970115

29, 27

ESCUELA DE INGENIERIA

Guadalajara, Jal., 27 de Octubre de 1980.

Al Pasante de
Ingeniero Civil
Sr. Alejandro Genaro Urquieta Rojas
P r e s e n t e .

En contestación a su solicitud de fecha 2 de Octubre del presente año, me es grato informarle que la Comisión de Tesis que me honro en presidir, aprobó como tema que usted deberá desarrollar - para su examen de Ingeniero Civil, el que a continuación transcribo:

"ASESORIA DEL INGENIERO CIVIL A INVERSIONISTAS EN CONSTRUCCION DE BIENES INMUEBLES".

I.- INTRODUCCION.

II.- IMPORTANCIA DE TOMAR UNA DECISION AL INVERTIR UN CAPITAL.

III.- ESTUDIO DE MERCADO.

IV.- ANALISIS DE LA OFERTA.

V.- DECISION EN CASO DE CERTIDUMBRE.

VI.- DECISION EN CASO DE RIEGO.

VII.- DECISION EN CASO DE INCERTIDUMBRE.

VIII.- APLICACION AL PROBLEMA:

Disyuntiva entre construir casas-habitación o edificios departamentales, para venta, en el fraccionamiento Jardines del Moral, León, Gto.

CONCLUSION.

BIBLIOGRAFIA.

Ruego a usted tomar nota que la copia fotografiada del presente oficio, deberá ser incluída en los preliminares de todo ejemplar de su Tesis.

A t e n t a m e n t e .
"CIENCIA Y LIBERTAD"

Ing. Luis Jorge Aguilera Casillas.
Director.

U N I V E R S I D A D A U T O N O M A D E G U A D A L A J A R A
AV. PATRIA 1201 — LOMAS DEL VALLE 3ra. SECCION — APDO. POSTAL 1-440
DIRECCION CABLEGRAFICA: UAG GUADALAJARA — GUADALAJARA, JALISCO, MEXICO

C A P I T U L O   I

INTRODUCCION

La construcción de bienes inmuebles es una de las tareas indispensables para la supervivencia y desarrollo de los pueblos, y su -- importancia salta a la vista; la vivienda, la fábrica, el camino, el vaso de almacenamiento, etc.

La mayoría de estos bienes forman parte de la infraestructura, huelga describir su importancia sobre todo en un país en pleno crecimiento como el nuestro; donde es tanta la demanda de infraestructura que se están invirtiendo grandes capitales en la construcción, aún - cuando algunos inversionistas desconocen dicho campo.

Para estos inversionistas, la construcción es una buena fuente de ingresos, para otros es un paso importante y necesario si desean alcanzar determinadas metas. De hecho éllos tienen el capital y lo - van a invertir; ahora necesitan personal capacitado que los asesore y oriente para el buen funcionamiento de la empresa, en especial -- de alguien que los ayude a elegir los mejores proyectos, oportunidades, mercados, etc., en el afán de conseguir óptimos resultados.

El Ingeniero Civil encaja bien en este asunto: a partir de --- datos, estadísticas y probabilidades se puede llegar a la mejor --- elección, a la posible mejor opción, o en caso emergente a la que -

acarrée menor pérdida. O bien, ayudado por la experiencia, por el -- conocimiento de la materia en tareas como interpretación de planos, - conciente supervisión de obra, posibilidad de ahorros, mejoramiento de sistemas y algunas más con el fin de preveer las consecuencias, buenas o malas, pero que afectarán la inversión.

A partir de estos antecedentes realizo el presente trabajo teniendo en cuenta y señalando algunos aspectos importantes de mercadotecnia relacionados con el tema; y ante todo con una muy clara -- intención: Describir técnicas de Toma de decisiones orientadas hacia el individuo que tiene el poder de tomar decisiones importantes dentro del campo de la construcción, ya sea en organismos privados o - públicos, pero que afectan a nuestra sociedad.

C A P I T U L O   II

IMPORTANCIA DE TOMAR UNA DECISION AL INVERTIR UN CAPITAL

I.- ¿ QUE ES LA TOMA DE DECISIONES ?

La decisión es la conclusión de un proceso de análisis que llevará a una asignación irrevocable de recursos para seguir un determinado curso de acción por parte de la persona que decide.

En general las características que presenta cualquier problema de toma de decisiones son las siguientes:

a) Hay una persona responsable de la toma de decisiones, que tiene sus objetivos propios, los cuales pueden ser más o menos especificados de antemano.

b) Hay un conjunto de diversos cursos de acción factibles de los cuales la persona que decide escogerá el más adecuado.

c) Existe el contexto del problema, el cual puede ser definido por un cierto conjunto de situaciones imposibles de controlar por el decisionista, por ejem: inflación.

d) 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 de la naturaleza.

e) Existe un cierto grado de incertidumbre relacionado con el acto de escoger la alternativa más conveniente; o sea, en la mayoría de los casos, la persona que decide no tiene una noción precisa acerca de cuáles pueden ser los resultados asociados con un curso de acción elegido.

El problema se resume a escoger la proposición más conveniente, por esto es muy importante reconocer que las decisiones deben tomarse entre alternativas.

El análisis de la decisión, la evaluación ecónomica de todas las alternativas que se tienen a la mano, es una de las últimas fases de todo un estudio completo para el cual tiene que recopilarse mucha información: recursos, necesidades, precios y costos, etc., tiene relevancia porque influye en la información respecto a erogaciones y percepciones de cada una de las proposiciones.

Es importante identificar y delimitar cada alternativa viable de resolver el problema, así como cuantificar con la mayor precisión posible, todos sus méritos y deméritos.

Una decisión que siempre se podrá tomar será la de no hacer nada, es decir el rechazo de todas las proposiciones que se presenten, pero aún esta decisión puede producir pérdidas.

Las decisiones pueden ser juzgadas respecto a si son aceptables o no aceptables, sólo cuando se pueden comparar por medio de un criterio (económico o de cualquier tipo), que no es más que una escala de valores que puede poseer las siguientes características:

a) De jerarquización ordinal: colocar cada proposición en una posición tal que indique su deseabilidad.

b) De jerarquización cardinal: que las proposiciones posean números, uno cada una, afectados por una misma unidad de medición y que las diferencias entre ellas sean interpretables en dicha unidad; esto tiene mucha relevancia cuando nos vemos precisados a seguir un curso de acción que no es el económicamente más conveniente.

c) De referencia: que además de ser comparables entre sí, sean comparables con respecto a una referencia común. Esta referencia generalmente se escoge como el valor dado al rechazo de todas las proposiciones.

Sólo las diferencias entre alternativas tienen trascendencia en su comparación. En realidad no hay dilema respecto a la decisión, cuando los cursos de acción son exactamente iguales.

Existen dos tipos de alternativas a las cuales siempre se estará ligado que son:

Independientes: Conjunto de alternativas con objetivos diferentes. La selección de una de ellas no afecta a la selección de las restantes.

Mutuamente Excluyentes: Conjunto de alternativas con un objetivo. La selección de una de ellas condiciona el rechazo de las demás.

Las alternativas independientes se pueden convertir en excluyentes cuando se tiene capital limitado.

Ahora emplearemos la notación matricial, representando por A_i los cursos de acción posibles o alternativas y por E_j, los estados de la naturaleza, formamos una matriz rectangular de decisiones que nos dará un resultado R_{ij} único para cada alternativa factible y para cada ocurrencia de un estado específico natural.

ALTERNATIVAS	ESTADOS DE LA NATURALEZA			
	E_1	E_2	E_3	E_4
A_1	R_{11}	R_{12}	R_{13}	R_{14}
A_2	R_{21}	R_{22}	R_{23}	R_{24}
A_3	R_{31}	R_{32}	R_{33}	R_{34}

Por ejemplo el resultado R_{23} corresponde a la combinación de la alternativa A_2, segunda fila, con el estado natural E_3, de la tercera columna.

Una vez formulada la matriz de decisiones se presenta la necesidad de hacer una selección, en la cual el decisionista se enfrentará con las siguientes dificultades:

a) Debe identificar el conjunto de alternativas a su alcance.

b) Debe enumerar los estados de la naturaleza y cuantificar los resultados que corresponden a cada combinación posible, de una alternativa especificada y de un estado determinado de la naturaleza.

c) Debe escoger un criterio de decisión adecuado para elegir la alternativa que más convenga.

2.- DECISIONES EN SITUACIONES DE CERTIDUMBRE, RIESGO E INCERTIDUMBRE.

Situaciones de Certidumbre.- La toma de decisiones en dondiciones de certidumbre ocurre cuando el decisionista conoce el estado de la naturaleza que ocurrirá con absoluta certeza.

En tales situaciones, el decisionista conoce el conjunto de sus estrategias posibles, los resultados posibles a cada una de ellas y sus preferencias por los diversos resultados considerados. Por lo tanto, las matrices de decisiones solamente poseen una columna donde se especifica el estado natural pertinente y a cada curso de acción factible, se le asigna un único resultado posible.

Estos problemas parecen triviales pero no lo son; numerosos, importantes y costosos problemas de decisiones corresponden a esta clase de situaciones, verbigracia: determinación de una mezcla óptima de agregados y de agua, cemento, para la elaboración de un concreto; problemas de asignación de maquinaria, elección del tipo de superficie de rodamiento para un camino determinado, etc.

Situaciones de Riesgo.- Cuando dos o más estados de la naturaleza son relevantes, cuando se puedan identificar todos los estados naturales pertinentes y cuando se puedan asignar probabilidades de ocurrencia a esos estados naturales, existirá una situación de decisiones en dondiciones de riesgo.

Normalmente las probabilidades de ocurrencia de los estados de la naturaleza se conocen mediante la determinación de la frecuencia con que dichos estados ocurrieron en el pasado; es decir, se utiliza el enfoque de la frecuencia relativa para aproximar el valor de las probabilidades de ocurrencia de los estados naturales, teniendo en cuenta los criterios personales y subjetivos.

Muchos problemas a corto plazo y algunos problemas a largo plazo pueden quedar englobados dentro de este marco de referencia. Por lo general, cuando un problema de decisiones se ajusta a las especificaciones de esta clase de situaciones, se resuelve mediante valores promedio. Esto satisface la condición de que durante determinado período, los altibajos se promediarán y producirán el resultado representado por el valor promedio.

La toma de decisiones en situaciones de riesgo es la que se presenta con más frecuencia.

Situaciones de Incertidumbre.- Encontrarse en esta situación significa que se desconocen las probabilidades de ocurrencia de los diversos estados de la naturaleza; y aún más que se es incapaz para estimar o calcular las probabilidades asociadas con cada uno de los estados naturales.

Es decir, que el decisionista se enfrenta a situaciones que nunca han ocurrido y que tal vez no se repetirán en el futuro en esa misma forma. Cada camino posible llevará a una respuesta específica extraída de un conjunto de respuestas posibles; sin embargo, no se puede saber cuál es la respuesta que se tendría, ni tampoco se puede aplicar una ponderación de probabilidades a esos resultados posibles.

Los criterios de decisión empleados cuando predominan estas condiciones de incertidumbre completa son los criterios que reflejan las actitudes y los valores personales de quienes son responsables en la toma de decisiones.

C A P I T U L O III -

ESTUDIO DE MERCADO

Cuando se pretende construir una obra generalmente es porque la necesidad lo exige, cuando esta obra se hace para venderla a segundas personas con el fin de lucrar, debemos estar seguros de la necesidad que justifique la compra; en ambos casos nos podemos equivocar pues esa "NECESIDAD" puede ser solo ilusoria y la falta de tal o cual obra, es el tapón que no nos permite ver el verdadero problema, para quitarnos esa duda tenemos como herramienta el estudio de mercado.

I.- EL ESTUDIO DE MERCADO

El estudio de mercado es un procedimiento de captación de hechos y datos informativos que ayudará al inversionista a tomar decisiones ya sea intuitivamente o mediante alguna técnica de toma de decisiones. Es un auxiliar del criterio pero nunca un sustituto de éste. Sus funciones en general son:

1.- Puede resolver diferencias de opinión acerca de cuales son en realidad los hechos.

2.- Puede ayudar a la dirección a asignar una ponderación a un estado de la naturaleza (inflación, recesión, etc.,), ó bien a encontrar la probabilidad de que estos sucedan.

A partir de lo anterior el inversionista estará preparado para:

- Descubrir los problemas antes de que estos se conviertan en situaciones de emergencia.

- Combinar varios problemas en un solo plan de investigación.

- Seguir el rastro a los gustos, opiniones y necesidades a medida que cambian.

Para que el estudio rinda el máximo de utilidad es menester planificarlo y proyectarlo cuidadosamente con la debida anticipación. No -- siempre el estudio de mercado es la solución a los problemas de negocios. El mejor medio de decidir si es o no necesario, consiste en dedicar el tiempo y el esfuerzo suficientes para exponer el problema por escrito.

2.- SERVICIOS DE ESTUDIO DE MERCADO

Al plantear o exponer el problema, con frecuencia se advierte --- claramente la clase de investigación necesaria, aún cuando no suceda - así: preparar un plan o diseño de investigación es tarea para profesionales.

Si la empresa cuenta con un departamento propio es bueno; pero - si no, habrá que contratar los servicios a una organización investigadora que deberá llenar las características de honradez, objetividad, discreción, competencia profesional comprobable aún con folletos y recomendaciones de trabajos anteriores y costos justos .

Es importante asegurarse de la importancia y magnitud del problema para no perder dinero en comprar un servicio de alta exactitud si no se requiere. En muchas ocasiones la observación del comportamiento de los compradores de bienes inmuebles; la audirоría de ventas en la empresa, o la simple inspección de usuarios de alguna obra pública, - por ejemplo, será una forma más práctica de atacar un problema que hacer un estudio de mercado exacto y seguramente caro.

Referente a la utilización del estudio de mercado, la dirección gerencial tiene la obligación de meditar cabalmente su propia interpretación de los resultados, independientemente de las recomendaciones que haga el investigador y nunca tomarlas como norma a seguir -- aún cuando se basen en hallazgos derivados de la investigación. El - investigador debe sugerir decisiones, no tomarlas.

Al estudiar un informe de investigación debe recordarse que:

Son tan importantes los hallazgos favorables como los desfavorables. Si se encuentra que todo marcha bien no quiere decir que la -- investigación se desperdició. Las pequeñas diferencias estadísticas deben interpretarse con cautela. En toda investigación hay un márgen de error que indudablemente será presentado en el informe.

Cuando la gerencia ha terminado de analizar el informe de investigación, es una buena idea verificar y revisar dicho análisis con - la compañía que realizó el estudio. Eso ayudará a salvaguardarse contra una interpretación inadecuada de las estadísticas, lo cual ocurre con relativa frecuencia.

C A P I T U L O   IV

ANALISIS DE LA OFERTA

Un paso importante en el proceso de toma de decisiones, es el estudio de nuestras proposiciones o dicho de otra manera, el análisis de la oferta.

Antes de tener el estudio de mercado ya se ha pensado por supuesto en la finalidad del mismo, esto es: si nuestras obras tendrán aceptación, si serán realmente benéficas, o si tendrán una demanda aceptable; pero independientemente de esto, es menester conocer y definir nuestras proposiciones.

Esta tarea la debemos efectuar concienzudamente, y no es difícil, pues los datos y características del proyecto, en el caso del inversionista, generalmente él los va a definir, llámese Gobierno o institución privada, claro, con las limitaciones propias del último fin a que se vaya a destinar la obra.

Voy entonces a centrar el tema en definir las llamadas proposiciones y los estados de la naturaleza, labor esencial para asimilar y conocer el problema, a fin de adoptar una técnica de toma de decisiones para su resolución.

Estados de la naturaleza: Los estados de la naturaleza se refieren a condiciones no controlables por el decisionista: como inflación, devaluación, etc., y no se pueden valorar con exactitud. Para esto nos -

auxiliamos de pronósticos y estimaciones cuya interpretación se dará - en porcentajes de probabilidad, por ejemplo.

Pronosticos: son los juicios que se deben formar sobre un posible suceso, basándose en síntomas que preceden ó acompañan estos mismos -- sucesos.

Pronosticar equivale a preveer. Después de conocer el estado de - la naturaleza y de localizarlo en el tiempo se procura averiguar su -- inicio, duración y terminación y sus consecuencias para la empresa. El elemento subjetivo es muy fuerte y casi inevitable influyendo entonces el sentido común, la agilidad mental y el estado de alerta de cada --- ejecutivo.

Las estimaciones son apreciaciones o valoraciones de una cosa o - evento presente o futuro y dependen también de la habilidad personal - del ejecutivo.

Las proposiciones: Estas son las características económicas de -- las obras que tenemos en proyecto y que para definirla debemos tener - presente lo siguiente:

a) Determinar si los anteproyectos son adecuados a la zona de localización del terreno tanto en materia técnica como por el estrato -- social, cultural y económico de la gente del lugar.

b) Elegir en principio el más conveniente de entre los de su tipo.

c) Determinar si el capital con que se cuenta es suficiente para la realización del proyecto o si el capital faltante, en su defectopuede conseguirse a través de una institución hipotecaria.

d) Determinar el monto de los intereses que hay que pagar por el crédito que se solicita, aún cuando los vaya a pagar el cliente en -- caso de venta.

e) Fijar qué gastos indirectos deben tomarse en consideración.

f) Qué utilidad puede obtenerse en cada determinado tipo de ---- inversión.

g) Definir el precio a que puede venderse.

h) Qué renta puede producir.

Cuando queremos determinar si se cuenta con capital suficiente - para la realización de la obra es claro que debemos conocer el monto de la obra; para que los presupuestos que se elaboren tengan verdadera utilidad es necesario que:

a) Se elaboren con precios unitarios válidos para un futuro inmediato, expresándolos en términos numéricos.

b) Se consoliden estos con programas y control apropiado en la -- realización de la obra.

c) Se comparen los resultados con los presupuestos haciendo ajustes convenientes para que en la siguiente tarea de la compañía sean -- aún más dignos de crédito.

Para que el presupuesto y los demás datos que conforman una proposición tengan real utilidad, es indispensable que se realicen en términos numéricos y no con bases o predicciones estimativas de "yo creo que" o " más o menos cuesta ". Claro está que los pronósticos y las estimaciones forman parte importante del proceso de toma de decisiones, - pero esto no significa que los presupuestos se basen en ellos; está - claro, debe insistirse en el punto de vista cuantitativo.

C A P I T U L O V

DECISION EN CASO DE CERTIDUMBRE

I.- VALOR DEL DINERO EN EL TIEMPO

Decidir cuál alternativa elegir de entre varias posibles, es tarea sencilla si todas se encuentran caracterizadas por un solo atributo, por ejemplo si el atributo es popularidad, se elegirá la alternativa que sea conocida por el mayor número de personas; ó si lo que más importa es el precio, seleccionaremos la más económica.

Pero cuando se trata de elegir de entre dos o más alternativas, tomando en cuenta una serie de características, el problema se complica sobre todo si estas no son compatibles, por lo tanto es necesario hacer una evaluación económica de cada una de ellas, ya que generalmente medimos nuestros intereses en función del dinero, o de lo que de éste se puede adquirir y las decisiones tomadas influirán en nuestra posición económica presente y futura.

Antes de exponer los métodos de análisis económicos es necesario conocer los cambios que presenta el valor del dinero a través del tiempo, debido a algunos fenómenos que provocan esta situación; tales como inflación, devaluación, deflación, depreciación, riesgo, oportunidad, poder de satisfacción, etc., o sea la capacidad que se puede -

tener de lograr algún provecho económico de los valores que se le den a cada uno de los factores que intervienen en la decisión.

Supóngase que se dispone de una cantidad de dinero, ¿ Qué sería más conveniente: invertirla ahora o dentro de algún tiempo ?. La respuesta estaría en función del fenómeno que se presentase y del provecho que se obtendría de él. Principalmente por que se tiene la oportunidad de hacer crecer la cantidad de dinero que se posee, se requiere que la cantidad que se ha de recibir en el futuro sea mayor que la que actualmente se debe erogar.

Para esto hay un concepto relacionado con todas las decisiones de tipo económico en las que se eroga una cantidad en el presente y se recibe otra en el futuro; llamado INTERES.

Este se puede definir como la ganancia producida por un capital al cabo de un tiempo determinado, que expresado en forma matemática:

$$\text{Interés} = \$ \;/\; \text{Tiempo.}$$

Ahora bien, la tarea de interés (i) es la ganancia o interés (\$/tiempo) dividido entre el capital y multiplicado por 100, para obtener así el incremento del capital expresado en porcentaje en un tiempo determinado.

$$i = \frac{\text{Interés}}{\$} \times 100 = \frac{\$ \;/\; \text{tiempo}}{\$} \times 100 = \%/\text{tiempo}$$

Para el cálculo de la ganancia se multiplica el capital por la -

tarea de interés: Interés = Capital x i = \$ x %/Tiempo = \$/tiempo.

Existen dos tipos de interés, uno llamado simple que se carga únicamente sobre el capital sin agregarle réditos, en un lapso determinado, que se puede calcular con las expresiones mencionadas anteriormente. -- Otro denominado interés compuesto cuando periódicamente se van sumando al capital los intereses del período siguiente:

$$C = c\,(1 + i)$$

donde; C = Capital acumulado.

c = " inicial.

i = Tasa de interés.

