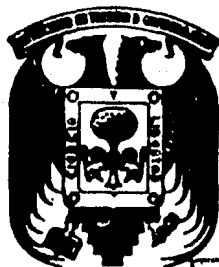


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

20² Gen



TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

**"DESARROLLO Y APLICACION DE UN PROGRAMA
DE COMPUTADORA EN ARBOLES DE DECISION".**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

(AREA INDUSTRIAL)

P R E S E N T A

LEONCIO LOPEZ ESPINOSA

GUADALAJARA, JALISCO, 1987



Universidad Nacional
Autónoma de México



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

INTRODUCCION	1
Capítulo I	
TEORIA DE ARBOLES DE DECISION	6
Proceso racional de toma de decisiones	7
Certeza e incertidumbre en la toma de decisiones	10
Estructuración de decisiones con incertidumbre	11
Elementos de Decisiones	12
Restricciones	13
Conceptos básicos de probabilidad	15
Fuentes de la probabilidad	16
Definiciones	17
Reglas para el manejo de probabilidades	18
Regla de Bayes o teorema de Bayes	20
Valor esperado	21
Pagos esperados y análisis de árboles de decisión	22
Capítulo II	
APLICACION A UN PROBLEMA	26
Descripción del problema	27
Determinación de los pagos	31
Asignación de probabilidades a los eventos	35
Avance hacia atrás	38
Diagrama de flujo del programa Tesis1	45
Instrucciones del manejo del programa Tesis1	48
Listado del programa Tesis1	50

Diagrama de flujo del programa Tesis	56
Instrucciones del manejo del programa Tesis	58
Listado del programa Tesis	61
CONCLUSIONES	68
BIBLIOGRAFIA	72

I N T R O D U C C I O N

La toma de decisiones es de suma importancia para el buen desarrollo de una empresa.

La Teoría de la Decisión se conoce por varios nombres entre los cuales figuran los siguientes: Análisis de la Decisión, Teoría Estadística de las Decisiones, Teoría Bayesiana de la Decisión.

El origen de esta técnica puede encontrarse en la teoría estadística de las decisiones y en la teoría de juegos, métodos que alcanzaron un rápido desarrollo en la década de los cuarenta.

El análisis moderno de la toma de decisiones bajo incertidumbre, tiene sus raíces en el área de estudio, llamada teoría estadística de las decisiones. Aunque el mayor desarrollo en este campo ocurrió durante los últimos veinte años, muchas contribuciones fueron hechas hace más de doscientos años por el pionero de las matemáticas, quien formuló la Teoría de la Probabilidad. Sumando se a la probabilidad, la teoría de decisiones contiene elementos de estadística, economía y psicología.

La teoría de la decisión es una metodología para estructurar y analizar situaciones de riesgo o incertidumbre y su naturaleza es más prescriptiva que descriptiva. Es decir resulta mucho más útil para establecer las ac--

ciones que un director debería emprender en una situación dada.

En otras palabras, es un estudio de como tomar decisiones bajo condiciones de incertidumbre.

El riesgo y la incertidumbre son características -- constantes de los problemas de decisión, sobre todo de los de tipo estratégico.

En los últimos años al análisis cuantitativo ha adquirido una gran importancia en el campo de la administración, esto se debe principalmente a los avances logrados en estadística, computación y a la creciente preferencia de las personas por los métodos científicos; en vez de los métodos intuitivos de razonamiento.

La teoría de la probabilidad, la investigación de operaciones y la teoría de decisión han dado paso a nuevas técnicas analíticas, en tanto que las computadoras se han encargado de dar una mayor difusión a estas técnicas. Desde las tradicionales medias del método estadístico hasta los modernos conceptos de simulación y de teoría Bayesiana de decisiones.

Los gerentes deben necesariamente tomar decisiones muchas o pocas pero las que tomen son las que afectarán a su empresa y al personal que controla.

Este estudio es una introducción al análisis lógico de problemas de decisión que se tienen normalmente, auxi

liandome de un programa de computadora. Y está destinado a las personas que en general necesitan usar el método estadístico en un área de trabajo determinada. Aquí se incluyen probabilidades de eventos, tablas de pago, valores esperados y principalmente árboles de decisión, etc. todos los cuales son elementos de un procedimiento racional para tomar decisiones en condiciones de incertidumbre.

Veremos la formulación correcta de un problema de decisión, la comprensión del significado de los datos -- que se requieren para el análisis y la comprensión del significado de los resultados que obtengamos de tal análisis.

Cabe hacer notar que la teoría de decisiones sin matemáticas sería como una casa sin cimientos.

En la toma de decisiones hay diversos métodos para llegar a seleccionar una de las alternativas, pero la técnica de los árboles de decisión, tienen la ventaja de mostrar en forma más clara los datos, alternativas, riesgos, ganancias y metas, es por esto que me incliné hacia este método que en combinación con la computadora es muy útil, y además porque me parece la forma más sencilla de entender, la esencia de la toma de decisiones.

Si recordamos todo lo que hemos hecho en nuestro pasado nos daremos cuenta de que siempre hemos tomado deci

siones automáticamente, desde qué ropa ponernos, qué deporte practicar, qué música oír y así podemos nombrar in finidad de ejemplos.

Si retrocedemos en el tiempo digamos unos veinte años, nos daremos cuenta que la teoría de decisiones es una técnica prácticamente nueva en nuestro país. Platicando con los viejos empresarios nos damos cuenta, al pre--guntarles cómo formaron sus negocios, ya que nos contestan, porque me gustó, porque sentí que funcionaría, pero cuántos de ellos fracasaron y cuántos triunfaron, muy pocos triunfaron porque todo era en base a la intuición -- sin ninguna base, sin ningún estudio.

Aún en estos tiempos hay gente que todo lo hacen -- por intuición.

La causa que me ha impulsado a realizar este modesto trabajo, se debe a que ya no debemos de actuar por -- sentimiento para decidir si construimos una fábrica, si aumentamos la producción, si lanzamos al mercado un producto nuevo, etc. . Sino que debemos de usar una técnica adecuada ayudándonos de todos los avances logrados en la computación.

Me auxilio de la programación en computadora para -- la conclusión de este trabajo, porque es una técnica que nos presta una gran ayuda, y auxiliándonos de la simulación en computadoras se puede obtener un seguimiento de

profundo de sistemas complejos.

El papel de la computadora es cada día más importante en el proceso de toma de decisiones. Se puede programar la computadora para que tome decisiones simples por sí sola o también realizar extensos análisis que ayuden al ejecutivo a tomar una decisión más compleja. Los métodos estadísticos no sólo proporcionan los datos, sino -- también las técnicas usadas por las computadoras en la toma de decisiones.

Usaré el lenguaje Basic para la codificación del -- programa porque, es el lenguaje más usual en las diversas marcas de microcomputadoras y el de mayor facilidad de entendimiento, es decir no se necesita ser un especialista en programación para el uso de este lenguaje.

La corrida del programa debe ser hecha en una micro computadora marca Televideo o en una compatible a esta.

Cabe aclarar que no por usar una técnica científica nuestro éxito está asegurado, recordemos que se tratan -- de problemas con incertidumbre donde no todos los datos son conocidos.

Ahora bien, el trabajo realizado, es posible que deje mucho que desear, porque reconozco que en esta materia hay actualmente mucho aún por investigar, sobre todo en un país como el nuestro.

CAPITULO PRIMERO**TEORIA DE ARBOLES DE DECISION**

CAPITULO I

TEORIA DE ARBOLES DE DECISION.

En este capítulo consideraré la adecuada estructura de decisiones en general dando mayor énfasis a los Arboles de Decisión.

Podemos hacer una distinción básica de toma de decisiones bajo certeza donde los elementos no cambian ca---sualmente, y toma de decisiones bajo incertidumbre, donde uno o más factores fortuitos afectan a las alecciones tomas.

PROCESO RACIONAL DE TOMA DE DECISIONES.

El proceso comprende cuatro fases esenciales:

- 1) Diagnóstico del problema
- 2) Analizar el criterio de las alternativas para:
 - Determinar aquellas que sean más promisc---rias y evaluar las alternativas resultantes.
- 3) Seleccionar por eliminación la mejor alternativa que determine la toma de decisión.
- 4) Elaborar plan de acción .

1).- DIAGNOSTICO

a) Identificar y clarificar un problema ¿ qué es lo que buscamos ?, ¿ cuáles son las causas ?; determinar si el problema es alguna dificultad en las operaciones corrientes; y fijar los fundamentos de una solución

satisfactoria.

Fijar el objetivo, si el problema consiste en querer lograr mejores resultados.

b) Localizar los obstáculos - especialmente el - obstáculo clave que impide alcanzar el propósito.

c) Establecer las restricciones críticas que - circunscriben las soluciones aceptables (límites de recursos, tiempo y lugar).

2).- ANALIZAR LAS ALTERNATIVAS

¿ Qué se puede hacer para salvar los obstáculos identificados en el diagnóstico ?. Las alternativas serán todas las posibles, debiendo eliminarse las irrelevantes. Se requiere criterio y originalidad.

Ejemplos de alternativas:

-) No hacer nada,
-) Zanzar la dificultad o eliminarla;
-) Modificar los objetivos.

3).- SELECCION DE LA MEJOR ALTERNATIVA.

Ponderar los pros y contras para cada alternativa.

La comparación deberá hacerse en términos de ventajas.

Las alternativas se proyectarán hacia el futuro desde el punto de vista técnico, económico o administrativo en su caso para prever sus consecuencias.

La evidente superioridad de una alternativa facili-

ta la elección.

La alternativa seleccionada será la decisión respecto de cómo se aplicarán los recursos disponibles al caso bajo estudio.

4).- PLAN DE ACCION

El plan de acción tiene como finalidad lograr los - objetivos previstos en la alternativa de decisión seleccionada.

Y debiera lograr sus objetivos en forma secuencial y ordenada y en un tiempo predeterminado, tal como se muestra en el problema del Cap. II.

