

00164

rej-

1

TEMA DE TESIS

Título :

"MÉTODOS CUANTITATIVOS DE ANÁLISIS PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA ADMINISTRACION DE RECURSOS ARQUITECTONICOS"

Para obtener el grado de Maestría en Arquitectura con especialidad en : Tecnología.

Director de Tesis : ARQ. FRANCISCO REYNA GONZALEZ

Sinodales Propietarios :

M. EN PDG. Y ARQ. JESUS AGUIRRE CARDENAS

M. EN ARQ. ROBERTO CRUZ SERRANO

Sinodales Suplentes :

ARQ. TOMAS GARCIA SALGADO

M. EN ARQ. JOSE LUIS CALDERON CABRERA

ARQ. MANUEL HUMBERTO ACEDO ESPINOZA  
EXAMEN DE GRADO  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
ESCUELA NACIONAL DE ARQUITECTURA  
U. N. A. M. 1980

186/122... 186

30912





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

**C O N T E N I D O**

<b>INTRODUCCION</b>	<b>4</b>
<b>1.0 METODOS CUANTITATIVOS DE ANALISIS</b>	<b>13</b>
<b>2.0 METODO DIAGRAMATICO PARA REPRESENTAR Y ANALIZAR - PROBLEMAS DE DECISION</b>	<b>30</b>
<b>3.0 ANALISIS DEL CRITERIO DEL VALOR ESPERADO</b>	<b>37</b>
<b>4.0 APLICACIONES Y OBSERVACIONES ADICIONALES</b>	<b>46</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>57</b>

## INTRODUCCION

Este tema de tesis resume aspectos básicos de la administración en arquitectura. La intención principal es presentar una síntesis de conceptos y enfoques cuantitativos modernos, atendiendo principalmente a aquellos que son básicos y los técnicas de análisis; tomando en cuenta que la administración debe basarse en el estudio interdisciplinario de la economía, contabilidad, sociología, psicología social, estadística y matemáticas las cuales han experimentado importantes avances en áreas relacionadas directamente con ésta.

También es una introducción al análisis de problemas de decisión que se tienen normalmente en el sector público y privado, donde dicho análisis permite al decisor decomponer el problema complejo en subproblemas siendo éstos más simples y sobre los que se tomarán decisiones.

A pesar de que la administración es una disciplina relativamente nueva, ha venido evolucionando a pasos agigantados, por tanto el administrador debe desarrollar una cierta estructura dentro de la cual pueda pensar y actuar donde dicha estructura le permita separar lo importante de lo que no lo es, y lograr con esto establecer objetivos claros y definidos que serán el fundamento para todas sus

acciones.

La importancia de la administración es universal - en el mundo industrial moderno, por tanto cualquier organización de este tipo requiere tomar decisiones, coordinar actividades, manejar personal, así como evaluar la ejecución dirigida hacia objetivos de grupo.

Numerosas actividades administrativas tienen su propia y particular forma de abordar tipos específicos de problemas, estas actividades pueden ser la administración escolar, gubernamental, etc. En nuestro caso la administración es arquitectura; todas estas actividades tienen elementos en común.

La administración ha adquirido mayor importancia - conforme los trabajos se han hecho más especializados y - la escala de operaciones ha ido en aumento. Por tanto los desarrollos tecnológicos han cambiado continuamente el marco de la administración.

La principal característica de la administración - es la integración y aplicación del conocimiento y los enfoques analíticos desarrollados por numerosas disciplinas siendo problema del administrador lograr un equilibrio entre estos enfoques especiales y aplicar los conceptos definitivos en las situaciones específicas que requieran una acción; utilizando para resolver problemas, técnicas a la medida de las situaciones.

La administración se considera como un grupo especial de personas cuya labor es dirigir sus esfuerzos hacia objetivos comunes a través de las actividades del personal, o sea la administración como grupo logra que se hagan las cosas a través de otras personas.

También se puede definir la administración como un método por el cual un grupo en cooperación dirige sus acciones hacia metas comunes implicando este método, técnicas mediante las cuales un grupo principal de administradores coordinan las actividades de otras personas; de hecho los administradores rara vez realizan esas actividades personalmente. Dicho método consiste en identificar y describir las funciones que son básicas para las actividades de la administración en todos sus niveles y que en conjunto forman el sistema; estas funciones también son fundamentales en todos los tipos de esfuerzo colectivo incluyendo empresas, dependencias de gobierno, etc. Donde éstas forman un centro de actividades en varias facetas de operación como ventas, fabricación, construcción, finanzas, etc.

Las siguientes funciones describen el trabajo que realiza el administrador:

Tomar decisiones.- Es un método por el cual un curso de acción es conscientemente escogido entre las alternativas disponibles con el propósito de lograr un objetivo.

Organizar.- Es el sistema por el cual se determina la estructura y la asignación de actividades.

Asesorar.- Es la técnica por medio de la cual los administradores seleccionan, entrenan, promueven, y eliminan a sus subordinados.

Planear.- Es la actitud por la cual el administrador estudia el futuro y descubre cursos alternativos de acción.

Controlar.- Es el método que mide el desarrollo ag

tual y lo guía hacia una meta predeterminada.

Dirigir.- Es el procedimiento por el cual el desarrollo actual de los subordinados se guía hacia metas comunes.

Todas estas funciones u obligaciones están interrelacionadas sin embargo es útil tratar a cada una como un sistema por separado con el propósito de establecer conceptos detallados importantes para el trabajo combinado del administrador.

Las características del administrador se pueden describir en términos generales como iniciativa, confianza en sí mismo, inteligencia, juicio, salud, integridad, perseverancia, firmeza, fe, entereza, persistencia y tonicidad.

También el administrador debe tener habilidad técnica al llevar a cabo una actividad y desarrollar un sentido creativo para describir ideas nuevas y originales.

Como ya se ha mencionado entre los deberes de los administradores se incluye la obligación de tomar decisiones y no tanto desarrollar las actividades por sí mismo ya que éstas son ejecutadas por otros, de tal forma que el administrador puede ser visto como un especialista y se concentra en un tipo particular de decisiones conocidas como formulación de políticas.

La toma de decisiones por individuos.- Entre otras decisiones que afectan sus actividades, así en una organización el trabajo de tomar decisiones está afectado por el ambiente en que se toman éstas y el papel que el decisor desempeña.



Una decisión implica un despliegue mental en el nivel consciente, los factores lógicos son importantes sin embargo los factores emocionales, no racionales e inconscientes influyen de hecho en el despliegue.

Una decisión se puede considerar como una aproximación primaria del objetivo. También implica una elección, por lo tanto si sólo hay una alternativa, no hay decisión posible.

La estructura del trabajo para la toma de decisiones por individuos descrita en etapas puede ser como sigue:

Una buena decisión depende de que quien la tome esté enterado de los factores que determinan la etapa para una decisión (experiencia, etc.). Y también del reconocimiento del problema real y factores límites.

La búsqueda y el análisis de las alternativas disponibles y sus consecuencias es la etapa más sujeta a un tratamiento lógico y sistemático mediante el uso de modelos matemáticos, teoría de probabilidades etc. O sea el enfoque de la lógica es la clave en esta etapa donde el decisor llega a conclusiones generales partiendo de hechos particulares; o puede deducir de conocimientos, información, experiencias, un planteamiento del problema para su solución.

La última etapa consiste en la preferencia de solución entre alternativas.

La toma de decisiones por grupos.- En un esfuerzo colectivo una persona puede aparecer como la que ha tomado la decisión cuando de hecho sólo ha desarrollado un papel en el trabajo de grupo.

Las ventajas en este caso son:

Una decisión puede ser planteada desde diferentes puntos de vista por los especialistas que forman un grupo.

La coordinación de actividades de grupos separados puede lograrse a través de interacciones de conjunto en las reuniones.

La motivación de los miembros en forma individual para tomar una decisión puede ser mayor por el sentimiento de participación en este tipo de trabajo.

La discusión de grupo es un método de pensamiento creativo.

La toma de decisiones por grupo puede ofrecer desventajas desde los siguientes puntos de vista:

El tiempo requerido para tomar una decisión por un grupo hace su empleo poco recomendable si ésta debe tomarse rápidamente.

La acción de grupo puede conducir a una indecisión.

Si un jefe superior está presente en la junta la decisión puede ser tomada individualmente por él, aparentando sus subordinados ser competentes al proponer ideas que crean gustos a su superior.

Las decisiones de grupo pueden dar como resultado un método en el cual nadie es responsable por una decisión.

