, serán descontados a cierta tasa de interés que considere la empresa como la más adecuada para la toma de decisiones.

Entre las tasas de interés que frecuentemente se emplean están:

- A) Costo de Capital, que en principio, constituye un criterio de rentabilidad mínima a exigir en un proyecto de inversión.
- B) Costo de Oportunidad de los fondos, es el costo de la mejor alternativa que se hubiera rechazado por asignar los fondos a un determinado proyecto.

Las tasas mencionadas anteriormente, se utilizarán conforme a las necesidades específicas de cada empresa, por lo que también es factible que se usen en cierto tipo de proyecto.

En este método pueden presentarse dos situaciones:

- 1.- Que los flujos de efectivo anuales que genere el proyecto -- sean iguales durante el mismo.
- 2.- Que los flujos de efectivo sean diferentes cada año.

Para ambos casos, el método indica que los flujos, tanto positivos como negativos, serán descontados a la tasa de interés, es decir, son traídos a valor presente. Una vez que se ha encontrado el valor presente de los flujos futuros, se les deberá restar el valor de la inversión inicial resultando así, el valor -- presente neto.

Haciendo un análisis según lo anterior, se tiene:

$$VPN = Co + RA_{\overline{n}|i}$$

En donde:

- VPN = Valor presente neto
- Co = Inversión inicial
- R = Flujo de efectivo anual neto
- A = Factor del valor presente
- n = # de períodos que dura el proyecto
- i = Tasa de descuento

El factor $A_{\overline{n}|i}$ puede encontrarse en tablas de anualidades y representa el valor presente de \$ 1.00 recibido cada año por "n" años a la tasa "i".

Ejemplo (en miles de pesos):

Se tienen los siguientes datos:

Inversión inicial (Co) = \$ 20,000

A) Flujos de efectivo anuales iguales. La fórmula de cálculo se conforma con el monto de la inversión inicial, (Co, que por tratarse de un gasto, siempre será una cantidad negativa), a la cual se le suma el valor presente de la anualidad de los ingresos que se estima generará el proyecto ($RA_{\overline{n}|i}$); y ésta es la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= \text{Co} + \text{RA}_{\overline{n}|i} \\ \text{Flujo anual neto } R &= \$ 10,000 \\ \text{Vida del proyecto } n &= 5 \text{ años} \\ \text{Costo de capital } i &= 60 \% \end{aligned}$$

Sustituyendo los valores anteriores en la fórmula y buscando $A_{\overline{n}|i}$ en tablas se obtiene:

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= - 20,000 + 10,000 A_{\overline{5}|60} \\ \text{VPN} &= - 20,000 + 10,000 (1.508) \\ \text{VPN} &= - 20,000 + 15,077 = (\$ 4,922.79). \end{aligned}$$

De lo anterior, se observa que el valor presente de los flujos positivos es menor al de los flujos negativos, de lo que resulta un valor presente neto negativo y por lo tanto, el proyecto no se acepta.

Si por otra parte se tuviera un costo de capital de 40% se tendrfa:

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= - 20,000 + 10,000 A_{\overline{5}|40} \\ \text{VPN} &= - 20,000 + 10,000 (2.035) \\ \text{VPN} &= - 20,000 + 20,351.639 = \$ 351.639 \end{aligned}$$

Por lo que al ser positivo el valor presente neto, se acepta el proyecto.

B) Flujos de efectivo diferentes en cada año:

$$\text{Fórmula} \quad \text{VPN} = \text{Co} + \sum_{t=1}^n \frac{\text{F. efvo. netos}}{(1+i)^t}$$

En donde:

- VPN = Valor presente neto
- Co = Inversión inicial
- F. efvo. netos = Flujos de efectivo anuales netos.
- t = Período
- n = # de períodos que dura el proyecto
- i = tasa de descuento.

Ejemplo:

Una compañía planea comprar una máquina cuya vida útil estimada es de 5 años, y cuesta \$ 5,000. Se tiene para ello la siguiente información:

Inversión inicial		5,000
Flujos de efvo. anuales = 1er. Período		2,400
	2°. "	3,800
	3°. "	5,600
	4°. "	8,000
	5°. "	10,500
Costo de capital:		60%

AÑO	FLUJO ANUAL	DATOS EN MILES DE PESOS	
		VP (60%)	VP FLUJO ANUAL
1	2,400	0.6250	1,500.00
2	3,800	0.3906	1,484.28
3	5,600	0.2441	1,366.96
4	8,000	0.1526	1,220.80
5	10,000	0.0954	1,001.70
			<u>6,573.74</u>

$$VP = \$ 6,573.74$$

$$VPN = 6,573.74 - 5,000$$

$$VPN = 1,573.74$$

Del resultado obtenido se concluye que se acepta el proyecto, ya que el valor presente de los flujos que genera, es superior a la inversión requerida.

La mejor aplicación del valor presente neto es para saber si en la vida económica del proyecto, se obtendrá por lo menos el rendimiento requerido. Cuando el valor presente neto es positivo, hay utilidades potenciales en exceso del mínimo requerido; cuando el valor presente neto es cero o cercano a él, el rendimiento requerido se cubre, dado que las utilidades estimadas y el período de vida son adecuados. Si el valor presente neto es negativo, el rendimiento requerido y la recuperación de capital no se alcanzarán con los flujos de efectivo estimados durante la vida económica del proyecto.

Este método tiene, entre sus principales ventajas, las siguientes:

- 1.- Considera flujos de efectivo reales, no utilidades contables.
- 2.- Reconoce el valor del dinero en el tiempo.
- 3.- Se fundamenta en la comparación de flujos de efectivo positivos contra flujos negativos, sobre una misma base de tiempo.
- 4.- Este criterio de decisión indica si la rentabilidad de la inversión excede a la rentabilidad exigida por la empresa. Esto se cumple cuando el valor presente de los flujos de efectivo netos, descontados a una tasa de interés que corresponda a la rentabilidad deseada, es igual o mayor al monto de la inversión original.

Sin embargo, el concepto de valor presente neto por si mismo no responde a muchas interrogantes. Por ello debe considerarse la tasa de descuento con la que se evalúa un proyecto de inversión pero siempre atendiendo tanto al costo de capital de la empresa como a la naturaleza misma del proyecto, ya que existen alternativas de inversión que sin generar beneficios económicos contribuyen a lograr resultados cualitativos como serían por ejemplo, proyectos de beneficio social, político o comercial que influirían en la mejora de la imagen de la compañía.

La vida económica estimada del proyecto es un problema importante, por la contribución que el mismo tendrá en las utilidades de la empresa. Adicionalmente, es conveniente cuantificar el monto de error que se pueda alcanzar en los flujos de efectivo estimados. Finalmente, una pregunta muy común sería ¿qué nivel de rendimiento verdadero proporcionaría el proyecto, si se espe-

ra que todas las estimaciones sean ciertas?

Una de las principales desventajas que presenta este método es que supone como tasa de reinversión a la tasa de descuento y se sabe que los flujos pueden ser reinvertidos a tasas diferentes.

El valor presente neto debe ser reforzado con otros métodos que permitan responder a las preguntas anteriores. Los métodos más comunes para ello pueden ser: el índice de retorno y la tasa interna de rendimiento entre otros.

3.4 TASA INTERNA DE RENDIMIENTO (TIR)

La tasa interna de rendimiento para una propuesta de inversión es la tasa de descuento que iguala el valor presente de los flujos de efectivo esperados con el valor presente de los desembolsos o inversión, de modo que el valor presente neto es cero.

Matemáticamente se representa por:

$$TIR = \sum_{t=0}^n \frac{FE_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

En donde:

t = Período

FE = Flujo de efectivo por período

TIR = Tasa interna de rendimiento

n = Último período en que un flujo de fondos es esperado

La forma desarrollada de esa misma ecuación es:

$$\text{VPN} = \text{FEO} + \frac{\text{FE1}}{1+\text{TIR}} + \frac{\text{FE2}}{(1+\text{TIR})^2} + \dots + \frac{\text{FEn}}{(1+\text{TIR})^n} = 0$$

En donde:

FEO = Flujo de efectivo en el periodo 0 (por ser un gasto, es siempre negativo).

VPN = Valor presente neto

TIR = Tasa interna de rendimiento

FE = Flujo de efectivo por período

n = Último período en que un flujo de efectivo es esperado.

Utilizando este método de evaluación, el criterio que se sigue para aceptar un proyecto de inversión, es cuando la tasa interna de rendimiento del mismo es mayor que la tasa mínima que exige la empresa (generalmente es la que corresponde a su costo de capital).

El cálculo de la TIR implica el empleo del método de prueba y error. Por ejemplo: Un proyecto que genera los siguientes -- flujos de efectivo en miles de pesos; será descontado a las tasas (TIR's) de 0%, 80%, 70%, 75%, con el objeto de ejemplificar el comportamiento del VPN a diferentes TIR's, suponiendo que la empresa que va a analizarlo tiene fijado un costo de capital del 60%, como criterio de aceptación de proyectos de inversión:

Inversión inicial	Período 1	Período 2
-4,000	+3,000	+6,750

Sustituyendo en la ecuación estos valores se tiene:

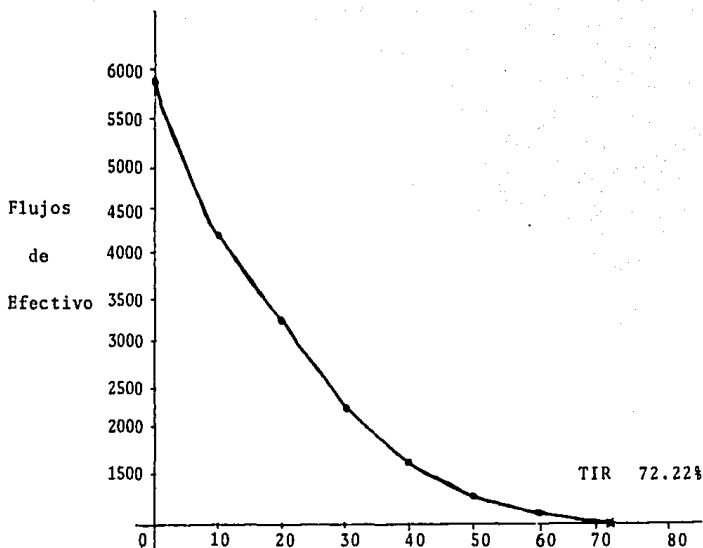
$$A) \quad VPN = -4000 + \frac{3000}{1+TIR} + \frac{6750}{(1+TIR)^2}$$

Si se toma arbitrariamente una tasa de descuento de cero se obtiene un VPN = \$5,750, por lo que se deduce que TIR es mayor que 0.

B) Como siguiente paso se tomará una tasa del 80%. En este caso, el VPN = \$ -250:

$$VPN = -4000 + \frac{3000}{1.8} + \frac{6750}{(1.8)^2} = -250$$

Con esta tasa, el VPN es negativo, por lo que la TIR es menor que el 80%. Para facilitar el cálculo de la TIR se puede utilizar una gráfica en la cual se irán señalando los valores presentes netos a diferentes tasas de descuento. La TIR corresponderá a aquella tasa de descuento que cruce el eje de las abscisas como se muestra a continuación:



C) Siguiendo con el ejemplo y utilizando una tasa de descuento del 70% se tiene un VPN de \$100.346 lo cual indica que la TIR es mayor que 70%.

D) Si se usara una tasa de descuento del 75% se obtendría un VPN de \$-81.633.

Con esto se observa que la TIR está entre el 70% y el 75%. Para encontrar su valor, se debe interpolar mediante la siguiente fórmula:

$$\text{TIR} = 70\% + \frac{100.346 + 81.632}{81.632} (75\% - 70\%)$$

$$\text{TIR} = 70 + 2.22$$

$$\text{TIR} = \underline{72.22\%}$$

Una vez obtenido el valor exacto de la TIR que es del 72.22% y considerando que el costo de capital para la empresa es del 60%, entonces, el proyecto sería aceptado.

En caso de que se desconociera la tasa de interés, y los flujos de efectivo anuales fueran iguales en cada uno de los años de vida que dura el proyecto; existe un procedimiento para calcular la tasa interna de rendimiento, siempre y cuando sean conocidos el valor presente de los flujos de efectivo ($VP = R A_{\overline{n}|i}$), el flujo de efectivo anual (R) y el número de períodos (n). (1)

(1) La fórmula comúnmente aplicada en éste caso es:

$$VP = R A_{\overline{n}|i}$$

En donde:

VP = Valor presente

R = Flujo efectivo anual

i = Tasa de Interés

n = Períodos

A = Factor del valor presente

$$A_{\overline{n}|i} = \frac{1 - (1 + i)^{-n}}{i}$$

En resumen, se puede decir que el método de la TIR presenta las siguientes ventajas:

- 1) Utiliza flujos de efectivo, no utilidades contables.
- 2) Se considera el valor del dinero en función del tiempo.
- 3) Toma en cuenta la totalidad de los flujos de efectivo - que genere un proyecto.

Por otro lado, tiene las siguientes desventajas:

- 1) El cálculo de la TIR por medio del método de prueba y error requiere de mucho tiempo para su elaboración, aunque esto puede solucionarse, empleando una calculadora o computadora que tenga integrado un módulo especial para su obtención.
- 2) Cuando en la corriente de flujos de efectivo que genera un proyecto existe más de un cambio de signo, el proyecto tendrá tantas tasas de rendimiento como cambios de signo haya.

Ejemplo: (miles de pesos)		
Inversión inicial	Flujo , Período 1	Flujo Período 2
- 4000	25 000	- 25 000

Siguiendo el razonamiento expresado anteriormente, se observa que este proyecto tiene dos TIR's.