CERTEZA E INCERTIDUMBRE EN LA TOMA DE DECISIONES.

La menos compleja aplicación de la teoría de decisiones está fundada en decisiones bajo certeza, o sea -- qué conocemos todos los elementos del problema. Tal vez la más simple decisión de esta clase es seleccionar qué ropa usar, aunque las posibles combinaciones de varios -- artículos de vestir puede ser numeroso, no todas las decisiones son fáciles, recuerda tu niñez y te darás cuenta de lo difícil que es escoger entre un gran surtido de dulces en una tienda. No todas las decisiones bajo certeza son tan triviales como la elección de vestirse.

Cuando los resultados son solo en parte determinados por la toma de decisiones, de modo que el resultado es afectado también por factores fortuitos, se dice que tenemos un problema con incertidumbre, una decisión toma da así aumenta su complejidad. Nosotros debemos de algún modo enfrentarnos con los resultados impredecibles aunados a nuestra elección.

La siguiente etapa es la estructuración de la toma de decisiones bajo incertidumbre, veremos esto con un -- ejemplo.

Consideremos la elección de llevar un paraguas o de algun otro tipo de objeto para la lluvia durante todo el día.

Aquí estamos de cara a dos alternativas:

Llevar un artículo que pueda en caso de lluvia ayudarnos a no resfriarnos, lo contrario si desafiamos a -- los elementos con mano libre, no llevando ninguna protección, esperando que con la mojada no nos resfriemos.

Al carecer los humanos de una habilidad para predecir el mal tiempo, nos causa incertidumbre si llueve o -- no llueve. Sin embargo nos enfrentamos con esto diaria-- mente. Toda la vida debemos tomar nuestras decisiones a pesar de nuestra incertidumbre. Este ejemplo es común de una decisión bajo incertidumbre: Una elección de la ac-- ción debe ser hecha aunque su resultado no se conozca y sea determinado por suerte.¹

ESTRUCTURACION DE DECISIONES CON INCERTIDUMBRE

Puedo ahora presentar la estructura dentro de la -- cual explicare cómo y porqué las elecciones son hechas. Nuestras decisiones referentes al ejemplo del mal tiempo

1

Esta clase de decisiones a menudo están divididas en categorías "Decisiones tomadas bajo riesgo, donde los resultados probabilísticos son conocidos, y bajo incertidumbre donde estas probabilidades no son conocidas". No hago una distinción semejante sino asumo que las probabilidades pueden ser siempre fundadas de algun modo- Uno u o tro objetivamente con una gran frecuencia, o subjetiva-- mente.

tienen las características esenciales de todas las decisiones bajo incertidumbre. Elijo llevar el paraguas cuando la probabilidad de lluvia es alta, si considero una improbabilidad de lluvia sería una molestia llevar un paraguas durante el día. Pero dos personas ocasionalmente toman diferentes decisiones. ¿ Es ésta una correcta decisión ?, si es así, ¿ cómo puedo explicarme que dos personas no tomen siempre la misma decisión ?. Puedo comenzar a contestar estas preguntas identificando varios elementos claves, comunes a todas las decisiones semejantes y entonces estructuraré estos elementos en forma conveniente para su análisis.

ELEMENTOS DE DECISIONES.

Todos los problemas de decisión sobre certeza exhiben dos elementos: Actos y Resultados.

En la toma de decisiones seleccionamos los actos. -
Por ejemplo:

En la elección entre tres programas de televisión, a las 9:00pm, basandonos en encuestas de gustos; cada programa representa un ACTO potencial. El RESULTADO puede ser caracterizado en términos de entretenimiento (o de placer) que se deriva para cada uno de los programas.

Si la decisión es hecha bajo incertidumbre, existe un tercer elemento, siendo este los EVENTOS. Continuando con el ejemplo de la lluvia, los ACTOS son "llevar para-

guas" y "no llevar paraguas". Todas las decisiones envuelven la selección de un acto, pero el resultado esperado para cada acto está bajo incertidumbre, porque un resultado es determinado particularmente por una elección y por una probabilidad.

Para el acto "llevar un paraguas" hay dos resultados: i) innecesario llevar un paraguas para la lluvia, - ii) ir por lo menos protegido en caso de lluvia.

El otro acto, "no llevar paraguas", tiene otros resultados: a) buscar innecesariamente mojarse, aa) permanecer seco.

Además si el primero o segundo suceso dependen solamente de si llueve o no llueve. El resultado para cualquier selección de un acto, depende de cuál evento ocurra.

Para un fácil análisis, un problema de decisión puede ser resumido en una tabla de decisiones; la cual indica la relación entre pares de elementos de decisión.

RESTRICCIONES.

Únicamente puede seleccionarse una acción (acto).

La selección debe hacerse antes de que se conozca, cuál evento ocurrirá.

Para poder utilizar los diversos métodos de teoría de decisiones en la solución de cualquier problema es necesario conocer la posibilidad relativa de que ocurra al

Acto \ Evento	Llevar paraguas	No llevar paraguas	R e s u l t a d o s
Llueve	Estar seco	Mojarse	
No llueve	Cargar innecesariamente el paraguas	Estar seco y sin paraguas	

Tabla de decisiones.

gún evento.

Volviendo al ejemplo anterior, nuestra decisión sería tal vez diferente si las posibilidades de lluvia fueran de 20 % en lugar de un 90 %, y esto es así porque es importante no solamente reconocer la incertidumbre sino además cuantificarla.

Los eventos deben de ser: 1) mutuamente excluyentes esto significa que si uno de los eventos ocurre, entonces ningún otro ocurrirá al mismo tiempo. 11) Colectivamente exhaustiva, esto quiere decir que en cada acción uno de los eventos tiene que ocurrir.

Tener una lista de los eventos que sean mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivos.

Que el decisor sea capaz de asignarle a cada par evento-acción un solo valor numérico que represente la consecuencia de seleccionar esta acción.

CONCEPTOS BASICOS DE PROBABILIDAD.

Probabilidad.- es un número que expresa la posibilidad de que ocurra algún evento.

Tenemos que este número es mayor o igual a cero y menor o igual a uno.

Una probabilidad de cero significa que es imposible de que ocurra un evento; una probabilidad de uno significa de que es seguro de que un evento ocurra.

La probabilidad tiene valores fraccionarios para -- los eventos que podrían ocurrir pero no es seguro de que ocurran.

Para tener una visión más clara de la probabilidad tenemos que usar una notación.

Donde la probabilidad de cualquier evento X, se representara como:

$$P(x) \quad \begin{array}{l} P = \text{probabilidad} \\ x = \text{evento} \end{array}$$

A continuación veremos un ejemplo:

Si tiramos una moneda una sola vez tenemos que el resultado será águila o sol, siendo la probabilidad de .50 respectivamente.

$$P(a)=1/2 \quad ; \quad P(s)=1/2 \quad \text{donde } a = \text{Aguila} \\ s = \text{Sol}$$

Definiendo la probabilidad por símbolos tenemos:

$$\begin{array}{l}
 P(x) \geq 0 \\
 \text{y } P(x) \leq 1
 \end{array}
 \Rightarrow 0 \leq P(x) \leq 1
 \begin{array}{l}
 \geq = \text{mayor o igual} \\
 \leq = \text{menor o igual}
 \end{array}$$

FUENTES DE LA PROBABILIDAD.

1) Frecuencia relativa de eventos pasados.- la probabilidad puede estimarse a partir de la frecuencia con que ocurre un mismo resultado en un muestreo de un universo grande y finito.

Por ejemplo, en un poblado que cuenta con tres talleres automotrices y con un total de 100 autobuses, se realiza un muestreo durante una semana para saber a que taller prefieren llevar los autobuses.

	L	M	Mi	J	V	
Taller A	8	6	4	8	8	34
Taller B	4	7	9	5	11	36
Taller C	5	3	7	8	7	30
						100

$$P(A) = 34/100 ; P(B) = 36/100 ; P(C) = 30/100$$

2) Distribuciones teóricas²

Distribución Binomial

" de Poisson

" Normal

" Exponencial

² Por comodidad al trabajo realizado únicamente nombraré algunas de las distribuciones.

3) Apreciaciones Subjetivas

Se utiliza cuando ninguno de los métodos anteriores pueden utilizarse y la estimación de la probabilidad es en base al juicio o criterio y experiencia del responsable de tomar la decisión.

La probabilidad subjetiva es la evaluación que una persona hace acerca de la verosimilitud relativa de que ocurra un evento incierto. Estas evaluaciones son sumamente personales y por lo tanto, dos personas pueden asignar diferentes probabilidades al mismo evento.

DEFINICIONES DE:

Probabilidad Simple.- es la probabilidad de que ocurra un evento. $P(x)=$

Probabilidad Conjunta.- es la probabilidad de que dos o más eventos ocurran simultáneamente. $P(x,y)$ y se lee como la probabilidad de X y Y.

Probabilidad Condicional.- es la probabilidad de que ocurra un evento, dado el hecho de que otro evento ha ocurrido. $P(x/y)$ y se lee, la probabilidad de X dado Y. $P(x/y) = P(x,y) + P(x,z)$

Probabilidad Marginal.- es la probabilidad de que ocurra un evento, calculada como la suma de las probabilidades conjuntas en que interviene ese evento.

$$P(x) = P(x,y) + P(x,z)$$

La probabilidad marginal no es más que la probabilidad simple vista desde otro enfoque.

Independencia Estadística.- es cuando la probabilidad condicional de uno dado el otro, es igual a la probabilidad simple del primero. $P(x/y) = P(x)$.

La independencia de eventos implica que la ocurrencia de uno de ellos no influye en la probabilidad de ocurrencia del otro.

REGLAS PARA EL MANEJO DE PROBABILIDADES.

Suma de Probabilidades.- si los eventos de un conjunto son mutuamente excluyentes, donde la probabilidad de que ocurra uno u otro de ellos, es la suma de las probabilidades de que suceda cada uno de estos eventos.

$$P(x \text{ o } y) = P(x) + P(y)$$

Cuando no son mutuamente excluyentes tenemos:

$$P(x \text{ o } y) = P(x) + P(y) - P(x, y)$$

Esto nos dice que es probable que ambos ocurran simultáneamente.