Las decisiones tomadas por grupos varían en cuanto

a su complejidad e importancia; mientras más compleja e importante sea una decisión, mayor será la necesidad de reglas de decisión éticas; la complejidad de una decisión crece conforme aumenta el número de variantes por considerar, el grado de incertidumbre y por tanto se requiere más juicio de valor.

Formulación de políticas.- La política es el <sup>o</sup>entendimiento por parte de los miembros de un grupo, que hace que las acciones de cada miembro del grupo en un conjunto dado de circunstancias sean más predecibles para los otros miembros; una política es una guía para tomar decisiones.

Si una decisión facilita ayuda para otros en diversas circunstancias, es ésta que es una decisión política porque establece un procedimiento y ofrece alguna guía para decisiones en lo futuro.

#### Características de una política:

Debe estar relacionada con un objetivo del grupo y ser expresada a todos las personas a quienes es aplicable.

Establecerse en palabras comprensibles y puesta por escrito.

Prescribir límites y patrones para acciones futuras.

Estar sujeta a cambios, pero debe ser relativamente estable.

Ser razonada y capaz de ser cumplida.

Permitir discusión e interpretación por parte de los responsables de llevarla a cabo.

**Limitaciones de la política:**

Una política no permite pensar acerca de situaciones repetidas.

Si una política permanece sin cambios de que las condiciones han cambiado puede tener el efecto de oponerse al progreso.

Si la política no se establece en términos amplios y definidos puede tender a estimular a uno o varios miembros del grupo a hacer caso omiso, o a eludir la responsabilidad de su o sus propias decisiones.

**Principios de participación en grupos.-** El plan físico, el tamaño del grupo y la atmósfera general son factores importantes que determinan la efectividad de la solución del problema.

Reducir las amenazas es un objetivo importante al planear la acción de grupo, para hacer que éste cambie de los problemas interpersonales hacia metas generales.

La mejor dirección del grupo se desarrolla por el conjunto. Un grupo que funciona bien tiende a hacerlo informalmente sin que una persona sola provea toda la hegemonía.

Las metas deben ser formuladas explícitamente por el grupo, éste debe de abstenerse de ser cercado por reglas predeterminadas; el objetivo es incrementar el compromiso de cada miembro en el trabajo de tomar decisiones.

## 1.0 METODOS CUANTITATIVOS EN ANALISIS.

### 1.1 INTRODUCCION.

Algunos de los grandes avances en campos fundamentales para la administración de recursos se han llevado a cabo en las disciplinas cuantitativas: MATEMATICAS Y ESTADISTICA.

A pesar de que la mayoría de los administradores - en este caso arquitectos no poseen los antecedentes necesarios para realizar algunos cálculos que requieran las técnicas de teoría de decisiones, los administradores deben ser capaces de comprender el enfoque cuantitativo lo suficiente como para:

a) Plantear sus problemas de tal forma que faciliten el uso de especialistas en el manejo de datos cuantitativos.

b) Comunicarse con los especialistas en la interpretación de las respuestas obtenidas por métodos refinados.

### 1.2 LA ESTRUCTURA GENERAL PARA LA TOMA DE DECISIONES CUANDO SE USAN LOS METODOS CUANTITATIVOS ES COMO SIGUE:

a) El problema debe expresarse en términos cuantitativos.

b) Las relaciones deben ser expresadas con símbolos que faciliten las manipulaciones matemáticas.

c) Los resultados de las acciones deben ser medibles.

El administrador debe tratar de desarrollar al máximo un punto de vista que estimule la experimentación de métodos más nuevos y eficaces.

1.3 CONCEPTOS FUNDAMENTALES QUE SE USAN EN EL MANEJO DE LOS FACTORES BÁSICOS RELATIVOS A UN PROBLEMA.

a) Símbolos.- Estos son útiles para establecer explícitamente las relaciones entre números o diversos factores para llevar a cabo cálculos matemáticos.

Además se deben expresar estas relaciones en forma cuantitativa para facilitar su manejo, haciendo posible con esto la comunicación con los especialistas matemáticos quienes entonces podrán ayudar en el análisis de las relaciones con métodos no disponibles; y más aún con el uso de las computadoras electrónicas se hace deseable acostumbrarse a la terminología.

b) Modelos.- Se basan las acciones en teoría o conjuntos de las interrelaciones de variables, éstas tácitamente pueden estar implícitas en sus acciones o pueden ser establecidas explícitamente como supuestos, con palabras o símbolos.

Las variables son más fácilmente representadas con símbolos y con esto desarrollar un modelo para el problema.

c) Modelo matemático.- Es una representación de aspectos reales en una ecuación o serie de ecuaciones con el fin de comprender o predecir sucesos.

1.4 TIPOS DE PROBLEMAS CON DIVERSO GRADO DE INCERTIDUMBRE.

a) Certaza.- La construcción de un modelo suponiendo condiciones de certeza, esto es cuando se presume que el resultado puede ser predicho perfectamente por el conocimiento que se tiene, a pesar de que existen algunas situaciones en las cuales se cuenta con una información perfecta, es útil frecuentemente suponer valores específicos para algunas variables y así analizar el efecto de --

otras; por tanto los problemas de decisión varían de acuerdo con el grado de incertidumbre.

b) **Riesgo.** - Esta caso se presenta en iguales condiciones en que conocemos exactamente la probabilidad, que puede ser de dos tipos:

**Probabilidad A priori.** - Es el resultado puntual de la expectativa de un suceso.

**Probabilidad Empírica.** - Está basada en la experiencia de un período y calcular el porcentaje de éxito o fracaso.

c) **Incertidumbre.** - Son casos en los cuales no se cuenta con información ni perfecta, ni de probabilidad y en esta caso depende de los puntos de vista del que toma decisiones pudiendo haber muchas diferencias entre uno y otro, y los factores que nos pueden ayudar a tomar decisiones son:

Nítidas pautas.

Facilidad para el cálculo de probabilidades.

Recursos disponibles.

### 1.3 TÉCNICA CUANTITATIVA, TAMBIÉN UN MECANISMO.

Usada para seleccionar el mejor curso de acción cuando la información se da en forma probabilic y los desarrollos en la clasificación depreciana permiten a nosotros juzgarse con llevadas sistemáticamente al análisis de los problemas.

El análisis se lleva a cabo como sigue

a) Métodos para seleccionar la mejor acción midiendo el criterio del valor esperado por columna y renglón -

según el caso, seleccionando al que converja con el objetivo del problema.

b) Concepto pérdida de oportunidad esperada al seleccionar un valor esperado (acción).

Por tanto los criterios de valores esperados y pérdida de oportunidad esperadas siempre proporcionan la misma acción como solución a cualquier problema de decisión de tal forma que a mayor valor esperado menor será la pérdida esperada para éste y viceversa.

c) Métodos diagramáticos para representar y analizar los problemas de decisión en este caso el árbol de decisión es un diagrama del problema que tiene el decisor, que consta de puntos de ramificación como son los nodos de decisión, y nodos de incertidumbre donde cada punto de ramificación indica una selección de acciones de las cuales el decisor tendrá una.

#### 1.6 ANÁLISIS DE PROBLEMAS CONO I.

Entre con planteamientos de forma que las actividades (acciones) a seleccionar (sólo una) depende de la ocurrencia de alguno de los eventos, o sea de la probabilidad de cada uno de éstos y tenemos en este caso análisis de problemas sin muestreo y con muestreo.

a) Análisis de problemas sin muestreo.- Se refiere al análisis de problemas que involucran incertidumbre cuando no se tiene la posibilidad de muestrear.

Al analizar un problema por teoría de decisiones se supone que cada actividad (acción) es conocida por el decisor y que únicamente una de éstas puede seleccionarse.

El problema de decisión completo depende de la in-



certidumbre del decisor sobre que evento ocurrirá, y se supone la ocurrencia de sólo uno de éstos; siendo una condición ya que no pueden ocurrir dos eventos simultáneamente, por tanto se supone que los eventos son mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivos.

La construcción de las tablas (matrices) es muy importante en los problemas de teoría de decisiones, por que mediante ésta es posible dar un valor numérico a cada par evento-acción.

Esta tabla llamada generalmente tabla de consecuencias y según el objetivo del análisis del problema se le llama tabla de pagos cuando se busca la actividad (acción) cuyo valor esperado o pago esperado sea el máximo en relación a los demás y se llama también tabla de costos cuando se busca la actividad (acción) cuyo valor esperado o costo esperado sea el mínimo.