Una del 25% y otra del 400%

Comprobando:

$$VPN = -4000 + \frac{25000}{1.25} - \frac{25000}{(1.25)^2} = 0$$

$$VPN = -4000 + \frac{25000}{5} - \frac{25000}{(5)^2} = 0$$

En estos casos, si se toma aisladamente este método, no se sabría cuál TIR comparar contra el costo de capital para aceptar o rechazar el proyecto.

- 3) Cuando se presenta una decisión de elegir entre dos o más proyectos mutuamente excluyentes (es decir, si se adopta uno no se pueden adoptar el o los demás), y los flujos de efectivo entre ellos son de magnitudes diferentes, las TIR's que se obtienen no son comprobables debido a ese problema (diferencia en magnitudes).

Ejemplo: (cifras en miles de pesos)

Inversión	Flujo de efectivo		TIR %	VPNeto al 60% como costo de capital
	Período 1			
A. -100	300		200	87.50
B. -10000	+20000		100	2500

En términos de TIR, se elegiría el proyecto A. Sin embargo, se observa que en términos del valor actual del dinero, el proyecto B nos genera mayor cantidad.

Para solucionar esta contradicción se debe proseguir como sigue:

- a) Poner las alternativas en orden ascendente de acuerdo a su inversión inicial.
- b) Seleccionar la alternativa de menor inversión y determinar si su TIR es mayor que el costo de capital. Si esto sucede, ésta se considera buena inversión.
- c) Comparar esta alternativa con la siguiente de acuerdo al ordenamiento del paso a). Esta comparación consiste en restar los flujos de la segunda alternativa menos los de la primera, para determinar si el incremento en la inversión se justifica.
- d) Se determina la TIR del incremento en la inversión. Si-

ésta es mayor que el costo de capital, entonces, la segunda alternativa será mejor que la primera.

- e) Repetir el paso c) hasta que todas las alternativas disponibles hayan sido analizadas. La mejor alternativa -- será aquella de mayor inversión, cuyos incrementos de inversión se justificaron, ésto es, comprobar que éstos -- sean menores que la TIR, y con ello aprobar o no el o -- los proyectos. (2)

Aplicando el procedimiento al ejemplo se tiene:

	Inversión	Flujo	TIR
a) A	-100	300	200
B	-10000	20000	100

- b) A TIR = 200% ; Costo de Capital = 60%

200% > 60% por tanto A es buena inversión.

(2) Coss Bú Raúl. Análisis y evaluación de proyectos de inversión. Editorial Limusa, México, 1983. p. 63.

	Inversión	Flujos
c) B-A	-10000-(-100)	20000-300
B-A	-9900	19700
d) B-A =	-9900	+ $\frac{19700}{(1+TIR)}$

TIR B-A = 98.99%, puesto que la TIR del incremento en la inversión es mayor que el costo de capital (60%), entonces el proyecto B es mejor que el A.

Este mismo procedimiento se aplica cuando se conocen sólo los costos que genera un proyecto. (3)

- 4) El método de la TIR supone como tasa de reinversión de los flujos generados por el proyecto, a la misma TIR, lo cual no es muy adecuado dado que los flujos pueden ser reinvertidos a una tasa diferente.

3.5 INDICE DE RENTABILIDAD

El índice de rentabilidad, o la relación costo beneficio - de un proyecto, es igual al valor presente de los flujos netos futuros dividido por la inversión inicial. Puede expresarse como:

$$\text{Índice de Rentabilidad} = \frac{C_t}{C_o} \cdot \frac{1}{(1+i)^t}$$

(3) Coss Bú, 1983:76.

$$\text{De otra forma } IR = \frac{VP \text{ FNetos}}{Co}$$

Donde:

C_t = Flujo de caja esperado en el período "t"

i = Tasa de interés

t = Período

Co = Inversión inicial

VP FE netos - Valor presente de los flujos de efvo. netos.

Más que un método de evaluación de proyectos, se considera como una herramienta muy útil para el manejo del valor presente.

El objetivo de este índice es hacer posible la comparación de diferentes proyectos de inversión sobre la misma base, la cual no se puede llevar a cabo con los métodos de la TIR y el VPN pues los resultados que éstos arrojan son cifras absolutas y por ello es un tanto difícil jerarquizar proyectos de inversión siguiendo estos métodos de análisis.

Con los siguientes datos, se ejemplifica lo anterior:

PROYECTO	<u>FLUJOS DE CAJA (MILES DE PESOS)</u>			
	Co	C1	VP(10%)	IR
C	-100	+200	182	1.82
D	-10 000	+15 000	13 636	1.36

Según este método, una propuesta de inversión es aceptable -- siempre y cuando el índice de rentabilidad sea igual o mayor que 1.00. El método del valor presente neto y el índice de rentabilidad deben mostrar los mismos índices de aceptación o rechazo para un proyecto dado. Sin embargo, si se debiera escoger entre dos -- proyectos mutuamente excluyentes, como se supuso en el ejemplo anterior, la medida del valor presente neto es preferible porque expresa la contribución económica esperada del proyecto en términos absolutos. El índice de rentabilidad, por el contrario, expresa -- únicamente la rentabilidad relativa.

Por lo que, según los resultados obtenidos, (1.82 y 1.36), ambos proyectos son aceptables y debe elegirse el proyecto C, porque su IR es el mayor. No obstante, si nos guiáramos por este criterio solamente, rechazaríamos el proyecto que contribuye mayormente a las utilidades de la empresa.

Este método es importante considerando que en la práctica siempre existen restricciones de capital para inversiones, y por otro lado, se tienen varias alternativas de inversión en las cuales puedan ser aplicados dichos fondos.

Cuando esto ocurre, la empresa deberá aceptar las propuestas -- que le proporcionen el rendimiento mayor, es decir, aquéllas cuyo IR sea el máximo, respetandose así, la restricción presupuestal.

Ilustración:

Presupuesto limitado a \$ 1,000.000. y se tienen los siguientes proyectos alternativos, independientes entre sí:

CIFRAS EN MILES
DE PESOS

PROYECTO	INVERSION INICIAL	VALOR PRESENTE NETO	IR
A	500	800	1.6
B	100	150	1.5
C	200	100	0.5
D	150	60	0.4
E	20	8	0.4
F	10	3	0.3
G	50	10	0.2
H	30	3	0.1
I	40	0	0

Como se observa, los proyectos alternativos de inversión están colocados en orden descendente según su índice de rentabilidad. Considerando el presupuesto disponible, la empresa puede emprender -- los proyectos del A al F, alcanzando una inversión total de - - - \$ 980,000.00 y un valor presente neto total de \$ 1'121,000.00.

C A P I T U L O 4

INTRODUCCION A LA TEORIA DE DECISIONES

Usualmente el contenido de la teoría estadística de las decisiones se divide en dos campos principales: la toma de decisiones individuales y la de grupo. Para efecto de éste trabajo no se presentará la toma de decisiones en grupo.

El contenido de la teoría de decisiones se subdivide aún más, - si las decisiones se toman en condiciones de certeza, incertidumbre o riesgo.

La toma de decisiones ocurre en condiciones de certeza si cada curso de acción posible conduce invariablemente hacia un resultado específico; ocurre en condiciones de riesgo, si cada alternativa posible conduce a una variedad conocida de resultados específicos con probabilidades conocidas; finalmente, se trata de condiciones de incertidumbre cuando las probabilidades de los varios resultados específicos son totalmente desconocidas.

En resumen, puede decirse que una decisión es la conclusión de un proceso de análisis por parte de la persona que decide.

4.1 ELEMENTOS DE UN PROBLEMA DE DECISIONES

La persona que toma una decisión pretende lograr algo, es decir, alcanzar una situación distinta a la de su estado original. Además, elige una cierta forma de actuar porque está convencido -- que ésa es la que más le ayudará a conseguir las metas que especificó de antemano. Su actuación toma la forma concreta de una cierta utilización de sus recursos limitados.

Por otra parte, existen algunos factores que afectan el logro de los objetivos establecidos y que se encuentran fuera del control del individuo que decide, el que para efectos del estudio será denominado decisor. Se emplearan las expresiones de Situaciones 6 -

Estados de la Naturaleza, indistintamente, para designar a dichos factores.

Cualquier problema de decisiones, independientemente del tipo de organización formal considerada o del nivel jerárquico en el cual se presenta, tiene las siguientes características:

- 1) Existe una persona responsable de la toma de decisiones; - esta persona tiene sus objetivos propios, que pueden especificarse más o menos de antemano.
- 2) Hay un contexto del problema, que puede ser definido por - un cierto conjunto de estados de la naturaleza.
- 3) Existe un conjunto de diversos cursos de acción factibles, del cual el decisor elegirá el más adecuado.
- 4) Hay un conjunto de consecuencias que resultan de la combinación de los diversos cursos de acción disponibles y de - la ocurrencia de uno o diversos estados naturales.
- 5) Existe un cierto grado de incertidumbre relacionada con el acto de elegir la alternativa más conveniente; es decir, - en la mayoría de los casos el decisor no tiene una noción exacta de cuales pueden ser los posibles resultados con - el curso de acción elegido.

4.2 LA MATRIZ GENERAL DE DECISIONES

Se designan con A_i los cursos posibles de acción o las estrategias y con E_j los Estados de la Naturaleza o Situaciones.

Para cada estrategia factible y para cada ocurrencia de una - situación dada, habrá un resultado único, denotado por R_{ij} .

Se emplea la notación matricial, para el efecto se utiliza una matriz rectangular en la cual cada renglón representa una situación o estado de la naturaleza y cada columna una estrategia o alternativa específica. De esta forma se tiene una Matriz de Decisiones o Tabla de Pagos; esa matriz, es la siguiente:

SITUACIONES	A L T E R N A T I V A S		
	A1	A2	A3
S1	R11	R12	R13
S2	R21	R22	R23
S3	R31	R32	R33

También debe notarse que los conjuntos respectivos de las estrategias A_i , y de las situaciones S_j , deben ser enumerados de tal forma que sus elementos correspondientes sean mutuamente excluyentes y totalmente exhaustivos para el problema de decisiones considerados.

A continuación, se presenta un ejemplo:

Un inversionista debe elegir entre tres portafolios diferentes simbolizados por P1, P2 y P3. Cada portafolio produce un rendimiento distinto porque su composición financiera en términos de valores, es distinta.

Este inversionista planea tener el portafolio solamente un año y únicamente le interesan las utilidades posibles producidas durante este periodo.

Los rendimientos posibles, asociados con cada portafolio, dependerán de estados económicos que podrían suceder durante el próximo año: inflación, recesión y depresión. Por lo tanto, el conjunto de las situaciones es el siguiente:

- S1) Predominará un estado de inflación económica.
- S2) Predominará un estado de recesión económica.
- S3) Predominará un estado de depresión económica.

Además, este inversionista debe considerar este conjunto de alternativas o cursos de acción factibles: *

- A1) Elegir el portafolio P1
- A2) Elegir el portafolio P2
- A3) Elegir el portafolio P3
- A4) No elegir ninguno.

Los valores financieros de cada portafolio, se muestran en la siguiente matriz de decisiones:

SITUACIONES	ALTERNATIVAS			
	A1	A2	A3	A4
S1	200 000	100 000	-100 000	0
S2	100 000	200 000	0	0
S3	-100 000	-50 000	150 000	0

Debe notarse que, en términos monetarios, los resultados o consecuencias económicas pueden ser utilidades o pérdidas. La interpretación que se hace de la matriz anterior es la siguiente:

- A) Si elijiera el portafolio P1 y se presenta un estado de inflación económica, le generaría una utilidad de \$200,000.00
- B) Si elijiera el portafolio P2 y sobreviene un estado de depresión económica, le reportaría una pérdida de \$50,000.00.

Esta descripción del problema de decisiones presenta los siguientes inconvenientes:

- 1.- El decisor debe identificar las alternativas de inversión a su alcance.
- 2.- El decisor, debe enumerar los estados de la naturaleza de tal modo que sean mutuamente excluyentes y totalmente exhaustivos; además debe cuantificar los resultados que correspondan a cada combinación posible de un curso de acción especificado y de un estado de la naturaleza en particular.
- 3.- El decisor, debe elegir un criterio de decisión adecuado para escoger el curso de acción que más le convenga para

el logro de sus objetivos previamente establecidos.

Se hace referencia a estos tres aspectos como dificultades en la toma de decisiones, ya que como se expone más adelante, la mayoría de las decisiones a las que se enfrenta un administrador en su operación diaria, dadas las condiciones del entorno económico actual, se presentan bajo condiciones de riesgo o incertidumbre en las que se tiene poco o ninguna información sobre el posible comportamiento del entorno económico. De acuerdo con la descripción del problema anteriormente mencionado, se supone que el decisor debe tener un conocimiento exacto y completo sobre cada uno de los cursos alternativos de elección.

4.3 FASES DEL PROCESO RACIONAL DE TOMA DE DECISIONES

El Proceso Racional de Toma de Decisiones implica las siguientes fases de actividad:

- a) Diagnóstico del problema
- b) Búsqueda de alternativas adecuadas
- c) Análisis y comparación de las alternativas
- d) Selección de la alternativa más conveniente

El diagnóstico del problema por lo general está influenciado por una información que sugiere la necesidad de una acción que remedie; ejemplo de ello puede ser: la disminución de las utilidades brutas, el incremento del costo de producción de los productos terminados, etc.

De acuerdo con la definición que dan Kepner y Tregoe del análisis de un problema, este "es un proceso lógico que canaliza un cierto conjunto de información con el propósito de encontrarle una

solución adecuada a un problema mayor identificado" (Kepner y --- Tregoe, cit. por Rheault, 1982 :31).

