

20
2eje.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ACATLAN

UNA APLICACION DE LA TOMA DE DECISIONES
Y SOLUCION POR COMPUTADORA

TESINA QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

LIC. EN MATEMATICAS APLICADAS Y COMPUTACION

PRESENTA :

MOISES MIRANDA FLORES



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

STA. CRUZ ACATLAN, EDO. DE MEXICO A 9 DE AGOSTO DE 1994



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A DIOS

A MIS PADRES PAULINO Y MARTHA,

**CON ADMIRACION Y CARIÑO
POR SU GRAN APOYO Y CONSEJOS DURANTE
TODA MI CARRERA.
GRACIAS POR CREER EN MI.**

A MIS HERMANOS MARIBEL, RUBEN Y SALOMON

**QUIERO COMPARTIR CON USTEDES
ESTA GRAN ALEGRIA Y AGRADECERLES
SU AYUDA EN TODO MOMENTO.**

A MI ESPOSA ROCIO

**CON CARIÑO
POR SU APOYO Y COMPRESION.**

A MI HIJA ABRIL SARAHI

CON GRAN AMOR

**A TODOS AQUELLOS QUE CON SUS EXPERIENCIAS Y CONSEJOS,
ME ENSEÑARON A NUNCA RENDIRME.**

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

A LA LIC. EN MATEMATICAS APLICADAS Y COMPUTACION

A MIS MAESTROS Y COMPAÑEROS

A TODOS AQUELLOS QUE CREYERON EN MI

RECONOCIMIENTOS

Deseo agradecer a mis padres la oportunidad brindada para mi superación profesional y el gran apoyo que me dieron durante mi formación, por sus consejos y estímulos que me ayudaron en todo momento.

A mi esposa por su paciencia y apoyo en el desarrollo de este trabajo.

A mis hermanos por sus consejos.

Al Fis. Mat. Jorge Luis Suarez Madariaga por su asesoría y orientación para el desarrollo adecuado de este trabajo.

A la Lic. Adriana Jimenez Romero, por su apoyo en la revisión de este trabajo



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ACATLAN"

DIVISION DE MATEMATICAS E INGENIERIA

PROGRAMA DE ACTUARIA Y M.A.C.

UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

SR. MOISES MIRANDA FLORES
Alumno de la carrera de M.A.C.
P r e s e n t e .

De acuerdo a su solicitud presentada con fecha 14 de octubre de 1993, me complace notificarle que esta Jefatura tuvo a bien asignarle el siguiente tema de tesina: "UNA APLICACION DE LA TOMA DE DECISIONES Y SOLUCION POR COMPUTADORA", el cual se desarrollará como sigue:

INTRODUCCION

- CAP. I Naturaleza de la toma de decisiones
- CAP. II Toma de decisiones sin datos previos
- CAP. III Toma de Decisiones usando datos previos
- CAP. IV Aplicación

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

Asimismo fué designado como Asesor de Tesina el Fis. Mat. Jorge Luis Suárez Madariaga, Profesor de esta Escuela.

Ruego a usted tomar nota que en cumplimiento de lo especificado en la Ley de Profesiones, deberá presentar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito básico para sustentar examen profesional así como de la disposición de la Coordinación de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesina el título del trabajo realizado. Esta comunicación deberá imprimirse en el interior de la tesina.

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Acatlán, Edo. Méx. agosto 9 de 1994.

ACT. LAURA MA. RIVERA BECERRA
Jefe del Programa de Actuaría y
M.A.C.

JEFATURA DEL PROGRAMA DE
ACTUARIA Y MATEMATICAS
APLICADAS Y COMPUTACION

LMRB'cg.

INDICE

INTRODUCCION.

CAPITULO I.-	NATURALEZA DE LA TOMA DE DECISIONES	1
	I.A.- Naturaleza de la toma de decisiones.	1
	I.B.- Impacto de la toma de decisiones.	2
	I.C.- Tipos de decisiones.	6
	I.D.- Terminología de los modelos de toma de decisiones.	7
	I.E.- Conceptos básicos.	9
CAPITULO II.-	TOMA DE DECISIONES SIN DATOS PREVIOS	12
	II.A.- Modelo pesimista.	14
	II.B.- Modelo optimista.	15
	II.C.- Modelo minimización arrepentimiento.	16
	II.D.- Modelo maximización del pago promedio.	18
	II.E.- Valor máximo esperado.	19
CAPITULO III.-	TOMA DE DECISIONES USANDO DATOS PREVIOS	23
	III.A.- Análisis bayesiano.	23
	III.B.- Arboles de decisión.	26
	III.C.- Tablas de decisión.	29
	III.D.- Selección de la estrategia óptima.	33
	III.E.- Control estadístico de datos para la toma de decisiones.	34
CAPITULO IV.-	APLICACION	35
	IV.A.- Problema.	35
	IV.B.- Planteamiento de problema.	35
	IV.C.- Solución del problema.	36
	IV.D.- Manual del programa.	50
	IV.E.- Programa fuente.	62
	IV.F.- Control y estudio de resultados.	62
CONCLUSIONES.		65
BIBLIOGRAFIA.		

INTRODUCCION

Analizar los conceptos necesarios para hacer una toma de decisiones adecuada, valorando modelos de toma de decisiones sin datos previos y con datos previos, es el objetivo de este trabajo, además de generar una aplicación por computadora que nos ayudara a tomar decisiones en cuanto a la fabricación de un producto, la aplicación esta desarrollada en lenguaje clipper ya que es un lenguaje conocido por la mayoría de personas que se encuentran en el área de sistemas,

Brevemente explicaremos en que consiste cada capítulo. En el capítulo uno se tratara el porque de la toma de decisiones tomando en cuenta los principios básicos que dieron origen a la toma de decisiones, así como los aspectos que a través de los años se han tenido que ir considerando para mejorar cada vez más la toma de decisiones, también se tratara el impacto que ha causado la toma de decisiones hoy en día en varios sectores de nuestra sociedad y así observar las ventajas ó desventajas que acarrea una toma de decisiones. Hablaremos de los tipos de decisiones, la terminología que se requiere para hablar y generar toma de decisiones y los conceptos básicos que se deben atender para no salirnos del marco de la toma de decisiones.

Es muy importante saber cuando, como y en que forma vamos a resolver un problema (ello involucra siempre una toma de decisiones), para todo esto debemos saber que existen problemas que por su naturaleza nos ofrecen ningún dato para su solución, debido a esto debemos conocer algún método ó forma de solucionarlos. En el capítulo dos veremos a detalle en que consiste los modelos pesimista, optimista, minimización arrepentimiento, maximización del pago promedio y valor máximo esperado y que problemática involucra cada uno para solucionar algún problema en específico.

En el amplio mundo de la toma de decisiones, hay ocasiones en las que tenemos algún dato que puede ayudarnos a realizar una toma de decisiones, pero esto en muchas ocasiones puede arrojarnos varias soluciones, es por eso que debemos encontrar la solución optima a nuestro problema y para lograrlo tenemos que saber aplicar, algunos criterios de decisión, esto puede ser a través del Análisis Bayesiano ó generando Arboles de Decisión, Tablas de Decisión; para permitirnos encontrar la estrategia optima y así solucionar determinado problema de la forma más adecuada . Al generar la solución podemos llevar un historial de diferentes resultados, y así obtener un control estadístico, para mejorar la toma de decisiones en un futuro inmediato, estos puntos son estudiados en el capítulo tres.

El capítulo cuatro abarca lo que hoy en día es de suma importancia, realizar toma de decisiones que nos permitan no solo solucionar un problema en específico, si no también tratar de obtener el mayor beneficio y que al tomar esta decisiones afecte positivamente todos ó casi todos los componentes involucrados en ella. El problema que se presenta en es trabajo es extraído de una problemática real, que es de gran importancia en todo el país, está involucra el costo, de determinado producto y algunos aspectos que pueden afectar este costo (materias primas, mano de obra, etc.). En los tiempos que vivimos lo que se requiere son soluciones reales, rápidas y seguras para ello se va a generar un programa para computadora que arroje los resultados en forma eficiente y ordenada, el problema esta preparado para trabajar en multiusuario y así no tener alguna limitante que nos impida realizar la toma de decisiones.

La Toma de Decisiones es un t3pico que se ha tratado desde hace mucho tiempo, lo que hoy se conoce como Investigaci3n de Operaciones es aplicable a este tema.

La Investigaci3n de Operaciones (I.O.) se remonta a los a3os 1759 cuando el Economista Quesnay comienza a utilizar modelos primitivos de programaci3n matem3tica, los modelos lineales de la I.O. tienen c3mo precursor a Jordan en 1873, los modelos Probabilfsticos tienen su origen con Markov, entre otros. Hay que hacer notar que los modelos matem3ticos de la I.O. que utilizaron estos precursores, estaban basados en el C3lculo Diferencial e Integral. No fue sino hasta la Segunda Guerra Mundial cuando la I.O. empez3 a tomar auge. Primero se utiliz3 en la Logfstica estrat3gica para vencer al enemigo; al finalizar la guerra, en la Logfstica de Distribuci3n de todos los recursos militares de los aliados dispersos por todo el mundo, este problema estaba consumiendo grandes recursos humanos, financieros y materiales.

Con el avance de las Computadoras Digitales se empez3 a extender la I.O., durante la d3cada de los cincuenta en las 3reas de Programaci3n Din3mica (Bellman), Programaci3n no Lineal (Kuhn y Tucker), Programaci3n Entera (Gomory), An3lisis de Decisiones (Raiffa) y Procesos Markovianos de Decisi3n (Howard), entre otros. La generalizaci3n de la Investigaci3n de Operaciones han tratado de darla Churchman, Ackoff y Arnoff.

Algo muy importante es que los modelos matem3ticos de decisi3n permiten calcular los valores exactos 3 aproximados de las componentes controlables del sistema para que pueda comportarse mejor, de acuerdo con ciertos criterios establecidos. Estos c3lculos se realizan bajo el supuesto de que se conoce la informaci3n asociada al estado de aquellas componentes del sistema que no pueden controlarse. El acto de calcular el valor apropiado de estas componentes controlables, se conoce como derivar una soluci3n al problema en cuesti3n, utilizando un modelo. La manera en como se logra esta derivaci3n de soluciones es muy variada y no existen reglas generales.

En los 3ltimos a3os, el An3lisis de Decisiones se ha convertido en una importante t3cnica en los negocios, en la industria y en el sector gubernamental, este proporciona una metodolog3a racional para la *Toma de Decisiones* frente a la incertidumbre. Permite a un Gerente 3 Administrador, elegir entre alternativas de una manera 3ptima, tomando en cuenta el valor de la adquisici3n en datos experimentales para reducir la incertidumbre.

CAPITULO I NATURALEZA DE LA TOMA DE DECISIONES.

I.A.- NATURALEZA DE LA TOMA DE DECISIONES.

¿Qué es la investigación de operaciones? Una manera de tratar de responder a esta pregunta es dar una definición. Por ejemplo, la I.O. puede describirse como un enfoque científico de la toma de decisiones que la operación de sistemas organizacionales requiere. Sin embargo, esta descripción es tan general que se puede aplicar a muchos otros campos. Por lo tanto, tal vez la mejor forma de entender la naturaleza única de la investigación de operaciones sea examinar sus características sobresalientes.