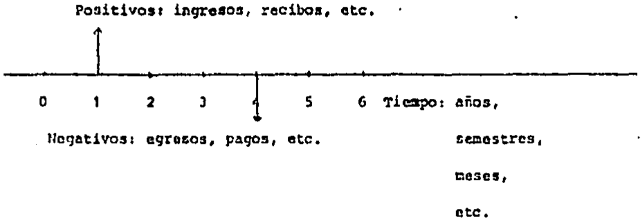
Puesto que el interés es una medida relativa al tiempo, se debe -- tener mucho cuidado de especificar la cantidad y el lapso de capitalización, por ejemplo, todas las siguientes se conocen como 10%.

10%	anual
5%	semestral
2.5%	trimestral
5/6%	mensual

y su uso sin especificación del lapso de capitalización puede llevar a - errores considerables.

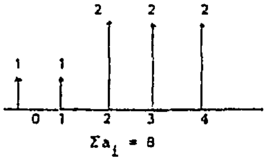
Puesto que los pesos en el futuro son menos valiosos que en el presente, teniendo en cuenta la actual situación, ¿ Cómo hacer para obtener un solo número que indique en nuestra escala de valores, el grado de ---

preferencia entre dos alternativas que se tienen a la mano ? Antes de responder a esta pregunta es conveniente establecer un DIAGRAMA DE FLUJO EFECTIVO que represente en forma gráfica el movimiento de dinero de una alternativa económica en el tiempo:

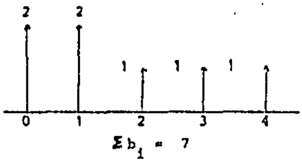


EJEMPLO No. 1

Supóngase dos series:

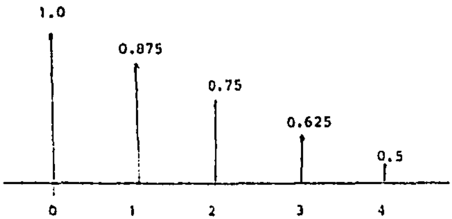


SERIE A



SERIE B

La serie A va a regresar más egresos en total que la B; pero esto no toma en cuenta que los pesos en el futuro tienen menos importancia para nosotros, por lo tanto, si se acepta darles un valor cualquiera a los pesos del período cero, los que acontezcan en períodos subsecuentes deben tener un valor menor que los establecidos para los de -- éste. Si se escoge este valor cualquiera como 1, entonces se deben multiplicar los flujos de efectivo en el futuro por valores menores que 1. Por ejemplo: se puede usar una escala de ponderación lineal como la siguiente:



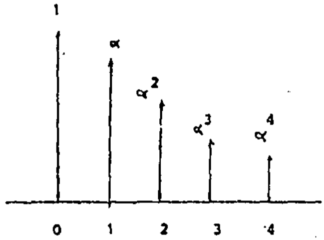
Si así se hace:

$$\Sigma \hat{a}_i \quad = \quad 5.625$$

$$\Sigma b'_i \quad = \quad 5.625$$

donde $\Sigma \hat{a}_i$ y $\Sigma b'_i$ son los flujos de efectivo ponderados con la escala -- arbitraria.

Pero este método de "descuento" no parece muy racional pues dice - que los pesos que se reciben después de 10 años van a tener ponderación negativa. Rediseñando entonces la escala y tomando una que nunca se haga cero o negativa; una exponencial cumple con ese requisito:



Con esta escala, el valor de un peso en el año " n" es igual a una constante multiplicada por el valor del peso en el año (n - 1). Por la condición de importancia que se estableció al principio: es siempre menor o igual que 1. La magnitud de α depende del valor que se le quiera dar a los pesos en el futuro.

Los pesos en el año cero se multiplican por $\alpha^0 = 1$

Los pesos en el año uno se multiplican por $\alpha^1 = \alpha$

Los pesos en el año dos se multiplican por α^2

Los pesos en el año "n" se multiplican por α^n

para el ejemplo si $\alpha = 1/2$; entonces:

$$\Sigma a''_i = 1 + 1/2 + 2/4 + 2/8 + 2/16 = 38/16$$

$$\Sigma b''_i = 2 + 2/2 + 1/4 + 1/8 + 1/16 = 55/16$$

Ahora la serie B es preferible a la serie A;

Relacionando ahora este factor de ponderación α con la tasa de interés. Si se invierten $10.00 al 10% en bonos cuyos intereses se capitalizan anualmente, valdrán:

$ 11.00 al final del 1er. año

$ 12.10 " " " 2do. año

$ 13.31 " " " 3er. año, etc...

o de otra forma, si se hubieran invertido en el mismo tipo de bonos, en el año cero:

$$\frac{\$\,10.00}{11.00} \times 10 = 9.09 \text{ valdrán 10 al final del 1er. año.}$$

$$\frac{\$\,10.00}{12.10} \times 10 = 8.26 \text{ valdrán 10 al final del 2do. año}$$

$$\frac{\$\,10.00}{13.31} \times 10 = 7.51 \text{ valdrán 10 al final del 3er. año.}$$

O sea que:

$ 10.00 en el año 0, valen $ 10.00 para nosotros.

$ 10.00 en el año 1, valen $ 9.09 para nosotros.

$ 10.00 en el año 2, valen $ 8.26 para nosotros.

$ 10.00 en el año 3, valen $ 7.51 para nosotros.

Pero esto es lo mismo que si se hubiera aplicado un factor exponencial de ponderación (descuento) $\alpha = 0.9091$. De hecho:

$$\alpha = \frac{1}{1 + i}, \text{ donde: } i = \text{ tasa de interés.}$$

En el caso anterior: $i = 0.1$

$$\alpha = \frac{1}{1.10} = 0.909090...$$

De aquí que se diga que: EL VALOR PRESENTE (DESCONTADO) DE UN PESO DEL AÑO "n" ES LO QUE SE TIENE QUE INVERTIR AHORA PARA QUE CRECIENDO CON -- UNA TASA "i" , SE CONVIERTA EN UN PESO AL FINAL DEL AÑO "n" .

Por otro lado, cuando se tienen dos ó más alternativas, se dice - que son equivalentes si tienen el mismo valor presente a la misma tasa de interés (descuento).

FORMULAS PARA EQUIVALENCIA CON INTERESES

Terminología y símbolos:

i = tasa de interés.

n = número de períodos

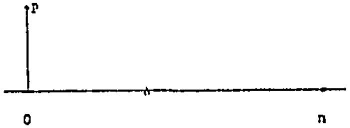
p = cantidad equivalente de dinero en el período cero.

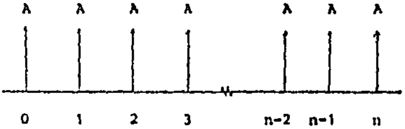
F = cantidad equivalente de dinero en el período "n".

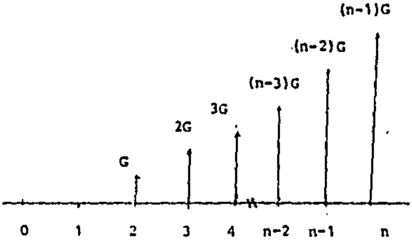
A = valor de cada componente de una serie uniforme de cantidades que ocurren en los períodos 1, 2, 3,..n .

G = Valor con que se incrementa, cada período, el flujo individual de una serie de cantidades que ocurren en los períodos 1, 2, 3, ... , n .

Su representación en función del diagrama de flujo es la siguiente:





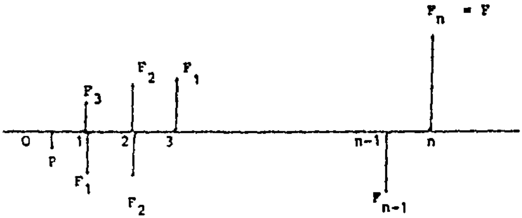


RELACIONES ENTRE P Y F :

Supóngase que se invierte "P" a un interés i, los intereses del primer periodo serán iP, y la cantidad total al final del primer período será: $P + iP = P(1 + i)$

Al segundo período los intereses serán: $iP(1 + i)$, y la cantidad total: $P(1 + i) + iP(1 + i) = P(1 + i)^2$.

Un diagrama representativo sería:



$F_1 = P + iP = (1 + i)$

$F_2 = F_1 + iF = (1 + i) F_1 = P (1 + i)^2$

$F_3 = F_2 + iF_2 = (1 + i) F_2 = P (1 + i)^3$

$F = F_n = P (1 + i)^n$ --, (1)

Se utiliza la siguiente notación mnemotécnica:

$P (1 + i)^n = P (F/P, i, n,)$ ------------------------------ (2)

Este tipo de notación dice: Hallar F, dado P, i y n.

La relación recíproca dá a P como función de F, i y n.

$P = F (1 + i)^{-n} = F (P/F, i, n)$ ------------------------- (3)

RELACIONES ENTRE A Y F:

En este caso se puede pensar que cada A es una P y dependiendo del número de períodos que quedan por transcurrir desde un acontecimiento hasta "n".

$F = A (1 + i)^{n-1} + A (1 + i)^{n-2} + \ldots + A$ ------------- (3')

Si se multiplican ambos lados de la ecuación por $-(1 + i)$ se tiene:

$-(1 + i) F = -A (1+i)^n - A (1 + i)^{n-1} - \ldots - A (1 + i)$ que sumada a la original nos dá:

$-iF = -A (1 + i)^n + A$

por lo tanto:

$$F = A \frac{(1 + i)^n - 1}{i} = A (F/A, i, n) \text{ -------------- (4)}$$

y la correspondiente relación recíproca:

$$A = F \frac{i}{(1 + i)^n - 1} = F (A/F, i, n) \text{ -------------- (5)}$$

RELACIONES ENTRE A Y P:

En la ecuación (5), se puede sustituir el valor de F dado por la ecuación (1) y obtener:

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

$$= P\ (A/P,\ i,\ n) \text{-----------------------------} \quad (6)$$

y la relación recíproca:

$$P = A\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i\ (1+i)^n}\right] = A\ (P/A,\ i,\ n) \text{-----} \quad (7)$$

RELACIONES DE G CON F, P y A:

Estas relaciones son útiles en algunos casos típicos para los que se preveen flujos de efectivo que aumentan o disminuyen linealmente -- con el tiempo: mantenimiento, intereses sobre saldos cuando los pagos de capital son uniformes, etc. En este caso se puede pensar que cada - incremento es una serie uniforme que comienza en el período mismo del incremento. Entonces:

$$F = G\ \left[(A/F,\ i,\ n-1) + (A/F,\ i,\ n-2) + .. (A/F,\ i,\ 2) + 1\right]$$

$$F = G\ \left[\frac{(1+i)^{n-1} - 1}{i} + \frac{(1+i)^{n-2} - 1}{i} + \ldots\ldots\right.$$

$$\left. + \frac{(1+i)^2 - 1}{i} + \frac{(1+i) - 1}{i}\right]$$

$$F = \frac{G}{i}\ \left[(1+i)^{n-1} + (1+i)^{n-2} + \ldots + (1+i)^2 + \right.$$

$$\left. + (1+i) - (n-1)\right]$$

$$F = \frac{G}{i}\ \left[(1+i)^{n-1} + (1+i)^{n-2} + \ldots + (1+i)^2\right.$$

$$\left. + (1+i) + 1 - n\right]$$

$$F = \frac{G}{i}\left[\sum_{j=0}^{n-1} (1+i)^j\right] - n\left[\frac{G}{i}\right] \text{-------} \quad (8)$$

y como se ve de la ecuación (3') al obtener la (4) que:

$$\sum_{j=0}^{n-1} (1+i)^j = \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

La ecuación (8) se convierte en:

$$P = G \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i^2} - \frac{n}{i} \right] = G\ (F/G,\ i,\ n) \qquad \text{--------(9)}$$

Ya se tiene una relación de F y P en la ecuación (3), que sustituída en la ecuación (9) dará:

$$P = G \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i^2\ (1+i)^n} - \frac{n}{i\ (1+i)^n} \right] =$$

$$G\ (P/G,\ i,\ n\ ) \qquad \text{------------------------------(10)}$$

Y puesto que ya se conoce como se relacionan A y P, por la ecuación (6) :

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

$$\text{---------------------------(11)}$$

Las tablas del apéndice, muestran los siguientes factores para - diferentes valores de i y n:

ECUACION	FACTOR	$n \longrightarrow \infty$
$(1+i)^n$	(F/P, i, n)	∞
$(1+i)^{-n}$	(P/F, i, n)	0
$\dfrac{i}{(1+i)^n - 1}$	(A/F, i, n)	0

$\frac{(1+i)^n - 1}{i}$	(P/A, i, n)	∞
$\frac{i\,(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$	(A/P, i, n)	i
$\frac{(1+i)^n - 1}{i\,(1+i)^n}$	(P/A, i, n)	$\frac{1}{i}$

2. METODOS DE EVALUACION:

Una vez conocidos los cambios que puede sufrir el valor del dinero a travéz del tiempo, se pueden establecer las técnicas de análisis económico que se conocen con el nombre de METODOS DE FLUJO DE EFECTIVO DESCONTADO, que son las siguientes:

a) Flujo anual uniforme equivalente (FA)

b) Relación Beneficio - Costo (B/C)

c) Valor presente (VP)

d) Tasa de rendimiento (TR)

Todos estos métodos son congruentes, desde el punto de vista de la jerarquización de las proposiciones, dadas las mismas bases y el procesamiento correcto de la información contenida en estas bases.

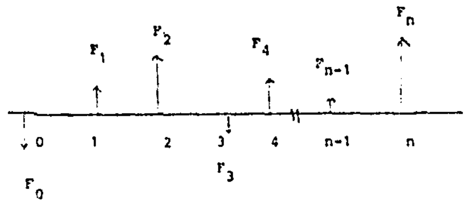
Para la exposición de los diferentes métodos se va a considerar el siguiente ejemplo:

EJEMPLO No. 2

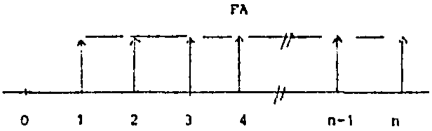
Supóngase que una compañía constructora desea adquirir equipo de excavación, para trabajar en los próximos 8 años y en el mercado encuentra dos alternativas con las características mostradas en la tabla. Se espera que el interés de equivalencia será de 10%. (Considérense las alternativas mutuamente excluyentes) .

	M	J
Inversión (en el año 0)	900,000	1'500,000
Costo de operación (anual)	75,000	60,000
Costo de mantenimiento (anual)	7,800	7,200
Valor de rescate (8 años)	0	300,000
Percepción anual	275,000	350,000

FLUJO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE: El término FA se usa para denominar una serie anual uniforme equivalente a erogaciones o percepciones en un lapso determinado. Como lo que interesa estudiar es la deseabilidad económica de un proyecto o la comparación de las deseabilidades económicas de dos o más proyectos, entonces el decisionista tratará de que cada uno de sus movimientos de dinero trasformados a una serie anual uniforme equivalente sean de tal forma que ésta sea la mayor porque significa mayores percepciones,. Graficamente se puede representar de la siguiente manera, si se tiene un flujo efectivo.



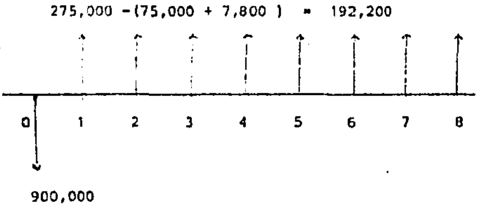
donde F_n son números positivos, negativos o cero; y se transforman a -- cantidades uniformes equivalentes que acontecen en cada período desde - 1 hasta n.



FLUJO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE AL FLUJO DE EFECTIVO, REPRESENTADO EN EL DIAGRAMA ANTERIOR.

Para el ejemplo enunciado inicialmente en donde se trata de decidir sobre la adquisición del equipo "M" o el "J", se debe obtener el FA de - cada uno de ellos para seleccionar el mayor de los dos.

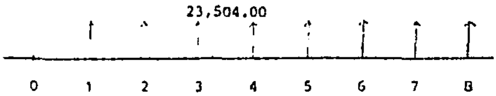
para "M" :



FLUJOS DE EFECTIVO NETOS DE "M"

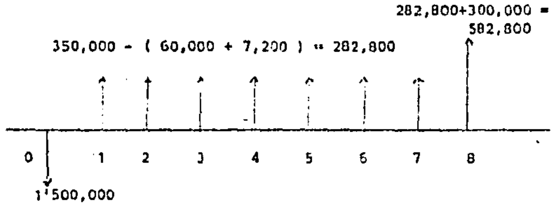
$$FA_M = -900,000\ (A/P\ ,\ 10\%,\ 8\ ) + 192,200 =$$

$$= -900,000\ (\ 0.18744\ ) + 192,200 = \$\ 23,504.00$$



FLUJO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE DE "H"

Para "J" :



FLUJOS DE EFECTIVO NETOS DE "J"

$$FA_J = -\ 1'500{,}000\ (\ A/P\ ,\ 10\%,\ 8\ ) + 282{,}800$$

$$+\ \ 300{,}000\ (\ A/F\ ,\ 10\%\ ,\ 8\ )$$

$$= -\ 1'500{,}000\ (\ 0.18744\ ) + 282{,}800 + 300{,}000\ (\ 0.08744\ )$$

$$= \$\ 27{,}872.00$$

FLUJO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE DE "J"

Como $FA_J > FA_H$, se decide por "J"

Para algunas situaciones en las cuales los ingresos son constantes e iguales para todas las proposiciones, estos se pueden eliminar, o bien, cuando se trata de un caso en el cual solo existen erogaciones, la pauta encontrar el mayor FA, se convierte en buscar el menor costo anual uniforme equivalente el cual será un flujo negativo.

Dos conceptos que pueden ubicar mejor en la decisión que se ha hecho; son el análisis diferencial y exhaustivo.

Para el caso del análisis diferencial se hace la siguiente pregunta: ¿ Cuál de las maquinarias se debe adquirir ? puesto que se tiene que - - adquirir una de las dos, lo primero que se piensa es comprar la de menor costo y luego se analiza si cada incremento de inversión se justifica -- ante los incrementos de percepciones o ahorros.

Incremento en inversión de J sobre M

$$= (1'500,000 - 900,000)$$

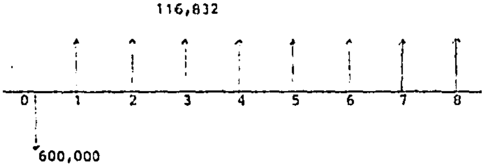
$$= 600,000$$

Incremento en percepción de J sobre M

$$= (309,032 - 192,200)$$

$$= 116,832$$

o sea:



FLUJO DE EFECTIVO DE J SOBRE M

$$FA_{J:M} = 116,832 - 600,000 \, (0.18744) = 4\,368.00$$

Como $FA_{J:M} > 0 \quad \therefore$ "J" es más deseable que "M"

Ahora bien, si se considera también la alternativa de rechazar ----- todas las proposiciones se tendría que hacer un análisis exhaustivo, el - cual implica tres alternativas si se parte de que se poseen \$ 1'500,000.00 .

I.- Rechazar ambas proposiciones

II. Aceptar J. . rechazar M

III. Aceptar M. . rechazar J

Por lo tanto:

En I se invertitían $ 1'500,000 al 10%

En II se invertirían $ 1'500,000 en J.

En III se invertirían $ 900,000 en M y 600,000 al 10%.

Sus correspondientes flujos anuales serán:

FA_I = 1'500,000 (A/P , 10%, 8) = 1'500,000 (0.18744)

= $ 281,160.00

FA_{II} = 282,800 + 300,000 (A/F, 10%, 8) = 282,800 + 26,232

= $ 309,032.00

FA_{III} = 132,200 + 600,000 (A/P, 10%, 8) = 192,200 +112,464

= $ 304,664.00

Como $FA_{II} > FA_{III} > FA_I$ $\therefore$

II es preferible a III $\longleftrightarrow$ J es mejor que "M" **

III es preferible a I $\longleftrightarrow$ M es mejor que rechazar ambas proposiciones.

Por último si se llegase a tener dos alternativas con diferente duración, la selección de cualquiera de ellas se verá afectada por fenómenos tecnológicos y de consumo, por ejemplo para un producto de mucho crecimiento y poco sustituíble se preferiría equipo de larga vida, pero si la tecnología está cambiando, la vida debiera ser corta.

* En adelante el símbolo I indicará la alternativa de rechazar todas las proposiciones.

** $\longleftrightarrow$ léase: solo sí

Al hacer la evaluación económica de alternativas con diferentes vidas, generalmente se impone que SI UNA ALTERNATIVA ES LA MEJOR AHORA, SERA LA MEJOR SIEMPRE.

El análisis se reduce a comparaciones análogas a las expuestas en los ejemplos anteriores: jerarquización ordinal y cardinal de las alternativas en atención a su FA.

RELACION BENEFICIO COSTO: La definición de la relación beneficio-costo, está dada por el cociente B/C, donde:

B = Beneficios anuales uniformes equivalentes.

C = Costos anuales uniformes equivalentes.