Se dice que un conjunto de eventos es colectivamente exhaustivo cuando todos los eventos posibles están incluidos en este conjunto.

La suma de probabilidades para un conjunto de eventos mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivos es igual a uno.

Nos damos cuenta que en los problemas de toma de decisiones siempre debe suceder algún evento de los considerados dado que la probabilidad es de 1.

Multiplicación de Probabilidades.- la probabilidad conjunta de que ambos eventos, x y y, ocurran es igual a la $P(x)$ por la $P(y/x)$.

$$P(x,y) = P(x).P(y/x)$$

Cuando los eventos son independientes $P(x/y) = P(x)$ tenemos que la $P(x,y) = P(x).P(y)$, la probabilidad de -- que ocurran dos o más eventos independientes es igual al producto de las probabilidades simples de los mismos.

Partición.-- es un proceso através del cual las probabilidades se pueden calcular dividiendo el conjunto de todos los eventos elementales en un número de eventos mutuamente excluyentes.

La probabilidad de un evento se obtiene determinando la probabilidad del evento en cada una de las parti-ciones (eventos mutuamente exclusivos).

Esto es se queremos conocer la $P(x)$, partiendo de - que este valor no se da en el enunciado del problema ni puede calcularse fácilmente, primero dividimos todos los eventos en un número de partes mutuamente excluyentes, -- además X solo puede ocurrir conjuntamente con Y o con Z, por lo tanto.

$$P(x) = P(x,y) + P(x,z)$$

y además conocemos que

$$P(x,y)=P(x/y).P(y)$$

y

$$P(x,z)=P(x/z).P(z)$$

y los valores para los elementos del lado derecho de la igualdad se conocen, finalmente tenemos:

$$P(x)=P(x/y).P(y) + P(x/z).P(z)$$

y como regla general tenemos

$$P(x)=P(x/y_1).P(y_1)+P(x/y_2).P(y_2)+ \dots +P(x/y_n).P(y_n)$$

donde:

X es cualquier evento

y

Y_1, Y_2, \dots, Y_n , forman una partición de todos los eventos pertinentes en un problema, (una división mutuamente excluyente y colectivamente exhaustiva).

Regla de Bayes o Teorema de Bayes.

El teorema de Bayes se utiliza para calcular las probabilidades usadas, para evaluar la información adicional, en otras palabras es un método que puede ser usado para calcular ciertas probabilidades que no se dan en el enunciado original del problema. Por ejemplo:

Se quiere conocer la $P(y/x)$, donde la fórmula de probabilidad condicional es:

$$P(y/x) = \frac{P(x,y)}{P(x)}$$

y además tenemos que ninguna de las probabilidades de la derecha de la igualdad es conocida, pero sabemos que:

$$P(x,y) = P(x/y) \cdot P(y)$$

Y

$$P(x) = P(x/y) \cdot P(y) + P(x/z) \cdot P(z)$$

si sustituimos estos valores en la fórmula para la probabilidad condicional de Y dado X, tendremos:

$$P(y/x) = \frac{P(x/y) \cdot P(y)}{P(x/y) \cdot P(y) + P(x,z) \cdot P(z)}$$

VALOR ESPERADO. ($E(x)$)

El valor esperado es una cantidad que nos sirve para evaluar los eventos, y se calcula multiplicando cada valor de la variable por su probabilidad y sumando todos los productos. Por ejemplo:

$E(x)$ = suma de (valores de X por la probabilidad de estos valores)

$$5 \times 2/3 + 3 \times 1/3 = 13/3$$

$$E(x) = \sum x \cdot P(x)$$

Hay 38 números, del 1 al 38 y apuesto \$ 1,000 pesos a que sale el número 7, si gano me daran \$ 35,000 pesos. Ahora puedo calcular el valor esperado de ganar, $E(G)$ como se muestra a continuación.

Posibles Ganancias

g	$P(G=g)$	$g \cdot P(g)$
+ 35,000	1/38	+\$ 35,000/38
- 1,000	37/38	-\$ 37,000/38
		<u>-\$ 2,000/38</u>

$$E(G) = - \$ 2,000/38$$

$$E(G) = -\$52.63$$

A este valor esperado lo llamaré, Valor Esperado Monetario por estar en función del dinero. VEM (x); pero para una mayor facilidad lo seguire nominando como $E(x)$.

El valor esperado $E(x)$ es el resultado de un promedio y puede ser o no igual al posible resultado.

Hay varias técnicas para llegar a seleccionar la mejor alternativa en un problema de toma de decisiones.

Yo usaré la técnica del criterio del valor esperado monetario en combinación con la técnica de los Árboles de Decisión, siendo este el objetivo de mi estudio.

Mi criterio para la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre, es el de escoger la acción a la que corresponda el mayor beneficio esperado (es decir el mayor VEM.).

PAGOS ESPERADOS Y ANALISIS DE ARBOLES DE DECISIÓN.


¿ Cómo seleccionar un acto ?. Cuando no hay incertidumbre, la respuesta es clara: Seleccionando el acto que resultará con el pago más alto. Pero en eventos con incertidumbre, el acto con el mayor pago de un evento puede tener el pago más bajo que otro acto, para otro evento.


Usaré el criterio del valor esperado como base para la toma de decisiones.


Qué es un árbol de decisión.- es un método gráfico para representar y analizar los problemas de decisión o

simplemente es un diagrama del problema que tiene el decisor.

Los puntos principales del árbol de decisión son:

 - Nudo de decisión, intersecciones o ramificaciones de acción o decisión, y lo represento con nudos cuadrados.

 - Nudo de Incertidumbre, o ramificaciones de incertidumbre de sucesos inciertos, los cuales los represento con nudos redondos.

 - Puntos de Ramificaciones, los represento con líneas en forma de horqueta.

— - Falsa Rama, la represento con una línea recta.

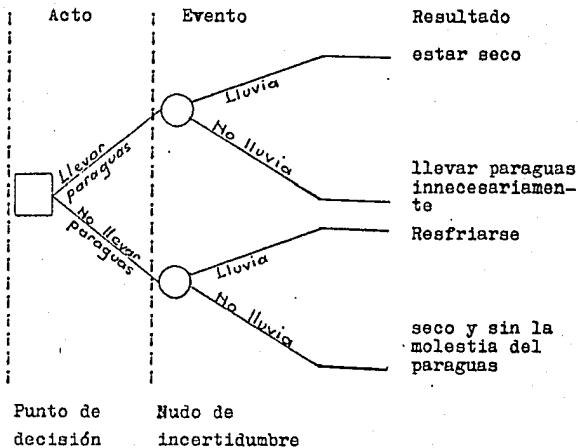
El árbol se desarrolla de izquierda a derecha comenzando primero con un nudo de decisión, seguido de un punto de ramificación y a continuación un nudo de incertidumbre y después un punto de ramificación o una falsa rama, siendo este el formato común.

La estructura de cada árbol va de acuerdo a las necesidades de cada problema.

El tamaño del árbol dependerá de la complejidad del problema.

Para ilustrar el desarrollo del árbol de decisión me basaré en un ejemplo:

Recordemos el problema de llevar o no llevar un paraguas.



Árbol de decisión para el problema de la lluvia.

Un árbol de decisión combinará siempre, elección de acciones con diversos sucesos o resultados de la acción.

Siendo las reglas para formular un árbol las siguientes:

- a) Asignar pagos a los puntos terminales del árbol
- b) Asignar probabilidades a los resultados inciertos
- c) Analizar el árbol de derecha a izquierda

Cabe hacer notar que no solo tendremos un punto de decisión sino que éste variará de acuerdo al tipo de cada problema.

Un diagrama de árbol de decisión, se describe fácilmente y es usado para proyectar un problema de decisión. La representación de un árbol permite usar significativamente arreglos de los elementos de una decisión compleja fuera de las restricciones de un formato tabulado. Estas nuevas ventajas en cuanto al servicio es considerado como una maravilla en la dirección, porque el árbol muestra cada curso de acción, y todos los posibles resultados son fácilmente vistos.

Así de sencilla es la formulación de los problemas de decisión mediante árboles de decisión.

En el siguiente capítulo analizaré un problema de decisión mediante los árboles de decisión, auxiliandome del criterio del valor esperado, y finalmente terminaré este capítulo con el desarrollo de un programa para computadora, para analizar este tipo de problemas y agilizar su análisis y poder estar acorde a los avances de la tecnología.

CAPITULO SEGUNDO

APLICACION A UN PROBLEMA

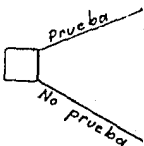
CAPITULO II

APLICACION A UN PROBLEMA

El presidente de una compañía a la que llamaré Grabaciones León S.A. de C.V., tiene un pequeño estudio independiente de grabación, y tiene un solo contrato firmado con un grupo de cuatro personas, al que llamaré Los Tigres, a quien él escucho en un reciente festival de música.

El contrato cubre un álbum sencillo y puede ser extendido por la compañía a 2 años.

El presidente debe decidir si o no se lanza al mercado la grabación. También tiene la opción de realizar una prueba de mercado, antes de lanzar el disco, o lanzar el disco sin la prueba de mercado.



Si decide realizar la prueba se grabarán 5000 discos y serán promovidos regionalmente. Si la prueba resulta favorable, se decide grabar 45,000 discos más.

A pesar del resultado de la prueba de mercado el presidente puede decidir entrar al mercado nacional o no

entrar.

Un éxito en el mercado regional no garantiza un éxito nacional, pero un fracazo es una predicción confiable

Si se decide lanzarse inmediatamente al mercado nacional se grabarán 50,000 discos.

En la figura 1 se muestra el árbol de decisión para este problema.