Como su nombre lo dice, I.O. significa "hacer investigación sobre las operaciones". Esto dice algo tanto del enfoque como del área de aplicación. Entonces la I.O. se aplica a problemas que se refieren a la conducción y coordinación de operaciones o actividades dentro de una organización. La naturaleza de la organización es esencialmente inmaterial y, de hecho, está se ha aplicado a los negocios, la industria, la milicia, el gobierno, los hospitales, etc. Así, la gama de aplicaciones es extraordinariamente amplia. El enfoque de la I.O. es el mismo del método científico. En particular, el proceso comienza por la observación cuidadosa y la formulación del problema y sigue con la construcción de un modelo científico (por lo general matemático) que intenta abstraer la esencia del problema real. En este punto se propone la hipótesis de que el modelo es una representación lo suficientemente precisa de las características esenciales de la situación como para que las conclusiones (soluciones) obtenidas sean válidas también para el problema real. Esta hipótesis se verifica y modifica mediante las pruebas adecuadas. Entonces, en cierto modo, la I.O. incluye la investigación científica creativa de las propiedades fundamentales de las operaciones. Sin embargo, existe más que esto. En particular, la I.O. se ocupa también de la administración práctica de la organización. Así, para tener éxito, deberá también proporcionar conclusiones positivas y claras que pueda usar el tomador de decisiones cuando las necesite.

Una característica más de la I.O. es que adopta un punto de vista organizacional. Puede decirse que intenta resolver los conflictos de intereses entre los componentes de la organización de forma que el resultado sea el mejor para la organización completa. Esto no significa que el estudio de cada problema deba considerar en forma explícita todos los aspectos de la organización, sino que los objetivos que se buscan deben ser consistentes con los de toda ella. Una característica adicional es que la investigación de operaciones intenta encontrar la mejor solución, o la solución óptima, al problema bajo consideración. En lugar de contentarse con sólo mejorar el estado de las cosas, la meta es identificar el mejor curso de acción posible. Aún cuando debe interpretarse con todo cuidado, esta búsqueda de "optimalidad" es un aspecto muy importante dentro de la investigación de operaciones.

Todas estas características llevan de una manera casi natural a otra. Es evidente que no puede esperarse que un solo individuo sea un experto en todos los múltiples aspectos del trabajo de investigación de operaciones o de los problemas que se estudian; se requiere un grupo de individuos con diversos antecedentes y habilidades.

Entonces, cuando se va a realizar un estudio de investigación de operaciones completo de un nuevo problema, por lo general es necesario organizar un equipo. Este debe incluir individuos con antecedentes firmes en matemáticas, estadística y teoría de probabilidades, al igual que en economía, administración de empresas, computación, electrónica, ingeniería, ciencias físicas y del comportamiento, y por su puesto, en las técnicas especiales de la investigación de operaciones. El equipo también necesita tener la experiencia y las habilidades necesarias para permitir la consideración adecuada de todas las ramificaciones del problema a través de la organización y para ejecutar eficientemente todas las fases de estudio.

En resumen, la I.O. se ocupa de la toma de decisiones óptima y del modelado de sistemas determinísticos y probabilísticos que se originan en la vida real. Estas aplicaciones, que ocurren en el gobierno, en los negocios, en la industria, dentro de la ingeniería económica y de las ciencias naturales y sociales, se caracterizan, en gran parte, por la necesidad de asignar recursos escasos. En estas situaciones, se puede obtener un conocimiento profundo del problema a partir del análisis científico que proporciona la I.O. La contribución del enfoque de I.O. proviene principalmente de :

1. La estructuración de una situación de la vida real como un modelo matemático, logrando una abstracción de los elementos esenciales para que pueda buscarse una solución que concuerde con los objetivos del tomador de decisiones. Esto implica tomar en cuenta el problema dentro del contexto del sistema completo.
2. El análisis de la estructura de tales soluciones y el desarrollo de procedimientos sistemáticos para obtenerlas.
3. El desarrollo de una solución, incluyendo la teoría matemática si es necesario, que lleva al valor óptimo de la medida de lo que se espera del sistema (o quizá que compare los cursos de acción opcionales evaluando esta medida para cada uno).

I.B.- IMPACTO DE LA TOMA DE DECISIONES.

La I.O. ha tenido un creciente impacto en la administración de las organizaciones. Tanto el número como la variedad de sus aplicaciones continua creciendo con rapidez y no se ve que vaya a disminuir. De hecho, a excepción de las computadoras, parece que la extensión de este impacto no tiene rival con otros desarrollos recientes.

Después del éxito de la I.O. durante la Segunda Guerra Mundial, los servicios militares americanos e ingleses continuaron trabajando con grupos activos en este campo, muchas veces a diferentes niveles de mando. Como resultado, ahora existe un gran número de personas llamadas "investigadores de operaciones militares" que aplican estos enfoques a problemas de defensa nacional. Por ejemplo, dedican sus esfuerzos a la planeación táctica de

los requerimientos y uso de los sistemas de armamento al igual que estudian los complejos problemas de la asignación e integración del trabajo. Algunas de sus técnicas incluyen ideas bastante elaboradas dentro de las ciencias políticas, matemáticas, economía, teoría de probabilidad y estadística.

La I.O. también se utiliza en organizaciones de industria y comercio. Casi todas las organizaciones grandes del mundo y un buen número de las industrias pequeñas cuentan con grupos bien establecidos de I.O.. Industrias como la aérea y de proyectiles, la automotriz, la de comunicaciones, computación, energía eléctrica, electrónica, alimenticia, metalúrgica, minera del papel del petróleo y del transporte, han empleado la investigación de operaciones. Las instituciones financieras, gubernamentales y de salud están incluyendo cada vez más estas técnicas.

Para ser más específicos se consideran algunos problemas que se han resuelto mediante algunas técnicas de I.O.. La programación lineal se ha usado con éxito en la solución de problemas referentes a la asignación de personal, la mezcla de materiales, la distribución y el transporte y las carteras de inversión. La programación dinámica se ha aplicado con buenos resultados en áreas tales como la planeación de los gastos de comercialización, la estrategia de ventas y la planeación de la producción. La teoría de colas a tenido aplicaciones en la solución de problemas referentes al congestionamiento de tráfico, al servicio de máquinas sujetas a descomposturas, a la determinación del nivel de la mano de obra, a la programación de tráfico aéreo, al diseño de presas, a la programación de producción y a la administración de hospitales. Otras técnicas de la investigación de operaciones, como la teoría de inventarios, la teoría de juegos y la simulación, han tenido exitosas aplicaciones en una gran variedad de contextos.

En 1972, Turban hizo un informe sobre un estudio de las actividades de I.O. que proporcionó un panorama de dichas actividades durante 1969. Se mandaron cuestionarios por correo a los directores de I.O. de 475 compañías. Estas compañías se seleccionaron entre la 500 más importantes de la lista de la publicación *Fortune's*, usando las 300 corporaciones industriales más grandes, 50 corporaciones dentro del rango entre esas 300 y las 500, y las 25 compañías más grandes de cada una de las categorías de servicios, bancos, luz, gas, energía eléctrica, comercializadoras, aseguradoras y de transporte. Regresaron 107 cuestionarios; de éstos, 47 informó tener un departamento especial dentro de sus instalaciones dedicado principalmente a actividades de I.O.. Además, 13 de las compañías indicaron sus intenciones de establecer un departamento de este tipo en el futuro cercano. Aún más, las tasas de crecimiento son impresionantes en el sentido de que 4% de estas compañías tenían departamentos establecidos antes de 1950, 15% entre 1951 y 1959, 50% entre 1960 y 1965 y 30% después de 1966. Otro hecho interesante es que se encontró que casi todos los departamentos informaban al presidente, vicepresidente o supervisor. El estudio índico también lo mucho que las técnicas de I.O. se aplicaban a proyectos actuales; los resultados se muestran en la tabla 1.1.

Técnicas	Núm. de proyectos	Frecuencia de uso (#)
Análisis estadístico	63	29
Simulación	54	25
Programación lineal	41	19
Teoría de Inventarios	13	6
PERT/CPM	13	6
Programación dinámica	9	4
Programación no lineal	7	3
Colas	2	1
Programación heurística	2	1
Otras	13	6

* Incluye teoría de probabilidad, análisis de regresión suavizamiento exponencial, muestreo estadístico y prueba de hipótesis.

Tabla 1.1 Uso de la investigación de operaciones en actividades actuales (Estudio de Turban)

Es evidente que el análisis estadístico, la simulación y la programación lineal eran técnicas más usadas hasta entonces. El estudio indicó también que la computadora se usaba en la mayor parte de los proyectos.

En 1977, Ledbetter y Cox informaron sobre otro estudio hecho a las 500 compañías del Fortune's (listas de 1975) respecto a la utilización de las técnicas de I.O. en sus empresas. Hubo 176 respuestas. Se pudo concluir que el análisis de regresión, la programación lineal y la simulación eran las más populares, confirmando los resultados del estudio de Turban. Ledbetter y Cox hicieron preguntas sobre el uso comparativo de siete técnicas y pedían que se indicara la frecuencia de uso en una escala de cinco puntos. Los resultados se muestran en la tabla 1.2.

Grado de uso (#)*

Técnicas	Número de Respuestas	Muy frecuente					Media
		Nunca	1	2	3	4	
Análisis de regresión	74	9.5	2.7	17.6	21.6	48.6	3.97
Programación lineal	78	15.4	14.1	21.8	16.7	32.0	3.36
Simulación (en producción)	70	11.4	15.7	25.7	24.3	22.9	3.31
Modelos de redes	69	39.1	29.0	15.9	10.1	5.8	2.14
Teoría de colas	71	36.6	39.4	16.9	5.6	1.4	1.96
Programación dinámica	69	53.6	36.2	7.2	0.0	2.9	1.62
Teoría de juegos	67	59.7	25.4	8.9	6.0	0.0	1.61

* Los porcentajes mostrados están basados en el número de respuestas para cada técnica.

Tabla 1.2 Uso relativo de las técnicas de investigación de operaciones (Estudio de Ledbetter y Cox)

En 1976, Fabozzi y Valente informaron sobre los resultados de un cuestionario enviado a 1000 compañías de Estados Unidos en noviembre de 1974 referente al uso de la programación matemática (lineal, no lineal y dinámica). En febrero de 1975 se habían recibido 184 respuestas. Los investigadores encontraron que el área de aplicación más importante de la programación matemática era la de administración de la producción (determinación de mezclas de productos, asignación de recursos, programación de la planta y la maquinaria y programación del trabajo). La siguiente área de aplicación era la planeación financiera y de inversiones (presupuestos de capital, análisis de flujo de caja, administración de la cartera para el fondo de pensiones, administración de efectivo y análisis de fusiones y adquisiciones). En la tabla 1.3 se resume la calidad de los resultados que estas compañías informaron haber obtenido.

Resultados	Programación Lineal		Programación no lineal		Programación Dinámica	
	No.	‡	No.	‡	No.	‡
	Buena	102	76	38	57	27
Regular	21	16	19	28	15	29
Pobre	6	3	6	9	3	6
Incierta	7	5	4	6	6	12
Total	133	100	67	100	51	100

Tabla 1.3 Calidad de resultados según informaron las empresas que emplean programación matemática (Estudio de Fabozzi y Valente).

I.C.- TIPOS DE DECISIONES.

La figura 1.4 ilustra varios tipos generales de situaciones de decisión que se pueden encontrar. Estas situaciones comprenden :

1. Decisiones bajo *certeza* (en donde todos los hechos son conocidos con seguridad) o decisiones bajo *incertidumbre* [en donde el evento que ocurrirá (estado de la naturaleza) no es conocido con seguridad pero se le puede asignar una probabilidad o posibilidad a su ocurrencia].
2. Decisiones *estáticas* (decisiones que se toman sólo una vez) o decisiones *dinámicas* (en donde se toman una secuencia de decisiones interrelacionadas, bien simultáneamente o sobre varios periodos de tiempo).
- 3.- Decisiones donde el *oponente es la naturaleza* (el estado del tiempo, el estado de la economía) o un *oponente racional* (eje. desarrollo de una política nacional energética en donde tenemos que considerar las acciones de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP)).