La técnica conocida como teoría de la utilidad permite considerar para cada par evento-acción una cierta cantidad numérica que representa su utilidad para el decisor; o sea la teoría de la utilidad toma en cuenta la magnitud relativa de pagos en problemas de decisión.

La teoría de decisiones permite cuantificar éstas evaluaciones, por tanto utilizar teoría de decisiones con teoría de la utilidad resulta un conjunto poderoso de herramientas matemáticas para analizar muchos tipos de problemas.

**Resumiendo:**

Los problemas de teoría de decisiones para su análisis requieren:

Que el decisor conozca todas las acciones de las

que debe seleccionar sólo una.

Una lista de eventos  $E_i$  mutuamente excluyentes y - colectivamente exhaustivos.

A cada par evento-acción  $P(E_i | X_{i,j})$ , el decisor debe ser capaz de asignarle un sólo valor numérico que represente la consecuencia de seleccionar esta acción y ocurrir ese evento, auxiliándose el decisor con la teoría de la utilidad.

Resumiendo lo referente a la teoría de la utilidad.- Esta consiste en que a cada curso de acción se le asocia un acelar (número real) de forma que las preferencias del que decide pueden convertirse en desigualdades entre las utilidades asociadas a cada acción.

Una vez obtenida la función utilidad, el problema de tomar el mejor curso de acción puede ser traducido al de maximizar la utilidad.

b) Adición de problemas con muestras.- Este análisis consiste en que el decisor puede buscar información adicional sobre cuál evento ocurrirá antes de seleccionar una acción.

Por lo general buscar y obtener información siempre cuesta. Entonces se debe considerar si el valor de  $E_j$  es mayor que el costo o no y una vez determinado que es valioso, se debe optar por la situación más favorable.

En este punto el planteamiento es igual que los anteriores nada más que la información apoya el valor probabilístico de los eventos.

1.6.1 METODO PARA SELECCIONAR LA MEJOR ACCION.  
 CRITERIO DEL VALOR ESPERADO.

Consiste en:

Asignar probabilidades a los eventos y seleccionar la acción cuyo valor esperado convenga con el objetivo -- del análisis.

Sean los eventos  $E_i$ , donde  $i=1, 2, \dots, m-1, m$ .

Se le asigna un valor  $P$  a cada evento con referencia a 100 y tenemos:

La suma de todos  $\sum_{i=1}^m P_i$

Y la probabilidad de cada  $P(K_i) = P_i$

La suma de las probabilidades  $P(E_i) = 1.0$ ,  $\sum_{i=1}^m P(K_i) = 1.0$

VALOR ESPERADO PARA CADA UNA DE LAS ACCIONES.

Esta resulta de multiplicar los valores numéricos en columna por su correspondiente valor probabilístico de eventos.

El valor esperado para cada acción se obtiene finalmente sumando estos productos; y se denota  $V_i$  que se considera como la media  $\bar{X}$ .

MATRIZ - TABLA Planteamiento del problema

Donde  $i=1, 2, \dots, m-1, m$        $j=1, 2, \dots, n-1, n$

p. 8.2

$R_1$	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	$X_{1,\dots}$	$X_{1,n-1}$	$X_{1,n}$
$R_2$	$X_{2,1}$	$X_{2,2}$	$X_{2,\dots}$	$X_{2,n-1}$	$X_{2,n}$
$R_{\dots}$	$X_{\dots,1}$	$X_{\dots,2}$	$X_{\dots,\dots}$	$X_{\dots,n-1}$	$X_{\dots,n}$
$R_{m-1}$	$X_{m-1,1}$	$X_{m-1,2}$	$X_{m-1,\dots}$	$X_{m-1,n-1}$	$X_{m-1,n}$
$R_m$	$X_{m,1}$	$X_{m,2}$	$X_{m,\dots}$	$X_{m,n-1}$	$X_{m,n}$

VALOR ESPERADO PARA CADA UNA DE LAS ACCIONES.

MATRIZ - TABLA

$P(E_1)$	$X_{1,1} \cdot P(E_1)$	$X_{1,2} \cdot P(E_1)$	$X_{1, \dots} \cdot P(E_1)$	$X_{1, n-1} \cdot P(E_1)$	$X_{1, n} \cdot P(E_1)$
$P(E_2)$	$X_{2,1} \cdot P(E_2)$	$X_{2,2} \cdot P(E_2)$	$X_{2, \dots} \cdot P(E_2)$	$X_{2, n-1} \cdot P(E_2)$	$X_{2, n} \cdot P(E_2)$
$P(E_{\dots})$	$X_{\dots,1} \cdot P(E_{\dots})$	$X_{\dots,2} \cdot P(E_{\dots})$	$X_{\dots, \dots} \cdot P(E_{\dots})$	$X_{\dots, n-1} \cdot P(E_{\dots})$	$X_{\dots, n} \cdot P(E_{\dots})$
$P(E_{m-1})$	$X_{m-1,1} \cdot P(E_{m-1})$	$X_{m-1,2} \cdot P(E_{m-1})$	$X_{m-1, \dots} \cdot P(E_{m-1})$	$X_{m-1, n-1} \cdot P(E_{m-1})$	$X_{m-1, n} \cdot P(E_{m-1})$
$P(E_m)$	$X_{m,1} \cdot P(E_m)$	$X_{m,2} \cdot P(E_m)$	$X_{m, \dots} \cdot P(E_m)$	$X_{m, n-1} \cdot P(E_m)$	$X_{m, n} \cdot P(E_m)$
$P(E_1)$	$\sum_{i=1}^m X_{i,1} \cdot P(E_1)$	$\sum_{i=1}^m X_{i,2} \cdot P(E_1)$	$\sum_{i=1}^m X_{i, \dots} \cdot P(E_1)$	$\sum_{i=1}^m X_{i, n-1} \cdot P(E_1)$	$\sum_{i=1}^m X_{i, n} \cdot P(E_1)$

1.4.3 CRITERIO PÉRDIDA ESPERADA PARA CADA UNA DE LAS ACCIONES.

Para calcular pérdidas esperadas el administrador debe estar consciente de aquellas situaciones donde los números en la matriz de pagos representan costos u otros resultados que tienen utilidad negativa y donde consecuentemente el objetivo es minimizar en vez de maximizar.

Es conveniente ver las pérdidas de oportunidad como números no negativos (ceros o positivos) y para satisfacer este requerimiento debe cambiarse el símbolo de pérdida esperada en situaciones de costo restando el costo mínimo de cada renglón de todos los otros costos en el renglón, y en situaciones de pago se resta el máximo pago de cada renglón de todos los otros pagos del renglón.

Los nuevos valores por renglón se multiplican por el valor probabilístico correspondiente y tenemos resultados que se sumaran en columna lo que nos dará la pérdida esperada para cada una de las acciones.

(Planteamiento en situaciones de pagos donde el objetivo es seleccionar la acción cuyo valor esperado sea el máximo, y su pérdida esperada sea mínima).

PERDIDA ESPERADA es denota PE.