Y el criterio de selección a seguir es el de maximizar la relación B/C, pero su aplicación debe hacerse de tal forma que cada alternativa debe ser equiparable con las demás. Para el ejemplo de la selección de M o J se puede advertir tal aplicación:

Para M:

$B_M = 275{,}000$

$C_M = 75{,}000 + 7{,}800 + 900{,}000\ (A/P,\ 10\%,\ 8\ )$

$= 82{,}800 + 900{,}000\ (\ 0.18744) = \$\ 251{,}496.00$

$$\left(\frac{B}{C}\right)_M = \frac{275{,}000}{251{,}496} = 1.093$$

Para J:

$B_J = 350{,}000 + 300{,}000\ (\ A/F,\ 10\%,\ 8\ )$

$= 350{,}000 + 300{,}000\ (\ 0.08744\ ) = \$376{,}232.00$

$$C_J = 60{,}000 + 7{,}200 + 1'500{,}000\ (A/P,\ 10\%,\ 8)$$

$$= 67{,}200 + 1'500{,}000\ (0.18744) = \$\ 348{,}360.00$$

$$\left(\frac{B}{C}\right)_J = \frac{376{,}232}{348{,}360} = 1.08$$

Este análisis dá como resultado la selección de M, pero puesto que en J se está invirtiendo una cantidad mayor que en M, hay que considerar la diferencia entre ellas como una inversión adicional al hacerse el análisis de la menor inversión, para que puedan ser equiparables. Entonces lo que se debe hacer en M, es considerar que se erogan \$ 600,000.00, en el año cero, y se recibirá anualmente una serie uniforme al 10%.

$$B_M = 275{,}000 + 600{,}000\ (A/P,\ 10\%,\ 8)$$

$$= 275{,}000 + 600{,}000\ (0.18744) = 387{,}464$$

$$C_M = 251{,}496 + 600{,}000\ (A/P,\ 10\%,\ 8)$$

$$= 251{,}496 + 600{,}000\ (0.18744) = 363{,}960$$

$$\left(\frac{B}{C}\right)_M = \frac{387{,}464}{363{,}960} = 1.064$$

Ahora sí M y J son equiparables y la selección será la que tenga - mayor B/C: "J".

Para el análisis diferencial se calculan las diferencias de los beneficios y de los costos de una alternativa sobre la otra con los análisis iniciales:

$$\Delta B_{J:M} = 376{,}232 - 275{,}000 = 101{,}232$$

$$\Delta C_{J:M} = 348{,}360 - 251{,}496 = 96{,}864$$

$$\left(\frac{\Delta B}{\Delta C}\right)_{J:M} = \frac{101{,}232}{96{,}864} = 1.04 > 1.0$$

como $\left(\frac{\Delta B}{\Delta C}\right)_{j:M}$ es mayor que 1, escójase J.

VALOR PRESENTE: El valor presente (VP) es el tercer método de análisis económico para la comparación de alternativas de proyectos. El término valor presente significa una cantidad puesta en el tiempo cero que es equivalente a un plan particular de percepciones y/o erogaciones.

$$VP = \sum_{k=0}^{n} FA\ (1 + i)^{-k}$$

La pauta de selección es maximizar el vp, como sucede en los métodos anteriores, puesto que son coincidentes:

$$VP = FA\ (P/A,\ i,\ n).$$

$$VP = (B - C)\ (P/A,\ i,\ n)\ .$$

En el ejemplo ya tratado se tiene:

$$VP_M = -\ 900{,}000 + 192{,}200\ (P/A,\ 10\%,\ 8)$$

$$= -\ 900{,}000 + 192{,}200\ (5.335) = 125{,}387$$

$$VP_J = -1'500{,}000 + 282{,}800\ (P/A,\ 10\%,\ 8)$$

$$+\ 300{,}000\ (P/F,\ 10\%,\ 8)$$

$$= -1'500{,}000 + 282{,}800\ (5.335) + 300{,}000\ (0.4665)$$

$$= 148{,}698$$

como $VP_J > VP_M$ $\therefore$ escójase J.

El análisis diferencial para este método no proporciona información adicional relevante para la decisión, puesto que sería únicamente restar los valores presentes de las alternativas en comparación. De cualquier -

manera se puede calcular rápidamente y la pauta de selección sigue --- siendo la misma, es decir $\Delta VP_{J:M} > 0$, lo cual indica que para aceptar J en presencia de M, su valor VP, tiene que ser mayor.

Ahora bien, si se considera también la alternativa "rechazar todas las proposiciones" será necesario hacer un análisis exhaustivo:

I : Rechazar ambos proyectos.

II : Aceptar J, ∴ rechazar M.

III : Aceptar M, ∴ rechazar J.

O sea:

I : Invertir 1'500,000 al 10%

II : Invertir 1'500,000 en J.

III : Invertir 900,000 en M y 600,000 al 10%

Los correspondientes VP'_s, serán:

$$VP_I = - 1'500,000 + 1'500,000 \ (A/P, 10\%, 8) \ (P/A, 10\%, 8)$$

$$= - 1'500.000 + 1'500,000 \ (0.18744) \ (5.335) = 0$$

$$VPII = - 1'500,000 + 282,800 \ (P/A, 10\% \ 8) + 300,000 \ (P/F, 10\%, 8)$$

$$= - 1'500,000 + 282,800 \ (5.335) + 300,000 \ (0.4665)$$

$$= - \$ \ 148,688$$

$$VPIII = - 1'500,000 + 192,200 \ (P/A, 10\%, 8)$$

$$+ 600,000 \ (A/P, 10\%, 8) \ (P/A, 10\%, 8)$$

$$= - 1'500,000 + 192,200 \ (5.335) + 600,000 \ (0.18744) \ (5.335)$$

$$= - \$ \ 125,387$$

II es preferible a III, y III es preferible a I, ∴

J es mejor que M, M mejor que rechazar ambas.

TASA DE RENDIMIENTO.- Se entiende por tasa de rendimiento de una alternativa al interés que hace el valor presente igual a cero. En forma matemática:

$$\sum_{k=0}^{n} F_k \,(1 + TR)^{-k} = 0$$

Para el cálculo de TR, en cualquier ecuación de este género, se tendrá que hacer por medio de tanteos, y al obtenerla para cada alternativa, el criterio de selección será, maximinizarla, además de ser mayor que la tasa de interés equivalente y al igual que en el método B/C, se requiere una interpretación correcta, como se verá en el ejemplo ya tratado:

Para M:

$$VP = -900,000 + 192,200\ (P/A,\ TR_M,\ 8) = 0$$

$$(P/A,\ TR_M,\ 8) = \frac{900,000}{192,200} = 4.683$$

De las tablas del apéndice:

TR = 12% - - - - - - - 4.968

TR = 15% - - - - - - - 4.489

Interpolando: - - - - - - $12 + \dfrac{(4.968-4.683)\ (15-12)}{(4.968-4.489)}$

$$TR_M = 13.78\% > 10\%$$

Para J:

$$VP = -1'500,000 + 282,800\ (P/A,\ TR_J,\ 8) + 300,000\ (P/F,\ TR_J,\ 8)$$

$$= 0$$

Si TR = 12%

$$-1'500,000 + 282,800\ (4.968) + 300,000\ (0.4039) = 26,120 \neq 0$$

Si TR = 15%

$- 1'500,000 + 282,800 (4.487) + 300,000 (0.3260) = - 133,006 \neq 0$

Interpolando:
$$15 - \frac{(- 133,006 - 0) (15 - 12)}{(- 133,006 - 26,120)}$$

$$TR_J = 12.49\% \quad > \quad 10\%$$

$$\therefore \quad TR_J < TR_M$$

Nuevamente dá M como la más conveniente, pero puesto que las alternativas de M y J no tienen las mismas bases de inversión, NO PUEDEN SER EQUIPARABLES, por tanto, para lograrlo hay que considerar que los - - - \$ 600,000.00, de diferencia en el caso de M, se invertirán a la tasa -- equivalente, obteniéndose su flujo anual equivalente. Ahora incluyéndolos con el resto de los flujos se transportarán a su VP, igualando a cero -- para obtener la TR_M real.

$$VP = - 900,000 + 192,200 \ (P/A, TR_M, 8) - 600,000$$
$$+ 600,000 (A/P, 10\%, 8) (P/A, TR_M, 8) = 0$$
$$= -1'500,000 + (192,200 + 117,464) (P/A, TR_M, 8) = 0$$
$$(P/A, TR_M, 8) = \frac{1'500,000}{304,664} = 4.928$$

De las tablas:

TR = 12% - - - - 4.968

TR = 15% - - - - 4.487

Interpolando: - - - - - - - $12 + \dfrac{(4.968 - 4.928) (15 - 12)}{(4.968 - 4.487)}$

$$TR_M = 12.28\%$$

como $TR_J > TR_M$, escoger "J"

Para el análisis diferencial se procede igual que en los métodos -- antes citados. Se buscará un valor para i tal que satisfaga:

$VP_{J:M}(i) = 0$

$VP_J(i) - VP_M(i) = 0 \quad ; \quad VP_J(i) = VP_M(i)$

A ese valor de "i" se le llama $TR_{J:M}$ ó TR

Si $TR_{J:M} > 10\%$, la proposición J será preferible a la M;

Incremento en inversión (J:M) = 600,000

Incremento en percepción (J:M) = 282,000 - 192,200

+ 300,000 (A/F, 10%, 8)

= 282,000 - 192,200

+ 300,000 (0.08744)

= 116,832

$$VP_{J:M} = -600,000 + 116,832\ (P/A,\ TR_{J:M},\ 8) = 0$$

$$(P/A,\ TR_{J:M},\ 8) = \frac{600,000}{116,832} = 5.136$$

TR = 10% - - - - - - - - - - 5.335

TR = 12% - - - - - - - - - - 4.968

Interpolando:
$$10 + \frac{(5.335 - 5.136)\ (12 - 10)}{(5.335 - 4.968)}$$

$$TR_{J:M} = 11.09 > 10\%$$

Por lo tanto, seleccionar J.

RESUMIENDO: El ejemplo analizado anteriormente ha demostrado la necesidad de considerar el valor del dinero a través del tiempo por los -- cuatro métodos: FA, B/C, VP, TR,. Y que es coincidente en la decisión de las alternativas mutuamente excluyentes para su selección. En la siguiente tabla se pueden observar los resultados obtenidos para cada alternativa en los cuatro métodos:

METODO	M	J	J:M	SELECCION	RAZON DE LA SELECCION
FA	23,504	27,872		J	Mayor FA
B/C	1.064	1.08	1.04	J	$\left(\frac{\Delta B}{\Delta C}\right)_{J:M} > 1$
VP	125,387	148,688		J	Mayor VP
TR	12.28%	12.49%	11.09%	J	$TR_{J:M} > 10\%$

Además, se pueden hacer las siguientes observaciones:

a) Aunque con mucha dificultad, por los cálculos adicionales necesarios en los métodos BC y TR, todos nos dan una jerarquización ordinal.

b) Los números obtenidos para cada alternativa bajo B/C y TR, son -- números puros que no cuantifican a ninguna unidad de medición. Sus resultados, por consecuencia no tienen significado. El significado se obtiene indirectamente al hablar de diferencias de erogaciones y percepciones.

c) Tanto FA como VP, por ser exclusivamente sumas algebráicas, nos - proporcionan resultados en unidades monetarias, cuyas diferencias tienen una interpretación inmediata en la escala de valores y en la jerarquización cardinal.

d) El método TR es un método que no siempre arroja resultados interpretables en términos económicos.

e) Desde el punto de vista de facilidad de cálculos, nótese que B/C y TR, involucran un mayor número de operaciones que FA o VP.

3.- MULTIPLES ALTERNATIVAS. -

Los análisis de los métodos anteriores se han aplicado sólo al caso de tener dos alternativas de las cuales hay que seleccionar una de - - ellas. Pero cuando se presenten más de dos proposiciones, el desarrollo de cada uno de los métodos no cambia en gran cosa. Por ejemplo, supóngase de nuevo el caso de seleccionar el equipo para excavaciones en el - que se tenían las alternativas M y J; y se presente más:

EJEMPLO No. 3

	M	J	R
Inversión (en el año 0)	900,000	1'500,000	1'200,000
Costo de operación (anual)	75,000	60,000	72,000
Costo de mantenimiento (anual)	7,800	7,200	7,500
Valor de rescate (8ª año)	0	300,000	150,000
Percepción Anual	275,000	350,000	300,000

ANALISIS POR FA:

FA_M = 23,504.00

FA_J = 27,872.00

FA_R = - 1'200,000 (A/P, 10%, 8) + 220,500 + 150,000 (A/F, 10%, 8)

= - 1'200,000 (0.18744) + 220,500 + 150,000 (0.08744)

= $ 8,688.00

Esto significa:

Si se tiene más de 900,000, pero menos de 1'500,000, conviene "M"

Si se tiene más de 1'500,000, J es mejor.

"R" no es aceptable en presencia de "M", pues tiene menor FA.

ANALISIS POR B/C:

Para R:

$B = 150{,}000\ (A/F,\ 10\%,\ 8\ ) + 300{,}000 = 150{,}000\ (\ 0.08744\ ) + 300{,}000$

$= 313{,}116$

$C = 1'200{,}000\ (\ A/P,\ 10\%,\ 8\ ) + 72{,}000 + 7{,}500$

$= 1'200{,}000\ (\ 0.18744\ ) + 79{,}500 = \$\ 304{,}328.00$

Si se hace un análisis diferencial:

$$\left(\frac{\Delta B}{\Delta C}\right)_{M:I} = \frac{275{,}000}{251{,}496} = 1.093$$

$\therefore$ M es mejor que rechazar todas.

$$\left(\frac{\Delta B}{\Delta C}\right)_{R:M} = \frac{313{,}116 - 275{,}000}{304{,}328 - 251{,}496} = 0.7214$$

$\therefore$ R es indeseable en presencia de M; y se sigue con M que es la mejor hasta ahora, y R queda rechazada.

Como R se ha rechazado, se compará J con M.

$$\left(\frac{\Delta B}{\Delta C}\right)_{J:M} = \frac{376{,}322 - 275{,}000}{348{,}360 - 251{,}496} = 1.04$$

$\therefore$ J es mejor que M, y se llega a la misma conclusión que en FA; entre 900,000 y 1'500,000, escoger M; con más de 1'500,000, escoger J; R en presencia de M, indeseable.

ANALISIS POR VP:

$VP_M = 125{,}387$

$VP_J = 148{,}688$

$$VP_R = -1'200,000 + 220,500\ (P/A,\ 10\%,\ 8) + 150,000\ (P/F,\ 10\%,8)$$

$$= -1'200,000 + 220,500\ (5.445) + 150,000\ (0.4665)$$

$$= 46,343$$

Las conclusiones son las mismas que en FA y B/C.

ANALISIS POR TR:

Ordenando de acuerdo a la inversión:

M ------------------ 900,000

R ------------------ 1'200,000

J ------------------ 1'500,000

La $TR_{M:I} = 13.78\%$, como $TR_{M:I} > 10\%$, M es mejor que no invertir en ninguna.

La $TR_{R:M}$:

$$VP = -(1'200,000 - 900,000) + (220,500 - 192,200)\ (P/A,\ TR,8) + 150,000\ (A/F,\ 10\%,\ 8)\ (P/A,\ TR,\ 8) = 0$$

$$VP = -300,000 + 28,300\ (P/A,\ TR,\ 8) + 150,000\ (0.08744)(P/A,TR8) = 0$$

$$VP = -300,000 + 41,416\ (P/A,\ TR,\ 8) = 0$$

$$(P/A,\ TR,\ 8) = \frac{300,000}{41,416} = 7.2436$$

$TR_{R:M} = 2.25\%$

Como $TR_{R:M} < 10\%$, rechazar R en presencia de M

La $TR_{J:M} = 11.09\%$

$\therefore$ Puesto que $TR_{J:M} > 10\%$, J es mejor que M.

Hasta aquí la comparación de las alternativas no ha presentado gran dificultad aunque sí ha resultado laborioso.

Si se tiene una situación en la cual el número de alternativas es mayor, como se verá adelante, se puede analizar tan sólo con dos de los métodos, ya que se ha observado la compatibilidad de los cuatro.

Si se analiza el siguiente ejemplo, por los métodos VP y TR, en el cual se tienen ocho proyectos con sus respectivas inversiones y percepciones, propuestos a siete años con un interés equivalente del 12%, como indica la siguiente tabla:

EJEMPLO No. 4:

INVERSION	PERCEPCION ANUAL
200,000	52,000
140,000	35,000
180,000	46,000
120,000	25,000
160,000	41,000
300,000	70,000
400,000	85,000
100,000	20,000

Por TR:

El método TR requiere una ordenación de acuerdo al monto de sus inversiones, como se muestra enseguida:

PROYECTO	INVERSION	ANUALIDAD	TR
1	100,000	20,000	9.6 %
2	120,000	25,000	10.4 %
3	140,000	35,000	16.4 %
4	160,000	41,000	17.3 %
5	180,000	46,000	17.2 %
6	200,000	51,000	17.1 %
7	300,000	70,000	14.1 %
8	400,000	85,000	11.0 %

Algunos criterios de selección erróneos que se siguen a veces:

1) Seleccionar el primer proyecto que excede el interés equivalente (12%), se escogería 3.

2) Seleccionar el proyecto con mayor TR, escogería 4.

3) Seleccionar el último proyecto que exceda el 12%, se escogería 7.

En el último ejemplo se vió que si se quiere hacer un análisis que - tenga significado, se deben calcular las tasas de rendimiento de la erogación adicional necesaria para cada proyecto?

PROYECTO	P	A	TR	ΔP	ΔA	TR $_{\Delta}$
1	100,000	20,000	9.6	100,000	20,000	9.6
2	120,000	25,000	10.4	20,000	5,000	16.4
3	140,000	35,000	16.4	20,000	10,000	46.6
4	160,000	41,000	17.3	20,000	6,000	23.0
5	180,000	46,000	17.2	20,000	5,000	16.4
6	200,000	51,000	17.1	20,000	5,000	16.4
7	300,000	70,000	14.1	100,000	19,000	7.7
8	400,000	85,000	11.0	100,000	15,000	1.2

Desde luego que todas las TR son significativas, pues si sólo tuvieramos a mano los proyectos 1 y 2, nunca los tomaríamos porque su -- TR $<$ 12%. Se deben eliminar los proyectos malos en primer lugar y -

comparar uno a uno los restantes. Hay que recordar que siempre se debe tener en mente la alternativa de rechazar todas las proposiciones (I); esto permite eliminar los proyectos malos de inmediato: 1, 2 y 8.

PROYECTO 3:

$\Delta P_{3:I} = 140{,}000$; $\Delta A_{3:I} = 35{,}000$; $TR_{3:I} = 16.4\% > 12\%$

$\therefore$ 3 es mejor que rechazar todas las proposiciones.

PROYECTO 4:

$\Delta P_{4:3} = 20{,}000$; $\Delta A_{4:3} = 6{,}000$; $TR_{4:3} = 23\% > 12\%$

$\therefore$ 4 es mejor que 3:

PROYECTO 5:

$\Delta P_{5:4} = 20{,}000$; $\Delta A_{5:4} = 5{,}000$; $TR_{5:4} = 16.4\% > 12\%$

$\therefore$ 5 es mejor que 4:

PROYECTO 6:

$\Delta P_{6:5} = 20{,}000$; $\Delta A_{6:5} = 5{,}000$; $TR_{6:5} = 16.4\% > 12\%$

$\therefore$ 6 es mejor que 5:

PROYECTO 7:

$\Delta P_{7:6} = 100{,}000$; $\Delta A_{7:6} = 11{,}000$; $TR_{7:6} = 7.7\% < 12\%$

$\therefore$ 6 es mejor que 7:

Finalmente, la solución:

I si disponemos de 140,000

3 si disponemos de 140,000

4 si disponemos de 160,000

5 si disponemos de 180,000

6 si disponemos de 200,000

Por VP

PROYECTO	INVERSION	PERCEPCION	VP
1	100,000	20,000	- 8,720
2	120,000	25,000	- 5,900
3	140,000	35,000	19,740
4	160,000	41,000	27,124
5	180,000	46,000	29,944
6	200,000	51,000	32,764
7	300,000	70,000	19,480
8	400,000	85,000	- 12,060

Eliminando los proyectos con VP negativo y jerarquizando el resto, se tendrá:

PROYECTO	VP	INVERSION
6	32,764	200,000
5	29,944	180,000
4	27,124	160,000
3	19,740	140,000
7	19,480	300,000

Se puede observar que 3 con menor inversión que 7, tiene mayor VP, por lo que este último en presencia de 3, 4, 5, y 6 es indeseable.

Solución final:

I : si se dispone de 140,000

3 : si se dispone de 140,000

4 : si se dispone de 160,000

5 : si se dispone de 180,000

6 : si se dispone de 200,000

Nótese que no se tuvo que ordenar por inversión ni hacer sustracciones, ni resolver ecuaciones para llegar a la misma conclusión que en TR.

Además, los cálculos para obtener las TR o las TR_{Δ} requieren de tanteos e interpolaciones, hasta dar con la tasa que dé VP = 0, que implican considerablemente los cálculos.

C A P I T U L O VI

DECISION EN CASO DE RIESGO

Una característica de los problemas de decisiones, es el grado de incertidumbre que presentan al decisionista que no puede estar totalmente seguro, acerca de cuáles serán los resultados de cualquier curso de acción que se elija y solamente se sabe que una determinada decisión, puede llevar con cierta probabilidad a diversos resultados.