El contexto completo para el diagnostico debe considerar tanto al sistema como a su macrosistema que comprende, las metas ambientales y el medio ambiente del sistema.

El término sistema se emplea para referirse a las actividades del administrador, sus objetivos y el entorno en que se encuentra para tomar adecuadamente sus decisiones. Por ejemplo, en una fábrica, el ambiente del sistema incluiría el mercado y sus características, el estado económico general, los sindicatos laborales, -- las leyes, los valores éticos de la comunidad, etc.

Tanto el sistema como su macroambiente crean el armazón y las restricciones que definen y dan estructura a los problemas que debe considerar el administrador.

La búsqueda de alternativas, se relaciona con los procesos -- humanos de inventiva e innovación; es algo que cede más difícilmente a las fórmulas que otros aspectos del análisis del problema. Para lograrlo, es recomendable seleccionar a personas que posean una imaginación creativa para la toma de decisiones.

Para que las alternativas tengan un significado, es necesario que alguna predicción indique las consecuencias probables que pueden acontecer al adoptar varios cursos de acción.

Los resultados se obtienen por lo menos de tres maneras fundamentalmente distintas; mediante:

a) Estimaciones

- b) El método experimental
- c) El conocimiento establecido -
por las teorías.

Habitualmente los administradores utilizan estos tres métodos y, en muchos casos, emplean diversas combinaciones de los mismos. El uso de estimaciones es el que predomina en la mayoría de los casos en el desempeño de las tareas diarias del administrador por la dificultad de precisar con exactitud los resultados factibles; por ello, siempre se tiene un margen de error, siendo muy importante la gama de experiencias que haya tenido el decisor.

Cuando no puedan elaborarse relaciones matemáticas para describir los resultados, habrá que utilizar la experiencia y la estimación.

Una vez organizada satisfactoriamente la información, que indica que los resultados probables de varias alternativas factibles, el paso que sigue es la comparación de las alternativas. Esto es, -- comparar los resultados en función de los objetivos preestablecidos con la finalidad de determinar cuál es la alternativa que cumple más satisfactoriamente los objetivos deseados.

En la mayoría de los problemas de decisiones, la manera más fácil de valorar adecuadamente los resultados, es asignando un valor monetario sobre los efectos financieros de cada estrategia y ajustar después este valor, considerando las causas fuera de control -- según cada caso. Sin embargo, existe un gran obstáculo que debe resolverse, y se relaciona con el periodo para el cual se hace la evaluación de la estrategia.

En consecuencia el decisor delimita así su problema mediante -

la selección de una fecha futura de evaluación.

Posteriormente, el decisor tiene que elegir un criterio de evaluación, para ello si las consecuencias son principalmente de naturaleza financiera, puede asignarles valores.

Es muy importante que una vez que se ha tomado una decisión, se vuelva a estudiar la situación para asegurarse de que se han considerado adecuadamente todos los aspectos relevantes y se han identificado lo mejor posible todos los probables efectos potenciales, antes de implementar el curso de acción previamente elegido.

4.4 OBJETIVOS, INFORMACION Y DECISIONES

Los objetivos proporcionan una orientación para regir el comportamiento de las personas que toman decisiones.

Cuando individuos u organizaciones persiguen objetivos múltiples, es esencial que relacionen esos objetivos de manera que puedan obtener una cadena adecuada de medios-fines. Por ello, surgen cuestiones de conflictos entre los objetivos señalados debido a que los recursos comunes están disponibles en cantidades limitadas, generalmente, los objetivos múltiples están en conflicto unos con otros.

De ahí surge la necesidad de jerarquizar los objetivos y establecer prioridades.

Primeramente, hay que diferenciar los objetivos fundamentales de los instrumentales. El conjunto de los objetivos fundamentales de cualquier organización formal se determina en base a una evaluación de sus oportunidades, recursos y capacidades para su explotación.

Obviamente, los diversos niveles jerárquicos de la organización requieren subobjetivos relacionados más directamente con sus áreas de actividades específicas. Estas constituyen los objetivos instrumentales. Por lo tanto, es muy importante establecer claramente, que los objetivos instrumentales son los medios para alcanzar las metas fundamentales.

4.5 CONCEPTO DE COSTO DE OPORTUNIDAD

Dado que el decisor es libre para incluir o excluir cualquier curso de acción que desee, siempre existe algún conjunto finito de alternativas, de las cuales el decisor eligirá las que más le convengan.

No se pretende decir con ello que una estrategia óptima sea la mejor de todas las alternativas o estrategias posibles, que se generarían al considerar todos los cursos posibles de acción; sino que una alternativa sólo es óptima con respecto a todos las demás disponibles y evaluadas.

No hay forma de que un riesgo introducido por el desconocimiento completo de todas los aspectos de una situación, pueda eliminarse sin quitar las causas que lo provoquen. Lo más que puede decirse es que la decisión tomada por el decisor fue la mejor en virtud de la información con la que contaba.

Si hubiera conocido con anticipación qué estado de la naturaleza iba a ocurrir, es muy probable que hubiera elegido un curso de acción distinto; de presentarse esto, diría que el decisor experimentaría una "pérdida o costo de oportunidad".

Cada "pérdida de oportunidad" marca la diferencia que hay en--

tre el resultado asociado con un curso de acción óptimo, seleccionado para un estado de la naturaleza dada y el resultado elegido por el decisor.

Formalmente, la pérdida de oportunidad asociada con un resultado, denotado por "Rij", tiene que ser la diferencia absoluta entre el resultado logrado y aquel que pudo lograrse si la alternativa óptima, llamada "AK", se hubiera adoptado para el estado de la naturaleza que resultó.

En símbolos, la pérdida de oportunidad para un estado de la naturaleza particular, "Ej", y el curso de acción "Ai", indicada por "l(Rij)", se representa por la siguiente fórmula:

$$l(Rij) = [X(Rij) - X(Rkj)]$$

En donde:

X(Rij) = Es el resultado obtenido al escoger Ai

X(Rkj) = Es el resultado más deseable para el Estado de la naturaleza Ej.

Se puede construir una matriz de las pérdidas de oportunidad a partir de la matriz original de los resultados, restando cada elemento de una columna del máximo de la misma. Mientras el elemento máximo representa lo mejor que puede esperarse, si se diera el resultado indicado en la columna inicial, la diferencia entre cualquier elemento y otro de esa columna representa la pérdida de oportunidad.

A veces, la pérdida de oportunidad también suele designarse como un arrepentimiento, por haber escogido el curso de acción Ai, -

si después se descubre que el estado de la naturaleza es E_j.

Si sucede que A_i es la mejor alternativa que ha de seguirse -- cuando E_j es el estado natural que se presenta, entonces el grado de arrepentimiento es cero.

De esta manera, la mejor alternativa se puede hallar calculando la que haga mínima la pérdida de oportunidad. Esto es muy importante ya que a menudo las pérdidas de oportunidad son la única forma que tiene un decisor para analizar su problema particular de decisiones.

A continuación, se presenta un ejemplo de lo anterior:

Un inversionista tiene tres alternativas de inversión:

A, B, C; que pueden presentarse en tres situaciones o estados de la naturaleza: recesión, inflación, normalidad.

Por medio del criterio de pérdida de oportunidad, debe elegirse el mejor proyecto de inversión:

	M A T R I Z		O R I G I N A L	
	A	B	C	
R	20	15	-20	
I	10	25	- 5	
N	25	20	40	

MATRIZ PERDIDA DE OPORTUNIDAD			
	A	B	C
R	0	5	40
I	15	0	30
N	15	20	0

Explicación del ejercicio:

A partir de la matriz original, se toma de cada situación (renglón) el valor mayor, que corresponde a la máxima utilidad y se le resta cada uno de los elementos del renglón, así para éste ejemplo el elemento mayor es el 20 y se le restaría a cada uno de los restantes, el mayor inclusive.

Ejemplo: R $20-20=0$ $20-15=5$ $20-(-20)=40$

Los resultados 0, 5, 40 significarían respectivamente: 0, al no tener ningún arrepentimiento por haber elegido la alternativa óptima, 5 y 40 el costo de oportunidad de no haber elegido la alternativa que fue la óptima y se presentara una situación determinada.

Una vez que se realice el procedimiento anterior para todas las situaciones, se obtendrá de cada alternativa (columnas), el mayor resultado. Para este caso 15, 20 y 40 y de éstos el menor: 15 que significaría el menor costo de oportunidad o arrepentimiento, por lo tanto, la alternativa elegida es la A.

4.6 VALORES Y ACTITUDES EN LA TOMA DE DECISIONES

Habiendo hecho incapié, en la necesidad de establecer cadenas medios-fines, para que el decisor pueda aprovechar mejor sus recursos limitados, se presenta la orientación básica para la colocación de ellos, que es el Sistema de Valores Personales del Decisor.

Este sistema, está muy relacionado con la cultura y la experiencia del decisor; por lo que dicho sistema, afecta a todas las actividades del decisor, desde la determinación de las estrategias de mayor alcance, hasta el trato diario con sus empleados.

Para ser más específicos, se citan las afirmaciones hechas al respecto por Rheault. (4)

- A) Los sistemas de valores personales influyen en la percepción que tiene un decisor de las situaciones y de los problemas que se presentan.
- B) Estos sistemas influyen también en las decisiones que adoptan los decisores.
- C) Los sistemas de valores personales marcan los límites que determinan lo que es y lo que no es un comportamiento ético.
- D) Estos sistemas, también determinan el grado en que un administrador, aceptará o resistirá la presión y las metas de la organización.

(4) Rheault Jean Paul. Introducción a la teoría de las decisiones Ed. Limusa. México 1982. p. 48.

E) También éstos, hacen que un administrador acepte o rechace las presiones de la comunidad en general.

En todo sistema económico la administración de empresas desempeña funciones importantes de planeación, coordinación, administración y control de los recursos disponibles. Sin embargo, el alcance y el carácter de estas funciones varían de acuerdo con la naturaleza del sistema económico general.

Una de las actitudes más importantes observadas en las decisiones que toman los administradores, dependiente de su sistema de valores personales, es su actitud hacia el riesgo. Las actitudes que suelen darse a este respecto generalmente son: Aversión, Propensión o Neutralidad hacia el riesgo, y depende de ellas los resultados que logren los administradores según los cursos de acción que éstos elijan.

Usualmente, se ha establecido que a mayor riesgo se persigue mayor rendimiento.

El mundo del empresario es un mundo de cambios lleno de inseguridad, en lo que se refiere al futuro y, en muchas ocasiones, - aun en el presente mismo. Sin embargo, a pesar de esta incertidumbre, el empresario tiene que asumir decisiones y verificar que se lleven a cabo.

De entre los diversos objetivos que dieron lugar a este trabajo, se tomó en consideración el hecho de que actualmente el entorno en el que está inmerso el empresario es un entorno de incertidumbre o riesgo y por ello es necesario establecer métodos de evaluación de proyectos de inversión en condiciones de incertidumbre y riesgo que den un marco de referencia mucho más apegado a la realidad y conlleve a asumir decisiones más acertadas.

C A P I T U L O 5

EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION EN CONDICIONES

DE INCERTIDUMBRE

En los últimos años, el análisis de decisión se ha convertido en una técnica importante tanto en los negocios, como en la industria y el gobierno. El análisis de decisión proporciona una metodología racional para tomar decisiones cuando el futuro es incierto. Permite que un gerente haga una elección óptima entre varias alternativas, considerando el valor de adquirir datos experimentales con el fin de reducir la "incertidumbre".

La toma de decisiones en condiciones de incertidumbre, significa que se desconocen las probabilidades de ocurrencia de los diversos estados de la naturaleza, por ser situaciones nuevas, muy complejas o que quizá nunca vuelvan a repetirse en el futuro y en esa misma forma.

El carácter de incertidumbre está asociado con el hecho de -- que nos damos cuenta de que somos incapaces para estimar o calcular las probabilidades asociadas a cada uno de los estados de la naturaleza. Esto implica también, que somos incapaces para enumerar los estados de la naturaleza de tal forma que sean mutuamente excluyentes y totalmente exhaustivos.

Ejemplos típicos de estos tipos de situaciones son:

- a) La demanda a largo plazo de los consumidores de un nuevo bien o servicio.
- b) La previsión de los cambios tecnológicos.
- c) La previsión del comportamiento de los valores bursátiles.
- d) La previsión del estado económico general a mediano y largo plazo, etcétera.

Los criterios de decisión empleados cuando predominan condiciones de incertidumbre, son los criterios que reflejan las acti-

tudes y los valores personales de quienes son responsables de la toma de decisiones.

Para este tipo de problemas, se han establecido modelos o criterios de decisión en condiciones de incertidumbre, para tratar de seleccionar proyectos de inversión cuando se presentan situaciones nuevas o muy complejas en las que resulta prácticamente im posible asignar probabilidades, al carecer de información cuantitativa sobre una alternativa o un proyecto de inversión en particular.

Estos modelos presentan las siguientes características:

- 1.- Los decisores pueden asumir actitudes optimistas, moderadas o pesimistas, según sus tendencias y experiencias.
- 2.- Para cada posible alternativa, existen varios posibles resultados en función de distintas situaciones o estados de la naturaleza; y
- 3.- El modelo se dá en situaciones nuevas o muy complejas en las que resulta prácticamente imposible asignar probabilidades.