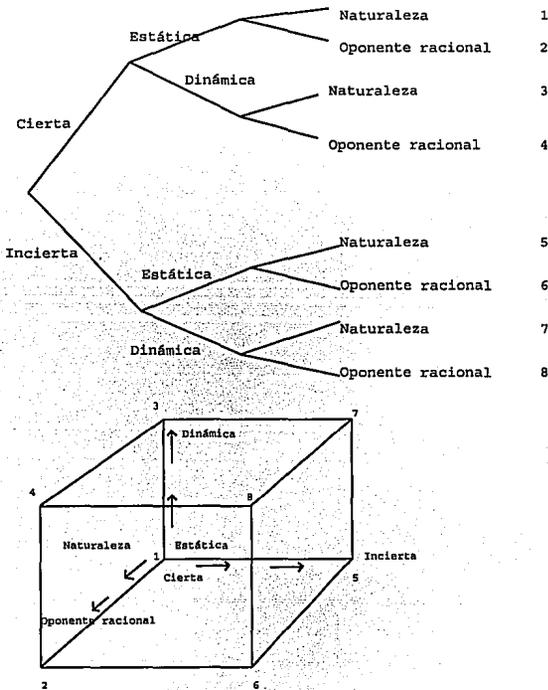


Figura 1.4. Taxonomía de las situaciones de decisión.

Considerando todas las posibles combinaciones de estos factores, hay ocho tipos generales de situaciones de decisión que se pueden enfrentar. por ejemplo el punto 7 de la figura 1.4 representa una situación de decisión dinámica en donde existe incertidumbre y el oponente es la naturaleza. La programación de producción y los niveles de empleo de cada mes frente a ventas futuras inciertas.

Los elementos de una decisión constan de :

1. Una unidad de toma de decisión (individual, grupo, organización, o sociedad).
2. Un conjunto posible de acciones que pueden tomarse para resolver el problema de decisión.
3. Un conjunto posible de estados que pueden ocurrir.
4. Un conjunto de consecuencias asociadas con cada acción y estado posible que pueden ocurrir.
5. La relación entre las consecuencias y los valores de la unidad de toma de decisiones.

Por consiguiente, en una situación real de toma de decisión, la definición y generación de alternativas, estados y consecuencias es el aspecto más difícil, si no crucial, del problema de decisión.

I.D.- TERMINOLOGIA DE LOS MODELOS DE TOMA DE DECISION.

Para explicar el tipo de terminología de los modelos de toma de decisión cabe señalar que existen 3 tipos de modelos : **icónicos**, **análogos** y **simbólicos**. Los modelos icónicos son la representación física a escala reducida o aumentada de un sistema real. Por ejemplo, un barco de juguete, es un modelo icónico de uno real. Los modelos análogos esencialmente requieren la sustitución de una propiedad por otra con el fin de permitir la manipulación del modelo. Después de resolver el problema, la solución se interpreta de acuerdo al sistema original. Por ejemplo, un modelo de redes eléctricas puede utilizarse como un modelo análogo para el estudio de flujos en un sistema de transporte.

Finalmente y los más importante para la investigación de operaciones, los modelos simbólicos o matemáticos emplean un conjunto de símbolos matemáticos y funciones para representar las variables de decisión y sus relaciones para describir el comportamiento del sistema. La solución del problema se obtiene aplicando técnicas matemáticas conocidas (tales como programación lineal) al modelo. En investigación de operaciones, los modelos son casi siempre matemáticos, y por consiguiente representaciones aproximadas de la realidad.

El desarrollo de la computadora ha conducido al uso de otros dos tipos de modelaje en investigación de operaciones : **modelos de simulación** y **modelos heurísticos**. Los **modelos de simulación** son generalmente programas para computadora que replican el comportamiento de un sistema. La estadística que describe las diversas medidas de desempeño del sistema se acumulan a medida que la simulación avanza en el computador. Los **modelos heurísticos** son esencialmente modelos que emplean reglas intuitivas o ciertas guías tratando de generar nuevas estrategias que se traduzcan en soluciones mejoradas. Esto contrasta con los modelos matemáticos y de simulación, en donde las estrategias están generalmente bien definidas.

Un modelo matemático comprende principalmente tres conjuntos básicos de elementos. Estos son :

- 1) Variables y parámetros de decisión
- 2) Restricciones
- 3) Funciones objetivo.

1.- **Variables y Parámetros de decisión.** Las variables de decisión son las incógnitas (o decisiones) que deben determinarse resolviendo el modelo. Los parámetros son los valores conocidos que relacionan las variables de decisión con las restricciones y función objetivo. Los parámetros del modelo pueden ser determinísticos o probabilísticos (estocásticos).

2.- **Restricciones.** Para tener en cuenta las limitaciones tecnológicas, económicas y otras del sistema, el modelo debe incluir restricciones (implícitas o explícitas) que restrinjan las variables de decisión a un rango de valores factibles.

3.- **Función Objetivo.** La función objetivo define la medida de efectividad del sistema como una función matemática de las variables de decisión. Una decisión óptima del modelo se obtiene cuando los valores de las variables de decisión producen el mejor valor de la función objetivo, sujeta a las restricciones. Una formulación pobre o inapropiada de la función objetivo conduce a una solución pobre del problema.

Los términos que se utilizan en problemas de toma de decisión son :

1.- **Tomador de decisiones.** Es el responsable de tomar la decisión. Se le mira como una entidad y puede ser un solo individuo, un comité, etc.

2.- **Cursos alternos de acción.** Una parte importante de la tarea del tomador de decisiones es especificar y describir sus alternativas. Puesto que las alternativas son específicas, la decisión comprende la elección entre cursos de acción alternos. Cuando la alternativa de adquirir información es disponible, el problema del tomador de decisiones es escoger la mejor fuente o fuentes de información y la mejor estrategia total. Una estrategia es una regla de decisión que indica la acción contingente que debe tomarse o una observación específica recibida de una fuente de información elegida.

3.- **Eventos.** Estas son situaciones o estados del ambiente, que pueden ocurrir y que no están bajo el control del tomador de Decisiones. Bajo condiciones de incertidumbre, el tomador de decisiones no conoce con certeza qué evento ocurrirá cuando decide, estos se definen como mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivos. Ello implica que ocurrirá uno y solamente uno de todos los eventos posibles especificados. Los eventos sinónimamente son denominados "estados", "estados de la naturaleza", "estados del mundo" o "eventos importantes de pago". La incertidumbre se mide en términos de probabilidades asignadas a los eventos. Una de las características distintivas del análisis de decisiones es que estas probabilidades son **subjetivas** (reflejan el estado de conocimiento o las creencias del tomador de decisiones), u **objetivas** (por ejemplo determinadas técnica o empíricamente).

4.- **Consecuencias.** Las consecuencias las cuales deben evaluarse por el tomador de decisiones, son una medida del beneficio neto o pago recibido por él. Las consecuencias que resultan de la decisión dependen no solamente de la decisión sino también del evento que ocurra. Así hay una consecuencia asociada con cada par acción-evento. las consecuencias se denominan sinónimamente "pagos", "resultados", "beneficios" o "pérdidas". Ellas se resumen convenientemente en una "matriz de pago" o "matriz de decisión" que exhibe las consecuencias de todas las combinaciones acción-evento.

I.E.- CONCEPTOS BASICOS.

A continuación se explicaran algunos de los conceptos que se utilizan en este trabajo, estos son :

CONJUNTOS

El concepto de conjunto es un pilar fundamental de la probabilidad y la estadística y de la matemática en general. Un conjunto puede considerarse como una colección de objetos, llamados miembros o elementos del conjunto. Un conjunto puede definirse haciendo una lista de sus elementos o, si esto no es posible, describiendo alguna propiedad conservada por todos los miembros. El primero se denomina **método de extensión** y el segundo el **método de comprensión**.

EXPERIMENTO ALEATORIO

Todos estamos familiarizados con la importancia de los experimentos en la ciencia y en la ingeniería, un principio fundamental es que si efectuamos tales experimentos repetidamente bajo condiciones aproximadamente idénticas obtenemos resultados que son esencialmente los mismos. Sin embargo, hay experimentos en los cuales los resultados no son esencialmente los mismos a pesar de que las condiciones sean aproximadamente idénticas. Tales experimentos se denominan **aleatorios**.

ESPACIO MUESTRAL

Un conjunto δ que consiste en todos los resultados de un experimento aleatorio se llama un espacio muestral y cada uno de los resultados se denomina punto muestral. Con frecuencia habrá más de un espacio muestral que describe los resultados de un experimento pero hay comúnmente sólo uno que suministra la mayoría de la información. Si un espacio muestral tiene un número finito de puntos, se denomina **espacio muestral finito**. Si tiene tantos puntos como números naturales $1, 2, 3, \dots$, se denomina **espacio muestral infinito contable**. Si tiene tantos puntos como hay en algún intervalo de eje X, tal como $0 \leq X \leq 1$, se denomina **espacio muestral infinito no contable**. Un espacio muestral que es **infinito contable** frecuentemente se denomina **espacio muestral discreto**, en tanto que uno que es **infinito no contable** se llama **espacio muestral continuo** o **no discreto**.

SUCESOS

Un suceso es un subconjunto A del espacio muestral δ , es decir es un conjunto de resultados posibles, Si el resultado de un experimento es un elemento de A decimos que el suceso A ha ocurrido. Un suceso que consiste de un solo punto de δ frecuentemente se llama un **suceso elemental** o **simple**.

CONCEPTO DE PROBABILIDAD

En cualquier experimento aleatorio siempre hay incertidumbre sobre si un suceso específico ocurrirá o no. Como medida de la oportunidad o probabilidad con la que podemos esperar que un suceso ocurra es conveniente asignar un número entre 0 y 1. Si estamos seguros que el suceso ocurrirá decimos que su probabilidad es 100% o 1, pero si estamos seguros de que el suceso no ocurrirá decimos que su probabilidad es 0. Por ejemplo, si la probabilidad es de $1/4$, diríamos que hay un 25 % de oportunidad de que ocurra y un 75% de oportunidad de que no ocurra. Equivale a decir que la probabilidad contra su ocurrencia es del 75% al 25% o de 3 a 1.

Existen dos procedimientos importantes por medio de los cuales podemos obtener la probabilidad de un suceso :

1.- Enfoque clásico a priori. Si un suceso puede ocurrir en h maneras diferentes de un número total de n maneras posibles, todos igualmente factibles, entonces la probabilidad del suceso es h/n .

2.- Enfoque como frecuencia relativa o a posteriori. Si después de n repeticiones de un experimento, donde n es muy grande, un suceso ocurre h veces, entonces la probabilidad del suceso es h/n . Esto también se llama la probabilidad empírica del suceso.

MATRIZ DE (DECISION) PAGO

Es aquella a la que se le asocia a cada acción un estado (evento), las acciones se colocan a la izquierda de la matriz y los estados se colocan en la parte superior de la matriz, las consecuencias posibles se listan en las celdas de la matriz, estas pueden calcularse obteniendo la ecuación que satisfaga los requerimientos del problema.

MATRIZ DE PESAR

La matriz de pesar es generada por la matriz de pago, en cada entrada de la matriz de pago se elimina la entrada más grande en su columna. La entrada más grande en una columna tendrá pesar 0. En general el pesar se define como la diferencia entre el pago actual y el pago que uno habría recibido si uno supiera el evento que iba a ocurrir.