Cuando se toman decisiones bajo estas condiciones, se supone conocida la probabilidad de que ocurra cada uno de los resultados asociados a cada alternativa, dado que dicha alternativa será el curso elegido de acción.

La teoría estadística de las decisiones utiliza modelos matemáticos como implementos para el cálculo de tales probabilidades.

Así pues, se proporcionará el instrumento probabilístico necesario para el ánalisis de las situaciones de decisiones bajo condiciones de riesgo.

1.- PROBABILIDAD.-

El término de probabilidad se relaciona comúnmente con el grado de confianza que se le atribuya a la ocurrencia de algún evento. Sin duda alguna es tarea difícil encontrar los modelos adecuados de análisis probabilísticos, ya que el azar desempeña un papel crucial en la determinación de los resultados deseados a la "confianza" atribuída, a no ser que se otorgue un factor atenuante a la incertidumbre que la naturaleza exhibe en su confrontación con el decisionista.

A pesar de que no se puede predecir el resultado de la ejecución de ningún experimento sujeto al azar, es característica del mundo real que, si tal experimento se repite un gran número de veces, la fracción del total del número de veces en que se observó cierto resultado se -- volverá, cada vez más, casi una constante a medida que aumenta el número de repeticiones del experimento.

Para exponer la teoría de las probabilidades es conveniente definir algunos de sus conceptos tales como:

EXPERIMENTO ALEATORIO: arroja resultados sujetos totalmente al -- azar.

EVENTO ALEATORIO: resultado de un experimento aleatorio que no se puede expresar en términos de otros resultados más elementales.

ESPACIO MUESTRAL: conjunto de eventos elementales de un experimento aleatorio considerado. Se denota por S.

EVENTOS MUTUAMENTE EXCLUYENTES: son aquellos cuyos resultados en - un experimento aleatorio no pueden ocurrir al mismo tiempo.

EVENTOS COLECTIVAMENTE EXHAUSTIVOS: aquellos cuya unión da como resultado el espacio muestral.

EVENTOS IGUALMENTE PROBABLES: son aquellos que tienen la misma probabilidad de ocurrir.

EVENTOS COMPUESTOS O DERIVADOS: son los que se obtienen al hacer - combinaciones de los eventos elementales.

Probabilidad; supóngase que un experimento aleatorio específico presenta "n" resultados distintos, igualmente probables. Si lo que interesa es la ocurrencia del evento r, su probabilidad está definida por el cociente $\frac{r}{n}$ y se simboliza por P. O sea $P(R) = \frac{r}{n}$

REGLAS Y DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD: Las reglas de probabilidad pueden establecerse en términos de eventos. Sea S el espacio muestral de un experimento aleatorio que se divide en eventos mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivos, que pueden ser elementales o compuestos. La probabilidad de cualquier evento E en S, es entonces un número real asociado con E, tal que satisface los siguientes teoremas:

a) La probabilidad de cualquier evento puede ser cero o un número real positivo no mayor que uno. Simbólicamente:

$$0 \leq P(E) \leq 1$$

b) La probabilidad de algún evento puede ser igual a 1, si un evento es igual al espacio muestral, o sea E = S, entonces la probabilidad de tal evento es 1, lo cual implica que el evento ocurrirá con certeza. Esto es:

$$p(E) = P(S) = 1$$

c) La probabilidad de un evento imposible es cero. Esto implica que se tiene la certeza de que el evento no ocurrirá.

REGLA DE LA ADICION: La probabilidad de la unión de dos eventos E_1 y E_2, es igual a la suma de sus probabilidades menos la probabilidad de su intersección (u ocurrencia conjunta), indiferente[mente] si son o no mutuamente exclusivas:

$$P(E_1 \cup E_2) = P(E_1) + P(E_2) - P(E_1 \cap E_2)$$

REGLAS DE MULTIPLICACION: Cuando se tienen dos eventos independientes, (esto es ;si A y B representan dos eventos y la ocurrencia de A - no afecta y no es afectada por la ocurrencia de B), la probabilidad de la ocurrencia de ambos, es igual al producto de sus respectivas probabilidades:

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

Ahora bien, si A y B no son independientes, o sea, son dependientes, entonces la ocurrencia de A, afectará la ocurrencia de B, y la probabilidad de que ocurran ambos es igual a:

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

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

REGLA DE BAYES: La regla de Bayes está caracterizada por el ajuste de una probabilidad "a priori", por un parámetro o factor relevante denominado resultado del experimento (evento muestral) que condiciona - la probabilidad denominada "a posteriori".

Supongamos la existencia de "n" eventos mutuamente excluyentes o igualmente probables, denominados por $S_1, S_2, \ldots, S_n$.

Un experimento aleatorio da como resultado los eventos x, tales - que $P(x) \neq 0$, o sea $P(S_i)$ la probabilidad a priori de S_i. En este - caso el teorema de Bayes establece la siguiente aleación:

$$P(S_i/x) = \frac{P(x/S_i) \cdot P(S_i)}{P(x)}$$

donde $P(S_i/x)$ se dice probabilidad "a posteriori" del evento S_i.

En otras palabras, inicialmente se considera la existencia de S_i eventos, con una probabilidad de ocurrencia dada por $P(S_i)$, la cual es denominada probabilidad "a priori" (antes del experimento, antes de tener mayor información). Se realiza un experimento (prueba), cuyo resultado lo identificamos por x ($P(x) \neq 0$). El conocimiento del resultado del experimento permitirá modificar la probabilidad "a priori" en función de información adicional. Esto es, determina la probabilidad de que el evento S_i, pueda darse en función de conocerse un resultado del experimento.

En otra expresión: $P(S_i/x)$ es:

$$P(S_i/x) = \frac{P(x/S_i) \cdot P(S_i)}{\sum P(x/S_i) \; P(S_i)}$$

VARIABLE ALEATORIA: Una variable se conoce como aleatoria si está relacionada a un evento aleatorio. El valor que una variable aleatoria toma en una prueba de un experimento está determinado solo por factores de oportunidad; ocurre al azar sin plan o elección. Así, el concepto puede ser brevemente definido como sigue:

Si los valores que toma una variable X, están asociados con los eventos aleatorios elementales del espacio muestral de un experimento dado y, puesto que dependen de factores de oportunidad para sus ocurrencias, entonces X se conoce como variable aleatoria.

FUNCION DE PROBABILIDAD: La probabilidad de un evento se puede considerar como una función porque a cada valor distinto posible de la variable aleatoria X, la cual es de hecho un evento, le corresponde uno y solo un número real entre 0 y 1, llamado su probabilidad.

Supóngase que se hace un cierto experimento con un número finito de posibles resultados o eventos elementales. Si X se usa como variable aleatoria para designar los resultados de cualquier prueba simple de este experimento, y cada posible resultado es asociado con uno de los "m" distintos valores para X designados por $x_1, x_2, x_3, \ldots, x_m$, entonces el conjunto $S = \{ x_1, x_2, x_3, \ldots, x_m \}$ es el dominio de la función de X. Si "P" representa una relación funcional y P (x), la probabilidad asociada con un punto x en S, se dice que P (x) es la probabilidad de que X = x, ó P (X =x).

Distribuciones de probabilidad: Como ya se dijo, hay una probabilidad que se asigna a cada valor de X, que puede ser un evento elemental o compuesto. Si los valores de X son mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivos, entonces la función de probabilidad para cada uno de los valores de X, puede ser considerada como una distribución de probabilidad, o sea:

Dado un experimento, una distribución de probabilidad es una expresión de una función de probabilidad, que tiene como dominio un conjunto de valores mutuamente excluyentes y exhaustivos generados por el experimento.

Existen dos tipos de distribución de probabilidad: la distribución de probabilidad discreta, en la cual los valores de la variable aleatoria difieren uno de otro en cantidades finitas; y la distribución de probabilidad continua, en la cual los valores de la variable aleatoria difieren uno de otro en cantidades infinitamente pequeñas.

Es importante hacer notar que una distribución de probabilidad puede ser representada por medio de una distribución acumulada de probabilidad que da las probabilidades para $X \leq x$, donde x representa los valores del dominio de la función de X.

VALOR ESPERADO: Supóngase que una variable aleatoria discreta X, tiene los posibles valores $x_1, x_2, x_3, \ldots, x_m$, con sus respectivas probabilidades $P(x_1), P(x_2), P(x_3), \ldots, P(x_m)$, entonces, el valor esperado de la variable aleatoria x, que se designa generalmente por el símbolo $E(X)$, se define como sigue:

$$E(X) = \sum_{i=1}^{m} x_i \, P(x_i) = x_1 P(x_1) + x_2 \, P(x_2) + x_3 \, P(x_3) + \ldots x_m \, P(x_m).$$

El valor esperado de la variable aleatoria se conoce como la media (promedio), de la distribución de la variable aleatoria y es de interés conocer la medida de la dispersión de los valores de la variable aleatoria, de esta medida de posición central. A continuación, se introduce una medida numérica para esas desviaciones; dicha medida es la varianza de la variable aleatoria y se designa por el símbolo σ_X^2

$$\sigma_X^2 = E(X^2) - E(X)^2$$

2.- CRITERIO DE DECISION DEL VALOR MONETARIO ESPERADO:

Se vió que en la mayoría de los problemas de decisiones, el valor asignable a un curso de acción determinado puede representarse adecuadamente en términos monetarios. Este hecho justificará el uso que se hace del valor monetario esperado en el ejemplo que se considerará adelante.

Se presenta una situación de toma de decisiones caracterizada por la existencia de varios estados de la naturaleza; en dicha situación, la persona que toma la decisión puede asignarle probabilidades de ocurrencia a cada estado natural posible, basándose en datos disponibles con que cada estado se presentó en el pasado.

EJEMPLO No. 5

La Compañia SALMAN, S.A., hace trabajos de desmonte cobrando a razón de $ 2,000.00/ día / máquina; a su vez esta compañia alquila sus máquinas a una empresa mayorista llamada DOMI, S.A.

SALMAN, S.A., debe especificar a DOMI, S.A., el número de máquinas que pretende alquilar semanalmente y debe entregar su solicitud cuando menos con un mes de anticipación, SALMAN, S.A., le paga a DOMI, S.A., $ 1,400.00 / día por cada máquina que le alquila.

SALMAN, S.A., se enfrenta con el problema de decidir semanalmente el número de máquinas que debe alquilar para atender la demanda del mes próximo. Como esa demanda varía semanalmente, el problema no es fácil de resolver.

Si la demanda es menor que el número de máquinas disponibles, --

SALMAN, S.A., pierde el alquiler de $ 1,400.00, por cada máquina que - alquiló y que no trabajó. Si la demanda es mayor que el número de máquinas disponibles, SALMAN, S.A., se priva de una ganacia neta de $ 600.00, por cada máquina que no tuvo disponible.

Supóngase que la demanda insatisfecha no afectará el crédito mercantil de SALMAN, S.A., es decir, que no disminuirán sus contratos futuros. Además, supóngase que SALMAN, S.A., no tiene aversión ni preferencia hacia el riesgo, y que solo considera los ingresos y los costos variables para resolver su problema e ignora los costos fijos.

SALMAN, S.A., dispone de datos pasados que reflejan la demanda - - aleatoria para sus máquinas, tomados con base en un período típico de - observaciones de 100 días como se aprecia en la siguiente tabla:

No. de máquinas solicitadas X_i	Número de días	$P(X_i)$
11	10	0.10
12	15	0.15
13	20	0.20
14	25	0.25
15	18	0.18
16	12	0.12

El número de solicitudes de máquinas demandadas, se considera como una variable aleatoria, la cual toma los valores mencionados en la tabla anterior para ese período de observación. En efecto, como se tiene una - distribución de probabilidades para la variable aleatoria considerada, - véase que esta distribución puede ser utilizada como un modelo descriptivo de la incertidumbre parcial, por lo que se refiere a la demanda de máquinas. Para ello se supondrá lo siguiente:

a) Que el período de observaciones de 100 días es una muestra -- representativa del comportamiento aleatorio pasado de la demanda.

b) Que no habrá cambios futuros en el comportamiento observado - de la demanda para las máquinas.

c) Que el número de solicitudes para máquinas es independiente - día a día y semana a semana, o sea, que es completamente aleatorio.

Si estas consideraciones son válidas, esa distribución de probabilidades será un modelo representativo de la situación aleatoria - - real, a la cual se enfrenta SALMAN, S.A.

Se sabe que ésta quiere maximizar el beneficio neto de operación de su negocio. Para poder escoger el curso de acción más aceptable, - utilizará el criterio de decisión del valor monetario esperado (VME): Escójase el curso de acción que dé el máximo beneficio esperado.

En este caso, el procedimiento a seguir es:

a) Calcular el beneficio ó pérdida netos condicionales 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; pondérese cada beneficio condicional con su respectiva probabilidad de ocurrencia.

c) Seleccionar el curso de acción que proporcionará el beneficio neto esperado más adecuado.

Por lo tanto, el conjunto de alternativas factibles es:

A_1 = alquilar 11 máquinas

A_2 = " 12 máquinas

A_3 = " 13 máquinas

A_4 = " 14 máquinas

A_5 = " 15 máquinas

A_6 = " 16 máquinas

Considerando únicamente a estas alternativas se obtiene la siguiente matriz de beneficios netos condicionales:

MATRIZ DE LOS BENEFICIOS NETOS CONDICIONALES

CURSOS DE ACCION	ESTADOS DE LA NATURALEZA (X_i)					
	X = 11	X = 12	X = 13	X = 14	X = 15	X = 16
A_1	6600	6600	6600	6600	6600	6600
A_2	5200	7200	7200	7200	7200	7200
A_3	3800	5800	7800	7800	7800	7800
A_4	2400	4400	6400	8400	8400	8400
A_5	1000	3000	5000	7000	9000	9000
A_6	-400	1600	3600	5600	7600	9600

Los elementos de la matriz anterior representan los beneficios o las pérdidas condicionales, que resultan de las combinaciones posibles de los cursos de acción y de los estados naturales determinados, y que se calculan de la siguiente manera: Por ejemplo, si SALMAN, S.A., alquilara 13 máquinas, y solo trabajara 11 (3er. renglón, 1a. columna), el beneficio neto condicional sería:

11 x 2000 - (13 x 1400) = 22,000 - 18,200 = $ 3,800.00

Nótese que la matriz muestra que los diferentes cursos de acción varían mucho en relación a los riesgos que ofrece. La estrategia de alquilar 11 máquinas, o sea, A_1 garantiza un beneficio máximo condicional de $ 6,600.00, independientemente de la que ocurra. Esta es la estrategia que presenta menos riesgo, pero también menos ganancias netas potenciales. Por el contrario, la estrategia de alquilar 16 máquinas es la alternativa más arriesgada, en el sentido de que el beneficio resultante puede variar desde una pérdida de $ 400.00, hasta una ganancia neta de $ 9,600.00

Se calculará el beneficio esperado que corresponde a cada curso de acción. Los cálculos necesarios se ilustran con la estrategia de alquilar 13 máquinas. Esta vez, el beneficio condicional se considera como una variable aleatoria, la cual toma valores específicos con probabilidades determinadas.

Sea la variable aleatoria X: el beneficio neto condicional.

Se conoce la distribución de probabilidades, P (X), de esta variable aleatoria porque se utilizó la distribución de probabilidades asociada con la demanda aleatoria para máquinas tal como se especificó anteriormente. Por consiguiente, el beneficio neto esperado viene dado por:

$$E(X) = \sum_{i=1}^{m} X_i \, P(X_i)$$

En el caso preciso de alquilar 13 máquinas, el beneficio neto esperado se calcula de esta manera:

$$E(X) = 3800\,(0.10) + 5800\,(0.15) + 7800\,(0.20 + 7800\,(0.25)$$
$$+ 7800\,(0.18) + 7800\,(0.12) = \$\,7{,}100.00$$

Los beneficios netos esperados, asociados con las otras estrategias, se calculan de la misma manera. Los resultados se muestran en - la siguiente tabla:

ESTRATEGIAS	BENEFICIOS ESPERADOS
A_1	$ 6,600.00
A_2	7,000.00
A_3	7,100.00
A_4	6,800.00
A_5	6,000.00
A_6	4,840.00

De acuerdo con el criterio VME, SALMAN, S.A., debe alquilar 13 máquinas porque es la estrategia que le proporciona el beneficio -- esperado más alto, o sea, un beneficio esperado de $ 7,100.00.

¿ Cómo se debe interpretar la cifra de $ 7,100.00 asociada con la estrategia de alquilar 13 máquinas ?. Es el beneficio que se debe esperar a la larga, aún cuando la decisión debe tomarse solamente una vez. Se supone que la naturaleza seguirá comportandose en el futuro tal como lo hizo en el pasado.

Nótese que, en realidad, nunca ocurre una ganancia neta de --- $ 7,100.00; concretamente el beneficio que resultará de la estrategia de alquilar 13 unidades, será uno de los beneficios netos condicionales listados en el renglón correspondiente a estrategia.

Es razonable pensar que un decisionista que se encare a un problema de decisiones bajo condiciones de riesgo, tiene que decidir si le conviene o no el VME, como criterio de decisión, mediante la siguiente regla:

"El VME, debe utilizarse si la persona responsable de la toma de decisiones, lo usa como su norma para seleccionar un curso de acción que proporcione con certeza una cantidad determinada de dinero, o para seleccionar un curso de acción que acarree la mejor o la peor de todas las consecuencias posibles, asociadas con un conjunto de alternativas factibles en una situación concreta de decisiones bajo riesgo."

Más aún, nunca hay que utilizar a ciegas un criterio de decisión. Además, de cualquiera que sea el criterio de decisión que se utilice, también hay que usar el sentido común y el juicio crítico.

3.- CRITERIO DE DECISION BAYESIANO:

Se vió anteriormente la regla de Bayes y se concluía con la expresión matemática que la representa:

$$P(S_i/X) = \frac{P(X/S_i) \cdot P(S_i)}{\sum P(X/S_i)\, P(S_i)}$$

A continuación se presenta un formato para su aplicación en el cálculo de las probabilidades "a posteriori":

(1) ESTADO (Evento) S_i	(2) PROBAB. A PRIORI $P(S_i)$	(3) PROBAB. MUESTRAL $P(X/S_i)$	(4) PROBAB CONJUNTA $P(X/S_i)P(S_i)$	(5) PROBAB. A POSTERIORI $P(S_i/X)$
S_1	$P(S_1)$	$P(X/S_1)$	$P(X/S_1)P(S_1)$	$P(X/S_1)P(S_1)/P(X)$

S_2	$P(S_2)$	$P(X/S_2)$	$P(X/S_2)P(S_2)$	$P(X/S_2)P(S_2)P/(X)$
S_3	$P(S_3)$	$P(X/S_3)$	$P(X/S_3)P(S_3)$	$P(X/S_3)P(S_3)/P(X)$
.				
.				
.				
S_n	$P(S_n)$	$P(X/S_n)$	$P(X/S_n)P(S_n)$	$P(X/S_n)P(S_n)/P(X)$
	$\sum_{i=1}^{n} P(S_i) = 1.0$		$\sum_{i=1}^{n} P(X/S_i)P(S_i)=P(X)$	$\sum_{i=1}^{n} P(S_i/X) = 1.0$

Las columnas indican lo siguiente:

(1) S_i: Estados de la Naturaleza.

(2) $P(S_i)$: Probabilidad "a priori" (estimada) de S_i. la suma de la columna = 1

(3) $(P(X/S_i)$: Probabilidad condicional de obtener un resultado X, de una muestra o experimento que proporcione información adicional, dado que S_i ha ocurrido.

(4) $P(X/S_i)$. $P(S_i)$: Probabilidad conjunte de obtener X y S_i; la sumatoria de esta columna es igual a P(X), o sea la - probabilidad de ocurrencia del resultado X de la información adicional.

(5) $P(S_i/X)$: Probabilidad "a posteriori" de S_i, dada la información adicional de X; numéricamente: el i - és imo valor es igual al i - ésimo valor de la columna (4), dividido - entre la suma de los valores de esta misma columna. La -- sumatoria de los valores de la 5a. columna es igual a 1.0

Para ilustrar el criterio de decisión Bayesiano se expone el siguiente ejemplo:

EJEMPLO No. 6

La compañía NORLI, S.A., ha ganado y firmado un contrato para la construcción de una presa, en la cual espera tener una utilidad neta de $ 8'000,000.00, si todo marcha como se planeó en el proyecto. -

Pero se teme que antes de iniciarse la obra haya una especulación en el costo de los materiales y un alza en la mano de obra. Si esto llegase a suceder NORLI, S.A., sufriría una pérdida de $ 3'000,000.00, y se estima que hay un 60% de probabilidades de que esto llegue a suceder.

Una información adicional gracias a sus contactos con fabricantes, almacenistas y líderes ha establecido que hay un 75% de probabilidades de que todo marche normalmente, pero otro resultado de la -- información, establece que existe un 55% de probabilidades de que se especule con los materiales y haya un alza en la mano de obra. Debido a todo lo anterior, NORLI, S.A., ha pensado en la posibilidad de cancelar el contrato, de hacerlo, tendría que pagar una sanción de - $ 250,000.00, ¿ Qué debe decidir NORLI, S.A., ?

Considérense las siguientes alternativas y estados de la naturaleza:

A_1 = aceptar el contrato.

A_2 = no aceptar el contrato

S_1 = No hay especulación en los materiales ni alza en la mano - de obra.