Para este efecto, se pueden utilizar cuatro métodos o criterios de incertidumbre para la evaluación de proyectos de inver---sión:

- 1) Criterio de Wald o maximin
- 2) Criterio de Savage o minimax
- 3) Criterio de Laplace
- 4) Criterio maximax

Para cualquiera de estos modelos se requiere construir una matriz de decisión o tabla de pagos como la presentada en la pagi-

na núm. 35, con el fin de ordenar los datos disponibles del problema, en la que los renglones serán las situaciones o estados de la naturaleza y las columnas las alternativas o proyectos tentativos.

5.1 CRITERIO DE WALD O MAXIMIN

Uno de las primeras sugerencias hechas sobre criterios de decisión de incertidumbre, fue la de Abraham Wald y se le conoce -- con el nombre de "maximin".

Conforme a este criterio, se supone que el decisor piensa que, una vez que ha elegido cierto curso de acción, quizá la naturaleza se vuelva malévol y, por lo tanto, seleccione el estado natural que minimice los rendimientos esperados. Según este método, se deberá elegir la alternativa que maximiza sus rendimientos, -- con una actitud pesimista sobre la naturaleza. Es un modelo pesimista que supone elegir "lo mejor de lo peor", es decir, implica elegir un curso de acción que reditúe el máximo de las consecuencias mínimas.

Matemáticamente, el criterio se expresa como sigue:

$$\text{Criterio maximin : } \max[\min (r_{ij}:A_j)]$$

Donde:

r_{ij} = Consecuencia económica del renglón "i" y la columna "j".

A_j = Alternativa "j".

A continuación se presenta un caso con el que se ejemplificará este criterio:

Una compañía debe invertir en uno de tres proyectos de inversión para generar fondos suficientes y poder expandir la planta - con el fin de incrementar su capacidad de producción.

Los beneficios económicos que se esperan para cada proyecto - están dados en función de la demanda que se tenga en el período y que puede ser: alta (S1), estable (S2) o baja (S3).

Las consecuencias económicas para las alternativas en cada situación se muestran en la siguiente tabla de pagos:

SITUACIONES	A L T E R N A T I V A S		
	A	B	C
S1	100	60	20
S2	60	90	80
S3	10	30	50

Según este criterio, se elegiría de cada columna el rendimiento más pequeño, y de éstos tres, el mayor; de ahí que se tiene:

para el proyecto A=10

para el proyecto B=30

para el proyecto C=20

y como de estos tres el mayor rendimiento es 30 y corresponde al proyecto B, éste es el que debe ser seleccionado.

Normalmente, se adopta este criterio cuando se conoce que la competencia posee más información.

5.2 CRITERIO DE SAVAGE O MINIMAX

Sugerido por el famoso estadígrafo Leonard J. Savage, quien argumenta que, después de saber el resultado, el decisor puede arrepentirse de haber escogido ese curso de acción, puesto que tal vez hubiera preferido elegir un curso diferente. Así, sostiene que el decisor debe procurar que este arrepentimiento se reduzca al mínimo.

Señala que se puede conocer el grado de nuestro arrepentimiento por medio de la diferencia entre el resultado realmente obtenido y el resultado que se hubiera obtenido en el caso de haber percibido de antemano la situación que iba a ocurrir.

Para este método se requiere construir una tabla de costos de oportunidad a partir de la matriz original de decisiones, en la forma que sigue:

- a) Si la tabla es de utilidades el costo de oportunidad es la diferencia entre la ganancia máxima y las menores de cada acción alternativa para cada situación.
- b) Si fuera de pérdidas, el costo de oportunidad será la diferencia entre la pérdida mínima y las mayores de cada acción alternativa para cada situación.

- c) Se escribe un cero en las celdas de la matriz en donde se presenta el mejor resultado en un renglón específico (alternativa).
- d) En sustitución de los valores de las otras celdas, se escribe la diferencia entre el óptimo y los demás resultados correspondientes a cada estrategia considerada.

Matemáticamente, se representa como sigue:

$$\text{Criterio minimax : } \min [\max (CO_{ij}:A_j)]$$

Donde:

CO_i elemento "i" de la matriz del costo de oportunidad.

A_j alternativa "j"

Con referencia a la tabla de pagos anterior, el procedimiento y la decisión para este criterio sería como sigue:

TABLA DE COSTO DE OPORTUNIDAD			
SITUACIONES	ALTERNATIVAS		
	A	B	C
S1	0	40	80
S2	30	0	10
S3	40	20	0

Dada la matriz de costo de oportunidad, se elige para cada alternativa, aquélla que genere el costo de oportunidad mayor, y de éstos, se selecciona el menor; para el ejemplo, se tendría:

$$A = 40; \quad B = 40; \quad C = 80$$

Por lo tanto sería indistinto elegir el proyecto A o B, según este criterio.

Al igual que Wald, Savage prefiere ser totalmente pesimista -- acerca del estado de la naturaleza que pudiera ocurrir. Por lo tanto, recomienda elegir la alternativa que corresponda al mínimo de los arrepentimientos máximos; en otras palabras, dice que se debe escoger la alternativa que tenga el arrepentimiento minimax.

El inconveniente de este criterio, es que puede llevar a tomar decisiones no consistentes según la actitud del decisor hacia el riesgo.

5.3 CRITERIO LAPLACE

Sugerido por Pierre-Simon de Laplace, astrónomo y matemático, y considerado como el fundador de la corriente moderna de la teoría de las probabilidades.

Se trata de un criterio moderado, en el que se da por supuesto que los estados de la naturaleza tienen probabilidades iguales; (ya que al desconocerlas, se divide el 100% de probabilidad ó 1.00, entre el número de situaciones que se presenten); y se calcula después el Valor Monetario Esperado (VME), para elegir la alternativa que posea el VME mayor, y con ello se consideran las situaciones como equiparables.

Matemáticamente, el criterio se expresa como sigue:

$$\text{Criterio Laplace : } \max [E(A_j)]$$

Donde:

$E(A_j)$ es el valor esperado de la alternativa "j"

En base al ejemplo expuesto inicialmente, se tiene lo siguiente:

PROBABILIDAD	SITUACIONES	A L T E R N A T I V A S		
		A	B	C
P(S _i)	S _i			
0.33	S ₁	100	60	20
0.33	S ₂	60	90	80
0.33	S ₃	10	30	50

En este caso, como son tres situaciones se divide 100 entre 3 y por ello se les asigna una probabilidad del 33% (0.33), utilizando la siguiente ponderación se obtiene el VME para cada alternativa, multiplicando la probabilidad por el rendimiento de las alternativas en cada situación y sumándolo para cada estrategia:

$$E(A_1) = 0.33(100) + 0.33(60) + 0.33(10) : E(A) = 56.10$$

$$E(B_2) = 0.33(60) + 0.33(90) + 0.33(30) : E(B) = 59.40$$

$$E(C_3) = 0.33(20) + 0.33(80) + 0.33(50) : E(C) = 49.50$$

Como la elección debe consistir en la alternativa que maximice el VNE, debe asumirse la alternativa B2.

Una de las razones principales que suscitaron debates, fue el hecho de que se asignaran probabilidades iguales o situaciones diferentes; pero, apoyado en el principio de la razón insuficiente:

"Sin ninguna causa específica no se da evento específico", que guarda relación directa con la incertidumbre completa, ya que al no conocer motivo alguno para que se dé un estado de la naturaleza en lugar de otro, suponemos que es probable que se conozca tanto uno como el otro.

5.4 CRITERIO MAXIMAX

Es un criterio optimista, que supone que ocurrirá lo mejor y - por lo tanto, se debe elegir la alternativa que produzca el mayor rendimiento, es decir, implica elegir "lo mejor de lo mejor".

Matemáticamente, se expresa como sigue:

$$\text{Criterio maximax : } \max [\max(r_{ij}:A_j)]$$

Donde:

r_{ij} = Elemento del renglón "i" y la columna "j"

A_i = Alternativa

Con la matriz de decisiones del ejemplo que se presentó sería:

SITUACIONES	ALTERNATIVAS		
	A	B	C
S1	100	60	20
S2	60	90	80
S3	10	30	50

Para tomar la decisión según este criterio, se elegirían los mayores rendimientos por alternativas (columnas), y de ellos el mayor:

A = 100

B = 90

C = 80

Por lo tanto, la alternativa que debe elegirse es el proyecto A cuyo rendimiento es el mayor y es de 100.

Se considera que este criterio es poco aplicable, ya que la mayoría de los empresarios decisores, debido a las condiciones del entorno económico-financiero, se tornan muy cautelosos en la toma de decisiones, por el monto de las pérdidas que podrían llegar a sufrir si erraran al elegir un proyecto de inversión y sobre todo porque actualmente predominan situaciones de incertidumbre completa en las que se conoce poco o casi nada de los resultados que podrían producirse.

Estos criterios aunque muy sencillos y que no consideran muchos aspectos del entorno, pueden llegar a ser de gran utilidad y aportar guías adicionales en la toma de decisiones, sobre las cuales puede restringirse la elección de alternativas cuando se presentan situaciones nuevas o muy complejas de las que se tiene poca o se carece de información cuantitativa relevante y completa para la discriminación de proyectos de inversión.

C A P I T U L O 6

EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION EN CONDICIONES DE RIESGO

Se dice que existe una situación de decisiones en condiciones de riesgo, cuando dos o más estados de la naturaleza sean relevantes y se puedan identificar todas las situaciones posibles, asignándoles probabilidades de ocurrencia.

Normalmente, las probabilidades de ocurrencia de las situaciones o estados de la naturaleza, se conocen mediante la determinación de la frecuencia con que dichas situaciones ocurrieron en el pasado, es decir, se utiliza el enfoque de la frecuencia relativa para aproximar el valor de las probabilidades pertinentes. También se incluyen los casos de determinación de las probabilidades de ocurrencia de las situaciones del entorno mediante criterios personales y subjetivos.

La toma de decisiones en condiciones de riesgo es precisamente el tipo de problemas que ocurren más a menudo en la administración.

Ejemplos típicos de ellos son:

- a) Descomposturas de las máquinas y fallas en los procesos de fabricación.
- b) Frecuencia de artículos rechazados por proceso de control de calidad.
- c) Porcentaje de cuentas incobrables en negocios específicos.
- d) Demanda de ciertos bienes o servicios en determinadas áreas geográficas fuera del centro de producción.
- e) Porcentaje de ausentismo del personal en determinadas industrias en épocas específicas del año, etcétera.

Muchos problemas a corto y algunos a largo plazo pueden englo-

barse dentro de este marco de referencia. Por lo general, cuando un problema de decisiones se ajusta a las especificaciones de esa clase de decisiones, se resuelve mediante valores promedios. Esto satisface la condición de que, durante determinado período los altibajos se promediarán y producirán un resultado que represente el valor promedio.

6.1 ARBOLES DE DECISION

Los árboles de decisión han constituido un método alternativo para el análisis de problemas de toma de decisiones.

Es una forma de exhibir la anatomía de una decisión sobre una inversión y mostrar la interacción entre una decisión actual y sucesos inciertos, medidas tomadas por competidores, posibles decisiones futuras y sus consecuencias.

Un árbol de decisión puede definirse como un método gráfico para expresar, en orden cronológico, las acciones alternativas de -- que dispone quien toma las decisiones. Dicho método señala el grado de riesgo de una decisión importante y permite al decisor hacer comparaciones entre los cursos de acción.

6.1.1 ELEMENTOS Y NOTACION

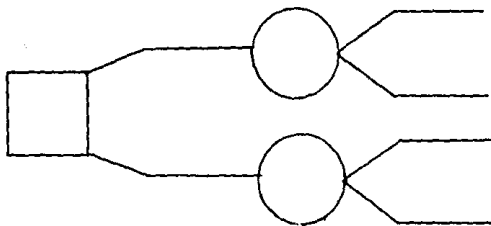
Los árboles de decisión se componen de un conjunto de nodos y ramas. Existen dos tipos de nodos, los de acción o decisión representados por cuadrados \square y los de probabilidad o de sucesos inciertos, expresados con círculos \circ que comprenden las diferentes situaciones no controlables por el decisor en las que puede presentarse una alternativa. Cada rama representa una alternativa de -- acción o decisión y al final de cada una de ellas se encuentra un-

nodo que significa un suceso incierto.

Se pueden utilizar para este efecto, otros símbolos en vez de éstos; como por ejemplo, ramas de línea simple o línea doble, letras en colores o especiales. No importa qué método se emplee para distinguirlos, siempre y cuando sólo se utilice uno.

Un árbol de decisión, del tamaño que sea, combinará siempre:

- (a) Elección de acciones.
- (b) Diversos sucesos o resultados de dichas acciones, que son afectadas en parte por el azar y otras circunstancias incontrolables por el decisor.



- nodo de decisión
- nodo de eventos inciertos
- ◁ ramificación asociada con una alternativa.