CAPITULO II. TOMA DE DECISIONES SIN DATOS PREVIOS.

Antes de empezar con la explicación de cada modelo nos basaremos en un ejemplo, que nos ayudara en el presente capítulo a ilustrar las estructuras y técnicas para tomar formalmente decisiones terminales bajo incertidumbre (sin datos previos).

Ejemplo : Aprovechamiento de pantalonetas de tenis.

El propietario de un almacén de artículos de tenis debe decidir cuantas pantalonetas de tenis para hombre debe pedir para la estación de verano. Para un tipo particular de pantaloneta debe pedir lotes de 100. Si pide 100 pantalonetas, su costo es de \$ 10 por unidad. Si pide 200 su costo es \$ 9 por unidad y si pide 300 o más su costo es de \$ 8.50. Su precio de venta es de \$ 12, pero si algunas se quedan sin vender al final del verano, éstas deben venderse a mitad de precio. Por comodidad, el propietario cree que la demanda de esta pantaloneta es 100, 150 ó 200. Es claro, que no puede vender más de lo que almacena. Sin embargo si se queda corto hay una pérdida de \$ 0.50 por cada pantaloneta que una persona desee comprar pero que no pueda hacerlo por no tenerla en almacén. Además, debe colocar el pedido ahora, para la estación de verano venidera; y no puede esperar a observar como varía la demanda de esta pantaloneta antes de pedir, ni se pueden colocar varios pedidos.

El problema descrito anteriormente tiene ciertas características comunes. Estas características constituyen la descripción formal del problema y proporcionan la estructura para la solución. El problema de decisión en estudio puede representarse por un modelo en términos de los siguientes elementos :

1.- **El tomador de decisiones :** El propietario del almacén de artículos de tenis.

2.- **Cursos alternos de acción:** Tres cursos de acción están abiertos:

(a₁) pedir 100

(a₂) pedir 200

(a₃) pedir 300

3.- **Eventos :** Los eventos son :

(q₁) Cuando la demanda es 100

(q₂) Cuando la demanda es 150

(q₃) Cuando la demanda es 200

4.- **Consecuencias :** Como ya se menciona en el capítulo anterior las consecuencias deben evaluarse por el tomador de decisiones. Las consecuencias que resultan de la decisión dependen no solo de la decisión sino también del evento que ocurra . Por ejemplo en nuestro problema, si el propietario pide 100 pantalonetas y la demanda resulta ser 100, la consecuencia es que el propietario obtendrá una ganancia de \$ 200.

5.- **Matriz de (decisión) pago** : La matriz de decisión de nuestro problema se ilustra en la tabla A.

Evento \ Acción	Demanda		
	θ_1	θ_2	θ_3
a_1 Pedir 100	200	175	150
a_2 Pedir 200	0	300	600
a_3 Pedir 300	-150	150	450

Tabla A

Como se menciona en el capítulo 1 (conceptos básicos), las acciones se listan a la izquierda, los estados se listan en la parte superior de la matriz y las consecuencias posibles se listan en las celdas de la matriz, una consecuencia asociada con cada par acción-evento. Las consecuencias se determinan de la siguiente función de consecuencia : Si el suministro es mayor que la demanda (i.e., si $S > D$), entonces la ganancia es igual a

$$D (R - C) - (C - G) (S - D).$$

Si la demanda es mayor que el suministro (i.e., si $D > S$), entonces la ganancia es igual a

$$S (R - C) - 0.50 (D - S).$$

- Donde
- R es el ingreso unitario por unidad (precio de venta)
 - C es el costo unitario
 - El parámetro \$ 6 es el precio mitad o precio de venta al final del verano para los artículos no vendidos.
 - El parámetro \$ 0.50 es la pérdida de prestigio por quedarse corto.
 - D es la Demanda
 - S es el Suministro

Si el evento que ocurre fuera conocido de antemano con certeza por el tomador de decisiones, por ejemplo θ_2 (la demanda fuera 150), entonces el propietario debería mirar para abajo en la columna θ_2 de la matriz de pago y elegir la acción que produjese el más alto pago (i.e., $\max(175, 300, 150=300)$), que indica que debería pedir 200 pantalones. Sin embargo, en el mundo real, el contexto de los problemas de decisión, es tal, que debido a que los estados de la naturaleza están fuera de control del tomador de decisiones, él no sabe con certeza qué evento específico ocurrirá (o será cierto). La elección del curso óptimo de acción frente a la incertidumbre es la parte crucial del problema del tomador de decisiones.

A continuación explicaremos algunos criterios de elección para la toma de decisiones sin datos previos.

II.A.- MODELO PESIMISTA.

El criterio máximin (o criterio del pesimismo) fue sugerido por Abraham Wald. Bajo este principio, el tomador de decisiones supone que una vez que él ha elegido un curso de acción, la naturaleza sería malevolente (con una probabilidad implícita de 1) y por tanto seleccionaría el evento que minimizara el pago del tomador de decisiones. Wald sugirió que el tomador de decisiones debe elegir un curso de acción de tal manera que se recibiera un pago tan grande como fuera posible bajo estas circunstancias. En otras palabras "escoger lo mejor de lo peor" o máximizarse el mínimo. Expresado de otra manera, elegir una acción cuya peor consecuencia sea tan buena como la peor consecuencia de cada acción.

El resultado de aplicar este criterio al propietario de la tienda de artículos de tenis se muestra en la tabla B (la acción a_3 : pedir 300 es dominada; por consiguiente, ya no se puede considerar como una acción viable);

Acción	Pago (Mínimo)
→ a_1 pedir 100	150
a_2 pedir 200	0

Tabla B.

Por tanto, la mejor acción, suponiendo que la naturaleza será siempre malevolente, es escoger a_1 : pedir 100, puesto que esta acción tiene el pago máximo mínimo. Obviamente, el máximo es un criterio demasiado conservador, puesto que descansa sobre lo peor que puede suceder. Un hombre de negocios que siga el máximo preferiría dejar los negocios, puesto que en la mayor parte de las cosas que hace perdería dinero, mientras que si él no hace nada no tendría pérdidas económicas (y no tendría ganancias). Parece lo más razonable, argumentar que un tomador de decisiones debería tener en cuenta la probabilidad de ocurrencia de todos los eventos diferentes posibles. Como ejemplo extremo, si el evento que resulta en el mínimo pago para un acto dado es raro (digamos, una oportunidad de ocurrir en un millón), en general no tendría sentido concentrarse en esta ocurrencia. A pesar de estos comentarios negativos sobre el máximo, hay situaciones por ejemplo, en teoría de juegos, en donde parece ser un buen método para seleccionar una estrategia.

II.B.- MODELO OPTIMISTA.

Si el máximin es extremadamente pesimista, el máximax es super optimista. Este criterio lo prefieren personas altamente aventureras. El máximax escoge el acto que es el " mejor de lo mejor". Esto es equivalente a elegir una acción cuya mejor consecuencia sea tan buena como la mejor consecuencia de cualquier otra acción. En el ejemplo del propietario de la tienda de artículos de tenis, el máximax sería elegir a_2 : pedir 200 , como se muestra en la tabla siguiente.

Acción	Pago (Máximo)
a_1 pedir 100	200
→ a_2 pedir 200	600

Las críticas a este criterio son similares al máximin. Nadie recomienda seriamente el máximax como un buen criterio de elección, puesto que ignora las pérdidas y no considera las oportunidades de ocurrencia de los diferentes eventos posibles.

Leonid Hurwicz un econometrista contemporáneo, se preguntaba: ¿Por qué siempre debemos suponer que la naturaleza es malevolente?. Supongamos que el tomador de decisiones fuera un optimista y sintiera confianza sobre sus posibilidades de obtener un buen evento. Si fuera completamente optimista, siempre supondría que la naturaleza sería benévola y seleccionaría el evento que le proporcionara el mayor pago posible por la acción o estrategia que él seleccionara.

Por consiguiente, la mejor estrategia, suponiendo que la naturaleza es benevolente es a_2 : pedir 200 (máxima) Sin embargo , Hurwicz no veía que un tomador racional de decisiones fuera completamente optimista pero si sugería que si un tomador de decisiones se sentía optimista, debería poder expresar su grado de optimismo. Así, se introdujo la noción del coeficiente de optimismo. El coeficiente de optimismo es un medio por el cual el tomador de decisiones considera los pagos más grandes y pequeños y los pesa de acuerdo con sus propios sentimientos de optimismo y pesimismo. Por ejemplo, supongamos que el tomador de decisiones tenía un coeficiente de optimismo de 1/3 . Esto significa, que el tomador de decisiones tiene implícitamente asignada una probabilidad de ocurrencia de 1/3 de su máximo pago y 2/3 de su pago mínimo. Por el criterio de Hurwicz, él debería determinar el valor esperado de cada acción, suponiendo que el máximo o el mínimo ocurrirán con las probabilidades anteriores; esto es,

$$H_i = a C_{max} + (1-a) C_{min}$$

y seleccionar el valor mayor de H_i . Un valor de α cerca de 1, refleja un tomador de decisiones optimista puesto que, cuando $\alpha = 0$, Hurwicz α es el mismo máximo. Un valor de α cerca de $1/2$ reflejaría una actitud neutral hacia el destino.

Los resultados de aplicar el criterio de Hurwicz ($\alpha = 1/3$) a nuestro problema ejemplo son los siguientes :

Acción	C _{max}	C _{min}	Pago Esperado
	Pago Máximo	Pago Mínimo	
a_1 pedir 100	200	150	167
→ a_2 pedir 200	600	0	200

Así a_2 : pedir 200 debería elegirse. Las dificultades obvias de este criterio comprenden :

- (1) la dificultad para asignar un valor específico de α .
- (2) el ignorar los valores de las consecuencias intermedias para cada acción cuando existen más de dos eventos.
- (3) la inhabilidad para elegir una acción particular cuando todas las acciones tienen las mismas consecuencias peores y mejores.

I.I.C.- MODELO MINIMIZACION ARREPENTIMIENTO.

Este modelo fue desarrollado por el estadístico Savage, el señalaba que después de que se ha tomado una decisión y de que ha ocurrido un evento, el tomador de decisión puede experimentar debido a que conoce que evento ha ocurrido y desea quizá haber seleccionado una acción diferente. Savage propuso que el tomador de decisiones debía intentar minimizar su pesar máximo. El criterio de Savage requiere del desarrollo de una matriz de pesar o de pérdida de oportunidad y el uso del minimax para seleccionar una acción. El pesar se define como la diferencia entre el pago actual y el pago que se habría recibido si uno supiera que evento iba a ocurrir.

Para utilizar el criterio de pesar minimax, primero convertimos la matriz de pago en una matriz correspondiente de pesar. Esto se hace quitando en cada entrada de la matriz de pago la entrada más grande en su columna. La entrada más grande en una columna tendrá pesar cero. La matriz resultante se denomina una matriz de pesar o una matriz de pérdida de oportunidad.

La tabla C.A y C.B. muestra la matriz de pesar para el ejemplo que hemos tratado :

Tabla C.A.

MATRIZ DE PAGO			
Acción \ Evento	Demanda		
	θ_1	θ_2	θ_3
a_1 Pedir 100	200	175	150
a_2 Pedir 200	0	300	600

Tabla C.B.

MATRIZ DE PESAR			
Acción \ Evento	Demanda		
	θ_1	θ_2	θ_3
a_1 Pedir 100	0	125	450
a_2 Pedir 200	200	0	0

Acción	Pesar Máximo perdida de oportunidad
a_1	450
→ a_2	200

Tabla C : Matriz de valor y pesar (pérdida de oportunidad) para el problema del propietario de la tienda de tenis.