Las decisiones a tomarse son en dos diferentes puntos, a diferentes tiempos o etapas. La inmediata elección requiere la selección de uno de dos actos: prueba de mercado y no realizar la prueba, estos actos los mostramos como ramas en forma de horqueta, las cuales salen -- del nudo de decisión 'a'.

Suponiendo que la prueba de mercado es seleccionada por el presidente, tenemos que el resultado logrado en la prueba es con incertidumbre, y esto es reflejado por un evento en la horqueta con el nudo de incertidumbre 'b' donde las ramas representan mercado favorable y mercado no favorable como resultado.

A pesar de cual evento ocurra, una nueva decisión es requerida. Lanzarlo al mercado nacional o no competir. Estos actos ocurren un paso después, y las opciones son mostradas como un par de actos en una horqueta, correspondiendo cada uno a diferentes condiciones sobre cual --

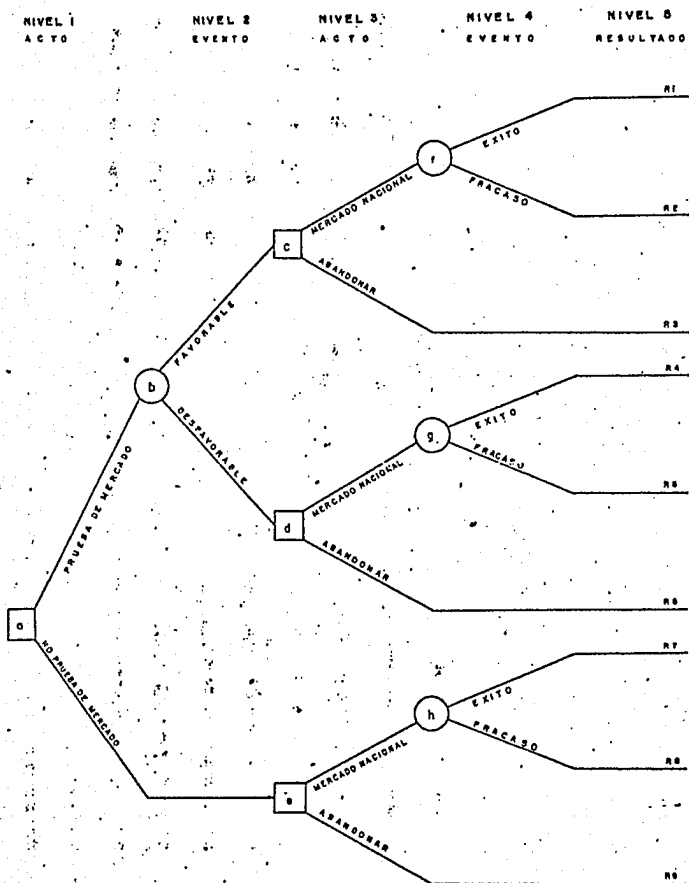
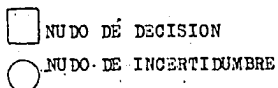


fig. 1



decisión debe ser hecha, en el nudo de decisión 'c', --- cuando la prueba es favorable y en el nudo de decisión - 'd' cuando la prueba es desfavorable.

Si el mercado nacional es seleccionado en cualquiera de los nudos de decisión 'c' o 'd', el éxito o el fracaso de las grabaciones aun son desconocidos, y los posibles eventos son reflejados en el árbol, como ramas en - la horqueta del evento final. En los nudos de incertidumbre 'f' y 'g'.

Si la selección inicial en el nudo de decisión 'a' es no prueba de mercado, una nueva decisión en el punto de decisión 'e' debe ser tomada, si se lanza al mercado nacional o no se còmpite. Como antes, el nudo 'h' refleja los dos eventos con incertidumbre provenientes de la selección del mercado nacional.

La primer trayectoria hacia el nudo 'h' contiene una falsa rama, diagramaticalmente me conviene dejar el e vento y la horqueta del acto en similar forma para aparecer en el mismo paso del problema, esto también permite que todas las trayectorias terminen en un punto común. - Así, todos los actos terminan siguiendo una falsa rama.

Todas las trayectorias principian en la base del árbol en interlíneas hasta la posición final correspondiente a un resultado de decisión.

Cada combinación posible de acto-evento, o trayecto

ria dan un resultado diferente. Por ejemplo R_1 ; representa el resultado de la trayectoria de una combinación del siguiente acto-evento: prueba de mercado, resultado favorable, lanzarlo al mercado nacional y éxito.

El primer paso en el análisis de problemas de decisión es el de obtener pagos para cada resultado.

DETERMINACION DE LOS PAGOS

Los términos del contrato con el grupo Los Tigres es de que se les pagará³ \$ 10,000 pesos si los discos -- son producidos. Si la León dispone mandar grabar los discos le costará por cada orden de grabación un costo fijo de \$ 10,000 peso más \$ 1.50 pesos por cada disco grabado la cubierta del disco, la montada y distribución tienen un costo adicional de \$ 0.50 pesos por disco. El costo total variable por disco es de \$ 2.00 pesos, usando estos datos ahora puedo calcular de inmediato el pago a efectuar, para cada acto en el árbol.

Esto puede ser referido como un flujo de caja parcial.

³ los pagos son valores significativos, para tener una facilidad en el cálculo de los valores esperados.

ACTO	FLUJO DE CAJA PARCIAL 'a'	
Prueba de mercado	Honorarios del grupo	- \$10,000
	Costo fijo por impresión	- \$10,000
	Costo variable de 5,000	
	discos a \$2.00 cada uno	<u>- \$10,000</u>
	Total	- \$30,000
No hay prueba		\$0
Entrar al mercado nacional	Honorarios del grupo	- \$ 10,000
	Costo fijo por impresión	- \$ 10,000
	Costo variable de 50,000	
	discos a \$2.00 cada uno	<u>- \$100,000</u>
	Total	- \$120,000
No hacer nada (no grabar el disco)		\$0

El flujo de caja negativo indica gasto. Mostré cada flujo de caja parcial para la respectiva rama del punto de decisión 'a' y 'e' del árbol. De una manera similar - determinaré el flujo de caja parcial para los actos en - las horquetas de los puntos de decisión 'c' y 'd':

Para el mercado nacional	Costo fijo por impresión	- \$10,000
	Costo variable de 45,000	
	discos a \$2.00 cada uno	<u>- \$90,000</u>
	Total	- \$100,000
Abandonar		\$0

La León recibe \$4.00 pesos por cada disco vendido.-
Ya que los eventos, favorable y desfavorable, e ganan-
cias (éxito) y pérdidas, representan todas las ventas,--

respectivamente, el flujo de caja parcial puede ser obtenido por la multiplicación del número de discos vendidos por 34.00 pesos.

Los flujos de caja parcial para los eventos en la horqueta del nudo de incertidumbre 'b', son los siguientes.

Favorable	5,000 x 4 = \$ 20,000
Desfavorable	\$0
Para los nudos 'f' y 'g' :	
Exito	45,000 x 4 = \$ 180,000
Fracaso	\$0

Mientras que para el nudo de incertidumbre 'h' tengo.

Exito	50,000 x 4 = \$ 200,000
Fracaso	\$0

Los pagos para cada resultado puede ser obtenido -- por la suma de los flujos de caja parcial en las ramas -- de las trayectorias principales, en su posición final.

Así para R_1 Tengo:

a prueba de mercado + b favorable + c mercado nacional + f éxito.

$$-30 + 20 - 100 + 180 = \$70,000. \quad R_1 = \$ 70,000$$

Para R_2 :

a prueba de mercado + b favorable + c mercado nacional + f fracaso.

$$-30 + 20 - 100 + 0 = - \$110,000. \quad R_2 = - \$ 110,000$$

Para R_3 :

a prueba de mercado + b favorable + c abandonar

$$-30 + 20 + 0 = -\$10,000. \quad R_3 = -\$10,000$$

Para R_4 :

a prueba de mercado + b desfavorable + d mercado nacional + g éxito.

$$-30 + 0 - 100 + 180 = \$50,000. \quad R_4 = \$50,000$$

Para R_5 :

a prueba de mercado + b desfavorable + d mercado nacional + g fracaso.

$$-30 + 0 - 100 + 0 = -\$130,000. \quad R_5 = -\$130,000$$

Para R_6 :

a prueba de mercado + b desfavorable + d abandonar.

$$-30 + 0 + 0 = -\$30,000. \quad R_6 = -\$30,000$$

Para R_7 :

a no prueba + e mercado nacional + h éxito.

$$0 - 120 + 200 = \$80,000. \quad R_7 = \$80,000$$

Para R_8 :

a no prueba + e mercado nacional + h fracaso.

$$0 - 120 + 0 = -\$120,000. \quad R_8 = -\$120,000$$

Para R_9 :

a no prueba + e abandono.

$$0 + 0 = \$0. \quad R_9 = \$0$$

ASIGNACION DE PROBABILIDADES A LOS EVENTOS.

La decisión que debemos tomar es la del acto que -- nos produzca el máximo pago esperado.

Los valores de probabilidad deben ser asignados a -- los eventos dentro de la estructura del análisis de deci sión. Supongo que el presidente de la León cree que la -- prueba de mercado resulte favorable y le da una probabi- lidad de 50/100, de modo que la probabilidad de un resul- tado no favorable, es el complemento de está (1-0.50), o también 50/100. Estos valores son colocados entre parén- tesis a lo largo de las ramas del nudo de incertidumbre 'b', ver la fig. 2.

En la asignación de los valores de probabilidad de los eventos de, éxito o fracaso, para el mercado nacio-- nal depende del punto de vista del presidente.