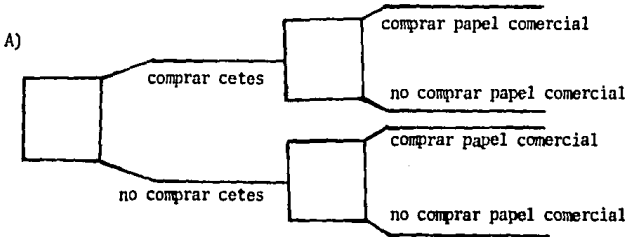
Reglas generales para construir un Arbol de Decisión:

- 1.- Identificar el problema y las alternativas
- 2.- Establecer una fecha de valuación de las consecuencias económicas (resultados monetarios). Si el período de tiempos largo, se requerirá utilizar el método del valor presente neto, expuesto anteriormente en el capítulo III.
- 3.- Determinar todos los eventos inciertos que se considere -- que puedan afectar directamente a las consecuencias económicas de las alternativas de decisión.
- 4.- Tomar en cuenta que los resultados de los cursos de acción deben ser mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivos.
- 5.- Secuenciar cronológicamente las decisiones y eventos.
- 6.- Cuando dos o más nodos de eventos ocurren sin estar separados por un nodo de decisión, puede alterarse el orden sin afectar la validez del diagrama. De la misma manera, cuando dos o más nodos de decisión no estén separados por nodos de eventos inciertos, pueden intercambiarse o fundirse en un sólo nodo, como se muestra en el siguiente ejemplo:

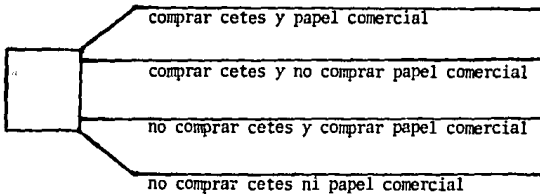
Se supone que un inversionista tiene las siguientes alternativas para manejar su dinero:

- A) Comprar cetes.
- B) Comprar papel comercial
- C) Comprar cetes y papel comercial
- D) No comprar ni cetes ni papel comercial

Con la representación gráfica de árboles de decisión, este problema quedaría de la siguiente forma:



B)



De las figuras anteriores, la representación correcta, de acuerdo con el punto que nos ocupa, es la B, por ser innecesaria la repetición del nodo de decisión al no existir entre ellos un nodo de eventos inciertos.

- 7.- Asignar unidades de evaluación para cada posible resultado: consecuencias económicas (\$).
- 8.- Fijar probabilidades a los eventos inciertos:
 - a) Construir una tabla de probabilidad condicional
 - b) Elaborar una tabla de probabilidad conjunta
 - c) En base a las dos anteriores, realizar una matriz de probabilidad bayesiana.

Así, se está en posibilidad de construir el árbol de decisión que represente gráficamente un problema de inversión; sin embargo, para poder elegir un curso de acción de entre varios, es necesario introducir la información financiera y probabilística, que combinadas (ponderadas), proporcionarán la base para seleccionar el o los proyectos más rentables. Esto se expondrá a continuación:

6.1.2 OBTENCION DE LOS DATOS NECESARIOS

John F. Magee (5), ha definido al estándar apropiado para las decisiones de inversión, como la maximización de la riqueza esperada, o de la utilidad en efectivo esperada y descontada. Esta futura utilidad en efectivo, se descontará el valor presente a una tasa de descuento equivalente al "costo de capital" en que incurren en el mercado las empresas con un futuro igualmente incierto.

(5) Magee, No. 11, 1974; p. 9.

Asimismo, él reconoce que no todos los hombres de negocios están de acuerdo con ese estándar.

Las cifras de rendimiento del árbol de decisión, no son utilidades contables, sino flujos de efectivo reales. Los números o valores expresados en cada etapa del árbol de decisión, según el estándar de maximización de las utilidades en efectivo esperadas, -- son las siguientes:

- 1.- El flujo de efectivo asociado con cada alternativa de decisión y resultado incierto.
- 2.- Las probabilidades de cada uno de los resultados inciertos alternos.
- 3.- Donde el tiempo que abarca la etapa es significativo (dependiendo de la naturaleza del o los proyectos, de unos cuantos meses o más), una estimación de la tasa de descuento que será aplicada a los flujos de efectivo diferidos en la etapa, o al futuro del resultado.

6.2 VALOR MONETARIO ESPERADO (VME)

Este es el criterio por el cual se introduce la información financiera (\$), a un problema de decisiones representado por árboles de decisión. El mismo es el siguiente:

Elegir el curso de acción que proporcione el máximo beneficio esperado.

Expresado matemáticamente, es: $VME : E(x) = \sum xp(x)$

$$\text{Criterio VME} = \max [E (a_j)]$$

Donde: VME = Valor monetario esperado

$E(x)$ = Beneficio esperado (esperanza de obtener "x" beneficio)

x = Resultado monetario o consecuencia económica de una alternativa

$P(x)$ = Probabilidad de ocurrencia de una situación de la naturaleza

El VME implica la esperanza matemática de maximizar los beneficios esperados.

Este criterio puede obtenerse a partir de datos históricos en los que puede asignarse probabilidades a las posibles situaciones, o también mediante probabilidades subjetivas con fundamento en la experiencia o estimación del decisor.

Para este efecto, el procedimiento que debe seguirse es el siguiente:

- a) Calcular el beneficio (o pérdida) neto condicional de cada curso de acción factible.
- b) Calcular el beneficio neto esperado de cada curso de acción, tal como el promedio ponderado de los beneficios-netos condicionales de todas las acciones consideradas; ponderar cada beneficio condicional con su respectiva - probabilidad de ocurrencia.

- c) Seleccionar el curso de acción que proporcione el mayor beneficio neto esperado.

6.3 ESTIMACIONES DE PROBABILIDAD

La probabilidad es un concepto que generalmente está vinculado con el "grado de confianza" que se le atribuya a la ocurrencia de algún evento incierto.

Para el caso específico de los árboles de decisión, la probabilidad (frecuencia relativa), se asocia con las situaciones inciertas del entorno, comúnmente conocidas como estados de la naturaleza y denotados por una "S".

Las probabilidades de las alternativas inciertas a veces pueden ser estimadas objetivamente mediante la investigación. Por ejemplo, la probabilidad de repentinas alzas o bajas en la demanda puede ser estimada objetivamente tomando como base un análisis estadístico de las variaciones en la demanda, o se puede estimar la posibilidad de que el mercado sea de un tamaño u otro tomando los datos de encuestas realizadas. Otras veces las probabilidades tal vez tengan que ser estimadas subjetivamente, aprovechando la situación de un ejecutivo o asesor experimentado. Por ejemplo, la probabilidad de que un proyecto de desarrollo tenga éxito puede ser estimado según el juicio intuitivo de dos o tres ingenieros o gerentes de investigación capacitados.

Las preguntas relevantes que se formularían respecto a las probabilidades serían: ¿qué se gana con tratar de formular estimaciones subjetivas de probabilidades donde existe limitada información objetiva? ¿porqué no tomar la decisión basándose en la percepción o intuición en primer lugar?

Por un lado, la estimación de probabilidades elementales (y de otros valores) permite a los varios participantes la decisión de analizar la base de sus respectivas conclusiones. Por el otro, da lugar a que el director haga uso de las intuiciones y habilidades de ejecutivos subordinados como miembros de la administración, sin renunciar a su posición como el que toma las decisiones.

Finalmente, como se apuntó anteriormente, provee una forma de medir el valor de trabajo adicional para precisar las estimaciones. Este paso se llama el "análisis Bayesiano".

Las probabilidades son números que se asignan a los eventos inciertos, en situaciones no controlables por el decisor y por lo tanto, completamente sujetas al azar. Ordinariamente estos números, son porcentajes y la suma de las probabilidades de cada situación en un problema de decisiones, debe ser igual al 100% (1.0).

Ejemplo:

Si se considera que una empresa manufacturera tiene que elegir entre dos máquinas: A y B dada su capacidad de producción; dependiendo de la demanda que exista en el mercado (evento incierto) y que puede ser: alta, estable y baja.

Dada la experiencia de la compañía en el comportamiento del mercado en esa época del año, se ha determinado que la probabilidad de que la demanda sea alta es del 30%, estable del 45% y baja 25%. Organizando ésta información en una matriz de decisiones, quedaría:

MATRIZ DE DECISION

P (S)	SITUACIONES	ALTERNATIVAS (en miles de pesos)	
		A	B
0.30	alta	150	120
0.45	estable	110	90
0.25	baja	60	50

Donde P (S) = es la probabilidad de ocurrencia de los eventos inciertos (S) y la suma de ellos es igual a 1.00

A continuación se presenta la forma de calcular la probabilidad condicional, conjunta y bayesiana, para el cálculo del VME.

6.3.1 CONCEPTOS DE INDEPENDENCIA Y DEPENDENCIA ESTADISTICAS

En la teoría de las probabilidades, los eventos pueden ser estadísticamente independientes o dependientes.

Independencia estadística:

Si dos eventos son independientes, la ocurrencia de uno de ellos no afectará de ninguna manera la ocurrencia del otro.

En otras palabras:

Si $P(A / B) = P(A)$ y si $P(B / A) = P(B)$, entonces los --

eventos A y B son eventos independientes. Nótese que $P(A/B)$ se lee así: la probabilidad de ocurrencia del evento A dado que haya ocurrido el evento B.

Además, si A y B son eventos independientes, se cumple que:

$$P(A \cap B) = P(A) \cdot P(B)$$

Considerense a tres tipos distintos de probabilidades en condiciones de independencia estadística; esos tres tipos son la probabilidad marginal, la probabilidad conjunta y la probabilidad condicional.

La probabilidad marginal es la probabilidad de ocurrencia de un evento cualquiera de tal modo que el evento considerado está aislado y no está relacionado en manera alguna con los eventos que le preceden o le siguen. La fórmula de la probabilidad marginal es: $P(A) = P(A)$, y se lee así: la probabilidad de ocurrencia del evento A es la probabilidad del evento A.

La probabilidad conjunta se relaciona con el espacio de eventos de esta manera: cuando hay 2 o más eventos independientes, la probabilidad de que ocurran simultáneamente o sucesivamente es igual al producto de las probabilidades marginales de cada uno de ellos.

Es decir que:

$$P(A \cap B) = P(A) \cdot P(B)$$

En donde:

$P(A)$ es la probabilidad marginal del evento A.

$P(B)$ es la probabilidad marginal del evento B.

$P(A \cap B)$ es la probabilidad conjunta de los eventos A y B.

Dependencia estadística

Existe una relación de dependencia estadística, si la probabilidad de que ocurra algún evento es afectada por la ocurrencia de algún otro evento o depende de ella.

La probabilidad marginal de un evento estadísticamente dependiente es la misma que la probabilidad marginal de un evento estadísticamente independiente, por la sencilla razón de que el término marginal significa que sólo se considera una sola probabilidad; aunque se trate de dos eventos dependientes, una probabilidad marginal bajo dependencia sólo se aplica a uno de ellos.

La probabilidad condicional de un evento estadísticamente dependiente es más complicada a calcular que la probabilidad condicional de un evento independiente. La probabilidad condicional del evento B dada la ocurrencia del evento A se simboliza por $P(B/A)$, y se calcula utilizando esta fórmula

$$P(B/A) = \frac{P(B \cap A)}{P(A)}, \text{ con } P(A) > 0.$$

De la fórmula anterior, utilizada para el cálculo de la probabilidad condicional, podemos deducir la fórmula para calcular la -

probabilidad conjunta en condiciones de dependencia estadística.

Multiplicamos cada miembro de la ecuación anterior por $P(A)$, y obtenemos este resultado:

$$P(B \cap A) = P(A) \cdot P(B / A)$$

En donde:

$P(B \cap A)$ = Probabilidad conjunta (probabilidad A y probabilidad B)

$P(A)$ = Probabilidad anterior

$P(B / A)$ = Probabilidad condicional

Que nos da la relación deseada para la probabilidad conjunta -

Regla general de adición de las probabilidades

Si A y B son eventos cualesquiera, entonces tenemos:

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$$

En donde $P(A \cap B)$ es una probabilidad conjunta.

Regla especial de adición de las probabilidades

Si A y B son eventos mutuamente excluyentes, entonces:

$$p(A \cup B) = P(A) + P(B)$$

Regla general de multiplicación de las probabilidades

Si A y B son eventos estadísticamente dependientes, entonces:

$$P(A \cap B) = P(A) \cdot P(B / A), \text{ con } P(A) > 0$$

6

$$P(A \cap B) = P(B) \cdot P(A / B), \text{ con } P(B) > 0$$

Regla especial de la multiplicación de las probabilidades

Si A y B son eventos independientes estadísticamente, entonces:

$$P(A \cap B) = P(A) \cdot P(B).$$

Regla de eliminación

Si A, B, ..., Z son eventos mutuamente excluyentes, de los cuales ninguno tiene probabilidad nula de ocurrencia y necesariamente tiene que ocurrir uno de ellos, entonces, para cualquier evento F, se tiene la relación siguiente:

$$P(F) = \sum_{i=1}^K P(A_i) \cdot P(F / A_i)$$

Regla de Bayes

Considerando los mismos supuestos dados en la regla de eliminación, tenemos:

$$P(A_i / F) = \frac{P(A_i) \cdot P(F / A_i)}{\sum_{i=1}^K P(A_i) \cdot P(F / A_i)}$$

para $i = 1, 2, \dots, k$ condiciones a priori de la situación estudiada.

La regla de Bayes se puede derivar de la ecuación para la probabilidad condicional en condiciones de dependencia estadística. En efecto, representa una probabilidad condicional en donde el numerador está dado por la regla general de multiplicación de las -- probabilidades y el denominador está dado por la regla de eliminación.

El enfoque Bayesiano o probabilidad "a posteriori" es una alternativa que frecuentemente existe, pero que en ocasiones no es considerada porque implica una investigación o estudio adicional.

Se le denomina como a posteriori o enfoque del avance hacia -- atrás, porque se calcula a partir de la información "a priori", -- proporcionada en el mismo problema de decisiones.

Esta investigación adicional implica una revisión intensiva -- realizada por un grupo de trabajo. Puede significar el llevar a cabo un programa de investigación o desarrollo un paso más adelante, o realizar un estudio de mercados para tratar de reducir el rango de incertidumbre del mismo. Los conceptos de la estadística Bayesiana representan un medio para ir incluyendo información subse -- cuente y así modificar estimaciones de probabilidades. El método Bayesiano también ofrece una forma de estimar el valor de la investigación adicional.