S_2 = Hay especulación en los materiales y alza en la mano de -- obra.

Y se tendrá la siguiente matriz de decisiones:

	S_1	S_2
A_1	8'000,000.00	- 3'000,000.00
A_2	- 250,000.00	- 250,000.00

PROBABILIDADES "A PRIORI":

$P(S_2) = 0.60$

$P(S_1) = 0.40$

Los valores esperados de las alternativas:

$E(A_1) = 8'000.000\ (0.40) + (-3'000.000)\ (0.60) = \$\ 1'400,000$

$E(A_2) = -\ 250,000\ (0.40) + (-\ 250,000)\ (0.60) = \$\ 250,000$

$\therefore$ El beneficio esperado en estas condiciones:

$E(B) = \$\ 1'400,000.00$

$\therefore$ Decisión inicial: Construir

Si se le llama X_1 al resultado de la información adicional con - una probabilidad de 0.75 y, X_2 al resultado con una probabilidad de - 0.45, se tiene:

$P(X_1/S_1) = 0.75$ $\quad$ $P(X_1/S_2)\ \ 1 - 0.75 = 0.25$

$P(X_2/S_1) = 0.45$ $\quad$ $P(X_2/S_2)\ \ 1 - 0.45 = 0.55$

PROBABILIDADES A POSTERIORI SI EL RESULTADO X_1 SE PRESENTA:

S_i	$P(S_i)$	$P(X_1/S_i)$	$P(X_1/S_i)\ P(S_i)$	$P(X_1/S_i)P(S_i)\ /\ P(X_1)$
S_1	0.40	0.75	0.30	0.67
S_2	0.60	0.25	0.15	0.33
	1.00		$P(X_1) = 0.45$	1.00

Los valores esperados de cada alternativa dado que ha ocurrido X_1:

$E(A_1/X_1) = 8'000.000\ (0.67) + (-3'000.000)(0.33) = \$\ 4'370,000.00$

$E(A_2/X_1) = (-250,000)(0.67) + (-\ 250,000)(0.33) = -\ \$\ 250,000.00$

El beneficio esperado será entonces:

$E(B/X_1) = \$\ 4'370,000.00$

$\therefore$ Si se presenta X_1, la decisión será construir.

PROBABILIDADES A POSTERIORI SI EL RESULTADO X_2 SE PRESENTA:

S_i	$P(S_i)$	$P(X_2/S_i)$	$P(X_2/S_i)P(S_i)$	$P(X_2/S_i).P(S_i)/P(X_2)$
S_1	0.40	0.45	0.18	0.35
S_2	0.60	.55	0.33	0.65
	1.00		$P(X_2) = 0.51$	1.00

Los valores esperados de cada alternativa, dado que ha ocurrido X_2:

$E(A_1/X_2)$ = 8'000.000 (0.35) + (-3'000,000) (0.65) = \$ 850,000.00

$E(A_2/X_2)$ = - 250,000 (0.35) + (- 250,000) (0.65) = - \$250,000.00

El beneficio esperado será entonces:

$E(B/X_2)$ = \$ 850,000.00

$\therefore$ Si se presenta X_2, la decisión será construir.

VALOR ESPERADO DE LA INFORMACION MUESTRAL: El cálculo del beneficio esperado con ayuda de la información muestral se basa en la ganancia esperada, si el decisionista tiene acceso a esta información, que dá las probabilidades de ocurrencia con que se presentará un determinado estado natural.

Entonces:

$$
\begin{aligned}
E\,(B/IM) &= E\,(B/X_1)\,P(X_1) + E\,(B/X_2)\,P(X_2) \\
&= 4'370,000\ (0.45) + (-\ 250,000)\ (\ 0.51\ ) \\
&= 2'400,000.00
\end{aligned}
$$

Esta cantidad se puede interpretar como el beneficio promedio, que se obtendría si se eligió la mejor estrategia después de que se recibió la información muestral.

El valor esperado de la información muestral, se calcula como -- sigue:

$$E(IM) = E(B/IM) - E(B) = 2'400,000 - 1'400,000$$

$$= \$ \ 1'000,000.00$$

esta cantidad representa el aumento en el beneficio esperado, que se obtendría con el uso de la información muestral.

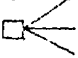
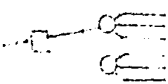
4.- ARBOLES DE DECISION:

Muchos de los problemas dentro de la toma de decisiones es necesario considerarlos ampliamente puesto que las decisiones tomadas en el presente, sin considerar su efecto a largo plazo, pueden afectar enormemente a futuras acciones o nuevas decisiones, que colocarían al decisionista en una situación desventajosa en el futuro.

Hay decisiones que se toman dentro del campo de la Ingeniería Civil y que abarcan intervalos de tiempo largos de 10 años o más. En - - este tipo de problemas se presenta generalmente una secuencia de decisiones, donde existen, por otro lado, eventos (aleatorios) o de incertidumbre, cuya probabilidad de ocurrencia se dá por una función de - - probabilidad.

La existencia de dedcisiones secundarias, eventos y probabilidades de ocurrencia de éstos, pueden eficientemente ser considerados por la - técnica denominada árboles de decisión.

NOMENCLATURA DE LOS INTEGRANTES DE UN ARBOL DE DECISIONES

SIMBOLO	IDENTIFICACION
	Punto de decisión
	Ocurrencia de eventos inciertos.
	Relación de alternativas de decisiones en el punto de decisión.
	Relación de los eventos inciertos que pueden presentarse.
	Ramificaciones: relacionan puntos de decisión, alternativas y ocurrencias de eventos inciertos.

Al igual que en los criterios de decisión ya expuestos se ilustrará la técnica de éste, por medio de ejemplos:

EJEMPLO No. 7

Considérese el caso de la dirección de una escuela universitaria que se enfrenta al problema, ante el rápido avance de la ciencia y la técnica, de elegir entre las tres siguientes alternativas:

A_1: Continuar con el mismo plan de estudios.

A_2: Implantar de manera súbita, un nuevo plan de estudios.

A_3: Implantar de manera gradual, un nuevo plan de estudios. Esta implantación tendría lugar de manera escalonada durante cinco años.

En caso de elegirse la alternativa A_1, la escuela se enfrentará a la obsolescencia con una probabilidad de 0.8, con 0.2, de probabilidad continuará exitosamente su operación.

De elegirse la alternativa A_2, ésta tendrá éxito con una probabilidad de 0.3, con probabilidad igual a 0.7, se presentará una situación en la cual se debe elegir entre las dos nuevas alternativas siguientes:

A_4: Regresar súbitamente al plan de estudios anterior.

A_5: Modificar el sistema de implantación, e intentar hacer una implantación gradual.

La alternativa A_4, conducira al éxito con una probabilidad de 0.10 al fracaso con 0.90.

La alternativa A_5, tiene 0.2 de probabilidad de éxito y 0.8 de fracaso.

Por último A_3, fracasará con 0.1 de probabilidad y tendrá éxito con 0.9

En la parte derecha del diagrama de árbol se encuentran los beneficios o perjuicios que se estiman de cada uno de los resultados. - Estos valores se calculan utilizando algunas técnicas de evaluación - fuera del própósito de este trabajo. Son estimaciones del valor o rendimiento que se espera de cada alternativa en caso de que ésta suceda.

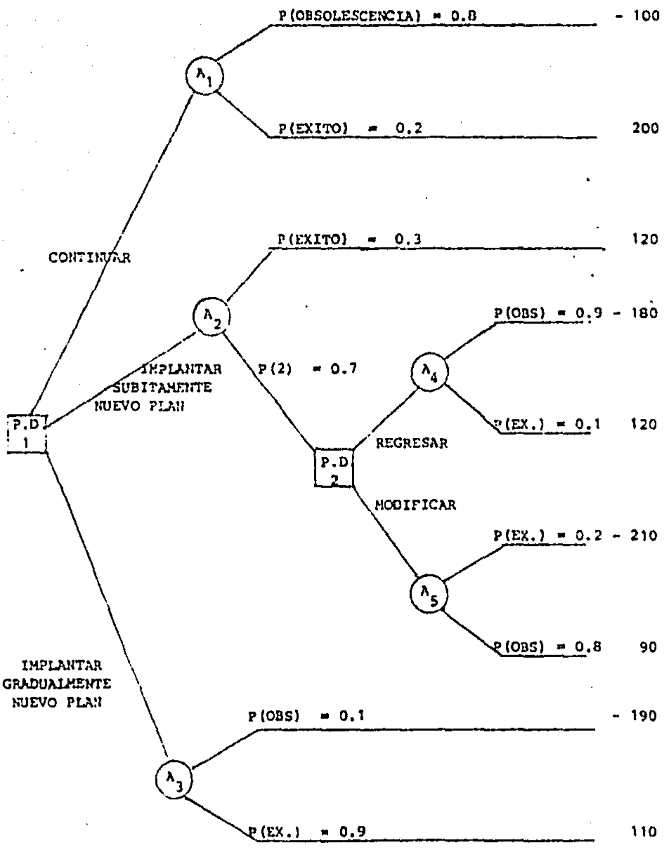


DIAGRAMA DEL EJEMPLO No. 7

Es de suponerse que al tomar las decisiones se trata de encontrar la utilidad esperada de cada alternativa. Por lo tanto para continuar con el proceso de toma de decisiones bajo condiciones de riesgo, se deben calcular los valores esperados asociados con cada alternativa:

$$A_4 = 0.9 (-180) + 0.1 (120) = - 150$$
$$A_5 = 0.2 (-210) + 0.8 (90) = 30$$

de todos estos valores esperados, se elegirá la alternativa A_5 por lo tanto, se puede decir que el valor del resultado en el P.D. 2 es 30.

Ahora se procede a calcular el valor esperado de las alternativas A_1, A_2, A_3:

$$A_1 = 0.8 (-100) + 0.2 (200) = - 40$$
$$A_2 = 0.3 (120) + 0.7 (30) = 57$$
$$A_3 = 0.1 (190) + 0.9 (110) = 70$$

Selecciónese la alternativa A_3.

En este problema de decisiones se puede observar que los valores estimados para cada uno de los resultados fueron calculados de antemano como ya se ha mencionado. Pero en el caso de que las diferentes alternativas tengan resultados en función de cantidades monetarias, el análisis puede hacerse de una manera eficiente, estimando valores para el caso de escogerse de una alternativa, así como la consideración de las erogaciones que se realícen para su efecto.

De acuerdo a las situaciones que se van presentando, el árbol de decisiones puede irse estructurando para tener finalmente, un panorama general de todos los cambios posibles que se pueden tomar.

EJEMPLO No. 8

Industrias JESMA, S.A., (Fabricantes de tubos y albañales), estudian la posibilidad de abrir una más de sus sucursales para satisfacer la demanda en un nuevo mercado por los próximos 10 años.

Las alternativas a considerar son las siguientes:

P.- Construir una planta pequeña de $ 1'000,000.00, y si en los dos primeros años la demanda de tubos y albañales es alta, se decidirá ampliarla para incrementar su producción. La inversión requerida para la ampliación sería de $ 1'600,000.00.

G.- Construir una planta grande, a un costo de $ 2'200,000.00 - con capacidad para la demanda durante los 10 años.

Un estudio hecho en el nuevo mercado, dió como resultado la siguiente información acerca de la posible demanda.

DEMANDA	PERIODO 1 2 AÑOS	PERIODO 2 8 AÑOS	PROBABILIDAD
BUENA	ALTA	ALTA	60%
REGULAR	ALTA	BAJA	10%
MALA	BAJA	BAJA	30/

Además, para los dos primeros años si se construye la planta Grande se tendra: Si la demanda es alta, las ganancias ascenderán a - - - - $ 900,000.00, anuales, y si es baja a $ 200,000.00. En caso de construir la planta pequeña: Si la demanda es alta, las ganancias serán de - - - - $ 400,000.00, y si es baja de $ 300,000.00.

Después de dos años: Si se amplía y si la demanda es alta, las ganancias serán de $ 650,000.00, y si es baja de $ 120,000.00, finalmente si no se amplía y hay demanda alta en los últimos 8 años se tendrá una ganancía de $ 250,000.00, y si la demanda es baja la ganancia será de $ 200,000.00.

Se estima una tasa de interés equivalente de 12% anual.

Sea A_i = Demanda alta, período i; i = 1.2

B_i = Demanda baja, período i; i = 1.2

Entonces se tendrá:

$P(A_1 \cap A_2) = 0.6$

$P(A_1 \cap B_2) = 0.1$

$P(B_1 \cap B_2) = 0.3$

$P(B_1 \cap B_2) = 0$

$P(A_1) = P(A_1 \cap A_2) + P(A_1 \cap B_2) = 0.6 + 0.1 = 0.7$

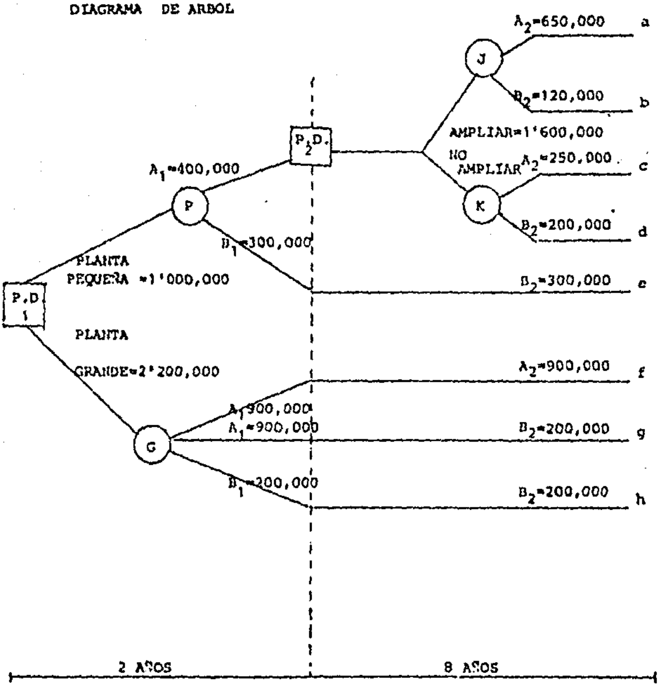
$P(B_1) = P(B_1 \cap B_2) + P(B_1 \cap A_2) = 0.3 + 0.0 = 0.3$

$$P(A/A) = \frac{P(A_1 \cap A_2)}{P(A_1)} = \frac{0.6}{0.7} = 0.86$$

$$P(B/B) = \frac{P(B_1 \cap B_2}{P(B_1)} = \frac{0.3}{0.3} = 1.00$$

$$P(B/A) = \frac{P(A_1 \cap B_2)}{P(A_1)} = \frac{0.1}{0.7} = 0.14$$

DIAGRAMA DE ARBOL



CALCULOS ECONOMICOS PARA CADA RAMA; TRANSPORTANDOLOS AL TIEMPO CERO:

$(VP)_a = -1'000,000 + 400,000\ (P/A,\ 12\%,\ 2) - 1'600,000\ (P/F,\ 12\%\ 2)$
$+\ 650,000\ (P/A,\ 12\%,\ 8)\ .\ (P/F,\ 12\%\ 2)$
$= -1'000,000 + 400,000\ (1.69) - 1'600,000\ (0.7972)$
$+\ 650,000\ (4.698)\ (0.7972) = \underline{\$\ 974,800.00}$

$(VP)_b = -1'000,000 + 400,000\ (P/A,\ 12\%,\ 2) - 1'600,000\ (P/F,\ 12\%,\ 2)$
$+\ 120,000\ (P/A,\ 12\%,\ 8)\ (P/F,\ 12\%,\ 2)$
$= -1'000,000 + 400,000\ (1.69) - 1'600,000\ (0.7972)$
$+\ 120,000\ (4.968)\ (0.7972) = \underline{\$1'124,300.00}$

$(VP)_c = -1'000,000 + 400,000\ (P/A,\ 12\%,\ 2) + 250,000\ (P/A,\ 12\%,\ 8)(P/F,12\%,2)$
$= -1'000,000 + 400,000\ (1.69) + 250,000\ (4.968)\ (0.7972)$
$= \underline{\$\ 666,100.00}$

$(VP)_d = -1'000,000 + 400,000\ (P/A,12\%,2) + 200,000\ (P/A,\ 12\%,8)\ (P/F,12\%,2)$
$= -1'000,000 + 400,000\ (1.69) + 200,000\ (4.968)\ (0.7972)$
$= \underline{\$\ 468,100.00}$

$(VP)_e = -1'000,000 + 300,000\ (P/A,\ 12\%,\ 10) = -1'000,000 + 300,000\ (5.65)$
$= \underline{\$\ 695,000.00}$

$(VP)_f = -2'200,000 + 900,000\ (P/A,\ 12\%,\ 10) = -2'200,000 + 90,000\ (5.65)$
$= \underline{\$\ 2'885,000.00}$

$(VP)_g = -2'200,000 + 900,000\ (P/A,\ 12\%,2) + 220,000\ (P/A,12\%,8)\ (P/F,12\%2)$
$= -2'200,000 + 900,000\ (1.69) + 200,000\ (4.968)\ (0.7972)$
$= \underline{\$\ 113,100.00}$

$(VP)_h = -2'200,000 + 200,000\ (P/A,\ 12\%,\ 10) = -2'200,000 + 200,000\ (5.65)$
$= \underline{\$\ 1'070,000.00}$

El diagrama de árbol con sus valores económicos para cada rama con sus respectivas probabilidades queda establecido en la siguiente hoja:

Haciendo uso del método de marcha hacia atrás, se calculan los valores esperados para cada nodo:

Para el nodo J:

E(J) = 974,800 (0.86) + (-1'124,300) (0.14) = $ 681,000.00

Para el nodo K:

E(K) = 666,100 (0.86) + 468,100 (0.14) = $ 638,400.00

∴ Se deshecha la posibilidad de no ampliar puesto que:

$E(J) > E(K)$

Para el nodo P:

E(P) = 681,000 (0.7) + 695,000 (0.3) = $ 685,200.00

Para el nodo G:

E(G) = 2'885,000 (0.6) + 113,100 (0.1) + (-1'070,000) (0.3)

= $ 1'421,200.00

$E(G) > E(P)$

∴ La decisión final: Construir la planta grande

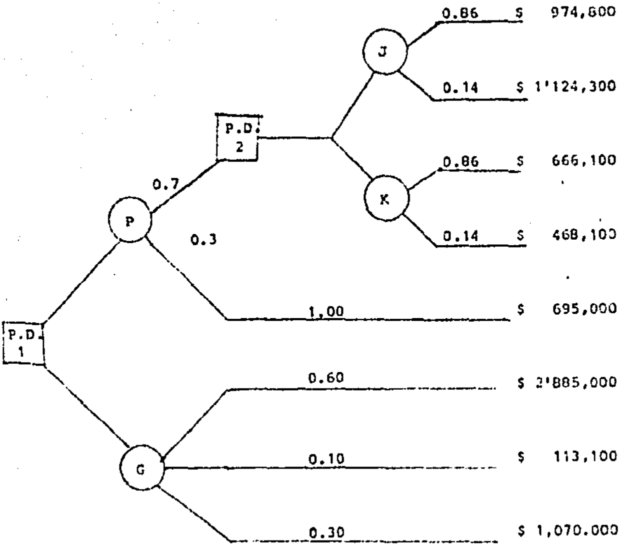


DIAGRAMA DE ARBOL CON LOS VALORES ECONOMICOS PARA CADA RAMA

C A P I T U L O VII

DECISION EN CASO DE INCERTIDUMBRE

La toma de decisiones en condiciones de incertidumbre completa, - significa que se desconocen las probabilidades de ocurrencia de los - diversos estados naturales pertinentes al problema de decisiones considerado. El carácter de incertidumbre se asocia con el hecho de que se sabe que se es incapaz de estimar o calcular la probabilidad de -- que se produzcan cada uno de los estados naturales.

En otras palabras, el decisionista se enfrenta a ese tipo de problemas cuando se encuentra con situaciones que nunca ocurrieron y que quizá no se repitan de esa misma forma en el futuro predecible. En tales situaciones, cada curso de acción factible conducirá a una respuesta específica contenida dentro de cierto conjunto de respuestas posibles, pero no se podría saber cúal es la respuesta que se obtendría - ni tampoco se podría aplicar una ponderación probabilística a esos resultados posibles.

Los criterios de decisión que se emplean cuando predominan estas condiciones de incertidumbre, reflejan los valores personales y las - actitudes fundamentales hacia el riesgo que tiene el responsable de - la decisión. El decisionista puede adptar una actitud intermedia entre el pesimismo y el optimismo, o bien se puede decidir a utilizar algún otro criterio más conveniente.

Se han propuesto varios criterios de decisión que conducen a escoger el mejor curso de acción que concuerde con el criterio elegido. - Por desgracia, ninguno de ellos está universalmente aceptado quizas,-

lo único que se necesita es una manera de colocar, según cierto orden de preferencia a las estrategias disponibles de acuerdo con los niveles de aspiración del decisionista.

Consideremos el siguiente ejemplo:

EJEMPLO No. 9

Una compañía constructora ha decidido introducir dentro de sus -- obras, elementos estructurales de concreto prefabricados durante el - próximo año, y encuentra dos posibles proveedores en el país y uno en el extranjero. Los beneficios esperados asociados con cada proveedor dependerán, de los siguientes estados económicos que podrían sobrevenir durante el próximo año: inflación, recesión, depresión. Por lo -- tanto, las alternativas y los estados de la naturaleza quedarían de - la siguiente manera:

A_1 = Comprar a la empresa "a" (nacional)

A_2 = Comprar a la empresa "b" (nacional)

A_3 = Comprar a la empresa "c" (extranjera)

E_1 = Estado de inflación económica .