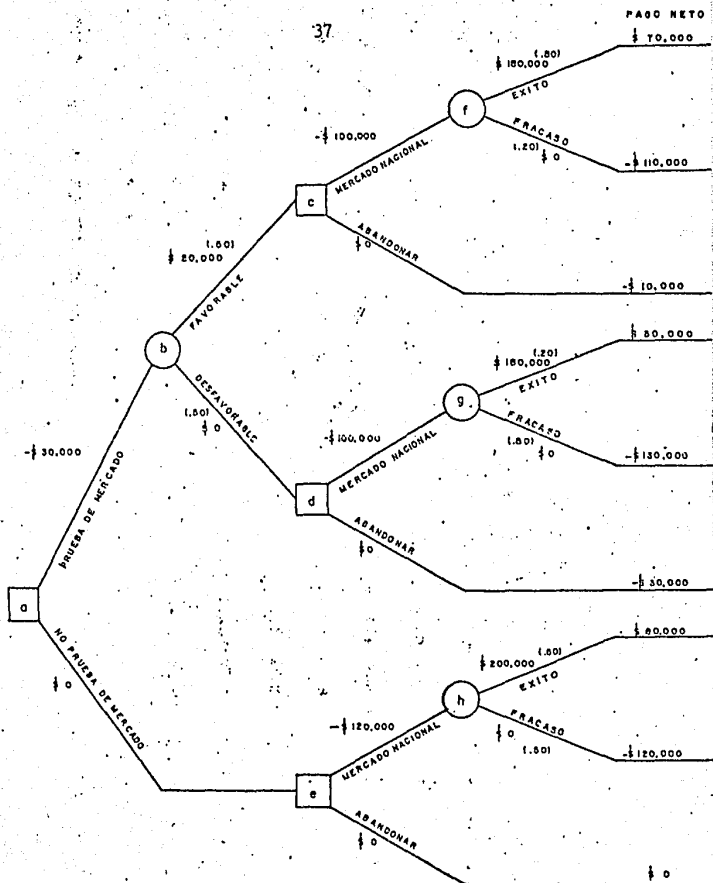
Si esperamos no hacer la prueba, la probabilidad de un éxito, es a juicio del presidente, de un 50/100, y de un fracaso también de un 50/100.

Un resultado favorable de la prueba demuestra que -- hay interés por los discos, en una parte del mercado re- gional, de modo que la probabilidad de éxito en el merca- do nacional es a su criterio, muy alta, 80/100; esta es una probabilidad condicional, donde el evento dado es u- na prueba favorable. Igualmente una prueba desfavorable probablemente sea precursora de un fracaso nacionalmente

de modo que la probabilidad condicional de un éxito a su juicio es de 20/100.

Estos valores de probabilidad son colocados sobre las ramas, para los eventos pertenecientes a las horquetas del diagrama de decisiones, para el nudo 'f', 0.80 para éxito y 0.20 para un fracaso; en el nudo 'g', 0.20 para un éxito y 0.80 para un fracaso; y en el nudo 'h' - 0.50 para éxito y 0.50 para un fracaso.

Hago notar que es una coincidencia que la probabilidad de triunfo en el mercado nacional, dado un resultado desfavorable en la prueba de mercado sea igual a la probabilidad de un fracaso en el mercado nacional después de un resultado favorable de la prueba. La decisión a tomar podría tener otro valor, si se asigna una probabilidad de 30/100 de éxito en el mercado nacional, dado un resultado desfavorable en la región.



AVANCE HACIA ATRAS.

Ahora estoy listo para el siguiente paso en el análisis del problema de decisión de la León: la comparación de las consecuencias (resultados) de los diferentes cursos de acción. Y para poder analizar las consecuencias, usaré el concepto del avance hacia atrás.

La primera decisión a tomar es la de seleccionar un acto en el punto de decisión 'a'. El primer acto que analizaré es el de la prueba de mercado, y tengo la siguiente pregunta, ¿cuál es el mejor pago esperado para este acto?, si vemos la fig. 2, veremos los seis resultados posibles del R_1 al R_6 que se tienen para este acto.

¿Cómo puedo trasladar los pagos correspondientes como un valor esperado?. Esto no es posible sin el análisis de los actos de los nudos de decisión 'c' y 'd' que también pueden ser escogidos.

En general, "es imposible evaluar inmediatamente un acto sin considerar primero todas las decisiones que pueden resultar después, de esta elección".

Así, para conocer el valor esperado para el acto, - prueba de mercado. La primera decisión que el presidente debe tomar es la de entrar al mercado nacional o la de abandonar, si la prueba de mercado es favorable o desfavorable.

En general tenemos que las evaluaciones deben ser hechas, en reversa, en una secuencia cronológica natural es decir del final hacia el principio, y a este concepto se le llama Avance Hacia Atrás.

Consideremos un acto del punto de decisión 'c'. Si el presidente decide entrar al mercado nacional, primero debe calcular el valor monetario esperado del nudo de incertidumbre 'f', con una probabilidad de 0.80 y con un pago neto de \$70,000 para el éxito y con una probabilidad de 0.20 y con un pago neto de -\$110,000 para el fracaso.

Este pago esperado puede ser determinado de la siguiente forma:

$$.80 \times 70 + .20 \times (-) 110 = \$34,000$$

Este resultado es colocado en el diagrama sobre el nudo 'f'. Ver la fig. 3.

El siguiente paso a dar es el de decidir en el nudo 'c', si se entra al mercado nacional o se abandona, en este nudo solamente se comparan los valores esperados para cada acto y se selecciona el de mayor valor y así tenemos, que para el acto; mercado nacional el valor esperado es de \$34,000 y para el acto abandonar el valor esperado es de -\$10,000, así que el presidente decide entrar al mercado nacional, y este resultado se anota sobre el nudo 'c'.

Y así sucesivamente se sigue calculando el valor esperado para cada nudo de incertidumbre y decidiendo para cada nudo de decisión, a continuación se calculan los valores esperados restantes.

Para el nudo 'g'

$$.20 \times 50 + .80 \times (-)130 = -\$94,000$$

Para el nudo 'd'

Mercado nacional -\$94,000

Abandonar -\$30,000

Por lo cual se decide Abandonar.

Para el nudo 'h'

$$.50 \times 80 + .50 \times (-)120 = -\$20,000$$

Para el nudo 'e'

Mercado nacional -\$20,000

Abandonar \$0.

Por lo cual se decide Abandonar.

Para el nudo 'b'

$$.50 \times 34 + .50 \times (-)30 = \$2,000$$

Y finalmente para el nudo 'a'

Prueba de mercado \$2,000

No prueba de mercado \$0

Por lo cual se decide realizar la prueba.

Y así el presidente de la León, decide realizar la prueba de mercado, donde:

Si la prueba de mercado es favorable él debe decidir entrar al mercado nacional.

Y si la prueba no es favorable él debe decidir abandonar las grabaciones.

Este resultado lo podemos ver más fácilmente en el diagrama de la fig. 3.

Cabe hacer notar que en los nudos de decisión, las ramas que son eliminadas, las cruza con dos rayas. Esto lo podemos ver en la fig. 3.

En las fig. 4 y 5, vemos la reducción, de ramas y nudos, eliminados conforme se avanza en el análisis del problema.