6.4 EJEMPLOS

Un grupo industrial está haciendo un plan de inversiones para el próximo año, los resultados que se estima generará, dependen de las condiciones del país. En base a ellas se elaboró la siguiente

tabla de pagos o matriz de decisión, en miles de pesos:

DECISIONES DE INVERSION

	P (S)	SITUACIONES	ALTERNATIVAS		
			D ₁	D ₂	D ₃
crecimiento	0.2	S ₁	15,000	12,000	10,000
estabilidad	0.5	S ₂	11,000	9,000	8,000
recesión	0.3	S ₃	5,000	6,000	7,000

El grupo industrial puede contratar un asesor, quien ha obtenido los siguientes resultados en situaciones semejantes.

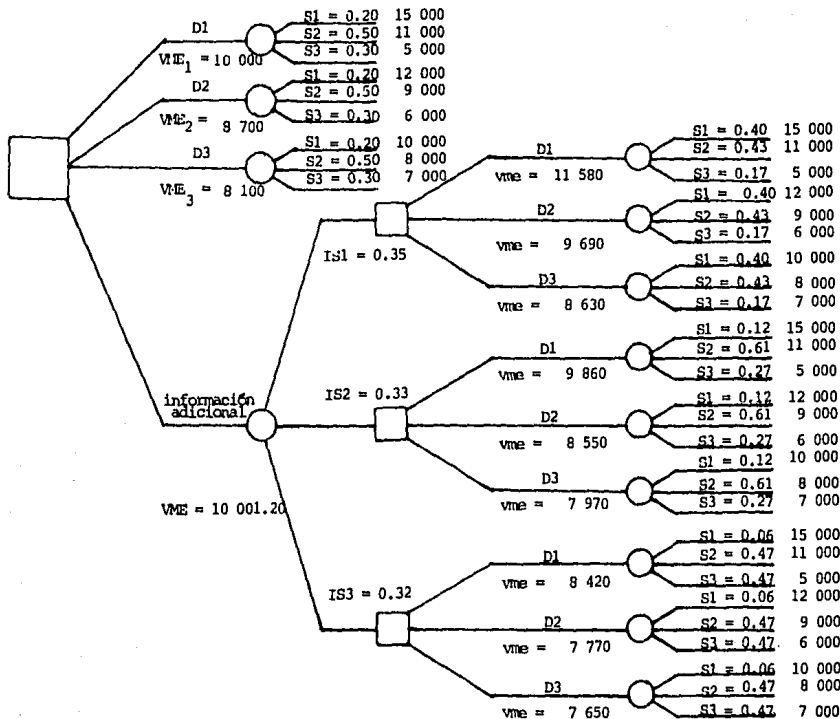
PROBABILIDAD CONDICIONAL

	P(S ₁)	IS ₁	IS ₂	IS ₃	SUMA
S ₁	0.2	0.70	0.2	0.1	1.0
S ₂	0.5	0.3	0.4	0.3	1.0
S ₃	0.3	0.2	0.3	0.5	1.0

En base a estos datos, pueden calcularse las probabilidades - que se muestran a continuación.

	PROBABILIDAD CONJUNTA				PROBABILIDAD BAYESIANA		
	IS_1	IS_2	IS_3	$P(\text{ant})$	IS_1	IS_2	IS_3
S_1	0.14	0.04	0.02	0.20	0.40	0.12	0.06
S_2	0.15	0.20	0.15	0.50	0.43	0.61	0.47
S_3	0.06	0.09	0.15	0.30	0.17	0.27	0.47
	0.35	0.33	0.32	1.00	1.00	1.00	1.00

Con esta información obtenida, se puede construir el árbol de - decisión correspondiente:



Lo anteriormente expuesto, se elaboró en la forma que sigue:

Tanto la probabilidad anterior, como la condicional, están dadas en el texto mismo de este problema. Para el efecto, las probabilidades anteriores significan la probabilidad de ocurrencia de cada una de las tres condiciones económicas del país y son: -- 0.20, 0.50 y 0.30 para las situaciones de crecimiento, estabilidad y recesión respectivamente. Estas probabilidades son determinadas en base a estimaciones.

La tabla de probabilidad condicional, representa las probabilidades que se tienen de que la información que proporcione el -- asesor sea sobre la situación i , dado que se trate de la situa--- ción i .

Así por ejemplo, de esta tabla, el 0.70 significará que se -- tienen una probabilidad del 70% de que el asesor dé información -- referente a crecimiento económico, y suceda esa situación.

Con la probabilidad condicional y la anterior, puede formarse la tabla de probabilidad conjunta para obtener de ella la total, -- que indica cuál es la probabilidad de obtener información sobre -- cada una de las situaciones.

Esto se calcula multiplicando las probabilidades anteriores, -- por cada uno de los elementos por renglón de la probabilidad condicional. Es decir, para S_1 se multiplica 0.20, (probabilidad an -- terior) por 0.70 que es la condicional y se obtiene la probabili-- dad conjunta $P(B_i \cap A)$: probabilidad de que se tenga información so -- bre S_1 y se dé S_1 ., : $P(B_i \cap A) = 0.14$. . Para S_2 con IS_2 (informa -- ción sobre S_2) es 0.50×0.40 , la probabilidad conjunta es igual -- 0.20.

Al sumar las columnas de dicha tabla, se tiene la probabilidad de total, que indica la probabilidad de tener información sobre ca da una de las situaciones.

Para comprobar el cálculo de las probabilidades conjunta y total, se suman por renglón las probabilidades conjuntas y la suma de ellas debe ser igual a la probabilidad anterior. Para la total la suma debe ser igual a 1.00.

Con la tabla anteriormente calculada, se llega a la Bayesiana o probabilidad a posteriori, que sirve para hacer modificaciones a las probabilidades obtenidas incluyendo información adicional.

Su cálculo consiste en la división de cada una de las probabilidades conjuntas entre la probabilidad total de cada situación. Es decir, para obtener el 0.40 de S_1 intersección con IS_1 se tiene 0.14 entre 0.35.

El 40% es la probabilidad de que se presente una situación de crecimiento, dado que se tenía información sobre crecimiento.

En consecuencia, ésta es la inversa de la probabilidad condicional.

Como fue explicado en la sección 6.2 de este capítulo, la obtención del VME, consiste en la multiplicación de las probabilidades por las consecuencias, económicas que se dan en el problema.

Al ver el árbol de decisión, se aprecia que se tienen cuatro ramificaciones de las cuales, las 3 primeras, representan las tres alternativas de inversión y la cuarta, la evaluación de las mismas con información adicional: ésto es, el enfoque a posteriori ó ha-

cia atrás", en el que se aplican las probabilidades total y bayesiana:

- a) Para D_1 , D_2 y D_3 las probabilidades que aparecen en las ramificaciones, son en los tres casos las anteriores, y las cantidades son las consecuencias económicas incluidas en el problema como datos en la primer tabla.

Para calcular el VME, se multiplica la consecuencia económica de cada alternativa en una situación dada, por su probabilidad anterior, y se suman:

Para D_1 es:

$$\begin{array}{r}
 15000 \times 0.20 = 3000 \\
 11000 \times 0.50 = 5500 \\
 5000 \times 0.30 = \underline{1500} \\
 \text{VME.} = \quad \quad \$10000
 \end{array}$$

Este procedimiento se sigue para las tres alternativas y se llegan a los VME de \$ 8700 para D_2 y \$ 8100 para D_3 . Por lo que puede decirse que la mejor alternativa, sin considerar la información adicional es D_1 , ya que proporciona el mayor VME y según este criterio, se pretende maximizar los beneficios esperados.

La razón por la cual se multiplican las tres probabilidades anteriores por las consecuencias económicas respectivas, es que como no puede predecirse que situación de la economía sucederá, se ponderan las tres para hacer estimaciones y de esta manera, redu-

cir el riesgo.

- b) Para evaluar las alternativas con información adicional, se tendrán, en este caso, dos nodos de decisión y dos de eventos inciertos.

La primer ramificación corresponde a la alternativa de evaluar los proyectos con información adicional, el VME es acumulado e implica las probabilidades totales y bayesianas (nodo de decisión), en seguida aparece un nodo de evento incierto con tres ramificaciones que representan las probabilidades totales de que esa información adicional sea sobre cada una de las tres situaciones. ($P(1S_1)=0.35$; $P(1S_2)=0.33$ y $P(1S_3)=0.32$).

A continuación aparece otra serie de nodos de decisión, que representan los tres planes de inversión para cada ramificación de la probabilidad total y en los que se calculará el VME con la probabilidad bayesiana.

Por último, aparece una serie de nodos de eventos inciertos -- que simbolizan cada situación, cuya probabilidad es la Bayesiana y significa la probabilidad de que se presente una situación, dado que se tenía información sobre la ocurrencia de esa situación.

En esta parte, el cálculo del VME es en dos etapas; la primera termina, (de atrás hacia adelante: "enfoque hacia atrás"), en los primeros nodos de decisión.

En el ejemplo, el cálculo del VME de la primer etapa, es como sigue:

<u>D1</u>			
15000	x	0.40	= 6000
11000	x	0.43	= 4730
5000	x	0.17	= <u>850</u>
			VME = \$11580

<u>D2</u>			
12000	x	0.40	= 4800
9000	x	0.43	= 3870
6000	x	0.17	= <u>1020</u>
			VME = \$ 9690

<u>D3</u>			
10000	x	0.40	= 4000
8000	x	0.43	= 3440
7000	x	0.17	= <u>1190</u>
			VME = \$ 8630

Como el VME mayor es el de D1, se elige éste.

Este procedimiento es aplicado a los otros dos nodos, eligiendo siempre el mayor y eliminando automáticamente los menores.

Una vez calculados los VME mayores de cada serie de ramificaciones; para este caso \$11580, \$9860 v \$8420, se multiplican por la probabilidad total, 0.35, 0.33 y 0.32, sumandose:

11580	x	0.35	=	4053
9860	x	0.33	=	3253.80
8420	x	0.32	=	<u>2694.40</u>
			VME	= \$10001.20

Concluidos los cálculos anteriores y construido el árbol de decisión respectivo, se está en posibilidad de elegir una alternativa:

Como ya se había seleccionado el proyecto D1 sin información -- adicional, porque su VME fue el mayor. La elección radica en la -- comparación del VME elegido anteriormente, contra el obtenido con -- información adicional. En este caso, la diferencia entre uno y el -- otro es de \$ 1.20 por lo que aparentemente es indistinto elegir uno u otro, al ser la diferencia tan pequeña, sin embargo, debe conside -- rarse que la información adicional siempre implicará un costo extra y por ello se requiere saber ¿hasta cuánto se espera que valdrá la -- información adicional?, para decidirse por cualquiera de las dos al -- ternativas.

6.5 VALOR ESPERADO DE LA INFORMACION ADICIONAL (VMEII)

El valor esperado de la información adicional, puede definirse -- como el límite máximo, hasta el cual puede invertirse en la informa -- ción adicional, para que sea rentable utilizarla.

En otras palabras, es el valor esperado que tendrá la informa -- ción adicional.

La fórmula para calcularlo, es la siguiente:

$$VME_{II} = VME_1 - VME$$

En donde:

VME_{II} = valor monetario esperado de la infor --
mación imperfecta.

VME1 = valor monetario esperado con información adicional.

VME = valor monetario esperado sin información adicional.

Para el ejemplo anterior, sería:

$$VME11 = 10\ 001.20 - 10\ 000 = \$ 1.20$$

Así, en la elección del proyecto A con información adicional y sin ella, coincidieron ambos en cuanto al monto de su VME, por lo que sería indistinto tomar una u otra sin considerar el valor de esa información adicional. Sin embargo, en el caso de que la diferencia entre tomar la información adicional o no fuera mayor al valor esperado de ésta (para el ejemplo \$1.20), la decisión debiera ser elegir el proyecto A sin información adicional por ser su VME mayor.

Ejemplo 2.

Un inversionista tiene la alternativa de comprar 1000 acciones de una empresa, o aguardar por dos semanas cuando la misma haga públicas sus utilidades esperadas.

El considera que el precio por acción en dos semanas, si se da la utilidad estimada puede ser de \$1100 ó \$1200; y en caso de que -

no fuera así, de \$900 ó \$1000. El precio actual es de \$1000 y -- cree que no cambiará hasta dentro de dos semanas.

Se tienen las siguientes probabilidades: 0.30, 0.30, 0.20 y -- 0.20.