PERDIDA ESPERADA PARA CADA UNA DE LAS ACCIONES  
 MATRIZ - TABLA

$P(E_1)$	$\{ R_{1,1} -X_{1,1} \}$ $P(E_1)$	$\{ R_{1,2} -X_{1,2} \}$ $P(E_1)$	$\{ R_{1, \dots} -X_{1, \dots} \}$ $P(E_1)$	$\{ R_{1, n-1} -X_{1, n-1} \}$ $P(E_1)$	$\{ R_{1, n} -X_{1, n} \}$ $P(E_1)$
$P(E_2)$	$\{ R_{2,1} -X_{2,1} \}$ $P(E_2)$	$\{ R_{2,2} -X_{2,2} \}$ $P(E_2)$	$\{ R_{2, \dots} -X_{2, \dots} \}$ $P(E_2)$	$\{ R_{2, n-1} -X_{2, n-1} \}$ $P(E_2)$	$\{ R_{2, n} -X_{2, n} \}$ $P(E_2)$
$P(E_{\dots})$	$\{ R_{\dots,1} -X_{\dots,1} \}$ $P(E_{\dots})$	$\{ R_{\dots,2} -X_{\dots,2} \}$ $P(E_{\dots})$	$\{ R_{\dots, \dots} -X_{\dots, \dots} \}$ $P(E_{\dots})$	$\{ R_{\dots, n-1} -X_{\dots, n-1} \}$ $P(E_{\dots})$	$\{ R_{\dots, n} -X_{\dots, n} \}$ $P(E_{\dots})$
$P(E_{m-1})$	$\{ R_{m-1,1} -X_{m-1,1} \}$ $P(E_{m-1})$	$\{ R_{m-1,2} -X_{m-1,2} \}$ $P(E_{m-1})$	$\{ R_{m-1, \dots} -X_{m-1, \dots} \}$ $P(E_{m-1})$	$\{ R_{m-1, n-1} -X_{m-1, n-1} \}$ $P(E_{m-1})$	$\{ R_{m-1, n} -X_{m-1, n} \}$ $P(E_{m-1})$
$P(E_m)$	$\{ R_{m,1} -X_{m,1} \}$ $P(E_m)$	$\{ R_{m,2} -X_{m,2} \}$ $P(E_m)$	$\{ R_{m, \dots} -X_{m, \dots} \}$ $P(E_m)$	$\{ R_{m, n-1} -X_{m, n-1} \}$ $P(E_m)$	$\{ R_{m, n} -X_{m, n} \}$ $P(E_m)$
$P(E_i)$	$\{ \sum_{i=1}^m R_{i,1} -X_{i,1} \}$ $P(E_i)$	$\{ \sum_{i=1}^m R_{i,2} -X_{i,2} \}$ $P(E_i)$	$\{ \sum_{i=1}^m R_{i, \dots} -X_{i, \dots} \}$ $P(E_i)$	$\{ \sum_{i=1}^m R_{i, n-1} -X_{i, n-1} \}$ $P(E_i)$	$\{ \sum_{i=1}^m R_{i, n} -X_{i, n} \}$ $P(E_i)$

1.7 ANALISIS DE PROBLEMAS CASO II.

En este caso la tabla (matriz) empleada como plantamiento representa a su vez el área donde se obtuvo la muestra, también a diferencia del caso anterior se tienen acciones en ambos sentidos (horizontal y vertical) y no se trabaja con probabilidades de eventos, o sea se calculan los valores esperados (máximo, mínimo y los intermedios entre estos) directamente sobre el área que se analiza. Esta área puede ser un lote, una zona urbana, rural, regional, etc.

El cálculo de los valores esperados se lleva a cabo en ambos sentidos, vertical por columna, horizontal -- por renglón, donde el valor esperado es el promedio, o sea la media  $\bar{Y}$  de una serie de valores en algún sentido.

En este caso se hablará de valor numérico por acción-acción (una acción sentido vertical y otra sentido horizontal) que en el caso anterior es acción-evento y este valor numérico será resultado directo de la muestra.

Este análisis permite llevar a cabo estudios de:

Terranos.- Por su constitución, localización, valor, aspecto legal, etc.

Zonas habitacionales.- Desarrollo de fraccionamientos, casas unifamiliares, condominios, etc.

Localización de edificios.- Según su destino, necesidades, localización dentro, fuera o cerca de un trazo urbano como pueden ser aeropuertos, terminales de autobuses, hospitales, escuelas, etc.

Estudios de visibilidad.- A nivel urbano, regional, etc.



**Estudios ecológicos y contaminación.**

Densidades de población, ingresos, educación, etc.

Tomando en cuenta para realizar estos estudios las normas, reglamentos establecidos por autoridades federales, gubernamentales, municipales.

**Nota:**

En ambos casos (I y II) el tamaño de la muestra -- puede ir desde un 10% hasta un 30% de la población, dependiendo del tipo de análisis y objetivo de ésta; resulta lógico que cuanto más grande es la muestra, más precisa será la información que se obtenga, y por lo tanto los resultados serán más efectivos; pero el valor económico del muestreo es posiblemente más elevado según el volumen de trabajo. Asimismo se tendrá que emplear un criterio (basado en la experiencia, conocimiento del tema etc.) para -- que con un muestreo mínimo suficiente se pueda obtener un resultado aproximado al verdadero y desconocido.

Aplicando los conceptos de PARTICIONES y TROMBIA -- DE BAYES se selecciona la acción-evento o acción-acción -- en su caso que más conviene como parte del valor esperado.

1.7.1 MÉTODOS PARA SELECCIONAR LA MEJOR ACCIÓN.  
CRITERIO DEL VALOR ESPERADO PARA CADA UNA DE LAS ACCIONES  
EN AMBOS SENTIDOS.

Resulta de:

En sentido vertical sumar  $n$  valores y dividir el resultado entre  $n$ . O sea obtener el valor de la media  $\bar{X}$  por columna.

En sentido horizontal sumar  $n$  valores y dividir el resultado entre  $n$ . O sea obtener el valor de la media  $\bar{X}$  por renglón (situaciones de pagos).

Se denota VR

1.7.2 CRITERIO PÉRDIDA ESPERADA PARA CADA UNA DE LAS ACCIONES -  
EN SENTIDO VERTICAL.

Resulta de:

Encontrar el valor máximo por renglón y se resta a los demás e inclusive así mismo y se tienen nuevos valores los cuales se suman en columna (situaciones de pagos).

Se denota PR

1.7.3 CRITERIO PÉRDIDA ESPERADA PARA CADA UNA DE LAS ACCIONES -  
EN SENTIDO HORIZONTAL.

Resulta de:

Encontrar el valor máximo por columna y se resta a los demás e inclusive así mismo y se tienen nuevos valores los cuales se suman por renglón (situaciones de pagos).

NOTAS - TABLA Planteamiento del problema

Donde  $i=1, 2, \dots, m-1, m$        $j=1, 2, \dots, n-1, n$

1.3.4

$x_{1,1}$	$x_{1,2}$	$x_{1,\dots}$	$x_{1,n-1}$	$x_{1,n}$
$x_{2,1}$	$x_{2,2}$	$x_{2,\dots}$	$x_{2,n-1}$	$x_{2,n}$
$x_{\dots,1}$	$x_{\dots,2}$	$x_{\dots,\dots}$	$x_{\dots,n-1}$	$x_{\dots,n}$
$x_{m-1,1}$	$x_{m-1,2}$	$x_{m-1,\dots}$	$x_{m-1,n-1}$	$x_{m-1,n}$
$x_{m,1}$	$x_{m,2}$	$x_{m,\dots}$	$x_{m,n-1}$	$x_{m,n}$

VALOR ESPERADO PARA CADA UNA DE LAS ACCIONES EN AMBOS SENTI.

MATRIZ - TABLA

$x_{1,1}$	$x_{1,2}$	$x_{1, \dots}$	$x_{1, n-1}$	$x_{1, n}$	$\sum_{j=1}^n x_{1,j}$
$x_{2,1}$	$x_{2,2}$	$x_{2, \dots}$	$x_{2, n-1}$	$x_{2, n}$	$\sum_{j=1}^n x_{2,j}$
$x_{\dots,1}$	$x_{\dots,2}$	$x_{\dots, \dots}$	$x_{\dots, n-1}$	$x_{\dots, n}$	$\sum_{j=1}^n x_{\dots,j}$
$x_{w-1,1}$	$x_{w-1,2}$	$x_{w-1, \dots}$	$x_{w-1, n-1}$	$x_{w-1, n}$	$\sum_{j=1}^n x_{w-1,j}$
$x_w,1$	$x_w,2$	$x_w, \dots$	$x_w, n-1$	$x_w, n$	$\sum_{j=1}^n x_w, j$
$\sum_{i=1}^n x_{i,1}$	$\sum_{i=1}^n x_{i,2}$	$\sum_{i=1}^n x_{i, \dots}$	$\sum_{i=1}^n x_{i, n-1}$	$\sum_{i=1}^n x_{i, n}$	

CRITERIO PERDIDA ESPERADA PARA CADA UNA DE LAS ACCIONES EN SE. TDO HORIZONTAL.