E_2 = Estado de recesión ecónomica.

E_3 = Estado de depresión ecónomica.

Los beneficios esperados de cada alternativa de acuerdo a los diferentes estados de la naturaleza se muestran en la siguiente matriz de decisiones:

E.DE LA NAT. / ALTERNATIVAS	E_1	E_2	E_3
A_1	1'000,000	500,000	- 400,000
A_2	600,000	900,000	- 250,000
A_3	- 500,000	0	800,000

1.- CRITERIO DE WALD O DE MAXIMIN. -

Este método supone que el decisionista piensa que una vez que ha elegido cierto curso de acción, quizás la naturaleza se vuelva malévola y, por tanto seleccione el estado natural que minimice los beneficios del decisionista. De acuerdo con ese criterio el decisionista debiera escoger la estrategia que maximiza su retribución de acuerdo con esa suposición pesimista en lo referente a la naturaleza.

En otras palabras, el método sugiere que una selección de "lo mejor de lo peor", es una forma razonable de protegerse a sí mismo. Por lo tanto, el criterio de decisión será el de elegir el curso de acción que reditúe el máximo de las consecuencias mínimas.
Para el ejemplo:

ALTERNATIVAS	RESULTADOS MINIMOS
A_1	- 400,000
A_2	- 250,000
A_3	- 500,000

Por consiguiente el decisionista seleccionará la alternativa A_2.

Es obvio que el maximin es un criterio de decisión pesimista y por ello no es razonable suponer que el decisionista común y corriente tome o debería tomar sus decisiones en esta forma. Si así se hiciera, el decisionista siempre pondría su atención en las peores consecuencias que pudieran sucederle. En la mayoría de las situaciones el criterio de maximin, estancaría a los decisionistas, los volvería inactivos, e implicaría que debería retirarse por completo de la administración - pública o privada.

2.- CRITERIO DE HURWICZ:

Un segundo método para decidir bajo condiciones de incertidumbre completa propone la utilización de un índice de optimismo relativo. Supone que la naturaleza no siempre es malévola. Si un individuo se siente optimista, él es capaz de expresar inteligentemente esa situación mediante un cierto "barómetro" de optimismo.

Este método asigna determinados valores relativos a los resultados máximo y mínimo de cada estrategia posible. La filosofía subyacente es que muchas personas, cuando toman decisiones, tienden a fijarse en las condiciones más extremas y desconocen por completo los resultados que se hallan entre ambos extremos. El procedimiento sugerido por Hurwicz señala este hecho y pondera los valores extremos en forma tal que reflejen consistentemente la importancia que les concede el decisionista.

Por lo tanto, si " α " se define como índice de optimismo relativo y $(1 - \alpha)$, como el de pesimismo relativo, el criterio de decisión se determina calculando el coeficiente de optimismo "C", de - la siguiente manera:

$$C = \alpha\,(\max) + (1 - \alpha)\,(\min)$$

en donde el mínimo y el máximo son las consecuencias pertinentes a - cada curso de acción factible.

Para el ejemplo se asigna un índice de optimismo de 0.7; por lo tanto el índice de pesimismo será 0.3. Haciendo los calculos necesarios sobre la tabla:

ALTERNATIVA	RESULTADO MINIMO	RESULTADO MAXIMO	COEFICIENTE DE OPTIMISMO
A_1	- 400,000	1'000,000	(0.3) (-400,000)+(0.7)(1'000,000) = 580,000
A_2	- 250,000	900,000	(0.3) (-250,000)+(0.7)(900,000) = 55,000
A_3	- 500,000	800,000	(0.3)(- 500,000)+(0.7)(800,000) = 410,000

Por lo tanto, se escoge A_1, ya que le corresponde el mayor coeficiente de Hurwicz.

Hay que hacer notar que el valor dado a α, depende del optimismo de la persona a decidir, y puede variar desde cero (más pesimista) -- hasta 1 (más optimista). El método muestra cómo es posible hacer el intento de incluir más de un resultado sin utilizar todos los resultados - pertinentes al tratar de evaluar las diversas estrategias factibles.

Además de otra alternativa de cómo se puede proceder para obtener cuantificaciones para utilidades y consideraciones subjetivas; y puede - ayudar a que el decisionista racional resuelva su problema de decisiones, pero es imposible que ese criterio sustituya a la intuición y al juicio del decisionista.

3.- CRITERIO DE LAPLACE:

Este tercer método dice lo siguiente: puesto que no se conocen - las probabilidades de ocurrencia de los estados naturales, se da por supuesto que las probabilidades de ocurrencia para cada estado son iguales. Con esto se calcula después el valor esperado de cada estrategia y se escoge la que tenga el valor más elevado.

Aplicando el criterio de Laplace al ejemplo, se le asigna una --

probabilidad de 1/3 a cada uno de los estados naturales y se utilizan - estas ponderaciones para calcular el valor esperado de cada alternativa.

$E(A_1)$ = 1/3(1'000,000) + 1/3 (500,000) + 1/3 (-400,000) = 366,667

$E(A_2)$ = 1/3 (600,000) + 1/3 (900,000) + 1/3 (-250,000) = 416,667

$E(A_3)$ = 1/3 (-500,000) + 1/3 (800,000) = 10,000

Por lo tanto el decisionista escoge la alternativa A_2.

4.- CRITERIO DE SAVAGE O DEL MINIMO ARREPENTIMIENTO:

Se sabe que una vez tomada la decisión y producido el estado de la naturaleza, el decisionista recibe el resultado indicado. Savage argumenta que, después de saber el resultado, el decisionista puede arrepentirse de haber escogido esa alternativa, puesto que tal vez hubiera preferido una diferente. Savage sostiene que el decisionista tiene que procurar que esta posible aflicción se reduzca al mínimo, para lo cual, sugiere - que se puede conocer el grado de arrepentimiento por medio de la diferencia entre el resultado realmente obtenido y el resultado que se hubiera tenido en caso de haber conocido de antemano el estado natural que iba a ocurrir.

El método consiste en construir una matriz de arrepentimiento a partir de la matriz original de decisiones, de la siguiente manera:

a) Se escribe un cero en las celdas de la matriz en donde se presenta el mejor resultado en una columna específica.

b) En sustitución de los valores de las otras celdas, se escribe - la diferencia entre el resultado óptimo y los demás resultados correspondientes a cada estrategia considerada.

Para el ejemplo, aplicando este procedimiento se obtiene la siguien te matriz de arrepentimientos:

	E_1	E_2	E_3
A_1	0	400,000	1'200,000
A_2	400,000	0	1'050,000
A_3	1'500,000	90,000	0

Savage propone que a modo de criterio de decisión, se utilice una variante del criterio de Wald, o sea, que al igual que en tal método, se prefiere ser pesimista acerca del estado de la naturaleza que pudiera ocurrir. Por lo tanto, se aconseja escoger la estrategia que corresponde al mínimo de los arrepentimientos máximos; es decir, que se debe escoger la estrategia que tiene el arrepentimiento MINIMAX. Consecuentemente se tienen los siguientes resultados:

ALTERNATIVA	ARREPENTIMIENTO MAXIMO
A_1	1'200,000
A_2	1'050,000
A_3	1'500,000

De lo anterior se deduce que el arrepentimiento es de 1'050,000, y es la aflicción máxima que el decisionista tiene que sentir al escoger la alternativa A_2, que es la mejor.

Nótese también que a la matriz de arrepentimiento se le podría aplicar un criterio distinto del minimax, pues podría utilizarse el criterio de Hurwicz o el de Laplace.

5.- CRITERIO DE MAXAMAX O ULTRA OPTIMISTA:

Este criterio establece que la persona que toma las decisiones debe elegir aquella alternativa que maximiza el valor máximo que se puede recibir. En otras palabras se debe elegir la alternativa, que se encuentra en la columna que contiene el mayor de los valores máximos de cada renglón. Aplicándolo al ejemplo:

ALTERNATIVA	MAXIMO VALOR
A_1	1'000,000
A_2	900,000
A_3	800,000

Como puede apreciarse, el mayor de los máximos ocurre en el primer renglón, por lo tanto maxamax sugiere elegir la alternativa A_1.

6.- VALOR ESPERADO DE LA INFORMACION PERFECTA. (VEIP).

Hasta aquí, en la presentación de los métodos para resolver problemas en situaciones de incertidumbre, se han considerado casos en los cuales el decisionista escoge entre diversas alternativas sin contar con información adicional antes de tomar su decisión. Sin embargo, se pueden superar estas deficiencias haciendo uso del concepto del valor esperado de la información perfecta. Para determinar este valor, se tiene que calcular el beneficio esperado cuando se tiene información perfecta (con esto el problema ahora será el de una situación de riesgo), y luego sustraer de esa cifra el beneficio esperado que se puede tener en condiciones de riesgo. Considerando el último ejemplo:

Supóngase que después de una investigación se llegan a conocer las probabilidades de los estados de la naturaleza que se pueden presentar.

$$P(E_1) = 0.50$$

$$P(E_2) = 0.20$$

$$P(E_3) = 0.30$$

El cálculo del beneficio esperado con ayuda de la información perfecta se basa en la ganancia esperada si el decisionista tiene acceso a un pronosticador perfecto, que predice con exactitud que estado natural ocurrirá en particular. Por lo tanto, si el pronosticador dice que ocurrirá el estado E_1, el decisionista seleccionará la estrategia A_1, la cual le promete la mayor retribución bajo esas condiciones; si el pronosticador reporta que prevalecerá el estado E_2, se escogerá la alternativa A_2; finalmente si le informan que prevalecerá E_3, escogerá la alternativa A_3. O sea, cada vez que el pronosticador predice un resultado, se selecciona la alternativa que promete la ganancia óptima.

Entonces, el beneficio esperado con base en la información perfecta, se calcula ponderando estas ganancias óptimas con las respectivas probabilidades de obtenerlas y totalizando estos productos; éste cálculo se efectúa como sigue:

$$E(B/IP) = 1'000,000\ (0.5) + 900,000\ (0.2) + 800,000\ (0.3) = \$\ 920,000.00$$

Esta cifra se puede interpretar como el beneficio promedio que se obtendría si eligió la mejor estrategia después de que recibió la información del pronosticador perfecto.

Para derivar el valor esperado de la información perfecta, necesita ahora calcular el beneficio esperado en condiciones de riesgo, es -- decir:

$E(A_1) = 1'000,000(0.5) + 500,000(0.2) + 400,000(0.3) = \$ 480,000.00$

$E(A_2) = 600,000(0.5) + 900,000(0.2) +(-250,000(0.3) = \$ 405,000.00$

$E(A_3) = (-500,000(0.5) + 800,000(0.3) = -\$ 10,000.00$

Por consiguiente, bajo condiciones de riesgo, la mejor estrategia sería A_1, y el beneficio esperado E(B) sería igual a \$ 480,000.00.

Por lo tanto, el VEIP se calcula haciendo la diferencia entre las ganancias esperadas en condiciones de riesgo:

VEIP = E(IP) = E(B/IP) - E(B) = 920,000 - 480,000 = \$ 440,000.00

Esta cantidad representa el aumento en el beneficio esperado que - se obtendría con el uso del pronosticador perfecto, además, se puede -- probar que el VEIP es igual a la pérdida de oportunidad esperada asociada con la alternativa óptima bajo condiciones de riesgo.

Otro término equivalente que se emplea con frecuencia para designar el VEIP, es el costo de la incertidumbre; esta expresión acentúa el costo relacionado con la toma de decisiones bajo condiciones de incertidumbre, es decir, el beneficio esperado sería mayor si pudiera desaparecer la incertidumbre.

7.- APLICACION AL CASO DE MINIMIZAR COSTOS:

Los métodos expuestos anteriormente, se han aplicado a un problema en el cual se busca la alternativa que deje el mejor beneficio; pero -- puede darse el caso de que lo que interese no sea un beneficio directamente, sino el de la selección de la alternativa que proporcione el mínimo costo.

Un problema más puede hacer ver mejor esta situación:

EJEMPLO No. 10

Un departamento gubernamental ha autorizado la construcción de una presa para cierta zona agrícola y va a realizar los primeros estudios del lugar. Se trata de una cañada, la cual tiene un ancho que varía de 70 m., en la parte más amplia. Los primeros resultados dicen que la cortina podría quedar en cualquiera de los tres siguientes lugares:

A_1: En la parte más angosta con un ancho de 70m.

A_2: Poco antes del centro, con una amplitud de 90m.

A_3: Casi al final de la cañada con una separación de 120 m.

Además, un estudio preliminar del suelo hace pensar que el punto de desplante para la cimentación puede variar desde 2 m., hasta 24 m., de profundidad; y se han clasificado de la siguiente forma:

E_1: Roca superficial a 2 m.

E_2: Roca a 10 m.

E_3: Roca a 18 m.

E_4: Roca profunda a 24 m.

Antes de hacer sondeos y dar a conocer el proyecto a contratistas, se va a hacer un análisis económico para determinar el lugar donde es más factible que se construya la cortina. Inicialmente se estimaron los precios que predominaban en el momento, para finalmente llegar a los indicados adelante (considérese precios unitarios por una franja, de un espesor de 1 m., de la cortina):

Para los cimientos:

Hasta 8 m., de profundidad	= \$ 15,000.00/m
de 8.01 a 16 m.	= \$ 20,000.00/m
de 16.01 a 24 m.	= \$ 25,000.00/m

Para la cortina:

La de 70 m.	= \$ 1'900,000.00/m
La de 90 m.	= \$ 1'500,000.00/m
La de 120 m.	= \$ 1'000,000.00/m

Para tener una idea más clara del costo que significaría la combina- ción de cada alternativa con cada uno de los estados naturales posibles, se hizo el siguiente cálculo:

$R_{11} = 70\left[1'900,000 + 2(15,000)\right] = \$\ 135'100,000.00$

$R_{12} = 70\left[1'900,000 + 8(15,000) + 2(20,000)\right] = \$\ 144,200,000.00$

$R_{13} = 70\left[1'900,000 + 8(15,000) + 8(20,000) + 2(25,000)\right] =$

$= \$156'100,000.00$

$R_{14} = 70\left[1'900,000 + 8(15,000) + 8(20,000) + 8(25,000)\right] =$

$= \$\ 166,600,000.00$

$R_{21} = 90\left[1'500,000 + 2(15,000)\right] = \$\ 137'700,000.00$

$R_{22} = 90\left[1'500,000 + 8(15,000) + 2(20,000)\right] = \$\ 149'400,000.00$

$R_{23} = 90\left[1'500,000 + 8(15,000) + 8(20,000) + 2(25,000)\right] =$

$= \$\ 164'700,000.00$

$R_{24} = 90\left[1'500,000 + 8(15,000) + 8(20,000) + 8(25,000)\right] =$

$= \$\ 178'200,000.00$

$R_{31} = 120\left[1'000,000 + 2(15,000)\right] = \$\ 123'600,000.00$

$R_{32} = 120\left[1'000,000 + 8(15,000) + 2(20,000\right] = \$\ 139'200,000.00$

R_{33} = 120 $\left[1'000,000 + 8(15,000) + 8(20,000) + 2(25,000)\right]$ =

= \$ 159'600,000.00

R_{34} = 120 $\left[1'000,000 + 8(15,000) + 8(20,000) + 8(25,000)\right]$ =

= \$ 177'600,000.00

La matriz de decisiones quedaría establecida de la siguiente manera, expresada en millones de pesos:

	E_1	E_2	E_3	E_4
A_1	135.1	144.2	156.1	166.6
A_2	137.7	149.4	164.7	178.2
A_3	123.6	139.2	159.6	177.6

Hasta aquí solo se han establecido los resultados que se tendrían en caso de aceptarse una alternativa cualquiera y se presentase uno de los cuatro estados de la naturaleza. Ahora bien, el problema que se tiene es el de seleccionar la alternativa que permita hacer el menor de los costos y los métodos que ya se trataron antes, pueden ser aplicados, solo que minimizando los criterios. Para cada método se tiene:

CRITERIO DE WALD: Puesto que este criterio dice que hay que maximinizar las mínimas ganancias, para costos se buscaría minimizar el máximo costo:

ALTERNATIVAS	MAXIMO COSTO
A_1	166.6
A_2	178.2
A_3	177.6

Al escoger lo menos entre lo más costoso, se preferiría a A_1, - - sobre las otras dos.

CRITERIO DE HURWICZ: Aquí el valor de α como el índice de optimismo relativo, se le daría al estado natural que nos presente el menor - costo para cada alternativa:

$$\text{Si} \quad \alpha = 0.65 \qquad 1 - \alpha = 0.35$$

ALTERNATIVA	COSTO MAXIMO	COSTO MINIMO	COEFICIENTE DE OPTIMISMO
A_1	166.6	135.1	(166.6)(0.35)+(135.1)(0.65) = 146.12
A_2	178.2	137.7	(178.2)(0.35)+(137.7)(0.65) = 151.87
A_3	177.6	123.6	(177.6)(0.35)+(123.6)(0.65) = 142.50

Se escogería A_3 por ser la menor.

CRITERIO DE LAPLACE: Si se le asigna la misma probabilidad de ocurrencia a cada estado de la naturaleza y calculando el costo esperado - para cada una de las alternativas de acuerdo a esa probabilidad de los - valores obtenidos se seleccionará el menor:

$$E(A_1) = 135.1(0.25) + 144.2(0.25) + 156.1(0.25) + 166.6(0.25) = 150.5$$

$$E(A_2) = 137.7(0.25) + 149.4(0.25) + 164.2(0.25) + 178.2(0.25) = 157.5$$

$$E(A_3) = 123.6(0.25) + 139.2(0.25) + 159.6(0.25) + 177.6(0.25) = 150.0$$

Según Laplace escoger A_3.

CRITERIO DE SAVAGE: Primeramente hay que obtener la matriz de arrepentimientos, pero al contrario de que el arrepentimiento sea por dejar ir el máximo valor para cada columna, en costos se supone que la aflicción sería por el mínimo y para esto es la menor caida de cada columna se pondrán ceros y en los demás se calculan las diferencias entre el costo óptimo y sus correspondientes resultados:

	E_1	E_2	E_3	E_4
A_1	11.5	5.0	0	0
A_2	14.1	10.2	8.1	11.6
A_3	0	0	3.5	11.0

Ahora aplicando el criterio de minimax, o sea el mínimo arrepentimiento entre los máximos:

ALTERNATIVA	MAXIMO ARREPENTIMIENTO
A_1	11.5
A_2	14.1
A_3	11.0

Por lo tanto: A_3 se selecciona.

CRITERIO ULTRAOPTIMISTA: Al contrario del término de maxamax para este criterio, puesto que se trata de costos se le podría denominar como minimin.

La pauta a seguir sería el de seleccionar el mínimo valor de la columna entre los mínimos de cada renglón.

ALTERNATIVA	MINIMO COSTO
A_1	135.1
A_2	137.7
A_3	123.6

$\therefore$ Se escoge A_3.

C A P I T U L O VIII

APLICACION AL PROBLEMA: DISYUNTIVA ENTRE CONTRUIR - - - CASAS-HABITACION O EDIFICIOS DEPARTAMENTALES, PARA VENTA EN EL FRACCIONAMIENTO JARDINES DEL MORAL, LEON, GTO.

La compañía constructora TASA, S.A., ha trabajado en el proyecto - de un conjunto habitacional que consta de edificios de departamentos de lujo en condominio, áreas de recreo y zona comercial en el fraccionamiento Jardines del Moral, León, Gto., ubicado en un sector de alta proyección.

Inicialmente se calculó una ganancia de $ 25'000,000, si marchase todo como en el proyecto. Pero el estudio de mercado realizado arrojo - resultados desfavorables, pues sólo con un 30% de probabilidad se lograrán las ventas deseadas, lo que traería como consecuencia una pérdida - de $ 2'000,000.00. Por otro lado las ventas de casas-habitación tienen el 70% de probabilidades de éxito con lo que se obtendría una ganancia de $ 10'000,000.00 ó bien de $ 3'000,000 de utilidad aún en caso de que el pronóstico fuera en favor de ventas de departamentos.

Se tiene también acceso a la siguiente información:

a) Funcionarios de la CANACO local y de la Asociación de Industriales, estiman que un 80% de probabilidades se lograrían ventas favorables de departamentos.

b) Las compañías bancarias en base a sus archivos de créditos solicitados inclinan su opinión a la venta de casas-habitación con un 55% - de probabilidades de éxito.

c) Una información más extraída por contactos en diferentes - -- compañias constructoras asegura que no habrá competencia notable en - cuanto a la venta de este tipo de vivienda (departamentos), con lo -- cual las probabilidades de éxito ya tomadas del estudio de mercado -- aumentaría del 30% al 60%.

Debido a esto TASA, S.A., ha pensado en cambiar su proyecto por el de construcción de casas-habitación.

¿ Qué es lo que debe decidir TASA, S.A. ?

Señalemos los cursos de acción como A_1 y A_2 y los estados naturales como S_1 y S_2:

A_1 = Construir departamentos.

A_2 = Construir casas-habitación.