Además, calcula que de hacer la inversión en dos semanas ten--- dría un costo de oportunidad adicional de \$30 000; esta situación - se observa en la siguiente tabla de probabilidad condicional:

Situaciones	P(ant)	PA	PB	
900	0.30	0.40	0.60	1.00
1000	0.30	0.60	0.40	1.00
1100	0.20	0.70	0.30	1.00
1200	0.20	0.80	0.20	1.00

Donde:

PA = Pronóstico de acciones a la alza

PB = Pronóstico de acciones a la baja

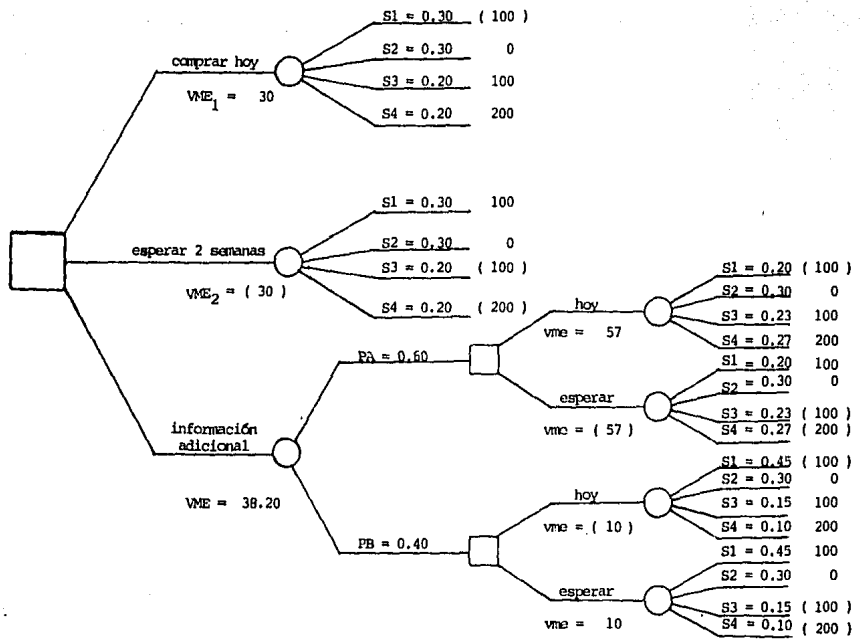
Con esta información se pueden calcular las probabilidades conjunta, total y bayesiana como se explicó en el ejemplo anterior.

Las tablas quedarían en la forma siguiente:

		PROBABILIDAD CONJUNTA		
		PA	PB	P(ant)
S1	900	0.12	0.18	0.30
S2	1000	0.18	0.12	0.30
S3	1100	0.14	0.06	0.20
S4	1200	0.16	0.04	0.20
		P(PA)=0.60	P(PB)=0.40	1.00

		PROBABILIDAD BAYESIANA	
		P (A)	P (B)
S1		0.20	0.45
S2		0.30	0.30
S3		0.23	0.15
S4		0.27	0.10
		1.00	1.00

Con esta información puede construirse el árbol de decisión, para seleccionar lo que debe hacer el inversionista.



Debe considerarse que las consecuencias económicas en este ejemplo son costos de oportunidad; por ello en el árbol de decisión no aparecen 900, 1000, 1100 y 1200. En su lugar, para la alternativa de comprar hoy (100), 0, 100 y 200, porque para S1 si se compra -- hoy y bajara el precio perdería 100; si el precio se mantiene no gana ni pierde (S2) y si aumentara a 1100 o 1200, ganaría 100 y 200 respectivamente (S3 y S4). Si se tomara la alternativa de esperar dos semanas, el razonamiento sería a la inversa; es decir, si hubiera bajado el precio a 900, el inversionista dejaría de perder 100, si se mantuviera ni gana ni pierde, y si subiera a \$1100 o \$1200, dejaría de ganar 100 y 200 respectivamente.

La elección sería:

- a) Si no se tuviera el costo de oportunidad adicional, comprar hoy;
- b) Contando con el mismo, debe calcularse su valor esperado con la fórmula citada en la sección 6.5, para ver si conviene o no; es decir:

$$VEII = 38\ 200 - 30\ 000 = \$ 8\ 200$$

Esto implica que no debe tomarse la información adicional porque el límite máximo a pagar es \$ 8 200 y nos cuesta \$ 30 000.

La elección es no tomar la información adicional e invertir -- hoy.

Ejemplo 3.

La dirección de una firma de productos químicos, está por lanzar un nuevo producto que se calcula tendrá una vida esperada de 10 años; para ello, tiene que decidir entre invertir para construir -- una planta grande o una pequeña.

Las predicciones que se han formulado respecto del comportamiento del mercado, pueden resumirse en las siguientes:

- 1.- Alta demanda inicial puede indicar la posibilidad de un mercado con elevado y constante volumen de ventas.
- 2.- Una demanda alta sin que se ampliaran sus instalaciones al cabo de dos años, implicaría seguramente, la introducción al mercado de productos competitivos.
- 3.- Si se construyera una planta pequeña, la dirección tendría la opción de expandirla dentro de dos años.
- 4.- En caso de que la demanda fuera baja en el período de introducción, la empresa mantendría sus operaciones en la planta pequeña y tendría una utilidad razonable de acuerdo con el bajo volumen de ventas.
- 5.- Por último, debe considerarse que, en el caso de que los consumidores no encontraran satisfactorio al producto, aún cuando la demanda hubiera sido alta los dos primeros años, podría descender posteriormente a un nivel muy bajo.

El nuevo producto, si el mercado resultara ser grande, ofrecería a la dirección la oportunidad de impulsar a la compañía hacia un período de crecimiento rentable.

Por otra parte, se teme a la posibilidad de encontrarse con una capacidad de producción ociosa en el largo plazo y se esta a favor de comenzar con la planta más pequeña; reconociéndose que una expansión posterior, para responder a una demanda alta; requeriría de -- una inversión mayor y su operación sería menos eficiente.

Asimismo, se considera que si no se toma una decisión rápidamente para satisfacer la demanda, los competidores se sentirán tentados a introducir productos sustitutos.

Las estimaciones del mercado indican que se tendrá una probabilidad del 60% para demanda alta en el largo plazo y una probabilidad del 40% de que haya demanda baja; desarrollándose así:

Demanda alta inicial y sostenida	60%
Demanda alta inicial y baja a largo plazo	10%
Demanda baja al inicio y baja a largo plazo	30%
Demanda baja al inicio y alta a largo plazo	<u>0%</u>
	100%

De aquí que la probabilidad de que la demanda sea inicialmente alta es del 70% (60 + 10). Si la demanda es inicialmente alta, - la firma calcula que la probabilidad de que se mantenga es del 86% - (60 - 70).

Se formularon pronósticos de ingresos anuales, bajo cada una de las situaciones posibles:

1. Planta grande con volumen alto y sostenido de ventas, genera

ría un flujo de efectivo de \$1'000.000 al año.

2. Planta grande con volumen bajo y sostenido, reportaría --- \$ 100 000 anuales.
3. Planta pequeña con demanda baja sostenida; resultaría econó mica y produciría \$ 400 000 al año.
4. Planta pequeña durante un período inicial de gran demanda, - aportarí \$ 450 000 al año, pero se reduciría a \$ 300 000 - anuales a largo plazo por la competencia.
5. Si se agrandara la planta pequeña para responder a una de-- manda alta sostenida, daría \$ 700 000 al año.
6. De expanderse la planta pequeña, sin que la demanda alta se mantuviera, el flujo de efectivo anual sería de \$ 50 000.

Se calcula que el costo de poner en marcha una planta grande - es de \$ 3 000 000; de una planta pequeña es \$ 1 300 000 y su expan sión al cabo de dos años requeriría de una inversión adicional de- \$ 2 200 000.

El director del departamento de ventas, sugiere que se reali ce una investigación más profunda; concretamente, acudir a una em presa consultora en mercadotecnia, que haya hecho estudios para -- otras empresas del grupo a que pertenece la compañía, para esti mar más cuidadosamente las probabilidades de penetración de merca do a largo plazo. Este estudio tendrí un costo de \$ 100 000.

A las empresas del grupo a las que previamente se ha proporci onado la consultoría, se les presentaron los siguientes resultados:

Cuando la demanda fue alta desde el inicio y se mantuvo así en el largo plazo, los consultores pronosticaron que sucedería -- así el 70% de las veces (resultado positivo).

Cuando resultó sostenidamente baja, pronosticaron un resultado negativo el 95% de las veces.

Donde han mostrado menor consistencia ha sido cuando la demanda fue alta al principio, pero baja a largo plazo. En este caso se había pronosticado resultado positivo el 50% de las veces.

Para este tipo de situaciones, la empresa maneja una tasa mínima de recuperación (TREMA) del 10%.

Para obtener las consecuencias económicas, es necesario utilizar el método del VPN expuesto en el capítulo 3 en la sección 3.3. Además, partiendo del horizonte de planeación de 10 años, se establecerá como corto plazo 2 y largo plazo 8 años.

Tamaño CP	Planta		Demanda		Ingresos		Inversiones		en miles VPN
	LP	CP	LP	CP	CP	LP	CP	LP	
Grande	Grande	Alta	Alta		1000	1000	3000	----	3144.57
Grande	Grande	Alta	Baja		1000	100	3000	----	-823.56
Grande	Grande	Baja	Baja		100	100	3000	----	-2385.54
Pequeña	Grande	Alta	Alta		450	700	1300	2200	914.42
Pequeña	Grande	Alta	Baja		450	50	1300	2200	-1951.45
Pequeña	Pequeña	Alta	Alta		450	300	1300	----	803.70
Pequeña	Pequeña	Alta	Baja		450	400	1300	----	1244.60
Pequeña	Pequeña	Baja	Baja		400	400	1300	----	1157.82

P ANTERIOR	Probabilidad		Condicional		
	Si	RP	RN		
0.60	DAA	0.70	0.30	1.00	
0.10	DAB	0.50	0.50	1.00	
0.30	DBB	0.05	0.95	1.00	

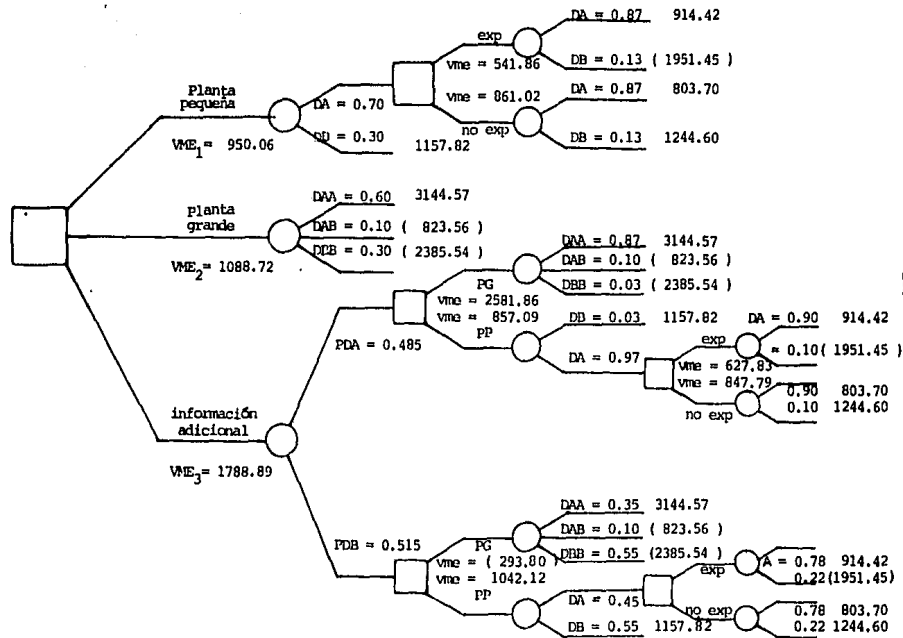
Probabilidad Conjunta			
Si	RP	RN	ANTERIOR
D A A	0.42	0.18	0.60
D A B	0.05	0.05	0.10
D B B	0.015	0.285	0.30
P(P) \approx 0.485		P(PA) \approx 0.515	1.00

En donde:

RP = Resultado positivo

RN = Resultado negativo

Probabilidad Bayesiana		
Si	RP	RN
D A A	.87	.55
D A B	.10	.10
D B B	.03	.55
1.00		1.00



Los resultados numéricos conforme al modelo, son los siguientes:

- De contar con información adicional, conviene tomarla, ya que su costo es menor al valor esperado de la misma.

$$VMEII = 1789 - 1090 = \$ 699$$

- Si se tuviera un pronóstico de demanda alta, convendría construir una planta grande.
- Si por otro lado, se obtuviera un pronóstico de demanda baja, lo más adecuado sería construir una planta pequeña y no expanderse.

Ejemplo 4.

Una empresa dedicada a la fabricación de latas de aluminio, está evaluando la posibilidad de adquirir una máquina alemana que realiza 5 de las funciones de armado para la base de la lata; desde el corte de la lámina hasta el doblado cóncavo y el recubrimiento plástico.

El atractivo de esta alternativa, radica en el gran ahorro por la reducción de los gastos indirectos de fabricación, que implica utilizar una sola máquina en lugar de cuatro que se requieren actualmente; motivo por el cual, puede ubicarse la empresa en posición competitiva en el mercado al lograr el abatimiento de sus costos.

Se estima que la máquina tiene un valor de mercado de \$100 000 000 y que el ahorro en mano de obra, gastos de mantenimiento y desperdicio de materiales es del orden de los \$40 000 000

anuales. La vida útil estimada de la misma es de cinco años, al final de los cuales se espera una recuperación monetaria de - - - \$20 000 000, habiendo establecido la empresa una TREMA del 25%.

(M I L E S D E P E S O S)

Inversión inicial	1	2	3	4	5
100 000	40 000	40 000	40 000	40 000	60 000

1. Valor Presente Neto (VPN)

$$VPN = - 100\ 000 + \frac{40\ 000}{1.25} + \frac{40\ 000}{(1.25)^2} + \frac{40\ 000}{(1.25)^3} + \frac{40\ 000}{(1.25)^4} + \frac{60\ 000}{(1.25)^5}$$

$$VPN = -100\ 000 + 114\ 125$$

$$VPN = \$ 14,125$$

Según éste método financiero conviene adquirir el nuevo equipo

2. Evaluación con el método del índice de rentabilidad

$$IR = \frac{VP\ F\ netos}{Co}$$

$$IR = \frac{(32\ 000 + 25\ 600 + 20\ 480 + 16\ 384 + 19\ 661)}{100\ 000}$$

$$IR = 1.141$$

En este caso también se adquiriría la máquina, según el crite-

rio de aceptación de este método.