MATRIZ - TABLA

$X_{1,1} -X_{i,1}$	$X_{1,2} -X_{i,2}$	$X_{1, \dots} -X_{i, \dots}$	$X_{1, n-1} -X_{i, n-1}$	$X_{1, n} -X_{i, n}$	$\sum_{j=1}^n \frac{1}{n} X_{1,j}$	MAX $-X_{i,1}$
$X_{2,1} -X_{i,1}$	$X_{2,2} -X_{i,2}$	$X_{2, \dots} -X_{i, \dots}$	$X_{2, n-1} -X_{i, n-1}$	$X_{2, n} -X_{i, n}$	$\sum_{j=1}^n \frac{1}{n} X_{2,j}$	MAX $-X_{i,1}$
$X_{\dots,1} -X_{i,1}$	$X_{\dots,2} -X_{i,2}$	$X_{\dots, \dots} -X_{i, \dots}$	$X_{\dots, n-1} -X_{i, n-1}$	$X_{\dots, n} -X_{i, n}$	$\sum_{j=1}^n \frac{1}{n} X_{\dots,j}$	MAX $-X_{i,1}$
$X_{n-1,1} -X_{i,1}$	$X_{n-1,2} -X_{i,2}$	$X_{n-1, \dots} -X_{i, \dots}$	$X_{n-1, n-1} -X_{i, n-1}$	$X_{n-1, n} -X_{i, n}$	$\sum_{j=1}^n \frac{1}{n} X_{n-1,j}$	MAX $-X_{i,1}$
$X_{n,1} -X_{i,1}$	$X_{n,2} -X_{i,2}$	$X_{n, \dots} -X_{i, \dots}$	$X_{n, n-1} -X_{i, n-1}$	$X_{n, n} -X_{i, n}$	$\sum_{j=1}^n \frac{1}{n} X_{n,j}$	MAX $-X_{i,1}$

CRITERIO PERDIDA ESPERADA PARA CADA UNA DE LAS ACCIONES EN EL TIPO VERTICAL.

MATRIZ - TABLA

$X_{1,1} - X_{1,j}$	$X_{1,2} - X_{1,j}$	$X_{1,\dots} - X_{1,j}$	$X_{1,n-1} - X_{1,j}$	$X_{1,n} - X_{1,j}$
$X_{2,1} - X_{2,j}$	$X_{2,2} - X_{2,j}$	$X_{2,\dots} - X_{2,j}$	$X_{2,n-1} - X_{2,j}$	$X_{2,n} - X_{2,j}$
$X_{\dots,1} - X_{\dots,j}$	$X_{\dots,2} - X_{\dots,j}$	$X_{\dots,\dots} - X_{\dots,j}$	$X_{\dots,n-1} - X_{\dots,j}$	$X_{\dots,n} - X_{\dots,j}$
$X_{m-1,1} - X_{m-1,j}$	$X_{m-1,2} - X_{m-1,j}$	$X_{m-1,\dots} - X_{m-1,j}$	$X_{m-1,n-1} - X_{m-1,j}$	$X_{m-1,n} - X_{m-1,j}$
$X_{m,1} - X_{m,j}$	$X_{m,2} - X_{m,j}$	$X_{m,\dots} - X_{m,j}$	$X_{m,n-1} - X_{m,j}$	$X_{m,n} - X_{m,j}$
$\sum_{i=1}^m \frac{1}{m} X_{i,1} - \text{MAX} - X_{1,j}$	$\sum_{i=1}^m \frac{1}{m} X_{i,2} - \text{MAX} - X_{1,j}$	$\sum_{i=1}^m \frac{1}{m} X_{i,\dots} - \text{MAX} - X_{1,j}$	$\sum_{i=1}^m \frac{1}{m} X_{i,n-1} - \text{MAX} - X_{1,j}$	$\sum_{i=1}^m \frac{1}{m} X_{i,n} - \text{MAX} - X_{1,j}$

2.0 METODO DIAGRAMATICO PARA REPRESENTAR Y ANALISAR PROBLEMAS DE DECISION.

ARBOL DE DECISION.

Es un diagrama del problema que tiene el decisor y consta de puntos de ramificación donde cada punto designa una selección de acciones de las cuales una deberá ser tomada por el decisor.

El primer punto de ramificación es el nudo de decisión.



El siguiente punto de ramificación es el nudo de incertidumbre.



2.1 ANALISIS DE PROBLEMAS CASO I.

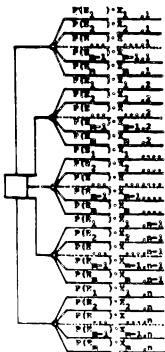
- 1º Asignar valores a los puntos terminales del árbol.
- 2º Asignar probabilidades a los resultados inciertos (eventos).
- 3º Trabajar de derecha a izquierda a través del árbol, -- calculando su valor esperado en cada nudo de incertidumbre y seleccionando el mejor valor en cada nudo de decisión (el valor que convenga con el objetivo del -- análisis).

2.2 ANALISIS DE PROBLEMAS CASO II.

- 1º Asignar valores a los puntos terminales del árbol.
- 2º Estos valores asignados se multiplican por  $1/n$  en sentido vertical y por  $1/n$  en sentido horizontal.
- 3º Trabajar de derecha a izquierda a través del árbol, -- calculando su valor esperado en cada nudo de incertidumbre y seleccionando el mejor valor en cada nudo de decisión.

2.1.1 VALOR ESPERADO PARA CADA UNA DE LAS ACCIONES CASO I.

ARBOLE DE DECISION



$$\sum_{i=1}^n x_{i,1} \cdot P(E_1)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{i,2} \cdot P(E_2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{i,3} \cdot P(E_3)$$

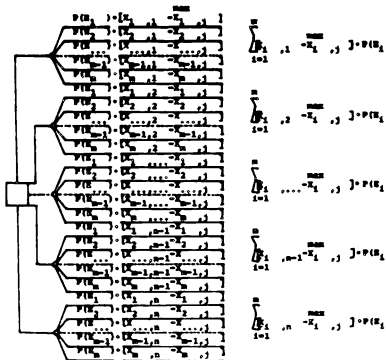
$$\sum_{i=1}^n x_{i,n-1} \cdot P(E_{n-1})$$

$$\sum_{i=1}^n x_{i,n} \cdot P(E_n)$$



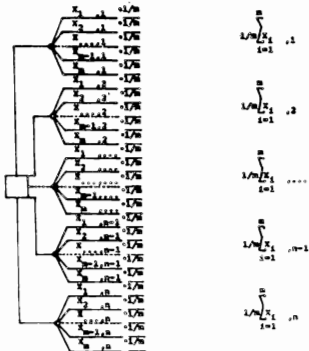
## 2.1.3 PERDIDA ESPERADA PARA CADA UNA DE LAS ACCIONES CASO I.

## ARBOLE DE DECISION



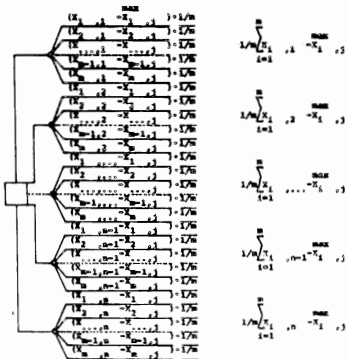
1.3.1 VALOR ESPERADO PARA CADA UNA DE LAS ACCIONES EN SENTIDO VERTICAL CASO II.

ARBOLE DE DECISION



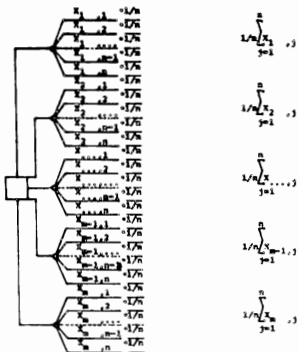
2.3.2 PÉNDULA ESPERADA PARA CADA UNA DE LAS ACCIONES EN SEÑALO VERTICAL CASO II.

AMBOS EN DECISION



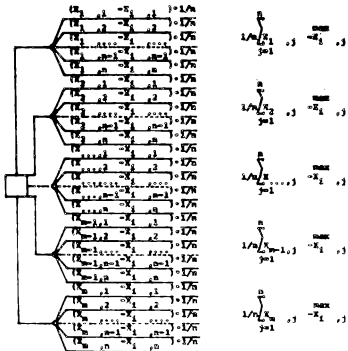
2.2.3 VALOR ESPERADO PARA CADA UNA DE LAS ACCIONES EN SERVIDO -  
HORIZONTAL CASO II.

ARBOLE DE DECISION



2.3.4 PERDIDA ESPERADA PARA CADA UNA DE LAS ACCIONES EN SENTIDO HORIZONTAL CASO II.

ARBOLE DE DECISION



### 3.0 ANALISIS DEL CRITERIO DEL VALOR ESPERADO PARA CADA UNA DE LAS ACCIONES.

En puntos anteriores se establece la estructura para analizar problemas de teoría de decisiones, y se explica la técnica básica del valor esperado para seleccionar la mejor acción.

En este punto se analiza el criterio del valor esperado para decidir cuando es aceptado o en su caso rechazado; siendo una forma de analizar este criterio estudiando las razones por las que puede no ser aceptado.

1.- Un resultado real es desconocido, por tanto el criterio del valor esperado no dice nada sobre lo que realmente representa o puede suceder (incertidumbre del valor esperado).