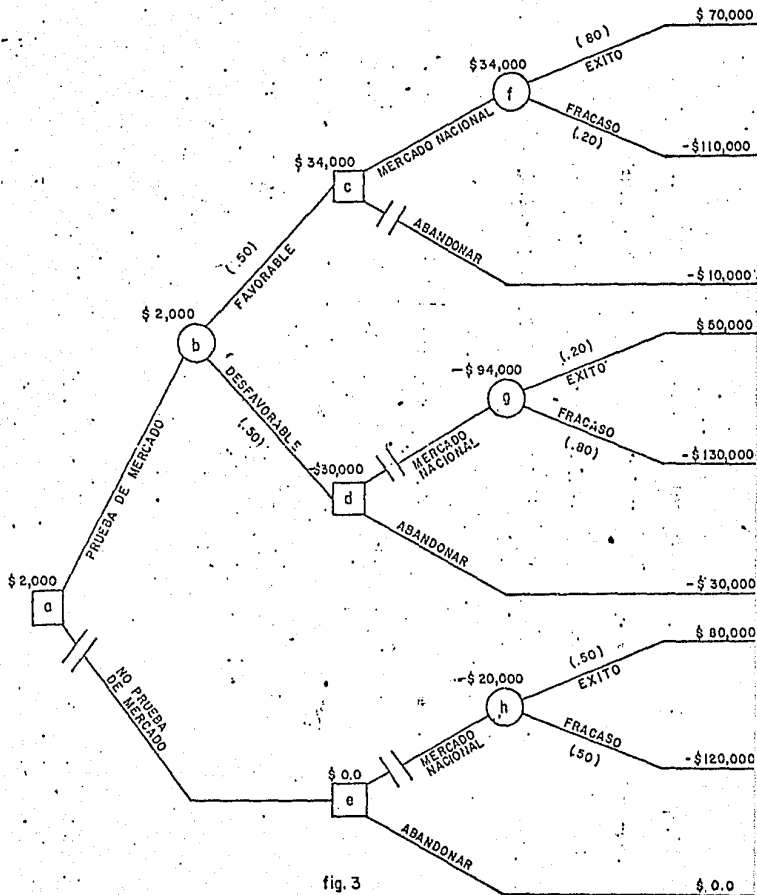


fig. 3

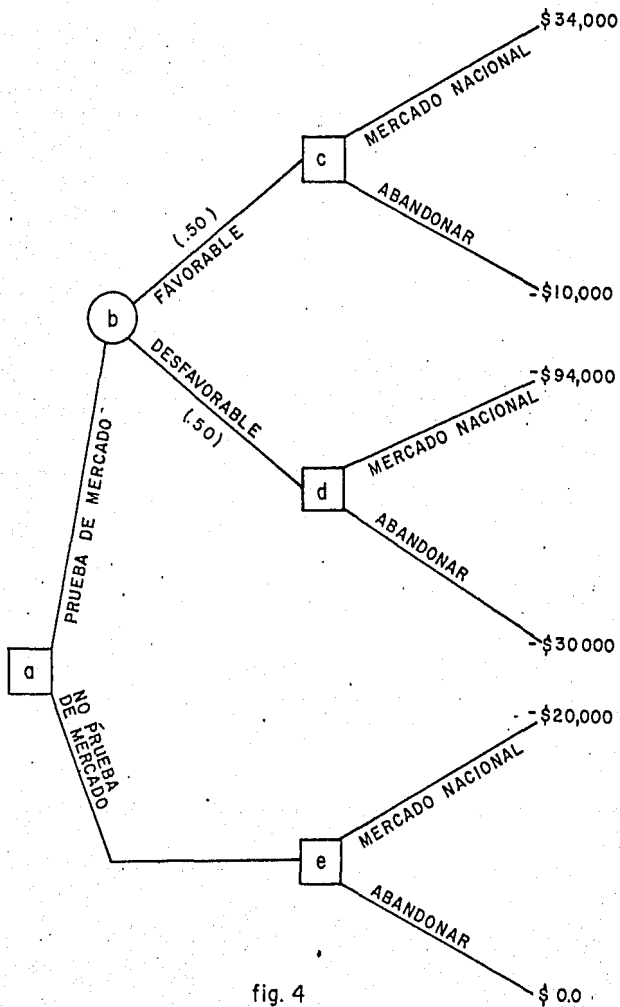


fig. 4

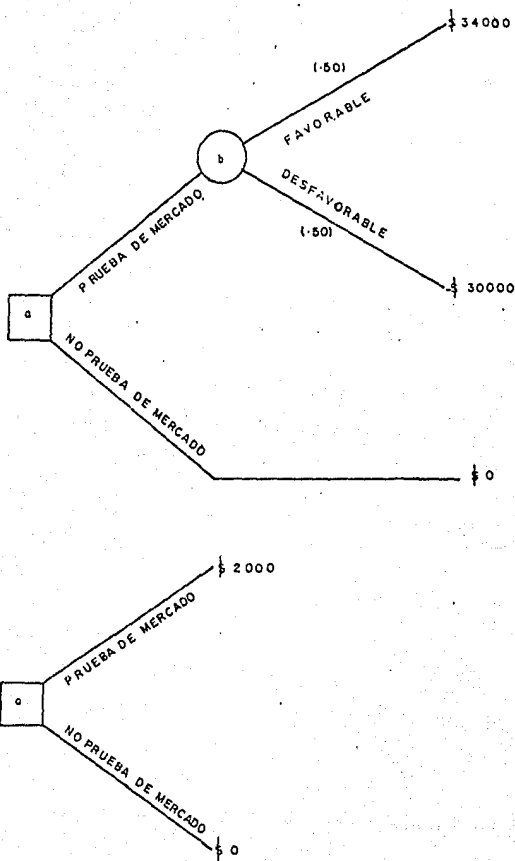


FIG. 5

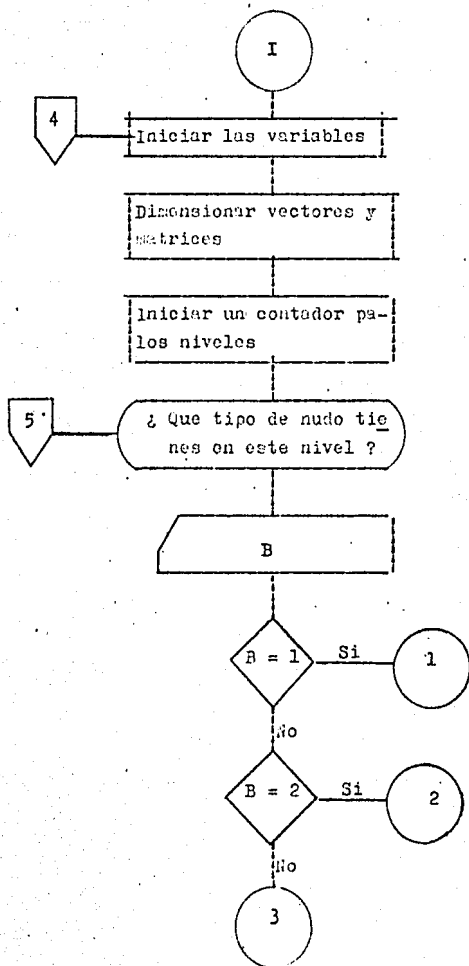


Diagrama de flujo del programa TESIS1.

fig. 6

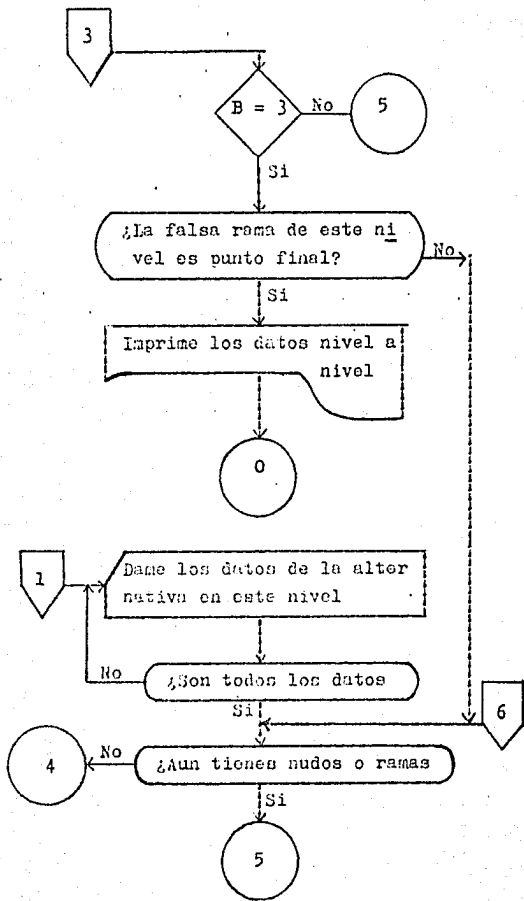


fig. 6a

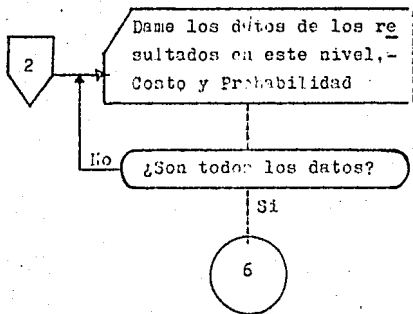


fig. 6b

" TESIS I "

Este programa nos ayuda a construir el diagrama de árbol del problema a analizar.

Cuando aparezcan en la pantalla los siguientes mensajes:

EN EL NIVEL X TIENES ND (1); NI (2); FR (3)

Debemos de teclear el # que corresponda al tipo de nudo que se tenga.

Teclear 1 si tenemos nudo de decisión

" 2 " " " " incertidumbre

" 3 " " una falsa rama.

CUANTAS ALTERNATIVAS TIENES EN EL NIVEL X

Siempre que se trate de nudos de decisión, se trabajara con alternativas, y daremos el # de alternativas -- que se tengan por cada nudo, iniciando del nudo superior al inferior.

DAME LOS DATOS QUE TENGAS EN LA ALTERNATIVA X

Unicamente daremos los costos que se tengan en determinado nivel y nudo por nudo.

AUN TIENES NUDOS O RAMAS; SI (1); NO (0)

Si en el nivel que se esta trabajando aun tenemos nudos teclear 1 y si ya no se tienen más nudos teclear 0

CUANTOS RESULTADOS TIENES EN EL NIVEL X

Siempre que se trate de nudos de incertidumbre, se trabajara con resultados, y daremos el número de resulta

dos que setengan por cada nudo, iniciando del nudo superior al inferior.

DAME LOS DATOS QUE TENGAS EN EL RESULTADO X

Primero daremos el costo y despues la probabilidad

LA FALSA RAMA DEL NIVEL X ES PUNTO FINAL SI (1); --

NO (0)

Si la falsa rama es punto final teclear 1 y si es -
punto final un 0

CUANTAS RAMAS TIENES EN EL NIVEL X

Este mensaje aparecera despues de teclear un 1 en -
el mensaje anterior, y debemos de contar el # de ramas -
existentes en el último nivel, tecleando este número.

PARA CONTINUAR TECLEA UN (1)

Hay que teclear el # 1

Una vez que se le han dado todos los datos, aparece
ran en pantalla los costos del problema nivel por nivel
y de arriba hacia abajo.

Despues nos dara las probabilidades en igual forma.

LISTADO DEL PROGRAMA:

TESIS1

" TESIS1 "

```
10 CLS
20 REM ESTE PROGRAMA ES PARA ANALIZAR PROBLEMAS DE TOMA
    DE DECISIONES CON INCERTIDUMBRE
40 PRINT"ESTE PROGRAMA ES PARA AYUDAR A CONSTRUIR NUES-
    TRO DIAGRAMA DE ARBOL DEL PROBLEMA A ANALIZAR"
50 PRINT"PARA REALIZAR LOS CALCULOS NOS AUXILIAMOS DEL
    PROGRAMA (TESIS)"
60 PRINT"ND = NUDO DE DECISION; NI = NUDO DE INCERTIDUM
    BRE; FR = FALSA RAMA"
70 INPUT"PARA CONTINUAR TECLEA (1)";E
80 IF E=0 GOTO 820
90 DIM D(50,50)
100 DIM L(50,50)
110 C=0:E=0:F=0:G=0:M=0
120 A=A+1
130 CLS
140 PRINT"EN EL NIVEL";A;"TIENES ND (1);NI (2);FR (3)"
150 INPUT B
160 IF B=1 GOTO 190
170 IF B=2 GOTO 320
180 IF B=3 GOTO 420
```

```
190 CLS
200 PRINT"CUANTAS ALTERNATIVAS TIENES EN EL NIVEL";A
210 INPUT B
220 B=B+C
230 IF B<=1 GOTO 840
240 C=C+1
250 GOSUB 1000
260 IF C=B GOTO 230
270 GOTO 240
280 CLS
290 INPUT"AUN TIENES NUDOS O RAMAS SI (1);NO (0)";H
300 IF H=0 GOTO 110
310 GOTO 130
320 CLS
330 PRINT"CUANTOS RESULTADOS TIENES EN EL NIVEL";A
340 INPUT B
350 M=M+1
360 C=C+1
370 GOSUB 2000
380 IF C=B GOTO 290
390 IF B>C GOTO 410
400 B=B+C-1
```



```
410 GOTO 350
420 CLS
430 PRINT"LA FALSA RAMA DEL NIVEL";A;"ES PUNTO FINAL:
      SI (1); NO (0)"
440 INPUT B
450 IF B=1 GOTO 490
460 C=C+1
470 GOSUB 2000
480 GOTO 280
490 CLS
500 A4=0
510 A4=A-1
520 PRINT"CUANTAS RAMAS TIENES EN EL NIVEL";A4
530 INPUT Q
540 CLS
550 PRINT"TIENES";Q;"FALSAS RAMAS EN EL NIVEL";A;"Y";Q;
      "RESULTADOS"
560 A1=0:C1=0
570 A1=A1+1
580 IF A1=A GOTO 690
590 PRINT"COSTOS DEL PROBLEMA EN EL NIVEL";A1
600 C1=0
610 C1=C1+1
```

```
620 PRINT D(C1,A1),
630 IF C1=Q GOTO 650
640 GOTO 610
650 INPUT"PARA CONTINUAR TECLEA UN (1)";E
660 IF E=0 GOTO 820
670 CLS
680 GOTO 570
690 A1=0:C1=0
700 A1=A1+1
710 IF A1=A GOTO 820
720 PRINT"PROBABILIDADES DEL PROBLEMA EN EL NIVEL";A1
730 C1=0
740 C1=C1+1
750 PRINT L(C1,A1),
760 IF C1=Q GOTO 780
770 GOTO 740
780 INPUT"TECLEA UN (1) PARA CONTINUAR";E
790 IF E=0 GOTO 820
800 CLS
810 GOTO 700
820 PRINT"TERMINAMOS: AHORA BUSCA EL PROGRAMA (TESIS)"
830 END
```

```
840 PRINT"NO ES POSIBLE EL ANALISIS POR NO CONTAR CON UN  
MINIMO DE DOS ALTERNATIVAS"
```

```
850 GOTO 830
```

```
1000 REM SUBROUTINA DE ALTERNATIVAS
```

```
1010 CLS
```

```
1020 PRINT"DAME LOS DATOS QUE TENGAS AN LA ALTERNATIVA";C
```

```
1030 INPUT D(C,A)
```

```
1040 RETURN
```

```
2000 REM SUBROUTINA DE RESULTADOS
```

```
2010 CLS
```

```
2020 PRINT"DAME LOS DATOS QUE TENGAS EN EL RESULTADO";C
```

```
2030 INPUT"COSTO"; D(C,A)
```

```
2040 INPUT"PROBABILIDAD"; L(C,A)
```

```
2050 RETURN
```

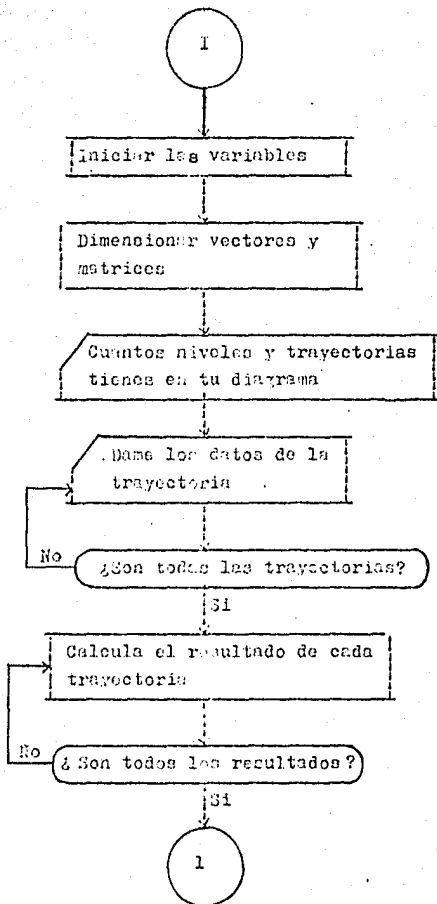


Diagrama de flujo del programa "TESIS"
fig. 7

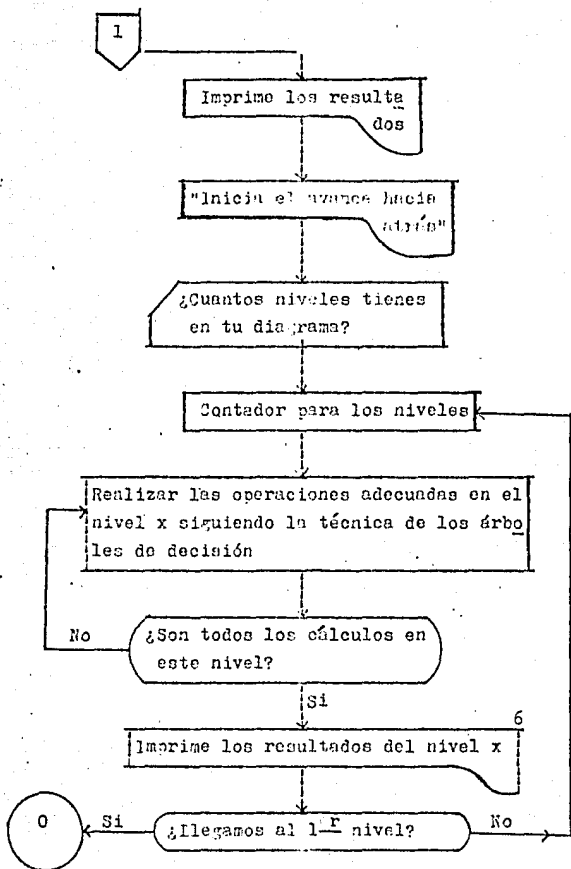


fig. 7a

" TESIS "

Este programa calcula la mejor alternativa en problemas de toma de decisiones con incertidumbre.

Cuando en la pantalla aparezcan los siguientes mensajes:

CUANTOS NIVELES TIENES EN TU DIAGRAMA

Alimentar el # de niveles; donde el primer nudo lo contamos como nivel 1 y las ramas de los resultados finales como el último nivel.

CUANTOS RESULTADOS O TRAYECTORIAS TIENES EN TU DIAGRAMA

Alimentar el # de todas las trayectorias posibles para llegar al primer nudo.

DAME LOS DATOS DE LA TRAYECTORIA X

Alimentaremos todos los datos de cada trayectoria una por una, únicamente costos. Recordemos que los valores de la falsa rama son cero (0)

Al terminar de alimentar todas las trayectorias, aparecerán sus resultados respectivos.

INICIA EL AVANCE HACIA ATRAS

Únicamente es un mensaje y nos da a entender que a partir de este momento todos los datos que nos pida los daremos de derecha a izquierda y de arriba hacia abajo.

EN EL NIVEL X HAY PROBABILIDADES SI (1); NO (0)

Teclrear un 1 si en el nivel x hay nudos de incerti-

dumbre y un 0 si hay nudos de decisión.

LA SIGUIENTE PROBABILIDAD ES DE UN MISMO SI SI (1);
NO (0)

Si tecleamos un 1 nos pedira la probabilidad, la --
cual la daremos nudo por nudo hasta que se terminen en -
el mismo nivel.

AUN TIENES PROBABILIDADES SI (1); NO (0)

Si tecleamos un 1 aparecera el mensaje anterior

Y si tecleamos un 0 es porque en este nivel ya no -
tenemos probabilidades, y apareceran en pantalla los re-
sultados de cada nudo de incertidumbre y falsa rama en -
este nivel.

CUANTOS N.D. TIENES EN EL NIVEL X

Alimentar el # de nudos de decisión en el nivel X

CUANTAS FR TIENES EN EL NIVEL X

Alimentar el # de falsas ramas que se tengan en el
nivel X.

CUANTAS RAMAS TIENES EN EL ND o FR Y

Alimentar el # de alternativas que se tengan en ca-
da nudo de decisión de arriba hacia abajo.

Alterinar de alimentar estos datos apareceran los
resultados de cada nudo de decisión y falsa rama en ese
nivel.

TE EQUIVOCASTE EN TUS PROBABILIDADES

Aparecera en pantalla el siguiente mensaje:

EN EL NIVEL X HAY PROBABILIDADES SI (1); NO (0)

Regresando al mismo nivel del error.

TECLEA UN (1) PARA CONTINUAR

Teclar el # 1.