S_1 = Las ventas son favorables a los departamentos.

S_2 = Las ventas son favorables a las casas habitación.

	S_1	S_2
A_1	25'000,000	- 2'000,000
A_2	3'000,000	10'000,000

Probabilidad a Priori:

$P(S_1) = 30\%$

$P(S_2) = 70\%$

$E(A_1) = 25' (0.30) + (-2') (0.70) = 6.1'$

$E(A_2) = 3' (0.30) + (10) (0.70) = 7.9'$

El beneficio esperado en estas condiciones sería:

$E(B) = 7.9'$

$\therefore$ Decisión inicial: Construir casas habitación.

Llamémos ahora a los resultados de la información adicional de - la siguiente manera:

X_1 = Resultado con probabilidad de 80%

X_2 = Resultado con probabilidad de 45%

X_3 = Resultado con probabilidad de 60%

Se tiene:

$P(X_1/S_1) = 0.80$ $\quad$ $P(X_1/S_2) = 1 - 0.80 = 0.20$

$P(X_2/S_1) = 0.45$ $\quad$ $P(X_2/S_2) = 1 - 0.45 = 0.55$

$P(X_3/S_1) = 0.60$ $\quad$ $P(X_3/S_2) = 1 - 0.60 = 0.40$

a) PROBABILIDADES A POSTERIORI SI X_1 SE PRESENTA:

S_i	$P(S_i)$	$P(X_1/S_i)$	$P(X_1/S_i).P(S_i)$	$P(X_1/S_i)P(S_i)/P(X_1)$
S_1	0.30	0.80	0.24	0.63
S_2	0.70	0.20	0.14	0.37
			$P(X_1) = 0.38$	1.00

Valores esperados:

$E(A_1/X_1) = 25'\ (0.63) + (-2')\ (0.37) = 15.01'$

$E(A_2/X_1) = 3'\ (0.63) + (10\ )\ (0.37) = 5.59'$

El beneficio espe-ado será: $E(B/X_1) = 15.01'$

∴ Si se presenta X_1, la decisión será construir departamentos.

b) PROBABILIDADES A POSTERIORI SI X_2 SE PRESENTA:

S_i	$P(S_i)$	$P(X_2/S_i)$	$P(X_2/S_i)p(S_i)$	$P(X_2/S_i)P(S_i)/P(X_2)$
S_1	0.30	0.45	0.135	0.26
S_2	0.70	0.55	0.385	0.74
			$P(X_2) = 0.52$	1.00

Valores esperados:

$E(A_1/X_2) = 25'(0.26) + (-2')(0.74) = 5.02'$

$E(A_2/X_2) = 3'(0.26) + (10')(0.74) = 8.18'$

El beneficio esperado será $E(B/X_2) = 8.18'$

∴ Si se presenta X_2, la decisión será construir casas habitación.

c) PROBABILIDADES A POSTERIORI SI X_3 SE PRESENTA:

S_i	$P(S_i)$	$P(X_3/S_i)$	$P(X_3/S_i)P(S_i)$	$P(X_3/S_i)P(S_i)/P(X_3)$
S_1	0.30	0.60	0.18	0.39
S_2	0'70	0.40	0.28	0.61
			$P(X_3) = 0.46$	1.00

Valores esperados:

$E(A_1/X_3) = 25'(0.39) + (-2')(0.61) = 8.53'$

$E(A_2/X_3) = 3'(0.39) + (10')(0.61) = 7.27'$

El beneficio esperado será: $E(B/X_3) = 8.53'$

∴ Si se presenta X_3 la decisión será construir departamentos.

El beneficio promedio si se eligió la mejor estrategia después de recibir información muestral sería:

$$E(B/IM) = E(B/X_1)P(X_1) + E(B/X_2)P(X_2) + E(B/X_3)P(X_3)$$
$$= 15.01'(0.38) + 8.18'(0.52) + 8.53'(0.46)$$
$$= 13.87'$$

Y el valor esperado de la información muestral sería:

$$E(IM) = E(B/IM) - E(B) = 13.76' - 7.9'$$
$$= 5.86'$$

o aumento de beneficio esperado que se obtendría con el uso de la información muestral.

¿ Qué es lo que debe decidir TASA, S.A., ?

La respuesta la tiene usted Sr. Decisionista.

C O N C L U S I O N

Respecto a técnica de toma de decisiones aún queda mucho que estudiar, pero seguir avanzando es la meta de todo profesionista.

En este trabajo expuse una introducción de la teoría de toma de decisiones, para lo cual presenté en los primeros capítulos aclaraciones y definiciones de diversos temas, así como las premisas necesarias para la asimilación de los subsecuentes capítulos.

Ilustré las situaciones diferentes de decisiones con ejemplos simples y propios del campo de la construcción, desde el punto de vista económico para comprender mejor cada uno de los principios.

Por otro lado, también traté dos temas que auxilian grandemente a un decisionista: el valor del dinero en el tiempo y el concepto de probabilidad dentro de la teoría estadística.

Ahora bien, si se piensa en la complejidad que la construcción actual presenta, se apreciará la necesidad que existe de una investigación interdisciplinaria para plantear adecuadamente y resolver los problemas reales de decisiones. Asimismo, también la elaboración de modelos económicos ayudan a la comprensión de situaciones económicas reales e identifican los aspectos y entidades económicas más relevantes dentro del problema, así como la descripción de sus relaciones.

Hoy en día el inversionista debe olvidarse de decidir a su libre albed río, al contrario, antes de esto hacer uso de las técnicas de muestreo estadístico; del análisis de costos y consecuencias económicas de ellos; de la administración adecuada de los recursos humanos, materiales, tecnicos y FINANCIEROS. Estas herramientas las utilizaría para recolectar y organizar la información necesaria para estimar los costos y beneficios de los procedimientos operacionales de la TOMA DE DECISIONES.

Por último, el individuo que está al frente de cualquier organismo público o privado en la industria de la construcción tomando decisiones, tendrá una ventaja si antes de hacerlas: hace un buen análisis de sus recursos; una recopilación de sus alcances y limitaciónes económicas; establece la situación del problema que está enfrentando; selecciona el método más adecuado de decisión y obtiene uno o varios resultados que lo ubiquen en el punto real que presenta su problema.

A P E N D I C E

Factores de Interés Compuesto 1%

	Pago Unico			Serie Uniforme			
n	Factor de Valor Futuro F/P	Factor de Valor Presente P/F	Factor de Fondo Acumulado A/F	Factor de Recuperación de Capital A/P	Factor de Valor Futuro F/A	Factor de Valor Presente P/A	n
1	1.0100	0.9901	1.000.00	1.010.00	1.000	0.990	1
2	1.0201	0.9803	0.497.51	0.507 51	2.010	1.970	2
3	1.0303	0.9706	0.330,02	0.340 02	3.030	2.941	3
4	1.0406	0.9610	0.246 28	0.256 28	4.060	3.902	4
5	1.0510	0.9515	0.196 04	0.206 04	5.101	4.853	5
6	1.0615	0.9420	0.162 55	0.172 55	6.152	5.795	6
7	1.0721	0.9727	0.138 63	0.148 63	7.214	6.728	7
8	1.0829	0.9235	0.120 69	0.130 69	8.286	7.652	8
9	1.0937	0.9143	0.106 74	0.116 74	9.369	8.566	9
10	1.1046	0.9053	0.095 58	0.105 58	10.462	9.471	10
11	1.1157	0.8963	0.086 45	0.096 45	11.567	10.368	11
12	1.1268	0.8874	0.078 85	0.088 85	12.683	11.255	12
13	1.1381	0.8787	0.072 41	0.082 41	13.809	12.134	13
14	1.1495	0.8700	0.066 90	0.076 90	14.947	13.004	14
15	1.1610	0.8613	0.062 12	0.072 12	16.097	13.865	15
16	1.1726	0.8528	0.057 94	0.067 94	17.258	14.718	16
17	1.1843	0.8444	0.054 26	0.064 26	18 430	15.562	17
18	1.1961	0.8360	0.050 98	0.060 98	19.615	16.398	18
19	1.2081	0.8277	0.048 05	0.058 05	20.811	17.226	19
20	1.2202	0.8195	0.045 42	0.055 42	21.019	18.046	20
21	1.2324	0.8114	0.043 03	0.053 03	23.239	18.857	21
22	1.2447	0.8034	0.040 86	0.050 86	24.472	19.660	22
23	1.2572	0.7954	0.038 89	0.048 89	25.716	20.456	23
24	1.2697	0.7876	0.037 07	0.047 07	26.973	21.243	24
25	1.2824	0.7798	0.035 41	0.045 41	28.243	22.023	25
26	1.2953	0.7720	0.033 87	0.043 87	29.526	22.795	26
27	1.3082	0.7644	0.032 45	0.042 45	30.821	23.560	27
28	1.3213	0.7568	0.031 12	0.041 12	32.129	24.316	28
29	1.3345	0.7493	0.029 90	0.039 90	33.450	25.066	29
30	1.3478	0.7419	0.028 75	0.038 75	34.785	25.808	30
31	1.3613	0.7346	0.027 68	0.037 68	36.133	26.542	31
32	1.3749	0.7273	0.026 67	0.036 67	37.494	27.270	32
33	1.3887	0.7201	0.025 73	0.035 73	38.869	27.990	33
34	1.4026	0.7130	0.024 84	0.034 84	40.158	28.703	34
35	1.4166	0.7059	0.024 00	0.034 00	41.660	29.409	35
40	1.4889	0.6717	0.02046	0.030 46	48.866	32.835	40
45	1.5648	0.6391	0.017 71	0.027 71	56.481	36.095	45
50	1.6446	0.6080	0.015 51	0.025 51	64.463	39.196	50
55	1.7285	0.5785	0.013 73	0.023 73	72.852	42.147	55
60	1.8167	0.5504	0.012 24	0.022 24	81.670	44.955	60

65	1.9094	0.5237	0.011 00	0.021 00	90.437	47.627	65
70	2.0068	0.4983	0.009 93	0.019 93	100.676	50.169	70
75	2.1091	0.4741	0.009 02	0.019 02	110.913	52.587	75
80	2.2167	0.4511	0.008 22	0.018 22	121.672	54.988	80
85	2.3298	0.4292	0.007 52	0.017 52	132.979	57.078	85
90	2.4486	0.4084	0.006 90	0.016 90	144.856	59.161	90
95	2.5735	0.3886	0.006 36	0.016 36	157.354	61.143	95
100	2.7048	0.3697	0.005 87	0.015 87	170.481	63.029	100

Factores de Interés Compuesto 5%

	Pago Unico		Serie Uniforme				
n	Factor de Valor Futuro F/P	Factor de Valor Presente P/F	Factor de Fondo Acumulativo A/F	Factor de Recuperación de Capital A/P	Factor de Valor Futuro F/A	Factor de Valor Presente P/A	n
1	1.0500	0.9524	1.00000	1.05000	1.000	0.952	1
2	1.1025	0.9070	0.48780	0.53780	2.050	1.859	2
3	1.1576	0.8638	0.31721	0.36721	3.153	2.723	3
4	1.2155	0.8227	0.23201	0.28201	4.310	3.546	4
5	1.2763	0.7835	0.18097	0.23097	5.526	4.329	5
6	1.3401	0.7462	0.14702	0.19702	6.802	5.076	6
7	1.4071	0.7107	0.12282	0.17282	8.142	5.786	7
8	1.4775	0.6768	0.10472	0.15472	9.549	6.463	8
9	1.5513	0.6446	0.09069	0.14069	11.027	7.108	9
10	1.6289	0.6139	0.07950	0.12950	12.578	7.722	10
11	1.7103	0.5847	0.07039	0.12039	14.207	8.306	11
12	1.7959	0.5568	0.06283	0.10283	15.917	8.863	12
13	1.8856	0.5303	0.05646	0.10646	17.713	9.394	13
14	1.9800	0.5051	0.05102	0.10102	19.599	9.899	14
15	2.0789	0.4810	0.04634	0.09634	21.579	10.380	15
16	2.1829	0.4581	0.04227	0.09227	23.657	10.838	16
17	2.2920	0.4363	0.03870	0.08870	25.840	11.274	17
18	2.4066	0.4155	0.03555	0.08555	28.132	11.690	18
19	2.5270	0.3957	0.03275	0.08275	30.539	11.085	19
20	2.6533	0.3769	0.03024	0.08024	33.066	12.462	20
21	2.7860	0.3589	0.02800	0.07800	35.719	12.821	21
22	2. 9253	0.3418	0.02597	0.07597	38.505	13.163	22
23	3.0715	0.3256	0.02414	0.07414	41.430	13'489	23
24	3.2251	0.3101	0.02247	0.07247	44.502	13.799	24
25	3.3864	0.2953	0.02095	0.07095	47.727	14.094	25
26	3.5557	0.2812	0.01956	0.06956	51.113	14.375	26
27	3. 7335	0.2678	0.01829	0.06829	54.669	14.643	27
28	3.9201	0.2551	0.01712	0.06712	58.403	14.898	28
29	4.1161	0.2429	0.01605	0.06605	62.323	15.141	29
30	4.3219	0.2314	0.01505	0.06505	66.439	15.372	30
31	4.5380	0.2204	0.01413	0.06413	70.761	15.593	31
32	4.7649	0.2099	0.01328	0.06328	75.299	15.803	32
33	5.0032	0.1999	0.01249	0.06249	80.064	16.003	33
34	5.2533	0.1904	0.01176	0.06176	85.067	16.193	34
35	5.5160	0.1813	0.01107	0.06107	90.320	16.374	35
40	7.0400	0.1420	0.00828	0.05828	120.800	17.159	40
45	8.9850	0.1113	0.00626	0.05626	159.700	17.774	45
50	11.4674	0.0872	0.00478	0.05478	209.348	18.256	50
55	14.6356	0.0683	0.00367	0.05367	272.713	18.633	55
60	18.6792	0.0535	0.00283	0.05283	353.584	18.929	60

65	23.8399	0.0419	0.00219	0.05219	456.798	19.161	65
70	30.4264	0.0329	0.00170	0.05170	588.529	19.343	70
75	38.8327	0.0258	0.00132	0.05132	756.654	19.485	75
80	49.5614	0.0202	0.00103	0.05103	971.229	19.596	80
85	63.2544	0.0158	0.00080	0.05080	1 245.087	19.684	85
90	80.7304	0.0124	0.00063	0.05063	1 594.607	19.752	90
95	103.0357	0.0097	0.00049	0.05049	2 040.694	19.806	95
100	131.5013	0.0076	0.00038	0.05038	2 610.025	19.848	100

Factores de Interés Compuesto 8%

	Pago Unico				Serie Uniforme		
n	Factor de Valor Futuro F/P	Factor de Valor Presente P/F	Factor de Fondo Acumulativ. A/F	Factor de Recuperación de Capital A/P	Factor de Valor Futuro F/A	Factor de Valor Presente P/A	n
1	1.0800	0.9259	1.00000	1.08000	1.000	0.926	1
2	1.1664	0.8573	0.48077	0.56077	2.080	1.783	2
3	1.2597	0.7938	0.30803	0.38803	3.246	2.577	3
4	1.3605	0.7350	0.22192	0.30192	4.506	3.312	4
5	1.4693	0.6806	0.17046	0.25046	5.867	3.993	5
6	1.5869	0.6302	0.13632	0.21632	7.336	4.623	6
7	1.7138	0.5835	0.11207	0.19207	8.923	5.206	7
8	1.8509	0.5403	0.09401	0.17401	10.637	5.747	8
9	1.9990	0.5002	0.08008	0.16008	12.488	6.247	9
10	2.1589	0.4632	0.06903	0.14903	14.487	6.710	10
11	2.3316	0.4289	0.06008	0.14008	16.645	7.139	11
12	2.5182	0.3971	0.05170	0.13270	18.977	7.536	12
13	2.7196	0.3677	0.04652	0.12652	21.495	7.904	13
14	2.9372	0.3405	0.04130	0.12130	24.215	8.244	14
15	3.1722	0.3152	0.03683	0.11683	27.152	8.559	15
16	3.4259	0.2919	0.03298	0.11298	30.324	8.851	16
17	3.7000	0.2703	0.02963	0.10963	33.750	9.122	17
18	3.9960	0.2502	0.02670	0.10670	37.450	9.372	18
19	4.3157	0.2317	0.02413	0.10413	41.446	9.604	19
20	4.6610	0.2145	0.02185	0.10185	45.762	9.818	20
21	5.0338	0.1987	0.01983	0.09983	50.423	10.017	21
22	5.4365	0.1839	0.01803	0.09803	55.457	10.201	22
23	5.8715	0.1703	0.01642	0.09642	60.893	10.371	23
24	6.3412	0.1577	0.01498	0.09498	66.765	10.529	24
25	6.8485	0.1460	0.01368	0.09368	73.106	10.675	25
26	7.3964	0.1352	0.01251	0.09251	79.954	10.810	26
27	7.9881	0.1252	0.01145	0.09145	87.351	10.935	27
28	8.6271	0.1159	0.01049	0.09049	95.339	11.051	28
29	9.3173	0.1073	0.00962	0.08962	103.966	11.158	29
30	10.0627	0.0994	0.00883	0.08883	113.283	11.258	30
31	10.8677	0.0920	0.00811	0.08811	123.346	11.350	31
32	11.7371	0.0852	0.00754	0.08745	134.214	11.435	32
33	12.6760	0.0789	0.00685	0.08685	145.951	11.514	33
34	13.6901	0.0730	0.00386	0.08630	158.627	11.587	34
35	14.7853	0.0676	0.00580	0.08580	172.317	11.655	35
40	21.7245	0.0460	0.00386	0.08386	259.057	11.925	40
45	31.9204	0.0313	0.00259	0.08259	386.406	12.108	45
50	46.9016	0.0213	0.00174	0.08174	573.770	12.233	50
55	68.9139	0.0145	0.00118	0.08118	848.923	12.319	55
60	101.2571	0.0099	0.00080	0.08080	1,253.213	12.377	60

65	148.7798	0.0067	0.00054	0.08054	1.847.248	12.416	65
70	218.6064	0.0046	0.00037	0.08037	2.720.080	12.443	70
75	321.2045	0.0031	0.00025	0.08025	4.002.557	12.461	75
80	471.9548	0.0021	0.00017	0.08017	5.886.935	12.474	80
85	693.4565	0.0014	0.00012	0.08012	8.655.706	12.482	85
90	1.018.9151	0.0010	0.00008	0.08008	12.723.939	12.488	90
95	1.497.1205	0.0007	0.00005	0.08005	18.701.507	12.492	95
100	2.199.7613	0.0005	0.00004	0.08004	27.484.516	12.494	100

Factores de Interés Compuesto 10%

	Pago Unico				Serie Uniforme		
n	Factor de Valor Futuro F/P	Factor de Valor Presente P/F	Factor de Fondo Acumulativo A/F	Factor de Recuperación de Capital A/P	Factor de Valor Futuro F/A	Factor de Valor Presente P/A	n
1	1.1000	0.9091	1.00000	1.10000	1.000	0.909	1
2	1.2100	0.8264	0.47619	0.57619	2.100	1.736	2
3	1.3310	0.7513	0.30211	0.40211	3.310	2.487	3
4	1.4641	0.6830	0.21547	0.31547	4.641	3.170	4
5	1.6105	0.6209	0.16380	0.26380	6.105	3.791	5
6	1.7716	0.5645	0.12961	0.22961	7.716	4.355	6
7	1.9487	0.5132	0.10541	0.20541	9.487	4.868	7
8	2.1436	0.4665	0.08744	0.18744	11.436	5.335	8
9	2.3579	0.4241	0.07364	0.17364	13.579	5.759	9
10	2.5937	0.3855	0.06275	0.16275	15.937	6.144	10
11	2.8531	0.3505	0.05396	0.15396	18.531	6.495	11
12	3.1384	0.3186	0.04676	0.14676	21.384	6.814	12
13	3.4523	0.2897	0.04078	0.14078	24.523	7.103	13
14	3.7975	0.2633	0.03575	0.13575	27.975	7.367	14
15	4.1772	0.2394	0.03147	0.13147	31.772	7.606	15
16	4.5950	0.2176	0.02782	0.12782	35.950	7.824	16
17	5.0545	0.1978	0.02466	0.12466	40.545	8.022	17
18	5.5599	0.1799	0.02193	0.12193	45.599	8.201	18
19	6.1159	0.1635	0.01955	0.11955	51.159	8.365	19
20	6.7275	0.1486	0.01746	0.11746	57.275	8.514	20
21	7.4002	0.1351	0.01562	0.11562	64.002	8.649	21
22	8.1403	0.1228	0.01401	0.11401	71.403	8.772	22
23	8.9543	0.1117	0.01257	0.11257	79.543	8.873	23
24	9.8497	0.1015	0.01130	0.11130	88.497	8.985	24
25	10.8347	0.0923	0.01017	0.11017	98.347	9.077	25
26	11.9182	0.0839	0.00916	0.10916	109.182	9.161	26
27	13.1100	0.0763	0.00826	0.10826	121.100	9.237	27
28	14.4210	0.0693	0.00745	0.10745	134.210	9.307	28
29	15.8631	0.0630	0.00673	0.10673	148.631	9.370	29
30	17.4494	0.0573	0.00608	0.10608	164.494	9.427	30
31	19.1943	0.0521	0.00550	0.10550	181.943	9.479	31
32	21.1138	0.0474	0.00497	0.10497	201.138	9.526	32
33	23.2252	0.0431	0.00450	0.10450	222.252	9.569	33
34	25.5477	0.0391	0.00407	0.10407	245.477	9.609	34
35	28.1024	0.0356	0.00369	0.10369	271.024	9.644	35
40	45.2593	0.0221	0.00226	0.10226	442.593	9.779	40
45	72.8905	0.0137	0.00139	0.10139	718.905	9.863	45
50	117.3909	0.0085	0.00086	0.10086	1.163.909	9.915	50
55	189.0591	0.0053	0.00053	0.10053	1.880.591	9.947	55
60	304.4816	0.0033	0.00033	0.10033	3.034.816	9.967	60