2.- En un resultado incierto se tiene involucrado algo más que el valor esperado por tanto se debe considerar también la variancia de éste para optar por la mejor acción.

3.- La ocurrencia de algunos de los pagos, o el tomar uno de éstos como base para decidir puede afectar seriamente el futuro del decisor, y el valor esperado no toma esto en cuenta.

En este caso se aplicará el concepto de teoría de la estimación estadística para llevar a cabo dicho análisis.

#### 3.1 ESTIMACION DE PARAMETROS.

Considerando el problema estadístico fundamental que es la deducción de información sobre una población a partir de los datos de muestras sacadas de ella; a este proceso se le llama inferencia estadística y la distribución muestral teórica es muy importante en ésta.

También se obtienen relaciones entre la teoría y la realidad observable, y se buscan conclusiones que se puedan obtener acerca de una población a partir de una muestra dada y se estudia qué tan reales son esas conclusiones. Estas serán cuantitativas.

En este caso se estudian métodos útiles para seleccionar, establecer y modificar modelos al probar su conformidad con la realidad.

Algunas cantidades que aparecen en las funciones de distribución como  $\mu$  y  $\sigma$  en la distribución normal se llaman parámetros.

La estimación de parámetros consiste en calcular estadísticos muestrales que puedan considerarse como mejores valores adecuados de los parámetros de población, en este caso la pregunta es ¿cuál es el mejor estimador de  $\mu$ ?

La estimación de parámetros a partir de una muestra dada, ésto es muy importante en un problema práctico; son de uso común dos clases de estimaciones:

### 3.1.1 ESTIMACION PUNTUAL.

Llamada así ya que es un número (un punto en la escala numérica) que se calcula a partir de una muestra dada y sirve como aproximación del valor exacto desconocido del parámetro.

#### MEDIA $\bar{X}$ .

La media  $\bar{X}$  de una muestra se considera como una aproximación de la media  $\mu$  de población correspondiente; de esta forma se tiene la estimación  $\mu = \bar{X}$  para  $\mu$ .

#### VARIANZA $s^2$ .

De la misma forma la varianza  $s^2$  de una muestra se

puede considerarse como una aproximación de la varianza  $\sigma^2$  de la población correspondiente; así se tiene también la estimación  $\hat{\sigma}^2 = nS^2$  para  $\sigma^2$ .

#### DESVIACION STANDARD S.

La desviación standard S de una muestra también se considera como una aproximación de la desviación standard  $\sigma$  de la población correspondiente; así se tiene también la estimación  $\hat{\sigma} = S$  para  $\sigma$ .

Un estimador puntual se dice que es eficiente u óptimo cuando su varianza es mínima, también se dice que es consistente cuando su varianza tiende a cero y la muestra tiende a  $\infty$ .

#### ESTIMACION PUNTUAL CASO I.

ESTIMACIONES (fórmulas para calcularlas).

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n X_{i,j} \cdot P(E_i)$$

$$S^2 = \left[ \sum_{i=1}^n [X_{i,j}]^2 \cdot P(E_i) \right] - \left[ \sum_{i=1}^n X_{i,j} \cdot P(E_i) \right]^2$$

$$S = \sqrt{\left[ \sum_{i=1}^n [X_{i,j}]^2 \cdot P(E_i) \right] - \left[ \sum_{i=1}^n X_{i,j} \cdot P(E_i) \right]^2}$$



ESTIMACION PUNTUAL CASO II.  
 ESTIMADORES (fórmulas para calcularlos).  
 SENTIDO VERTICAL.

$$VE = \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i , )$$

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i , ) - \bar{X})^2$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i , ) - \bar{X})^2}$$

SENTIDO HORIZONTAL.

$$VE = \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j , )$$

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (x_j , ) - \bar{X})^2$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (x_j , ) - \bar{X})^2}$$

DISTRIBUCION NORMAL (curva normal o campana de GAUSS) PARA EL VALOR ESPERADO DE CADA UNA DE LAS ACCIONES EN AMBOS CASOS.

Requisito  $\bar{X} = 0$

Asignando valores a

$$X = 0, 1, 2, \dots, n \quad \sigma = 2.718281$$

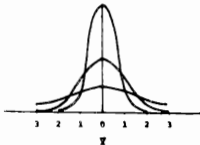
Aplicando  $f(X) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-1/2(0-0)^2/\sigma^2}$

Sustituyendo los valores de X tenemos:

$$f(X_0) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-1/2(0-0)^2/\sigma^2}$$

$$f(X_1) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-1/2(1-0)^2/\sigma^2}$$

$$f(X_2) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-1/2(2-0)^2/\sigma^2}$$



### 3.1.2 ESTIMACION POR INTERVALOS.

Esta consiste en utilizar fórmulas de aproximación matemática para tratar de encontrar qué tanto se puede -- desviar a lo más el valor aproximado del valor verdadero y desconocido.

Al estimar un parámetro, el problema correspondiente debe ser la determinación de dos cantidades numéricas que dependan de los valores de la muestra, y en cuyo intervalo se incluya el valor desconocido del parámetro con certeza. Sin embargo se sabe que a partir de la muestra -- no se pueden obtener conclusiones acerca de la población correspondiente que sean más por ciento verdaderas.

#### INTERVALOS DE CONFIANZA PARA LA MEDIA DE UNA DISTRIBUCION NORMAL CUYA VARIANZA ES CONOCIDA.

Sea una muestra de  $n$  extraída de una población distribuida normalmente y cuya varianza  $\sigma^2$  es conocida. Se supone que la media  $\mu$  es desconocida, y que se desea determinar un intervalo de confianza para  $\mu$ .

Para muestras donde:

CASO I:  $n \geq 30$

CASO II:

Sentido vertical  $n \geq 30$

" horizontal  $n \geq 30$

Tenemos:

Parámetro a estimar

Intervalo de confianza  $\bar{X} \pm t \cdot \sigma'_x$

Grado de libertad:

CASO I  $n-1$ 

CASO II:

Sentido vertical  $n-1$ " horizontal  $n-1$ 

Dónde:

Coeficiente de confianza  $t$ 

Estimador muestral:

CASO I 
$$\bar{x} = \sqrt{\frac{s^2}{n}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

CASO II:

Sentido vertical 
$$\bar{x} = \sqrt{\frac{s^2}{n}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

" horizontal 
$$\bar{x} = \sqrt{\frac{s^2}{n}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Varianza muestral  $s^2$ Desviación standard muestral  $s$ 

Dónde  $\bar{X}$  tiene una distribución aproximadamente normal.

Tabla de valores de  $t$ 

Grado de	1.	3	4	5	7	9	10	15	20	25	30
Niveles	90%	2.15	2.13	2.02	1.89	1.83	1.81	1.75	1.72	1.71	1.70
de	95%	3.18	2.78	2.57	2.36	2.26	2.23	2.13	2.09	2.06	2.04
Conf.	99%	5.04	4.60	4.03	3.50	3.23	3.17	2.95	2.85	2.79	2.75

Los pasos necesarios para determinar un intervalo de confianza bajo las suposiciones anteriores son:

1° Elegir un nivel de confianza (90%, 95%, 99%, o uno semejante).

2° Determinar el valor de  $t$ .

3° $\bar{Y}$ = media	muestral	(dato)
$s^2$ = varianza	"	"
$s$ = desviación standard	"	"

4° Aplicar la fórmula:

$$\bar{Y} \pm t \cdot \sigma_{\bar{Y}}$$

Resultado:

EL INTERVALO DE CONFIANZA PARA LA MEDIA DE PUEBLACION ES:

$$\bar{Y} - t \cdot \sigma_{\bar{Y}} \leq \mu \leq \bar{Y} + t \cdot \sigma_{\bar{Y}}$$

Nota:

En general esto implica que las muestras más grandes darán intervalos de confianza más cortos es decir información más precisa.

Mediante el intervalo de confianza se obtiene el área bajo la curva normal standard que representa en porcentaje el nivel de confiabilidad para un valor esperado.

Referencia.- Tablas 6.1 y 6.2 del texto PROBABILIDAD, Seymour Lipschitz.

DISTRIBUCION NORMAL STANDARD (curva normal standard - con  
pasa de GAUSS) PARA EL VALOR ESPERADO DE CADA UNA DE LAS  
NOCIONES EN AMBOS CASOS.