Un pesar calculado como se describe antes, representa la diferencia en valor entre lo que uno obtiene por una acción dada y un evento dado, en realidad, el evento verdadero. En el ejemplo, si pedimos 100 unidades (a_1) y la demanda es 150 unidades (θ_2), entonces su pesar es \$ 125 puesto que se habrían obtenido \$ 125 más pidiendo 200 unidades si hubiera sabido de antemano que la demanda sería en realidad de 150 unidades. Ahora si se hubieran ordenado

200 unidades (a_2) y la demanda fuera 150 unidades su pesar sería 0, puesto que no se habría elegido una acción mejor si hubiera conocido por adelantado que la demanda sería de 150 unidades. La acción óptima bajo este criterio es a_2 , y se determina como se muestra en la tabla C.B.

En el caso que la tabla original estuviera en términos de pérdidas (costos), uno escogería la menor pérdida para cada evento y la restaría de cada entrada fila. Cada columna en la tabla de pesar es ahora, la pérdida de oportunidad asociada, con la combinación acto evento. Las celdas donde aparecía antes la menor pérdida, muestran ahora ceros. Aquí el criterio minimax se aplica como antes.

II.D.- MODELO MAXIMIZACION DEL PAGO PROMEDIO.

Si ignoramos completamente el evento que podría ocurrir, podríamos proceder como si todos los estados fueran igualmente posibles, esto es, asignar a cada evento la misma probabilidad, calcular el pago (pérdida) esperado para cada acto y elegir el acto con el mayor (menor) pago (pérdida) esperado. Así, trataríamos el problema como si tuviéramos una distribución de probabilidad uniforme, sobre los eventos y si los pagos fueran expresados en términos de utilidad, resolveríamos el problema encontrando la acción que maximiza la utilidad esperada.

El nombre de este método "principio de la razón insuficiente" procede de Pierre-Simon, marques de Laplace, un matemático de principios del siglo diecinueve que presentó el punto de vista de que, cuando uno se enfrenta a un conjunto de eventos y tiene suficiente razón para suponer que uno ocurrirá en lugar de otro los eventos deben considerarse igualmente probables.

Para nuestro problema la probabilidad asignada a cada evento sería $1/3$. El valor esperado para cada acción, es entonces :

$$EV (a_1) = 1/3 (200) + 1/3 (175) + 1/3 (150) = \$ 175$$

$$EV (a_2) = 1/3 (0) + 1/3 (300) + 1/3 (600) = \$ 300$$

Por consiguiente el criterio de Laplace elegiría a_2 , pues su valor esperado es el más alto

II.E.- VALOR MAXIMO ESPERADO (VME).

El criterio del valor máximo esperado dice lo siguiente :

1. Asigne una probabilidad a cada evento de tal manera que las probabilidades sumen 1.
2. Calcule el valor esperado de cada acción, multiplicando cada valor por su probabilidad correspondiente y sumando estos productos.
3. Elija una opción cuyo valor esperado sea mayor.

En otras palabras, el "valor esperado de un acto" es el promedio ponderado de los pagos bajo el acto en donde los pesos son las probabilidades de los eventos mutuamente excluyentes que pueden ocurrir.

En un problema de decisión realista será razonable suponer que un tomador de decisiones tendría alguna idea de la posibilidad de ocurrencia de los diversos eventos y este conocimiento le ayudaría a elegir un curso de acción.

Debe hacerse énfasis en que las consecuencias y probabilidades de los eventos pueden interpretarse como objetivas o subjetivas. Las consecuencias (valores) objetivas representan cantidades "físicas" tales como dólares, unidades de tiempo, etc. Las consecuencias (valores) subjetivas representan las preferencias relativas del tomador de decisiones, o los valores de las consecuencias correspondientes. Se denominan "subjetivas" puesto que sus entradas están directamente relacionadas con las preferencias del tomador de decisiones, en la situación de un problema particular.

Para ilustrar los cálculos utilizando el criterio de VME supongamos que el propietario de la tienda de tenis (tomando como base datos pasados, experiencia e instinto) asigna la siguiente distribución de probabilidad subjetiva a los eventos :

Evento	Probabilidad, $p()$
θ_1 demanda es 100	0.5
θ_2 demanda es 200	0.3
θ_3 demanda es 300	0.2
	1.0

Cabe señalar que si la demanda es 100, ella no puede ser 200 (i.e., los eventos son mutuamente excluyentes), y las probabilidades suman 1, como debería ser (i.e., los eventos son colectivamente exhaustivos). El valor esperado de propietario para cada acto se muestran en la tabla D. Utilizando el criterio de VME, el propietario de la tienda de tenis escoge a_2 : pedir 190 pantalonetas, con un valor esperado de \$ 210.

ACTO a_1 : PEDIR 100 UNIDADES

Evento	Probabilidad, $p(\cdot)$	utilidad	utilidad ponderada
θ_1 demanda es 100	0.5	\$200	\$ 100.00
θ_2 demanda es 200	0.3	175	52.5
θ_3 demanda es 300	0.2	150	30.0
	1.0		\$ 182.5
Utilidad esperada = \$ 182.5			

ACTO a_2 : PEDIR 200 UNIDADES

Evento	Probabilidad, $p(\cdot)$	utilidad	utilidad ponderada
θ_1 demanda es 100	0.5	\$ 0	\$ 0.0
θ_2 demanda es 200	0.3	300	90.0
θ_3 demanda es 300	0.2	600	120.0
	1.0		\$ 210.0
Utilidad esperada = \$ 210.0			

D.- Utilidades esperadas propietario de almacen de tenis

Para profundizar un poco más sobre el Valor Máximo Esperado (VME) explicaremos brevemente su relación con el valor utilitario esperado.

VALOR UTILITARIO ESPERADO (VUE).

La probabilidad es el lenguaje de las comunicaciones para la incertidumbre. Un punto de vista de la probabilidad, que es fundamental para la filosofía de Análisis de Decisión, es ver la probabilidad como el grado de creencia (o conocimiento) de un evento, y así de esta manera se sujeta íntimamente a la persona que realiza la asignación de probabilidad. Esta interpretación de probabilidad es la interpretación subjetiva. La probabilidad representa un estado de información y es bastante normal que dos personas hagan diferentes asignaciones de probabilidad del mismo evento, pues es probable que tengan experiencias y creencias diferentes.

Las probabilidades subjetivas generalizando, se pueden medir de dos maneras básicas. La primera es por cuestionamiento directo, esto es, pedir al tomador de decisiones que asocie

una probabilidad al evento en consideración. La segunda forma es indirecta y es determinando de las elecciones preferidas para el tomador de decisiones.

Cuando se encuentra al tomador de decisiones en situaciones que involucran riesgo debido a probabilidades subjetivas se realiza una medida de utilidad (medida de utilidad de Von-Neumann-Morgentern o NM) también conocida como teoría cardinal de utilidad. Esta teoría tiene los siguientes beneficios.

1. Sirve como marco de referencia para ayudar a entender el comportamiento de toma de decisiones que involucran riesgo de incertidumbre.
2. Sirve como un medio de predecir decisiones en situaciones inciertas.
3. Sirve como un medio para mejorar la consistencia de la elección en situaciones inciertas.
4. Sirve como ayuda para tomar "mejores" decisiones bajo condiciones de incertidumbre.

El primer paso para derivar la función de utilidad por los métodos de NM es determinar dos resultados monetarios como puntos de referencia. Por conveniencia, se buscan los resultados monetarios más favorables y menos desfavorables y se seleccionan dos valores por lo menos como favorables y desfavorables, para los puntos de referencia. Por conveniencia se pueden asignar valores de utilidad de 1 y 0 respectivamente, a estos valores monetarios. Existe también el método modificado de NM el cual utiliza probabilidades neutrales.

Puesto que una función de utilidad representa la actitud subjetiva al riesgo de un tomador de decisiones, su función de utilidad debe ser empleada para tomar decisiones en problemas que contengan incertidumbre. Todo lo que se debe hacer es determinar, para una alternativa dada, las utilidades asociadas con todos los resultados monetarios posibles y posteriormente calcular una utilidad esperada (UE) y escoger la acción que maximice (UE).

Para explicar la forma en como trabaja la función de utilidad nos ayudaremos del Valor Monetario (máximo) esperado (VME), utilizando el siguiente ejemplo. Supóngase que tenemos que realizar una elección en cada una de las siguientes cinco situaciones decisoria :

Situación	Elección
1	a_1 : La seguridad de recibir \$1 o a_2 : al lanzar una moneda, \$10 si aparece águila, o -\$1 si aparece sol.
2	b_1 : La seguridad de recibir \$100 o b_2 : al lanzar una moneda, \$100 si aparece águila, o -\$100 si aparece sol

- 3 C_1 : La seguridad de recibir \$1,000
o
 C_2 : al lanzar una moneda, \$1,000 si aparece águila, o -\$1,000 si aparece sol.
- 4 d_1 : La seguridad de recibir \$10,000
o
 d_2 : al lanzar una moneda, \$100.000 si aparece águila, o -\$100,000 si aparece sol
- 5 e_1 : La seguridad de recibir \$10,000
 e_2 : un pago de \$2n, donde n es el número de veces que se lanza una moneda hasta que aparece águila.

Si la águila aparece en el primer lanzamiento, usted recibe \$2; si la moneda muestra sol en el primer lanzamiento y águila en el segundo, usted recibe \$4; dos soles consecutivos seguidos por águilas producen \$8; etc. Sin embargo, usted sólo puede participar una vez; la secuencia se detiene cuando por primera vez aparecen águilas.

La mayoría de gente probablemente elegiría a_2, b_2, c_1, d_1 , y e_1 . Las elecciones e_2 y b_2 serían escogidas de acuerdo al criterio de maximización de VME pues $VME(a_1) = \$4,50$ es mayor que la elección con certeza de $a_2 = \$1$ y $VME(b_2) = 450$ que es mayor que 100. Sin embargo, en las situaciones 3, 4 y 5, C_1 se preferiría probablemente a C_2 , aunque $VME(C_2) = \$4,500$ es mayor que \$1,000, y d_1 se preferiría a d_2 , aunque $VME(d_2) = 45,000$ es mayor que \$10,000. En la situación 5, el VME de e_2 es infinito, esto es,

$$\begin{aligned}
 VME(e_2) &= 1/2 (\$2) + 1/4 (\$4) + 1/8 (\$8) + \dots \\
 &= \$1 + \$1 + \$1 + \dots \\
 &= \text{infinito,}
 \end{aligned}$$

y aún prácticamente todo el mundo preferiría e_1 a e_2 .

En las primeras cuatro decisiones, la mayoría de las personas tenderían a cambiar su criterio de decisión del VME tan pronto piensen que perderán una gran suma de dinero (digamos \$1,000) es doloroso frente al placer que se obtendría al obtener posiblemente una gran suma (digamos \$10,000). En este instante, el individuo que se enfrenta con esta elección no consideraría el VME sino que pensaría únicamente en la utilidad (VUE). En este sentido, la utilidad se referiría esencialmente al placer (utilidad) o disgusto (desutilidad) que uno derivaría de ciertos resultados. En esencia, estamos diciendo que el disgusto del individuo al perder \$1,000 es mayor que el placer de ganar muchas veces esta cantidad. En la situación 5, ninguna persona prudente elegiría arriesgar e_2 frente a la certeza de recibir una cantidad relativamente modesta. Este problema, conocido como la paradoja famosa de San Petersburgo, condujo a Daniel Bernoulli a realizar las primeras investigaciones de utilidad (VUE) en vez del VME como base del proceso de toma de decisiones

CAPITULO III TOMA DE DECISIONES USANDO DATOS PREVIOS.