A partir de estos dos métodos numéricos-financieros puede decirse que debe aceptarse la adquisición de la máquina, sin embargo falta considerar factores como:

- ¿ es la mejor máquina según las necesidades de la empresa?
- ¿ qué tan conveniente es comprarla hoy, sabiendo que el año próximo saldrá al mercado una más revolucionada y quizá a menor costo?
- ¿ qué reacción y como afectará la moral del personal de la empresa el saber que se va a prescindir de los servicios de algunos de ellos al adquirir una nueva máquina?
- ¿ qué mantenimiento requiere?
- ¿ se cuenta con las condiciones apropiadas para su eficiente operación: espacio, energía, material, mano de obra calificada, etc.?

Quizá después de analizar éstos puntos, sea conveniente reconsiderar la decisión inicial, a fin de emprender el curso de acción -- que más se adapte a las necesidades humanas, financieras y técnicas de la empresa.

El hecho de que no pueda desvincularse al decisor de sus valores y actitudes en la toma de decisiones, no implica que sea un vicio al decidir, sino que, para poder evaluar acertadamente los efectos generados de un curso de acción en particular, debe cuestionarse primeramente los móviles de su decisor: necesidades, objetivos y filosofía principalmente.

C O N C L U S I O N E S

Y

R E C O M E N D A C I O N E S

Si se afirmara que la toma de decisiones se reduce únicamente al análisis número-financiero, se caería en un grave error.

Existen numerosos aspectos cualitativos que afectan directamente cualquier decisión, y que al no considerarlos provoca que se --elijan cursos de acción que si bien no perjudican, tampoco conducen al resultado más adecuado, dados los objetivos de la empresa, los valores del administrador, las oportunidades del entorno y las expectativas del empresario.

De entre otros factores que cualitativamente influyen en la toma de decisiones, pueden mencionarse dos grupos principales y claramente diferenciados:

- El aspecto humano del administrador
- El análisis factorial de la empresa

Para el administrador, es de vital importancia al evaluar los efectos de una decisión, reparar en quién la esta asumiendo, es decir-partiendo de la base de que cualquier decisión invariablemente estará influida por los valores personales, objetivos, necesidades y tendencias de quien la asume, debe establecerse que en ella siempre se verán reflejados, prioritariamente aquéllas que conducen al decisor cuya necesidad de logro es intrínseca a su naturaleza a emprender proyectos que conjuguen altos riesgos con altos rendimientos, aceptando y manejando el riesgo que esto implica con la finalidad de obtener a mediano o largo plazo mayores utilidades, permancia y mayor participación de mercado.

En resumen, debe tenerse siempre presente que la toma de decisiones es una acción emprendida por personas y por tanto, sujeta a --sus cualidades y atributos intrínsecos.

Adicionalmente a este aspecto humano inherente a la toma de decisiones, se encuentra el análisis factorial de la empresa que la ubica en relación a su entorno: medio ambiente, competencia, tecnología, economía, etc.

Dicho análisis pondera los factores fundamentales que condicionan la operación de la empresa, tanto interna como externamente y que según Roberto Macías Pineda, se resumen en:

- Medio ambiente
- Dirección
- Productos y procesos
- Función financiera
- Facilidades de producción
- Mano de obra
- Materias primas
- Producción
- Mercadotecnia
- Contabilidad y estadística

-MEDIO AMBIENTE: este elemento representa el entorno de la empresa y de igual forma comprende las oportunidades y amenazas que deben considerarse al evaluar cualquier proyecto de inversión. La importancia de este factor radica en que, para calificar cualquier alternativa de inversión, no basta el analizar si es redituable per se, sino que tomando en cuenta el entorno económico, social, tecnológico y hasta político, se puede aportar información relevante tal como: si se tratara de una oportunidad del mercado, si beneficia socialmente a la empresa con respecto del bienestar de su personal y comercialmente si la coloca en posición competitiva en su industria, etc.

-DIRECCION: es el elemento humano responsable de la vigilancia y cumplimiento de los objetivos, políticas, estrategias y metas instrumentales, a través de las acciones y planes establecidos y apoyado en el concepto de motivación para todos los miembros de la empresa con la finalidad de comprender para poder canalizar los objetivos de cada uno de ellos hacia el crecimiento y productividad de la compañía.

En este factor recae la tarea de la toma de decisiones trascendentes para la operación de esta sociedad, por lo que siempre se verán reflejados sus valores, tendencias y objetivos en la elección de cualquier curso de acción, mismos que nunca podrán desvincularse de él, por lo cual siempre deberá atender quién es el que decide y que valores tiene para poder comprender los objetivos establecidos y fijar los criterios de evaluación para cada proyecto.

-PRODUCTOS Y PROCESOS: factor que sustenta y delimita la operación de la empresa al establecer "qué es lo que se va a hacer", para lo cual, debe sondearse el mercado a fin de detectar necesidades-existentes sin satisfacer, y decidir que productos y cuáles procesos deben ser elegidos para lograr la lealtad del consumidor, la permanencia de la empresa y finalmente satisfacer el objetivo financiero de maximizar las utilidades.

-FUNCION FINANCIERA: implica la evaluación de los proyectos de inversión de las fuentes de financiamiento y en general, la ponderación de los recursos propios y ajenos para la determinación de la relación costo-beneficio más conveniente para la empresa.

Además de analizar si se trata de los elementos adecuados según las necesidades y situación de la empresa, debe contemplarse conjuntamente con la función financiera, para determinar si se trata

de la inversión cuyo índice de rentabilidad sea el mayor.

-MANO DE OBRA: representa el factor humano encargado de la ejecución de la actividad propia de la empresa. Para ello, se requiere buscar al personal con las aptitudes y los conocimientos adecuados para el desempeño eficiente de su tarea y la consecución de las metas propuestas, considerando aspectos como: la idiosincrasia de la población, políticas de reclutamiento, nivel de salarios y preparación escolar entre otros.

-MATERIAS PRIMAS: son los materiales indispensables para su venta o para su transformación en producto terminado, para este efecto debe cuidarse estrictamente: la disponibilidad de materiales, su calidad, costo logístico, nivel de inventarios, dependencia entre producción, etc.

Las empresas deben cuidar y aprovechar las oportunidades de mercado, ya sea adquiriendo materias primas abajo precio para abatir el costo del producto sin deterioro de su calidad o para ofrecer nuevos productos al consumidor.

-PRODUCCION: actividad encaminada a transformar las materias primas en artículos para su venta. Se resume en la coordinación que debe existir entre los inmuebles, la planta, mano de obra y materias primas para que la empresa venda y con ello tenga utilidades.

Este factor también debe contemplar el equilibrio que debe existir entre el nivel de inventarios de los insumos y el de productos terminados, a fin de detectar el óptimo en el que se tengan los dos en cantidad suficiente para emprender el proceso producto y satisfacer la demanda del mercado, respectivamente.

-MERCADOTECNIA: actividad encaminada a la realización de estudios de investigación de mercado para identificar necesidades insatisfechas, oportunidades del entorno para introducir nuevos productos o sustitutos con los cuales se pueda competir y ganar participación de mercado, definiendo los nichos a los que se dirigirán las estrategias determinadas y las metas a alcanzar.

-CONTABILIDA Y ESTADISTICA: permite llevar el registro metódico de las operaciones de una empresa y la representación gráfica de esos datos para poderlos estudiar y constituirlos como fuente de información tanto para la evaluación de la operación presente como para la estimación del comportamiento futuro de la misma.

- 1.- El objetivo fundamental de los administradores financieros es maximizar el valor de la empresa, es decir su valor presente-neto.
- 2.- Debe buscarse el equilibrio óptimo entre riesgo y rendimiento ya que son conceptos que no pueden desligarse, pero que pueden manejarse de tal forma que proporcionen los mejores rendimientos con el mínimo riesgo en inversiones similares.
- 3.- Adicionalmente al análisis cuantitativo para cualquier proyecto de inversión, deben evaluarse los siguientes aspectos con el fin de determinar claramente los riesgos que se involucran:
 - a) ¿Qué es lo que se está arriesgando?, ¿son utilidades, capital, o supervivencia del negocio?
 - b) ¿Quién corre el riesgo?, ¿el accionista, los empleados o la comunidad?
 - c) ¿Cuál es la naturaleza del riesgo que corre cada persona?
- 4.- El analizar riesgos e incertidumbre de los proyectos de inversión debe revertirse en la evaluación de la generación de recursos de los mismos en base a un estudio de factibilidad, de éxito y sensibilidad del proyecto.
- 5.- El procedimiento lógico para la selección de proyectos de inversión, debe fundamentarse en la medición de los méritos financieros de cada alternativa conforme a alguna base de comparación, tales como: tasa interna de rendimiento, valor presente

te neto, valor monetario esperado, etc.

- 6.- Los métodos de evaluación de proyectos de inversión en condiciones de certeza presentados, son herramientas muy útiles - para la elección de alternativas y proporcionan bases mucho más objetivas, sin embargo están sujetos a elementos exógenos que pueden hacer variar los resultados.

Cada criterio de evaluación de los mismos, tiene ventajas y desventajas, por lo que para elegir alguno de ellos hay que considerar la naturaleza del negocio y de los proyectos; sus ventajas, necesidades, situación, etc.

- 7.- Los criterios de incertidumbre, aunque son muy sencillos, -- proporcionan apoyos adicionales para la elección de proyectos de inversión nuevos o muy complejos.

Debe considerarse que los criterios son flexibles en cuanto a que permiten al decisor incluir sus valores, objetivos y actitudes muy personales hacia el riesgo, en cada caso en particular.

- 8.- Los árboles de decisión que permiten visualizar un problema de negocios, no proporcionan a la dirección la respuesta a un problema de inversión; solamente ayudan a determinar qué alternativa, en un punto de decisión concreto, producirá el mayor valor monetario esperado, dadas la información y las alternativas relevantes en esa decisión.

La diferencia que hace el usar árboles de decisión, es que -

éstos hacen resaltar el impacto tanto de la incertidumbre como de posibles decisiones futuras, condicionadas por desarrollos futuros.

- 9.- Aunque el uso de árboles de decisión proporciona innumerables ventajas, existe cierta dificultad para asignar probabilidades en la práctica, esto se debe principalmente a la incertidumbre y dinamismo del entorno, lo que impide que se puedan aplicar probabilidades a situaciones semejantes en el pasado, al ser completamente nuevas y para las cuales, la experiencia sirve de muy poco. Asimismo, el hecho de asignar probabilidades por estimaciones, provoca subjetividad y elevados rangos de error en los resultados.

Por la incertidumbre económica, social y política que predomina en nuestro país, es muy difícil y hasta aventurado hacer planes de inversión en función de una estimación en particular ya que podría estar guiada por las actitudes del decisor.

- 10.- Es importante reconocer que aunque el método gráfico de árboles de decisión presenta alternativas y ayuda al decisor a vislumbrar las posibles implicaciones de un problema de negocios, no proporciona a la dirección la elección de un curso de acción en particular.

A pesar de que los métodos financieros, de riesgo e incertidumbre aportan datos numéricos que concretan un problema, éstos son asimismo insuficientes para elegir un proyecto de inversión.

Por lo anteriormente expuesto, se requiere considerar además aspectos cualitativos como pudieran ser: su estrategia, naturaleza de la industria a la que pertenece, disponibilidad de recursos, políticas y metas específicas, entre otros.

REFERENTES TEORICOS

- 1.- Andrews R. Kenneth
El concepto de estrategia de la empresa
España, Ed. Eunsa, 1977, pp.73, 113-122, 138-147.

- 2.- Brealey Richard, Myers Stewart
"Principles of corporate finance"
U.S.A., Ed. Mc. Graw Hill, 1981, pp. 64-83.

- 3.- Coss Bu Raúl
Análisis y evaluación de proyectos de inversión
México, Ed. Limusa, 1983, pp. 15-18, 203-205.

- 4.- Chao Lincoln L.
Statistics for management
U.S.A., Ed. Brooks Cole Publishing Co., 1980,
pp. 203-205.

- 5.- Gitman Lawrence J.
Fundamentos de administración financiera
México, Ed. Harla, 1983, pp. 98-100, 373-377.

- 6.- Hillier Frederick, Lieberman J. Gerald
Introducción a la investigación de operaciones
México, Ed. Mc. Graw Hill, 1984, pp. 609-634.

- 7.- Llano Cifuentes Carlos
Análisis de la acción directiva
México, Ed. Limusa, 1982, pp. 83-94, 119, 147, 153.

- 8.- Macías Pineda Roberto
El análisis de los estados financieros y las deficiencias en las empresas.
México, Ed. Ecasa, 1982, pp. 21-24.

- 9.- Raiffa Howard
Análisis de la decisión empresarial
España, Ed. Fondo Educativo Interamericano, S.A.
1978, pp. 17-60.

- 10.- Rheault Jean Paul
Introducción a la teoría de decisiones con aplicaciones a la administración.
México, Ed. Limusa, 1982, caps. 2, 3 y 4.

- 11.- Van Horne James C.
Fundamentos de administración financiera
México, Ed. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.,
1984, pp. 301-314.

- 12.- Weston J. Fred, Brigham Eugene F.
Finanzas en administración
México, Ed. Interamericana, 1984, Vol. 1,
pp. 104-107.

- 13.- Árboles de decisiones para la toma de decisiones
Magee John F.
México, Publicaciones Ejecutivas de México, S.A.,
núm. 11, 1974.

- 14.- Cómo aplicar los árboles de decisión a las inversiones
de capital.
México, Publicaciones Ejecutivas de México, S.A.,
núm. 34, 1974.