Haciendo  $\bar{X} = 0$

Asignando valores a

$$X = 0, 1, 2, \dots, n \quad n = 2.718281$$

Aplicando  $t = (X - \bar{X})/S$  para obtener el valor de  $t$  y  
sustituirlo en:

$$(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-1/2t^2}$$

Sustituyendo los valores de  $X$  tenemos:

$$t_0 = (0-0)/S$$

$$(t_0) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-1/2t^2}$$

$$t_1 = (1-0)/S$$

$$(t_1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-1/2t^2}$$



#### 4.0 APLICACIONES Y OBSERVACIONES ADICIONALES.

##### 4.1 APLICACION CASO I.

Se asignará una cantidad de dinero por parte de un Estado a uno de sus municipios, para la realización de un proyecto arquitectónico; por tal motivo el presidente de dicho municipio desea saber a través de un estudio, qué tipo de proyecto llevar a cabo para beneficiar al mayor número de habitantes.

No se sabe con exactitud cuál es el monto que se asignará pero se presume que puede ir desde  $P_1$  hasta  $P_3$ , teniendo un monto intermedio  $P_2$ .

Se supone (los eventos):

$P_1$  = monto menor con  $P(E_1) = 0.2$

$P_2$  = " medio "  $P(E_2) = 0.5$

$P_3$  = " mayor "  $P(E_3) = 0.3$

Y las acciones (acciones) que son factibles de llevar a cabo son:

B	= Biblioteca	columna 1 en matriz de pagos
CS	= Centro social	" 2 " " " "
CD	= Centro deportivo	" 3 " " " "

Los datos que se manejan en este problema en particular son: los valores probabilísticos de los eventos, y el número de personas que pueden ser beneficiadas según las acciones estén condicionadas a alguno de estos eventos (estos datos se encuentran en la matriz de pagos del programa VARZA).

El análisis se lleva a cabo con un nivel de confianza de 90% y  $n$  igual a 1; de acuerdo con la tabla de valores de  $t$ , ésta es igual a 2.35.

La elección del nivel de confianza de 95% obedece a que según el muestreo supuestamente llevado a cabo, los datos que se manejan en la matriz se consideran precisos, aunque no se tiene la certeza de que éstos sean cien por ciento confiables.

Con referencia al programa VARZA para obtener diferentes alternativas, se tiene que: mediante éste se calculan los valores esperados por columna y sus correspondientes varianzas, desviaciones estándar e intervalos de confianza de acuerdo con los procedimientos matemáticos explicados anteriormente, donde el valor de  $t$  se da como constante en la fórmula para calcular los valores mínimo y máximo aceptables, para cada uno de los valores esperados.

El programa no contiene instrucciones para seleccionar alguna de las acciones como alternativa posible; dejando a criterio del decisor elegir la acción que conviene con el objetivo del análisis que lleva a cabo de acuerdo con los criterios supuestos anteriormente en el punto 1.9.

Seleccionada la acción, se procede a la búsqueda del producto acción-evento mayor de la columna correspondiente a dicha acción, mediante el teorema de BAYES.

#### Notas:

Obtenidos los resultados se puede dar un orden de valores esperados, para establecer prioridad en una serie de acciones, donde según el objetivo se lleva a cabo en primer lugar la acción de máximo valor esperado, o viceversa.

#### 4.1.1 PROGRAMA VARZA.



```

PROGRAM VARZA (INPUT,OUTPUT,TAPER=INPUT,TAPE=OUTPUT)
DIMENSION I(1:10,20),V(1:10),E(1:20),VAR(1:1),DST(1:1),CONF(1:10),
LCONF(1:10)
C N NENR 0 ISVAL 10, N NENR 0 ISVAL 20
READ(4,7) N,N
WRITE(5,214)
7 FORMAT(2I4)
8 WRITE(5,814,N)
9 FORMAT(12H1,20X,'MATRIX DE PLAGE',//,20X,'N =',I4,' N =',I4,//)
10 EQUATIONS A C C I O N E S S E /
DO 1 J=1,N
READ(1,9) V(1):I(1:J),J(1,N)
1 WRITE(1,10) V(1):I(1:J),J(1,N)
9 FORMAT(7F8.2,20I4)
10 FORMAT(7F8.2,20I4)
DO 3 J=1,N
5 E(1)=V(1)+DST(1)+CONF(1):E(1)=CONF(2):E(1)+0.0
DO 2 J=1,N
DO 3 I=1,N
E(1)=E(1)+I(1:J)*V(1)
3 VAR(1)=VAR(1)+I(1:J)**2*V(1)
VAR(1) = VAR(1) - E(1)**2
CONF(1)=E(1)-2.25*(VAR(1)/N)**0.5
CONF(2)=E(1)+2.25*(VAR(1)/N)**0.5
2 DST(1) = VAR(1) ** 0.5
WRITE(1,13)
13 FORMAT(//,20X,' R E S U L T A D O S',//,10X,' I . O . E .',//VALOR ES
14 ' 1 . O . M .',//VARIANZA ' 2 . O . M .',//STANDARD ' 3 . O . M .',//CONF.1,2)
DO 4 I = 1, N
6 WRITE(2,14) I,E(I),VAR(I),DST(I),CONF(1:1),CONF(1:10)
14 FORMAT(1X,1F8.2,1X,1E12,1X,1E11,4X)
CALL EXIT
END

```

100,16 REFERENCIE MAP 00013

14,11  
17,24

INFO	SM	TYPE	LOCATION	Size	CONF2	REAL	ARRAY
1		REAL	ARRAY	4740	E	REAL	ARRAY
2		REAL	ARRAY	4740	E	REAL	ARRAY
		INTEGER		6420	IX	INTEGER	ARRAY
		INTEGER		6420	"	INTEGER	
		INTEGER		6420	VA	REAL	ARRAY
		REAL	ARRAY				

1 N,N 2054 OUTPUT TAPER FIN

5 TYPE 4465

7 7

MATRIZ DE PAGO

M = 3 N = 3

EVENTOS ACCIONES

.20	9	7	8
.90	12	11	10
.30	15	10	11

RESULTADOS

I	VALOR ESP.	VARIANZA	DES. STANDARD	CONF.
1	.1220E+02	.0010E+01	.0100E+01	.9051E+00
2	.1230E+02	.1621E+02	.4026E+01	.6037E+01
3	.0900E+01	.1890E+01	.1374E+01	.8083E+01

ESTO ES UN  
 DOCUMENTO DE LA  
 COMISIÓN DE VALORES  
 SECURITARIOS

Según el objetivo del análisis que consiste en beneficiar al mayor número de personas, se ordenan los valores esperados de mayor a menor en la matriz de pagos.

EVENTOS	ACCIONES		
	B	CS	CD
.20	9	7	8
.50	12	11	10
.30	15	10	11
VE	12.30	12.30	9.99
ORDEN	1°	2°	3°

Resultado del análisis:

Se considera como alternativa posible el valor esperado columna 1 que es igual a 12.30, que corresponde al proyecto B (Biblioteca). Dicho proyecto estará condicionado de acuerdo con el análisis, al monto medio P2 ya que el producto  $P(E_1) \cdot X_{2,1}$  es el máximo de la columna 1.

#### 4.2 APLICACION CASO II.

En una colonia popular cuyo trazo urbano está representado por una matriz de  $4 \times 4$ , se desea localizar un lugar donde ubicar una estación de autobuses urbanos; como objetivo de análisis se debe localizar la zona de máxima concentración de personas en la matriz.

Los datos que se manejan en este problema se particular se refieren al número de personas por manzana (estos datos se encuentran en la matriz del programa PAGOS).

El análisis se lleva a cabo con un nivel de confianza de 90% y donde  $n$  es igual a  $n$  ( $n$  igual a 4); de acuerdo con la tabla de valores de  $t$ , ésta es igual 2.35 para ambos sentidos.

Con referencia al programa PAGOS se tiene que: mediante ésta se calculan valores esperados, varianzas, desviaciones standard e intervalos de confianza, en ambos sentidos.

##### Resultado del análisis:

Se considera como alternativa posible el punto  $X_{2,2}$  para localizar la estación de autobuses; dicho punto es la intersección del renglón 2 cuyo  $VE = 32.5$ , con la columna 2 cuyo  $VE = 16.5$  (valores esperados máximos).

##### Nota:

En ambas aplicaciones los resultados se multiplican por cien, por mil, por un millón, etc. para obtener el número total de personas.