III.A.- ANALISIS BAYESIANO.

El Análisis Bayesiano es utilizado para revisar las probabilidades o creencias de uno basado en la nueva información. El análisis de decisiones proporciona un modelo conceptual básico para determinar qué información debe adquirirse y cuándo debe obtenerse y la elección que se debe después de recibida.

TEOREMA O REGLA DE BAYES

Supóngase que A_1, A_2, \dots, A_n son sucesos mutuamente excluyentes cuya unión es el espacio muestral δ , es decir uno de los sucesos deben ocurrir. Entonces si A es cualquier suceso tenemos el siguiente teorema importante:

$$\text{TEOREMA 1 (Regla de Bayes):} \quad P(A_k | A) = \frac{P(A_k) P(A | A_k)}{\sum_{k=1}^n P(A_k) P(A | A_k)}$$

Esto nos permite hallar las probabilidades de los diferentes sucesos A_1, A_2, \dots, A_n que pueden causar la ocurrencia de A . Por esta razón con frecuencia se hace referencia al teorema de Bayes como el teorema sobre la probabilidad de causas.

DEMOSTRACION DEL TEOREMA DE BAYES

Puesto que A resulta en uno de los sucesos mutuamente excluyentes A_1, A_2, \dots, A_n y aplicando el siguiente teorema :

Para tres sucesos cualesquiera A_1, A_2, A_3 tenemos

TEOREMA A

$$P(A_1 \cap A_2 \cap A_3) = P(A_1)P(A_2 | A_1)P(A_3 | A_1 \cap A_2)$$

En otras palabras, la probabilidad de que A_1 y A_2 y A_3 ocurran es igual a la probabilidad de que A_1 ocurra tantas veces la probabilidad de que A_2 ocurra dado que A_1 ha ocurrido tantas veces la probabilidad de que A_3 ocurra dado que A_1 y A_2 han ocurrido el resultado se generaliza fácilmente a n sucesos esto es:

Si un suceso A debe resultar en uno de los sucesos mutuamente excluyentes A_1, A_2, \dots, A_n entonces:

TEOREMA B

$$P(A) = P(A_1)P(A|A_1) + P(A_2)P(A|A_2) + \dots + P(A_n)P(A|A_n)$$

Entonces aplicando los 2 teoremas antes expuestos tenemos que

$$P(A) = P(A_1)P(A|A_1) + P(A_2)P(A|A_2) + \dots + P(A_n)P(A|A_n) = \sum_{k=1}^n P(A_k)P(A|A_k)$$

Por lo tanto

$$P(A_k|A) = \frac{P(A_k \cap A)}{P(A)} = \frac{P(A_k)P(A|A_k)}{\sum_{k=1}^n P(A_k)P(A|A_k)}$$

En el siguiente ejemplo aplicaremos el teorema B y realizaremos una comparación posterior aplicando el teorema de Bayes en el ejemplo 2.

Ejemplo 1

La caja I contiene 3 bolsas rojas y 2 azules en tanto que la caja II contiene 2 bolsas rojas y 8 azules. Se lanza una moneda honrada. Si se obtiene águila se saca una bola de la caja I, si se obtiene sol se saca una bola de la caja II. Hallar la probabilidad de sacar una bola roja.

Si R indica el suceso "sacar una bola roja" mientras que I y II indican los sucesos escoger caja I y caja II, respectivamente. Puesto que una bola roja puede resultar al escoger cualquiera de las cajas podemos emplear el teorema B con $A=R$, $A_1=I$, $A_2=II$. Así la probabilidad de sacar una bola roja es

solución :

$$P(R) = P(I)P(R|I) + P(II)P(R|II) = \left(\frac{1}{2}\right)\left(\frac{3}{3+2}\right) + \left(\frac{1}{2}\right)\left(\frac{2}{2+8}\right) = \frac{2}{5}$$

Ahora aplicando el teorema de Bayes tenemos :

Ejemplo 2

Supóngase en el ejemplo 1 que quien lanza la moneda no revela si resulta águila o sol (de tal forma que la caja de la cual se sacó la bola no se revela), pero revela que sacó una bola roja. ¿ Cuál es la probabilidad de que se escogiera la caja I (es decir que el resultado de la moneda sea águila) ?.

Utilicemos la misma terminología del ejemplo 1 es decir, $A=R$, $A_1=I$, $A_2=II$. Buscamos la probabilidad de que se escoja la caja I y se conoce que se sacó una bola roja. Empleando la regla de Bayes con $n = 2$ esta probabilidad esta dada por

$$P(I|R) = \frac{P(I)P(R|I)}{P(I)P(R|I) + P(II)P(R|II)} = \frac{\left(\frac{1}{2}\right)\left(\frac{3}{3+2}\right)}{\left(\frac{1}{2}\right)\left(\frac{3}{3+2}\right) + \left(\frac{1}{2}\right)\left(\frac{2}{2+8}\right)}$$

$$= \frac{3}{4}$$

Así podemos dar una probabilidad de 3 a 1 que se escogió la caja I.

Frecuentemente en problemas reales, es posible ganar más información en la cual basar una decisión a través del análisis, experimentación, ensayos, muestreo, etc. En tales situaciones se deben realizar dos elecciones básicas :

- 1) Elección de la consulta o fuentes de información (incluyendo el caso nulo, no adquirir información); esto es, qué información adquirir y cuándo.

- 2) Elección de una estrategia o regla de decisión en respuesta a los mensajes, datos, observaciones, o resultados recibidos de una fuente de información escogida.

Por estrategia entendemos un conjunto preciso de instrucciones que explican, que acción se debe tomar bajo cada mensaje posible o resultado recibido de una fuente de información dada. En esencia, una estrategia es un plan de contingencia para responder a todos los mensajes posibles, recibidos de una fuente de información.

III.B.- ARBOLES DE DECISION.

Un árbol de decisión es un método gráfico que expresa, un orden cronológico, las acciones alternativas para el Tomador de Decisiones y las opciones que la suerte o el azar determina. Los árboles de decisión consisten en nodos o bifurcaciones y ramas. Existen 2 tipos de nodos :

Los nodos de decisión representados por cuadros y,

Los nodos de probabilidad representados por círculos .

Las ramas son líneas rectas que salen de los nodos de decisión o de los de probabilidad.

Cuando un Tomador de Decisiones encuentra un nodo de decisión, debe de elegir una de las ramas alternativas para seguir adelante. Cuando encuentra un nodo de probabilidad, no tiene control sobre la rama siguiente. En su lugar, su trayectoria queda determinada por un evento aleatorio cuyas probabilidades están asociadas con las ramas que emanen de ese nodo.

Para ejemplificar el uso de árboles de decisión nos apoyaremos en el ejemplo del Carnaval :

En cierta ciudad se ha programado un carnaval para una fecha específica. las ganancias que se obtendrán dependen en gran medida del clima. En particular, si el clima es lluvioso, el carnaval pierde \$15,000; si esta nublado, pierde \$5,000 y si hay sol, la ganancia es de \$10,000. El carnaval tiene que instalar equipo para el espectáculo, pero puede cancelar el evento antes de instalar el equipo. Esta acción da como resultado una pérdida de \$1,000. Más aún, por un costo adicional de \$1,000 se puede posponer la decisión de instalar el equipo hasta un día antes del espectáculo. En este momento, el carnaval puede obtener el informe meteorológico local. La oficina del meteorológico ha reunido datos sobre sus predicciones, en la tabla (A) se muestran estos datos. También, esta oficina ha recopilado una distribución a priori sobre el clima. En particular, las probabilidades respectivas de lluvia, nubes o sol son 0.1, 0.3 y 0.6. respectivamente.

Probabilidad de que el pronóstico sea	Clima real		
	Lluvia	Nubes	Sol
Lluvia (PL)	0.7	0.2	0.1
Nubes (PN)	0.2	0.6	0.2
Sol (PS)	0.1	0.2	0.7

TABLA (A)

Datos de la oficina del meteorológico para el ejemplo del carnaval.

Analizando el problema y aplicando árboles de decisión obtenemos el árbol de decisión que se muestra en la figura (A1).

El árbol muestra alternativas utilizando datos previos y sin utilizarlos. El primer nodo de decisión, al que se enfrenta el tomador de decisiones exige una elección entre utilizar o no el informe meteorológico (Nodo 1). Si la elección es no usar esta información, el tomador de decisiones recorre la trayectoria que llega al Nodo de decisión 2 con ramas marcadas como no instalar (cancelar el espectáculo) o instalar.

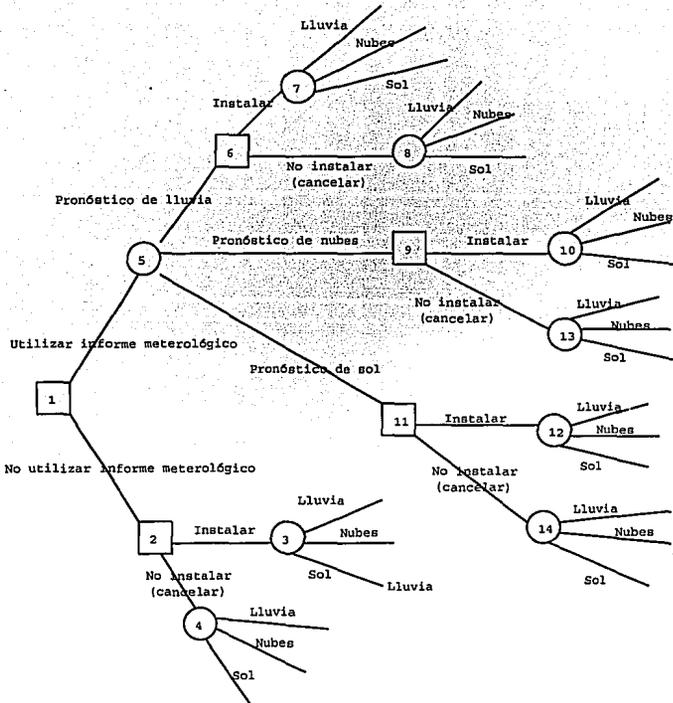


Tabla (A1)

Arbol de decisión sin evaluar para el ejemplo del carnaval.

La elección de una de estas ramas conducen a un nodo probabilístico (ya sea el nodo 3 o 4) la elección de la rama por la que se ha de continuar es un evento aleatorio y, según el resultado de este evento, el tomador de decisiones llegara a los puntos terminales: lluvia, nubes ó sol.

Si en el nodo de decisión inicial el tomador de decisiones elige utilizar el informe meteorológico, su trayectoria llega al nodo 5 con ramas marcadas: Pronóstico de lluvia, Pronóstico de nubes, Pronóstico de sol, la elección de la rama para la que se guiara es un evento aleatorio. Si ocurre que el pronóstico es de un día soleado ó el tomador de decisiones escoge esta rama, que lo lleve al nodo de decisión y cuyas ramas subsecuentes son idénticas a las descritas en el nodo 2.

III.C.- TABLAS DE DECISION.

Englobando algunos de los conceptos ya mencionados, y aplicando uno de los tantos métodos que existen para realizar toma de decisiones en particular el **Método de Bifurcación y Acotación Aplicado al Método Kolesar** explicaremos como se generan las tablas de decisión a partir del problema y como se genera el árbol de decisión correspondiente.

Antes de plantear y solucionar el problema explicaremos en que consiste el método en cuestión:

METODO DE BIFURCACION Y ACOTACION Y EL PROBLEMA TIPO MOCHILA

Problemas tipo mochila : Consiste en elegir entre varios artículos que deben empacarse en un espacio limitado, para obtener tanto valor en el espacio como sea posible.