65	490.3707	0,0020	0,00020	0,10020	4.893.707	9.980	65
70	789.7470	0.0013	0,00013	0.10013	7.887.470	9.987	70
75	1.271.8952	0.0008	0.00008	0.10008	12.708.954	9.992	75
80	2.048.4002	0.0005	0.00005	0.10005	20.474.002	9.995	80
85	3298,9690	0,0003	0.00003	0,10003	32.979.690	9.997	85
90	5.313.0226	0.0002	0.00002	0.10002	53. 120.226	9.998	90
95	8.556.6760	0.0001	0.00001	0.10001	85.556.760	9.999	95
100	13.780.6123	0.0001	0.00001	0.10001	137.796.123	9.999	100

Factores de Interés Compuesto 12%

	Pago Unico			Serie Uniforme			
n	Factor de Valor Futuro F/P	Factor de Valor Presente R/F	Factor de Fondo Acumulativo A/F	Factor de Recuperación de Capital A/P	Factor de Valor Futuro F/A	Factor de Valor Presente P/A	n
1	1.1200	0.8929	1.00000	1.12000	1.000	0.893	1
2	1.2544	0.7972	0.47170	0.59170	2.120	1.690	2
3	1.4049	0.7118	0.29635	0.41635	3.374	2.402	3
4	1.5735	0.6355	0.20923	0.32923	4.779	3.037	4
5	1.7623	0.5674	0.15741	0.27741	6.353	3.605	5
6	1.9738	0.5066	0.12323	0.24323	8.115	4.111	6
7	2.2107	0.4523	0.09912	0.21912	10.089	4.564	7
8	2.4760	0.4039	0.08130	0.20130	12.300	4.968	8
9	2.7731	0.3606	0.06768	0.18768	14.776	5.328	9
10	3.1058	0.3220	0.05698	0.17698	17.549	5.650	10
11	3.4785	0.2875	0.04842	0.16842	20.655	5.938	11
12	3.8960	0.2567	0.04144	0.16144	24.133	6.194	12
13	4.3635	0.2292	0.03568	0.15568	28.029	6.424	13
14	4.8871	0.2046	0.03087	0.15087	32.393	6.628	14
15	5.4736	0.1827	0.02682	0.14682	37.280	6.811	15
16	6.1304	0.1631	0.02339	0.14339	42.753	6.974	16
17	6.8660	0.1456	0.02046	0.14046	48.884	7.120	17
18	7.6900	0.1300	0.01794	0.13794	55.750	7.250	18
19	8.6128	0.1161	0.01576	0.13576	63.440	7.366	19
20	9.6463	0.1037	0.01388	0.13388	72.052	7.469	20
21	10.8038	0.0926	0.01224	0.13224	81.699	7.562	21
22	12.1003	0.0826	0.01081	0.13081	92.503	7.645	22
23	13.5523	0.0738	0.00956	0.12956	104.603	7.718	23
24	15.1786	0.0659	0.00846	0.12846	118.155	7.784	24
25	17.0001	0.0588	0.00750	0.12750	133.334	7.843	25
26	19.0401	0.0525	0.00665	0.12665	150.334	7.896	26
27	21.3249	0.0469	0.00590	0.12590	169.374	7.943	27
28	22.8839	0.0419	0.00524	0.12524	190.699	7.948	28
29	26.7499	0.0374	0.00466	0.12466	214.583	8.022	29
30	29.9599	0.0334	0.00414	0.12414	241.333	8.055	30
31	33.5551	0.0298	0.00369	0.12369	271.292	8.085	31
32	37.5817	0.0266	0.00328	0.12328	304.847	8.112	32
33	42.0915	0.0238	0.00292	0.12292	342.429	8.135	33
34	47.1425	0.0212	0.00260	0.12260	384.520	8.157	34
35	52.7996	0.0189	0.00232	0.12232	431.663	8.176	35
40	93.0510	0.0107	0.00130	0.12130	767.091	8.244	40
45	163.9876	0.0061	0.00074	0.12074	1.358.230	8.288	45
50	289.0022	0.0035	0.00042	0.12042	2.400.018	8.305	50
55				0.12000		8.333	55

Factores de Interés Compuesto 15%

	Pago Unico				Serie Uniforme		
n	Factor de Valor Futuro F/P	Factor de Valor Presente P/F	Factor de Fondo Acumulativo A/F	Factor de Recuperación de Capital A/P	Factor de Valor Futuro F/A	Factor de Valor Presente P/A	n
1	1.1500	0.8696	1.00000	1.15000	1.000	0.870	1
2	1.3225	0.7561	0.46512	0.61512	2.150	1.626	2
3	1.5209	0.6575	0.28798	0.43798	3. 472	2.283	3
4	1.7490	0.5718	0.20026	0.35027	4. 993	2.855	4
5	2.0114	0.4972	0.14832	0.29832	6.742	3:352	5
6	2.3131	0.4323	0.11424	0.26424	8.754	3.784	6
7	2.6600	0.3759	0.09036	0.24036	11.067	4.160	7
8	3.0590	0.3269	0.07285	0.22285	13.727	4.487	8
9	3.5179	0.2843	0.05957	0.20957	16.786	4.772	9
10	4.0456	0.2472	0.04925	0.19925	20.304	5.019	10
11	4.6524	0.2149	0.04107	0.19107	24.349	5.234	11
12	5.3503	0.2869	0.03448	0.18448	29.002	5.421	12
13	6.1528	0.1625	0.02911	0.17911	34.352	5.583	13
14	7.0757	0.1413	0.02469	0.17469	40.505	5.724	14
15	8.1371	0.1229	0.02102	0.17102	47.580	5.847	15
16	9.3576	0.1069	0.01795	0.16795	55.717	5.954	16
17	10.7613	0.0929	0.01537	0.16537	65 .075	6.047	17
18	12.3755	0.0808	0.01319	0.16319	75.836	6.128	18
19	14.2318	0.0703	0.01134	0.16134	88.212	6.198	19
20	16.3665	0.0611	0.00976	0.15976	102.444	6.259	20
21	18.8215	0.0531	0.00842	0.15842	118.810	6.312	21
22	21.6447	0.0462	0.00727	0.15727	137.632	6.359	22
23	24.8915	0.0402	0.00628	0.15628	159.276	6.399	23
24	28.6252	0.0349	0.00543	0.15543	184.168	6.434	24
25	32.9190	0.0304	0.00470	0.15470	212.793	6.464	25
26	37.8568	0.0264	0.00407	0.15407	245.712	6.491	26
27	43.5353	0.0230	0.00353	0.15353	283.569	6.514	27
28	50.0656	0.0200	0.00306	0.15306	527.104	6.534	28
29	57.5755	0.0174	0.00265	0.15265	377.170	6.551	29
30	66.2118	0.0151	0.00230	0.15230	434.745	6.566	30
31	76.1435	0.0131	0.00200	0.15200	500.957	6.579	31
32	87.5655	0.0114	0.00173	0.15173	577.100	6.591	32
33	100. 6998	0.0099	0.00150	0.15150	664.666	6.600	33
34	115.8048	0.0086	0.00131	0.15131	765.365	6.609	34
35	133.1755	0.0075	0.00113	0.15113	881.170	6.617	35
40	267.8635	0.0037	0.00056	0.15056	1.779.090	6.642	40
45	538.7693	0.0019	0.00028	0.15028	3.585.128	6.654	45
50	1.083.6574	0.0009	0.00014	0.15014	7.217.716	6.661	50
55				0.15000		6.667	55

Factores de Interés Compuesto 30%

	Pago Unico				Serie Uniforme		
n	Factor de Valor Futuro F/P	Factor de Valor Presente P/F	Factor de Fondo Acumulativo A/F	Factor de Recuperación de Capital A/P	Factor de Valor Futuro F/A	Favtor de Valor Presente P/A	n
1	1.3000	0.7692	1.00000	1.30000	1.000	0.779	1
2	1.6900	0.5917	0.43478	0.73478	2.300	1.361	2
3	2.1970	0.4552	0.25063	0.55063	3.990	1.816	3
4	2.8561	0.3501	0.16163	0.46163	6.187	2.166	4
5	3.7129	0.2693	0.11058	0.41058	9.043	2.436	5
6	4.8268	0.2072	0.07839	0.37839	12.756	2.643	6
7	6.2749	0.1594	0.05687	0.35687	17.583	2.802	7
8	8.1573	0.1226	0.04192	0.34192	23.858	2.925	8
9	10.6045	0.0943	0.03124	0.33124	32.015	3.019	9
10	13.7858	0.0725	0.02346	0.32346	42.619	3.092	10
11	17.9216	0.0558	0.01773	0.31773	56.405	3.147	11
12	23.2981	0.0429	0.01345	0.31345	74.327	3.190	12
13	30.2875	0.0330	0.01024	0.31024	97.625	3.223	13
14	39.3738	0.0254	0.00782	0.30782	127.913	3.249	14
15	51.1859	0.0195	0.00598	0.30598	167.286	3.268	15
16	66.6417	0.0150	0.00458	0.30458	218.472	3.283	16
17	86.5042	0.0116	0.00351	0.30351	285.014	3.295	17
18	112.4554	0.0089	0.00269	0.30269	371.518	3.304	18
19	146.1920	0.0068	0.00207	0.30207	483.973	3.311	19
20	190.0496	0.0053	0.00159	0.30159	630.165	3.316	20
21	217.0645	0.0040	0.00122	0.30122	820.215	3.320	21
22	321.1839	0.0031	0.00094	0.30094	1.067.280	3.323	22
23	417.5391	0.0024	0.00072	0.30072	1.388.464	3.325	23
24	542.8008	0.0018	0.00055	0.30055	1.806.003	3.327	24
25	705.6410	0.0014	0.00043	0.30043	2.348.803	3.329	25
26	917.3333	0.0011	0.00033	0.30033	3.054.444	3.330	26
27	1192.5333	0.0008	0.00025	0.30025	3.971.778	3.331	27
28	1550.2933	0.0006	0.00019	0.30019	5.164.311	3.331	28
29	2015.3813	0.0005	0.00015	0.30015	6.714.604	3.332	29
30	2619.9956	0.0004	0.00011	0.30011	8.729.985	3.332	30
31	3.405.9943	0.0003	0.00009	0.30009	11.349.981	3.332	31
32	4427.7926	0.0002	0.00007	0.30007	14.755.975	3.333	32
33	5756.1304	0.0002	0.00005	0.30005	19.183.768	3.333	33
34	7482.9696	0.0001	0.00004	0.30004	24.939.899	3.333	34
35	9727.8604	0.0001	0.00003	0.30003	32.422.868	3'333	35
40				0.30000		3.333	40

Factores de Interés Compuesto 35%

	Pago Unico			Serie Uniforme			
n	Factor de Valor Futuro F/P	Factor de Valor Presente P/F	Factor de Fondo Acumulativ. A/F	Factor de Recuperación de Capital A/P	Factor de Valor Futuro F/A	Factor de Valor Presente P/A	n
1	1.3500	0.7407	1.00000	1.35000	1.000	0.741	1
2	1.8225	0.5487	0.42553	0.77553	2.150	1.289	2
3	2.4604	0.4064	0.23966	0.58966	4.172	1.696	3
4	3.3215	0.3011	0.15076	0.50076	6.633	1.997	4
5	4.4840	0.2230	0.10046	0.45046	9.954	2.220	5
6	6.0534	0.1652	0.06926	0.41926	14.438	2.385	6
7	8.1722	0.1224	0.04880	0.39880	20.492	2.507	7
8	11.0324	0.0906	0.03489	0.38489	28.664	2.598	8
9	14.8937	0.0671	0.02519	0.37519	39.696	2.665	9
10	20.1066	0.0497	0.01832	0.36832	54.590	2.715	10
11	27.1439	0.0368	0.01339	0.36339	74.697	2.752	11
12	36.6442	0.0273	0.00982	0.35982	101.841	2.779	12
13	49.4697	0.0202	0.00722	0.35722	138.485	2.799	13
14	66.7841	0.0150	0.00532	0.35532	187.954	2.814	14
15	90.1585	0.0111	0.00393	0.35393	254.738	2.825	15
16	121.7139	0.0082	0.00290	0.35290	344.897	2.834	16
17	164.3138	0.0061	0.00214	0.35214	466.611	2.840	17
18	221.8236	0.0045	0.00159	0.35158	630.925	2.844	18
19	299.4619	0.0033	0.00117	0.35117	852.748	2.848	19
20	404.2736	0.0025	0.00087	0.35087	1.152.210	2.850	20
21	545.7693	0.0018	0.00064	0.35064	1.556.484	2.852	21
22	736.7886	0.0014	0.00048	0.35048	2.102.253	2.853	22
23	994.6646	0.0010	0.00035	0.35035	2.839.042	2.854	23
24	1.342.7973	0.0007	0.00026	0.35026	3.833.706	2.855	24
25	1.812.7763	0.0006	0.00019	0.35019	5.176.504	2.856	25
26	2.447.2480	0.0004	0.00014	0.35014	6.989.280	2.856	26
27	3.303.7848	0.0003	0.00011	0.35011	9.436.528	2.856	27
28	4.460.1095	0.0002	0.00008	0.35008	12.740.313	2.857	28
29	6.021.1478	0.0002	0.00006	0.35006	17.200.422	2.857	29
30	8.128.5495	0.0001	0.00004	0.35004	23.221.570	2.857	30
31	10.973.5418	0.0001	0.00003	0.35003	31.350.120	2.857	31
32	14.814.2815	0.0001	0.00002	0.35002	42.323.661	2.857	32
33	19.999.2800	0.0001	0.00002	0.35002	57.137.943	2.857	33
34	26.999.0280	0.0000	0.00001	0.35001	77.137.223	2.857	34
35	36.448.6878	0.....	0.00001	0.35001	104.136.251	2.857	35
40				0.35000		2.857	40

Factores de Interés Compuesto 40%

	Pago Unico				Serie Uniforme		
n	Factor de Valor Futuro F/P	Factor de Valor Presente P/F	Factor de Fondo Acumulativo A/F	Factor de Recuperación de Capital A/P	Factor de Valor Futuro F/A	Factor de Valor Presente P/A	n
1	1.4000	0.7143	1.00000	1.40000	1.000	0.714	1
2	1.9600	0.5102	0.41667	0.81667	2.400	1.224	2
3	2.7440	0.3644	0.22936	0.62936	4.360	1.589	3
4	3.8426	0.2603	0.14077	0.54077	7.104	1.849	4
5	5.3782	0.1859	0.09136	0.49136	10.946	2.035	5
6	7.5295	0.1328	0.06126	0.46126	16.324	2.168	6
7	10.5414	0.0949	0.04192	0.44192	23.853	2.263	7
8	14.7579	0.0678	0.02907	0.42907	34.395	2.331	8
9	20.6610	0.0484	0.02034	0.42034	49.153	2.379	9
10	28.9255	0.0346	0.01432	0.41432	69.814	2.414	10
11	40.4957	0.0247	0.01013	0.41013	98.739	2.438	11
12	56.6939	0.0176	0.00718	0.40718	139.235	2.456	12
13	79.3715	0.0126	0.00510	0.40510	195.929	2.469	13
14	111.1201	0.0090	0.00363	0.40363	275.300	2.478	14
15	155.5681	0.0064	0.00259	0.40259	386.420	2.484	15
16	217.7953	0.0046	0.00185	0.40185	541.988	2.489	16
17	304.9135	0.0033	0.00132	0.40132	759.784	2.492	17
18	426.8789	0.0023	0.00094	0.40094	1.064.697	2.494	18
19	597.6304	0.0017	0.00067	0.40067	1.491.576	2.496	19
20	836.6826	0.0012	0.00048	0.40048	2.089.206	2.497	20
21	1.171.3554	0.0009	0.00034	0.40034	2.925.889	2.498	21
22	1.639.8976	0.0006	0.00024	0.40024	4.097.245	2.498	22
23	2.295.8569	0.0004	0.00017	0.40017	5.737.142	2.499	23
24	3.214.1997	0.0003	0.00012	0.40012	8.032.999	2.499	24
25	4.499.8796	0.0002	0.00009	0.40009	11.247.199	2.499	25
26	6.299.8314	0.0002	0.00006	0.40006	15.747.079	2.500	26
27	8.819.7640	0.0001	0.00005	0.40005	22.046.910	2.500	27
28	12.347.6696	0.0001	0.00003	0.40003	30.866.674	2.500	28
29	17.286.7374	0.0001	0.00002	0.40002	43.214.343	2.500	29
30	24.201.4324	0.0000	0.00001	0.40002	60.501.081	2.500	30
31	33.882.0053	......	0.00001	0.40001	84.702.513	2.500	31
32	47.434.8074	......	0.00001	0.40001	118.584.519	2.500	32
33	66.408.7304	......	0.00001	0.40001	166.019.326	2.500	33
34	92.972.2225	......	0.00000	0.40000	232.428.056	2.500	34
35	130.161.1116	......	....	0.40000	325.400.279	2.500	35
40				0.40000		2.500	40

Factores de Interés Compuesto 45%

	Pago Unico		Serie Uniforme				
n	Factor de Valor Futuro F/P	Factor de Valor Presente P/F	Factor de Fondo Acumulati. A/F	Factor de Recuperación de Capital A/P	Factor de Valor Futuro F/A	Factor de Valor Presente P/A	n
1	1.4500	0.6897	1.00000	1.45000	1.000	0.690	1
2	2.1025	0.4756	0.40816	0.85816	2.450	1.165	2
3	3.0486	0.3280	0.21966	0.66966	4.552	1.493	3
4	4.4205	0.2262	0.13156	0.58156	7.601	1.720	4
5	6.4097	0.1560	0.08318	0.53318	12.022	1.876	5
6	9.2941	0.1076	0.05426	0.50426	18.431	1.983	6
7	13.4765	0.0742	0.03607	0.48607	27.725	2.057	7
8	19.5409	0.0512	0.02427	0.47427	41.202	2.109	8
9	28.3343	0.0353	0.01646	0.46646	60.743	2.144	9
10	41.0847	0.0243	0.01123	0.46123	89.077	2.168	10
11	59.5728	0.0168	0.00768	0.45768	130.162	2.185	11
12	86.3806	0.0116	0.00527	0.45527	189.735	2.196	12
13	125.2518	0.0080	0.00362	0.45362	276.115	2.204	13
14	181.6151	0.0055	0.00249	0.45249	401.367	2.210	14
15	263.3419	0.0038	0.00172	0.45172	582.982	2.214	15
16	381.8458	0.0026	0.00118	0.45118	846.324	2.216	16
17	553.6764	0.0018	0.00081	0.45481	1'228.170	2.218	17
18	802.8308	0.0012	0.00056	0.45056	1'781.846	2.219	18
19	1'164.1047	0.0009	0.00039	0.45039	2'584.677	2.220	19
20	1'687.9518	0.0006	0.00027	0.45027	3'748.782	2.221	20
21	2'447.5301	0.0004	0.00018	0.45018	5'436.734	2.221	21
22	3'548.9187	0.0003	0.00013	0.45013	7'884.264	2.222	22
23	5'145.9321	0.0002	0.00009	0.45009	11.433.182	2.222	23
24	7'461.6015	0.0001	0.00006	0.45006	16'579.115	2.222	24
25	10'819.3222	0.0001	0.00004	0.45004	24'040.716	2.222	25
26	15'688.0173	0.0001	0.00003	0.45003	34'860.038	2.222	26
27	22'747.6250	0.0000	0.00002	0.45002	50'548.056	2.222	27
28	32'984.0563	......	0.00001	0.45001	73'295.681	2.222	28
29	47'826.8816	....	0.00001	0.45001	106279.737	2.222	29
30	69'348.9783	....	0.00001	0.45001	154106.618	2.222	30
31				0.45000		2.222	31

B I B L I O G R A F I A

1.- EL ENFOQUE DE SISTEMAS.

Gerez - Grijalva , Ed. Limusa.

2.- ESTADISTICA SIMPLIFICADA.

H.T. Hayslett,Jr., Ed. Minerva - Doubleday.

3.- EVALUACION ECONOMICA.

López Léautaud, Ed. Mc.Graw - Hill.

4.- ANALISIS FINANCIERO.

James C.T. Mao., Ed. El Ateneo.

Centro Regional de Ayuda Técnica.

5.- TEORIA DE LAS DECISIONES.

Jean Paul Rheault, Ed. Limusa.

6.- INGENIERIA ECONOMICA.

George A. Taylor, Ed. Limusa.

7.- ESTUDIOS FUNDAMENTALES DE MERCADOTECNIA.

Robert Ferber,Herrero Hnos.,Sucesores,S.A.

Centro Regional de Ayuda Técnica.