#### 4.2.1 PROGRAMA PAGOS.

```

PROGRAM P6666 (INPUT,OUTPUT,TAPL2=INPUT,TAPL3=OUTPUT)
DIMENSION IDAT(10,10)
C PROGRAMA PARA CALCULAR POR FILA Y COLUMNA: VALOR ESPERADO, VARIANZA
E Y DESV. STANDARD DE UNA MATRIZ DE DATOS. N MEMOR 4 11, N MENJN 21
      READ(2,20)N,M
100  FORMAT(2I2)
      DO 1 I=1,M
1   READ(2,101) (IDAT(I,J),J=1,M)
101  FORMAT(20F10.2)
      WRITE (2,102)
102  FORMAT(12M1,4F10,4MATRIZ DE PAGOS,/,/,55X,PD A T O S #,/,/,)
      DO 2 J=1,M
2   WRITE (2,103) (IDAT(I,J),I=1,M)
103  FORMAT(10X,20F10.2)
      DO 3 K=1,2
3   LS=K
      IF (K=1)LS=0.6
3   WRITE(3,104)
104  INZA #2X#Q13,3YD.#,10X,#COMF.#)
      LIND=M
      LTN=M
      GO TO 4
4   WRITE(3,105)
105  FORMAT(10X,/,/,20X,# J#2X,#VALOR ESP.#2X#VARIANZA #1X#DES.3YD.#10X#)
      COMF=#)
      LIND = M
      LTN = M
6   DO 5 L=1, LIND
6   SUM=0.0;COMF1=COMF#0.0
      IF (K=1)R=1
7   DO 9 L=1,LTN
9   SUM=SUM+IDAT(L,L)
      GO TO 11
8   DO 10 L=1,LIN
10  SUM=SUM+IDAT(L,L)
11  VE = SUM / LIN
      IF (K=1)R=13,12
12  DO 14 L=1,LIN
14  VAR=VAR+IDAT(L,L)-VE**2//LIN
      GO TO 16
13  DO 15 L=1,LIN
15  DES=DES+IDAT(L,L)-VE**2//LIN
16  DES1=DE-2.3#(VAR/LIN)**.5
      COMF2=VE-2.3#(VAR/LIN)**.5
      LS=LS+1
3   WRITE (3,106)LS,VE,VAR,DES7,COMF1,COMF2
106  FORMAT(10X,2F,2X,8(E10.4,2X))
      CALL EXIT
      END

```

MATRIZ DE PAGOS

D A T O S

8 23 7 19  
 32 20 29 9  
 14 15 13 14  
 13 7 10 23

R E S U L T A D O S

	VALOR ESP.	VARIANZA	DES.STO.	CONF.
I				
1	.1725E+02	.4119E+02	.6413E+01	.5709E+02
2	.2280E+02	.5879E+02	.8956E+01	.1139E+02
3	.1629E+02	.1106E+01	.1898E+01	.1289E+02
4	.1929E+02	.3919E+02	.5932E+01	.8289E+02
J				
1	.1675E+02	.8269E+02	.9893E+01	.6065E+02
2	.1650E+02	.3629E+02	.6821E+01	.9626E+02
3	.1675E+02	.5196E+02	.8874E+01	.7263E+02
4	.1625E+02	.2919E+02	.5819E+01	.9355E+02

#### 4.3 OBSERVACIONES ADICIONALES.

En definitiva los resultados más importantes para optar por alguna acción en ambos casos son: el valor esperado, la varianza y desviación estándar; que aunque se cuenta con criterios complementarios para el mismo fin, bastaría con estos para analizar cualquier problema de teoría de decisiones planteado como en los casos anteriores.

Cuando el objetivo es buscar el máximo valor esperado, no sólo puede suceder que se obtengan resultados de los cuales dos o más tienen el mismo valor esperado; también puede suceder que estos resultados no sean precisamente iguales, sino semejantes en relación a la poca diferencia que hay entre los mismos; cuando esto sucede, cualquier analista tomará en cuenta otros criterios que el mismo puede plantear, estudiando la aproximación entre valores esperados y entre varianzas. Dicho estudio consiste en considerar la posibilidad de igualar valores esperados según varianzas.

Acercos del análisis caso II se puede decir que se lleva a cabo en dos dimensiones, donde se pueden obtener además de los puntos principales (de intersección de las medias renglón-columna según su valor), puntos opcionales los cuales pueden auxiliar en el proceso de análisis cuando por alguna razón no fuera posible una acción en dichos puntos.

Analizando la aplicación caso II mediante un matriz y resultados en el programa de papos, se observa lo siguiente;

Matriz de pagos  
datos

	VE				OBRER	
1	8	23	7	15	13,25	4°
2	32	22	29	9	22,50	1°
3	14	16	15	14	14,25	2°
4	13	7	10	23	19,25	3°
VE	16,75	16,50	16,75	15,25		
OBRER	3°	1°	2°	4°		

Punto  $X_{2,2}$  

El desplazamiento táctico de los puntos opcionales se lleva a cabo a través del renglón o columna cuyo valor esperado sea el máximo (desplazamiento representado con flechas en la matriz).

La línea punteada en la matriz representa un desplazamiento ficticio, ya que únicamente indica la secuencia a seguir.

El desplazamiento máximo aceptable de  $X_{2,2}$  será hasta el punto  $X_{2,3}$  de la matriz, porque de acuerdo con el objetivo del análisis la estación de autobuses será localizada en el lugar de mayor concentración de personas; en caso necesario dicho desplazamiento puede llevarse a cabo por el renglón 2 ya que éste tiene mayor valor esperado comparado con la columna 3. Desde luego que el punto  $X_{2,3}$  se considera como óptimo para localizar dicha esta-



ción, y el desplazamiento hacia  $X_{2,3}$  se considera menor - adecuada pero aceptable.

Aplicando todos estos criterios del caso II se pueden llevar a cabo análisis en tres dimensiones, como es el estudio de volúmenes de edificios, y cualquier otro tipo de construcciones como auxilio al proyecto arquitectónico, instalaciones, estructuras, etc. Ejemplo: localizar en un edificio (en proyecto) cubos de elevadores, cuarto de máquinas, núcleos de instalaciones especiales, determinar tipos de estructuras, etc.

También este caso de análisis es útil en otros campos como el de la ingeniería civil, eléctrica, etc. Y todos aquellos que tengan relación directa en algunos aspectos con la tecnología del mundo industrial moderno.

El análisis caso II es una proposición en este tema de tesis, teniendo como antecedente el análisis caso I.

BIBLIOGRAFIA

- Joseph L. MASSIE  
BASIS DE LA ADMINISTRACION  
Editorial Diana  
México, D.F. 1977
- J. ACOSTA Flores  
TEORIA DE DECISIONES (en el sector público y privado)  
Representaciones y Servicios de Ingeniería S.A.  
México, D.F. 1977
- JONES  
INTRODUCCION A LA TEORIA DE DECISIONES  
Representaciones y Servicios de Ingeniería S.A.  
México, D.F. 1977
- GRAYSON, C. Jackson  
DECISIONS UNDER UNCERTAINTY  
Harvard Graduate School of Business Administration  
Boston, Mass. 1960
- JONES, W. H.  
EXECUTIVE DECISION MAKING  
Richard D. Irwin, Inc.  
Homewood, Ill. 1962
- MILLER, David W. y Starr, Martin K.  
EXECUTIVE DECISIONS AND OPERATIONS RESEARCH  
Prentice-Hall, Inc.  
Englewood Cliffs, N.J. 1960
- BROSS, Irwin D.  
DESIGN FOR DECISION  
The McMillan Company  
New York 1953

- Oscar VARSANVY  
LOS MODELOS MATEMATICOS NUMERICOS CON HERRAMIENTAS DE DECISION EN PROBLEMAS DIFICILMENTE CUANTIFICABLES  
Curso Programa Nacional de Capacitación Tecnoc económica de la Secretaría de la Presidencia (ILPES-ORU)  
México, D.F. 1974
- J. C. TURNER  
MATEMATICA MODERNA  
Editorial Alianza Universidad  
Madrid, España 1974
- Seymour LIPSCHITZ  
TEORIA DE CONJUNTOS Y TEMAS AFINES  
McGraw Hill  
México, D.F. 1973
- Seymour LIPSCHITZ  
PROBABILIDAD  
McGraw Hill  
México, D.F. 1977
- R. VALDES Gámez  
DESCRIBIENDO DEL CONCEPTO DE PROBABILIDAD  
Tema I Revista Matemática 11\*2  
Sociedad Matemática Mexicana  
México, D.F. 1957
- Erwin KREYSZIG  
INTRODUCCION A LA ESTADISTICA MATEMATICA  
Editorial Limusa  
México, D.F. 1976