Este tipo de problema se presenta en dos versiones :

i)	{	$\begin{aligned} \text{Máx } z &= \sum_{i=1}^n V_i X_i \\ \text{s.a } \sum_{i=1}^n K_i X_i &\leq K \\ X_i &\geq 0, \text{ entero } i=1, \dots, n \end{aligned}$	<p>K_i es la capacidad de artículo i V_i es el valor del artículo i K capacidad disponible</p>
ii)	{	$\begin{aligned} \text{Máx } z &= \sum_{i=1}^n V_i X_i \\ \text{s.a } \sum_{i=1}^n K_i X_i &\leq K \\ X_i &= \begin{cases} 1 & \text{si el artículo } i \text{ se incluye} \\ 0 & \text{si el artículo } i \text{ no se incluye} \end{cases} \end{aligned}$	

Método de Kolesar : Sirve para resolver problemas mochila tipo binario. Este método considera que un nodo lleva un índice i si el artículo i se incluye e i si no se incluye. Un nodo con índice (i, j) significa que se incluye el artículo i primero y después el artículo j , mientras que el índice (i, j) significa que el artículo i no se incluye pero el j si.

Problema :

Un grupo financiero tiene 5 proyectos de inversión, cada proyecto i , $i = 1, 2, 3, 4, 5$ necesita de una inversión de K_i millones de pesos y se espera que ese proyecto rendirá V_i millones de pesos anuales de utilidad cuando este funcionando.

La capacidad total de inversión K es de 91 millones de pesos, la siguiente tabla resume los datos asociados a cada proyecto de inversión

Proyecto N°	Inversión en Mills K _j	Retorno Anual de la inversión en millones
1	36	54
2	24	18
3	30	50
4	32	32
5	26	13

El grupo financiero debe tomar la decisión de aceptar o rechazar cada proyecto ¿ Qué proyectos se deben incluir y cuales rechazar con objeto de maximizar el retorno total anual ? la solución es :

Nuevo índice i	Proyecto Original i	Inversiones en millones K	Proyecto anual de la inversión en millones V	Retorno Anual* de la inversión i Inversión i
1	3	30	60	2
2	1	36	54	1.5
3	4	32	32	1
4	2	24	18	0.75
5	5	26	13	0.5

* si se pasa del limite en inversión de millones se multiplica el cociente por el proyecto por la cantidad que se pasa. 1*7

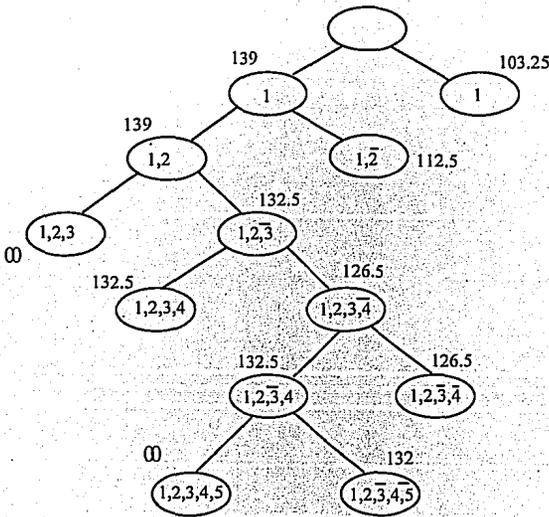
	índice nuevo del proyecto a incluir	inversión (millones)	retorno anual (millones)
nodo 1	1	30	60
	2	36	54
	3	32	32
		98	146<-- se pasa del limite la inversión
		7	-7 *
nodo 2		91	139
	2	36	54
	3	32	32
	4	24	18
		92	104.00
nodo 3		-1	-75
		91	103.25
	1	30	60
	2	36	54
	3	32	32
	98	146	
	-7	-7	
	91	139	

	índice nuevo del proyecto a incluir	inversión (millones)	retorno anual (millones)
nodo 4	1	30	60
	3	32	32
	4	24	18
	5	26	13
		112	123.0
		-21	10.5
nodo 5		91	112.5
	1	30	60
	2	36	54
	3	32	32
		98	146
		-7	-7
nodo 6		91	139
	1	30	60
	2	36	54
	4	24	18
	5	26	13
		116	145.0
nodo 7		25*5	12.5
		91	132.5
	1	30	60
	2	36	54
	4	24	18
	5	26	13
nodo 8		116	145
		-25	-12.5
		91	132.5
	1	30	60
	2	36	54
	5	26	13
nodo 9		92	127
		-1	-0.5
		91	126.5
	1	30	60
	2	36	54
	4	24	18
nodo 9	5	26	13
		116	145
		-25	-12.5 ->
		91	132.5

	índice nuevo del proyecto a incluir	inversión (millones)	retorno anual (millones)
nodo 10	1	30	60
	2	36	54
	4	24	18
		90	132

Se invertirá en los proyectos 1, 2 y 4. La solución óptima es 132, inversión total 132 millones.

Como se puede observar en la figura (B) el árbol se ramificara hasta que se encuentre la solución óptima.



(-) Que no incluye el proyecto

Figura B.

III.D.- SELECCION DE LA ESTRATEGIA OPTIMA.

En las situaciones donde se ha considerado que el tomador de decisiones elige diversos cursos de acción con base en la información que posee (i.e., información previa) sin intentar adquirir información posterior antes de que tome su decisión. las probabilidades utilizadas para calcular el valor esperado de la acción, por ejemplo, se denominan probabilidades previas para indicar que representan probabilidades establecidas antes de obtener información adicional por medio de pruebas, experimentos o muestreo. La elección de una acción óptima basados en el VME se le denomina a menudo análisis previo.

Para determinar si vale la pena o no reunir información adicional debemos de realizar la siguiente pregunta ¿Cuál es el valor de la información perfecta ?. Supóngase que en la E.N.E.P. ACATLAN se desea tener la información de las labores profesionales que desempeña cada egresado, de todas las carreras. La primera solución es realizar una estimación aproximada de este dato, con información perfecta la cual tiene un costo de \$ 100,000 y la segunda solución es realizar una encuesta a cada egresado, esta solución tiene un costo de \$ 200,000 . En este caso, no realizaríamos la encuesta, pues sería irracional pagar \$ 200,000 por una información que representa \$ 100,000. Para hacer estos juicios necesitamos determinar el valor esperado de la información perfecta (VEIP). Existen tres formas de calcular el VEIP.

Método 1 : Primero calculamos el valor esperado bajo certeza (i.e., teniendo información perfecta) y se lo restamos al valor esperado bajo incertidumbre (la mejor acción elegida utilizando VME).

Método 2 : Elegir una acción bajo incertidumbre. Esto es si sabe que un evento va a ocurrir y este sirve para tomar una decisión se realiza la elección de ese evento.

Método 3 : Tomar en cuenta la pérdida de oportunidad esperada (POE) de elegir la acción óptima bajo condiciones de incertidumbre para tomar la mejor decisión bajo incertidumbre, que sería eliminada si la información perfecta se conociera.

Desde otro punto de vista y tomando como ejemplo la realización de un experimento. Supóngase que el experimento puede conducir a la información perfecta sobre el estado de la naturaleza, aquí cabría preguntarse nuevamente ¿ Cuánto vale esta información perfecta ?. Por ejemplo, si en determinado proyecto tenemos datos imperfectos y con estos el costo del proyecto es de \$ 100'000,000 y con datos perfectos el costo es de \$ 99'000,000 entonces la información perfecta tomaría casi el mismo peso para la toma de decisiones; pero si el proyecto con datos imperfectos cuesta \$ 100'000,000 y con datos perfectos \$ 50'000,000 vale la pena considerar la información perfecta y realizar un experimento que pueda conducir a ahorros potenciales.

III.E.- CONTROL ESTADISTICO DE DATOS PARA LA TOMA DE DECISIONES.

Las técnicas estadísticas se utilizan en casi todos los aspectos de la vida. Se diseñan encuestas para recabar información previa al día de elecciones y así predecir el resultado de la mismas. Se seleccionan al azar consumidores para obtener información con el fin de predecir la preferencia con respecto a cierto producto. El médico que investiga, realiza experimentos para determinar el efecto de ciertos medicamentos y de condiciones ambientales controladas en los humanos y así determinar el método apropiado para curar cierta enfermedad. El Ingeniero muestra las características de calidad de un producto, junto con otras variables controlables del proceso, para facilitar la identificación de la variables que están más relacionadas con dicha calidad. Se toman muestras de fusibles recientemente fabricados, antes de su envío para decidir si se entregan o se retienen ciertos lotes de dicho producto.

Es a menudo en la práctica importante conocer cuándo un proceso ha cambiado suficientemente, de modo que puedan darse los pasos para remediar la situación. Tales problemas aparecen, por ejemplo en control de calidad, donde se debe a veces rápidamente decidir si los cambios observados se deben simplemente a fluctuaciones aleatorias o a cambios reales en el proceso de fabricación a causa de deterioro en las máquinas, errores en los empleados, etc..

Dependiendo de los tipos de datos que se utilizan podemos auxiliarnos de varias herramientas que nos proporciona la estadística, por ejemplo la Media Aritmética, Distribución de probabilidad binomial, geométrica, hipergeométrica, entre otras. Además de utilizar gráficos como Histogramas, Polígono de Frecuencia, etc. . El estudio de resultados puede ser tan completo como se requiera para dar un amplio panorama de los resultados que se obtengan, por ejemplo uso de gráficas como se muestra en la figura C.

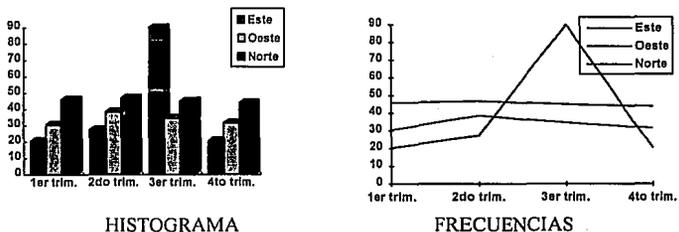


Figura C . Ejemplos de gráficos

CAPITULO IV APLICACION.

IV.A.- PROBLEMA.

Debo hacer énfasis en este problema, ya que se trata de un problema apegado cien por ciento a la realidad, este problema ha sido extraído de una empresa que se dedica a la fabricación de telas, la interrogante que esta empresa y varias empresas del ramo se hacen muy a menudo es, ¿ qué cantidad de material se desperdicia al fabricar determinado tipo de tela?, esto es de gran importancia, ya que ello implica el costo al que debe darse cada tela, y esto se debe hacer cuidadosamente para así tener la mayor ganancia y verificar en que tipo de tela se tiene un desperdicio (merma) muy alto y así tomar una acción para corregir el problema que costaría mucho dinero a la empresa.

IV.A.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Antes de comenzar con el desarrollo del problema debo mencionar que el nombre de la empresa a utilizar es ficticio, cualquier nombre de persona moral o física que se encuentre igual o parecido es solo coincidencia.

El gerente de la empresa MODAS TEXTILES S.A. DE C.V. desea saber la cantidad de merma que se esta generando en la fabricación de cualquier tipo de tela dentro de su empresa, esto para realizar una toma de decisiones en cuanto a costos de sus productos y además tomar medidas que eviten el tener una merma (desperdicio) demasiado alta. El gerente desea recibir un reporte con las siguientes características :

- 1.- Clasificación de las telas (Nombre, Clave).
- 2.- Composición de las telas.
- 3.- Kilogramos antes de procesar la tela.
- 4.- Kilogramos después de pasar por cualquier proceso la tela.
- 5.- Diferencia entre kilos de entrada y kilos de salida (merma)
- 6.- Porcentaje de merma.
- 7.- Merma máxima permitida.
- 8.- Listado por orden alfabético.
- 9.- Reporte por rango de Ordenes procesadas.
- 10.- Reporte por rollo de mermas

El reporte debe reflejar solo las telas que excedan la merma permitida.