" TESIS "

```
10 CLS
20 REM PROGRAMA PARA CALCULAR LA MEJOR ALTERNATIVA EN --
    PROBLEMAS DE TOMA DE DECISIONES CON INCERTIDUMBRE
30 PRINT"CALCULO DE LA MEJOR ALTERNATIVA EN PROBLEMAS DE
    TOMA DE DECISIONES CON INCERTIDUMBRE"
40 PRINT"ND = NUDO DE DECISION; NI = NUDO DE INCERTIDUM-
    BRE; FR = FALSA RAMA"
50 PRINT"LOS DATOS LOS DAREMOS DE DERECHA A IZQUIERDA Y
    DE ARRIBA HACIA ABAJO SIGUIENDO TODAS LAS TRAYECTORIAS
    POSIBLES"
60 PRINT"RECOMIENDO IR COPIANDO TODOS LOS RESULTADOS E -
    IR COLOCANDOLOS EN SU RESPECTIVO LUGAR EN EL DIAGRAMA
    DE ARBOL"
70 INPUT"CUANTOS NIVELES TIENES EN TU DIAGRAMA";A1
80 A2=A1-1
85 CLS
90 INPUT"CUANTOS RESULTADOS O TRAYECTORIAS TIENES EN TU
    DIAGRAMA";Q
100 CLS
110 DIM D(50,50)
120 DIM R(50)
```

```
130 DIM H1(50)
140 DIM W2(50)
150 X=0:B=0:A=0:R(A)=0
160 X=X+1
170 CLS
180 PRINT"DAME LOS DATOS DE LA TRAYECTORIA";X
190 B=0
200 B=B+1
210 INPUT D(X,B)
220 IF B=A2 GOTO 240
230 GOTO 200
240 IF X=Q GOTO 260
250 GOTO 160
260 CLS
270 A=A+1
280 C=0
290 C=C+1
300 R(A)=D(A,C)+R(A)
310 IF C=A2 GOTO 330
320 GOTO 290
330 PRINT"EL RESULTADO DE LA TRAYECTORIA";A;" = 3 ";R(A)
340 IF A=Q GOTO 360
```

```
350 GOTO 270
360 INPUT"TECLEA UN (1) PARA CONTINUAR";E
370 IF E=0 GOTO 3500
380 CLS
390 PRINT"INICIA EL AVANCE HACIA ATRAS"
400 INPUT"TECLEA UN (1) PARA CONTINUAR";E
410 IF E=0 GOTO 3500
420 CLS
430 A=A1
440 A=A-1
450 IF A=0 GOTO 3500
460 CLS
470 PRINT"EN EL NIVEL";A;"HAY PROBABILIDADES SI(1); NO(0)"
480 INPUT E
490 Y=1:I=0:Z1=0:H1(1)=0:G=0
500 IF E=1 GOTO 540
510 IF E=0 GOTO 900
520 Y=Y+1
530 CLS
540 INPUT"LA SIGUIENTE PROBABILIDAD ES DE UN MISMO NI
SI (1); NO (0)";E
550 IF E=1 GOTO 570
```

```
560 IF E=0 GOTO 720
570 L=L+1
580 CLS
590 INPUT"DAME LA PROBABILIDAD";F
600 IF F=0 GOTO 700
610 G=F+G
620 H=F*R(L)
630 H1(Y)=H1(Y)+H
640 CLS
650 GOTO 540
660 CLS
670 INPUT"AUN TIENES PROBABILIDADES SI (1); NO (0)";E
690 IF E=1 GOTO 520
690 IF E=0 GOTO 800
700 H1(Y)=R(L)
710 GOTO 760
720 IF G=1 GOTO 760
730 CLS
740 PRINT"TIENES UN ERROR EN TUS PROBABILIDADES"
750 GOTO 470
760 G=0
770 Z1=Z1+1
```

```
780 R(Z1)=H1(Y)
790 GOTO 660
800 Z=0
810 CLS
820 PRINT"RESULTADOS DE LOS NI y FR DEL NIVEL";A
830 Z=Z+1
840 PRINT"RESULTADO EN";Z;" = $ ";R(Z)
850 IF Z=Y GOTO 870
860 GOTO 830
870 INPUT"TECLEA UN (1) PARA CONTINUAR";E
880 IF E=0 GOTO 3500
890 GOTO 440
900 REM COMPARACION DE ALTERNATIVAS
910 CLS
920 PRINT"CUANTOS ND TIENES EN EL NIVEL";A
930 INPUT K1
940 PRINT"CUANTAS FR TIENES EN EL NIVEL";A
950 INPUT K2
960 CLS
970 M=K1+K2
980 M1=0:E2=0
990 M1=M1+1
```

```
1010 PRINT"CUANTAS RAMAS TIENES EN EL ND o FR";M1
1020 INPUT E
1030 Z=1
1040 E2=E2+1
1050 W2(Z)=R(E2)
1060 Z=Z+1
1070 IF Z<=E GOTO 1040
1080 K=1
1090 Z2=W2(K)
1100 IF K<E GOTO 1150
1110 CLS
1120 R(M1)=Z2
1130 IF M=M1 GOTO 1180
1140 GOTO 990
1150 K=K+1
1160 IF Z2<W2(K) GOTO 1090
1170 GOTO 1100
1180 Z5=0
1190 CLS
1200 PRINT"RESULTADOS DE LOS ND y FR DEL NIVEL";A
1210 Z5=Z5+1
```

1220 PRINT"RESULTADO EN";Z5;" = \$ ";R(Z5)

1230 IF Z5=M GOTO 1250

1240 GOTO 1210

1250 INPUT"TECLEA UN (1) PARA CONTINJAR";E

1260 IF E=0 GOTO 3500

1270 GOTO 440

3500 PRINT"TERMINO EL ANALISIS"

3510 END

CONCLUSIONES.

"Nadie puede quitar de sus hombros el peso de la decisión final. Pero será más liviano entre mayor sea su conocimiento acerca de como son las cosas." IBM.

CONCLUSIONES

En el presente estudio se ha tratado de dar los lineamientos básicos para la toma de decisiones, a través de los árboles de decisión, en ningún momento se ha tratado de abarcar, en si, todo lo relacionado a la toma de decisiones, ya que ello implicaría un estudio mucho más completo.

El punto más fuerte de la teoría de la decisión reside en su capacidad para estructurar y analizar sistemáticamente situaciones decisorias muy complejas.

Proporcionando las técnicas específicas para el tratamiento de diversos problemas. Siendo el concepto básico fundamental el de tomar las consecuencias asociadas - como una acción, determinar las probabilidades de los diversos eventos inciertos, y combinar estos dos conjuntos de cantidades para llegar a la mejor decisión.

Para tener una buena decisión debemos evitar:

- a) las restricciones imaginarias,
- b) favoritismo hacia una alternativa,
- c) usar suposiciones en lugar de información,
- d) considerar solo el lado positivo de una alternativa.

El árbol de decisión resulta útil para mostrar las formas en que se puede llegar a los diversos resultados posibles; en decisiones complejas el árbol de decisión -

es, frecuentemente, un procedimiento mucho más claro de presentar la información relevante.

La incertidumbre de estos tiempos ha obligado a la unión del ejecutivo que toma decisiones y al analista de sistemas a formar una sola persona. Esta mezcla de razonamiento, con la precisión matemática respaldada por el poder de la computadora, ha llevado a la planeación y a la conducta de los negocios a un elevado grado de entendimiento.

Para el ejecutivo tomar decisiones, generalmente se lo requiere una pequeña fracción de su tiempo, siguiendo un proceso sistemático con elementos claramente definidos y siguiendo una secuencia precisa.

Hay decisiones muy complejas en las que el criterio del ejecutivo es importante, pero para las cuales necesita grandes cantidades de datos y para ello requiere usar la computadora.

El beneficio más importante del cálculo de costos por computadora es que el ejecutivo puede probar diversas ideas en poco tiempo.

Por más que trate de dejar a un lado la intuición me he dado cuenta de que esto es imposible mientras estamos analizando problemas de decisión con incertidumbre ya que para el análisis de estos problemas requerimos de la probabilidad subjetiva.

Pero una buena combinación, del razonamiento, con - todas las técnicas de análisis y además con la ayuda de la computación, es posible eliminar al mínimo, el riesgo de tomar una decisión equivocada.

Pero aunque usemos todas las técnicas modernas, no por esto tenemos el triunfo asegurado.

Finalmente invito a todas las personas a que continuen con este estudio, ya que hay muchas técnicas, que - en combinación con los árboles de decisión y la computación, nos ayudaran a llegar a una mejor decisión.

Y además los invito a que mejoren los programas desarrollados en este estudio, porque como se daran cuenta estos programas son para analizar cualquier tipo de problemas de decisión con incertidumbre por el método de árboles de decisión en combinación con el valor esperado.

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Raiffa Howard.- Análisis de la Decisión Empresarial. 1a.ed. Editorial Fondo Educativo Interamericano.México 1978.
- 2.- Jones Morgan J.- Introducción a la Teoría de decisiones.1a.ed. Editorial Representaciones y Servicios de Ingeniería. México 1979
- 3.- Acosta Flores J.- Teoría de Decisiones en el Sector Publico y en la Empresa Privada.1a.ed. Editorial Representaciones y Servicios de Ingeniería.México 1977
- 4.- Spurr A. William y Bonini P. Charles.- Toma de Decisiones en Administración Mediante Metodos Estadísticos.1a.ed. Editorial Limusa.México 1980.
- 5.- Lapin Lawrence.- Statistics for Modern Business Decisions.2a.ed. Editorial Harcourt Brace Jovanovich.USA 1976.
- 6.- Kepner y Tregoe.- El Directivo Racional.1a.ed. Editorial Mc Graw Hill.México 1977.
- 7.- Kepner y Tregoe.- Análisis de Problemas y Toma de Decisiones.
- 8.- Naylor, Balintfy, Burdick y Kong Chu.- Técnicas de simulación en Computadoras.1a.ed. Editorial Limusa. México 1980.
- 9.- Gordon B. Davis.- Computer Data Processing.2a.ed. Editorial Mc Graw Hill.USA 1973.

- 10.- Forsythe, Keenan, Organick y Stenberg.- Lenguajes - de Diagramas de Flujo.la.ed. Editorial Limusa.México 1979.

PUBLICACIONES.

- 1.- Biblioteca Harvard de Administración de Empresas. No 11. Arboles de Decisión para la Toma de Decisiones.- Publicaciones Ejecutivas de México. México 1973.
- 2.- Biblioteca Harvard de Administración de Empresas. No 84. Decisiones Mejores Utilizando la Teoría de la -- Preferencia. Publicaciones Ejecutivas de México. México 1975.
- 3.- Biblioteca Harvard de Administración de Empresas. No 116. Marco para las Decisiones Financieras. Publicaciones Ejecutivas de México. México 1976.
- 4.- Biblioteca Harvard de Administración De empresas. No 157. Análisis de Sistemas para la Toma de decisiones Publicaciones Ejecutivas de México. México 1977.
- 5.- Biblioteca Harvard de Administración de Empresas. No 214. Costos Terminales: un Método para Mejorar sus - Decisiones. Publicaciones Ejecutivas de México. México 1978.
- 6.- Biblioteca Harvard de Administración de Empresas. No 240. La Decisión Efectiva. Publicaciones Ejecutivas de México.