IV.A.- SOLUCION DEL PROBLEMA.

Tomando en cuenta que el proceso para obtener la merma de cualquier tipo de tela involucra varios pasos, se va a generar un pequeño sistema que nos auxiliara a encontrar el dato que requiere el gerente de esta empresa, la estructura que tiene este sistema es la siguiente, el menú principal consta de 5 opciones :

<u>MENU</u>	<u>SUBMENU</u>
1.- ARCHIVOS :	- Telas - Clientes
2.- ROLLOS A PROCESO :	- Captura de rollos - Captura de ordenes - Agrupa rollos en orden - Imprimir ordenes
3.- ROLLOS PROCESADOS:	- Ordenes - Captura de producción
4.- MERMAS :	- Mermas - Máximo
5.- UTILERIAS :	- Acceso - Indexación

La primer opción Archivos se compone de los siguientes menús :

1.-Archivo de Telas : contiene las telas que fabrica la empresa.

2.-Archivo de clientes : contiene los clientes de la empresa.

En cada opción se puede dar de ALTA, BAJA, CAMBIOS, CONSULTAS E IMPRESION.

La segunda opción Rollos a proceso consta de los siguientes módulos :

1.-Captura de rollos : Donde se da de alta los rollos que se vayan tejiendo con cada una de sus características particulares.

2.-Captura de ordenes : Se dan de alta las ordenes* con sus correspondientes características.

NOTA :

* Se entiende por ordenes, las instrucciones con las cuales se van a procesar los rollos en la planta . Por ejemplo Color, Cantidad de químicos, Ancho de la Tela, etc.

3.- Agrupar rollos en orden : En esta opción son asignados los rollos de tela que anteriormente se dieron de alta a la orden correspondiente que se dio de alta en a opción 2.

4.- Imprime ordenes : Se imprimen las ordenes asignadas con sus respectivos rollos y pasan automáticamente a la opción de rollos procesados.

En cada opción se puede dar de ALTA, BAJA, CAMBIOS, CONSULTAS E IMPRESION.

La tercera opción **Rollos Procesados** consta de dos módulos:

1.- El módulo uno Ordenes : carga automáticamente las ordenes asignadas para mandar la tela a determinado proceso.

2.- El Módulo dos Captura de Producción : Asigna los pesos a cada rollo, una vez que se proceso la tela (Peso Final).

La Cuarta opción **Mermas** consta de dos módulos :

1.- Este módulo Mermas : Obtiene un listado de la merma real que esta generándose en la planta, al fabricar cualquier tipo de tela, esta merma se observa en un lapso de 8 días para definir una merma constante y así poner un máximo de merma en cada tela par generar reportes.

2.-El módulo Máximo : Obtiene un reporte de las telas que exceden el máximo de merma permitido, con este reporte se busca encontrar en que procesos o por que motivos se tuvo un desperdicio mayor al estimado y así controlar los procesos de fabricación para evitar tener grandes pérdidas en la empresa.

La Quinta opción **Utilerias** tiene dos módulos estos son :

1.- El módulo Acceso : Se realiza la asignación de claves de acceso a usuarios del sistema y ademas otorga prioridades a los usuarios para entrar solo a módulos que deba utilizar este y así controlar los accesos al sistema.

2.- El módulo Índice : Organiza todos los archivos índice (*.ntx) para realizar consultas y manejo rápido en el sistema, esto para cuando se tiene demasiados información en las bases de datos.

La explicación anterior engloba la solución al problema, ahora mostraremos que tipos de base de datos y estructuras se utilizan.

Se van a generar bases de datos (B.D.) con funciones en específico:

- B.D. para telas.
- B.D. par clientes.
- B.D. para rollos tejidos.
- B.D. para rollos procesados.
- B.D. de procesos químicos.
- B.D. para mermas.
- B.D. para maquinas.
- B.D. para trabajadores.
- B.D. para ordenes de producción.

Explicaremos que B.D. se utilizaran en cada inciso :

<u>MENU PRINCIPAL</u>	<u>SUB-MENUS</u>	<u>B.D. UTILIZADA</u>
1.-ARCHIVOS	TELAS	ALMA, TELAS
	CLIENTES	CLIENTES
2.-ROLLOS A PROCESO	CAPTURA ROLLOS	ARC_ROLL,MAQTEJ, TELAS, OBREROS
	CAPTURA ORDENES	IGUAL,PROCESS, CLIENTES, ORD_ACA
	AGRUPA ROLLOS/ORDEN	ORD_ACA,ARC_ROLL, TELAS,HILO_ROLL, CLIENTES.
ROLLOS PROCESADOS	IMPRIMIR ORDENES	ARC_ROLL, ORD_ACA.
	ORDENES	PARTIDA,CLIENTES, ORD_ACA,ARC_ROLL, ORDENES.CONTADOR
UTILERIAS	CAPTURA PRODUCCION	PARTIDA,CLIENTES, ORD_ACA, ARC_ROLL, ORDENES.
	CLAVES INDICES	HISTEJ,CONTEJ ALMA, TELAS, CLIENTES, ARC_ROLL, MAQTEJ, IGUAL, PROCESS, ORD_ACA, PARTIDA, ORDENES,HILO_ROLL

El uso de cada (B.D.) es el siguiente :

<u>B.D.</u>	<u>USO ESPECIFICO</u>
ALMA :	Guarda información de los rollos de tela que se han tejido
AGRUPA :	Guarda la información de rollos agrupados.
ARC_ROLL :	Guarda información de los rollos de tela con todas sus características de tejido.
BAJAP1,BAJP2 :	Auxiliares de la base contador.
BAJASW,BAJAM1 :	Auxiliares de la base contador.
BAJAM2,BAJARP :	Auxiliares de la base contador.
BAJAPE :	Auxiliar de la base contador.
CAMBIÓ :	Cambios realizados a ordenes.
CLIENTES :	Archivo que contiene todos los clientes de la empresa.
CONSECUT :	Guarda la información de quien entra al sistema y la hora.
CONTADOR :	Guarda información para numeración automática de ordenes
DATOS,DATOSTEJ :	Contienen los datos de la empresa.
FALLAS :	Archivo que guarda la información de fallas en rollos.
FORMULA:	Contiene las formulaciones para procesar las telas,
HILO_ROLL :	Tiene información referente al tipo de hilo que utiliza cada máquina para tejer determinado tipo de tela.
HISTTEJ :	Tiene información de las claves de acceso al sistema.
IGUAL :	Contiene información de los colores que existen en planta.
MAECVETE :	Tiene la información de accesos a módulos del sistema.
MAQTEJ :	Tiene información de las maquinas donde es tejida la tela.
MAQUINA :	Maquinas de acabado (donde es procesada la tela).
OBREROS :	Información de que trabajadores se encuentran en la planta.
ORD_ACA :	Guarda ordenes de producción a ser procesadas.
ORDENES :	Guarda ordenes de producción ya procesadas.
PARTIDA :	Guarda ordenes de producción de procesos externos.
PRETEÑIDO :	Contiene información de teñido para las telas.
PROCESS :	Información de procesos químicos
PRODDIA :	Producción diaria.
PROVEEDO :	Guarda la información de los proveedores de hilo.
RECORTE :	Información de tela que lleva recorte de orillas.
REFOR :	Contiene información para reforzar algodón.
TELAS :	Archivo que contiene telas que se fabrican en la empresa.
TELMERMA :	Información de telas con máximo permitido en las mermas.
TELSA :	Archivo de paso para mermas que exceden el máximo.
TELSO :	Archivo de paso para merma.

La Estructura de las B.D. es la siguiente:

<u>B.D.</u>	<u>ESTRUCTURA</u>			<u>DECIMALES</u>
	<u>NOMBRE DEL CAMPO</u>	<u>TIPO</u>	<u>TAMAÑO</u>	
ALMA	ROLLO	NUM	7	
	PEDIDO	NUM	7	
	DIBUJO	NUM	4	
	COMPOSI	CHR	15	
	ACABADO	NUM	7	
	CLIENTE	NUM	4	
	NOROL	NUM	2	
	PESOENT	NUM	5	2
	PESOSAL	NUM	5	2
	KGSENTRA	NUM	5	2
	PRECIO	NUM	10	2
	FECHA	DATE	8	
	USO	CHR	1	
	REMISION	NUM	9	
	COLOR	CHR	15	
	NUMERO	CHR	10	
ARC_ROLL	ROLLO	NUM	7	
	PEDIDO	NUM	7	
	FECHA_TEJ	DATE	8	
	TURNO	NUM	1	
	MAQUINA	NUM	4	
	DIBUJO_INI	NUM	4	
	DIBUJO_FIN	NUM	4	
	NO_PRETE	CHR	1	
	PRETE_IDO	CHR	1	
	PRET1	NUM	4	
	PRET2	NUM	4	
	PRET3	NUM	4	
	PRET4	NUM	4	
	PRET5	NUM	4	
	NO_HILL	NUM	1	
	TEJEDOR	NUM	4	
	ABRIDOR	NUM	4	
	REMALLA	NUM	4	
	REVISADO	NUM	4	
	PESO	NUM	6	
	CALIDAD	CHR	1	
	COMENTA	CHR	40	
	INF_ADI	CHR	1	
ASIGNADO	CHR	1		
ACABADO	NUM	7		
CALFINAL	CHR	1		
TARJETA	CHR	1		
METROS	NUM	5	1	
HOJAI	CHR	1		

B.D.

ESTRUCTURA

	NOMBRE DEL CAMPO	TIPO	TAMAÑO	DECIMALES
	HOJA2	CHR	1	
	HOJA3	CHR	1	
	ENTREGADO	NUM	6	1
	METENT	NUM	7	
	CORRIENTE	CHR	1	
	NOROL	NUM	2	
	PESOFIN	NUM	6	
	CLIENTE	NUM	4	
CLIENTES	CLAVE NUM	4		
	NOMBRE	CHR	50	1
	DIRECCION	CHR	50	
	CIUDAD	CHR	20	
	TELEFONO	CHR	15	
	CONTACTO	CHR	25	1
	FECH_MOV	NUM	7	
	RFC	CHR	15	
	CONDICION	CHR	35	
	REPRESENT	CHR	35	
	ENVIAR	CHR	35	
CONTADOR	PROCESO1	NUM	10	
	PROCESO2	NUM	10	
	SWR	NUM	10	
	MAQUILA1	NUM	10	
	MAQUILA2	NUM	10	
	REPROCESO	NUM	10	
	PROCESP	NUM	10	
HILO_ROLL	ROLLO NUM	7		
	MEZCLA	CHR	20	
	COMPOSICI	CHR	6	
	CALIBRE	CHR	6	
	PROVEEDO	NUM	4	
HISTTEJ	FECHA	DATE	8	
	USUARIO	CHR	25	
	TIEMPOINI	CHR	8	
	TIEMPOFIN	CHR	8	
	CONSECUTI	NUM	6	
IGUAL	CLAVE	NUM	4	
	DESCRIP	CHR	50	
	PRO1	NUM	4	
	.	.	.	
	.	.	.	
	PRO10	NUM	4	

B.D.	ESTRUCTURA			DECIMALES
	NOMBRE DEL CAMPO	TIPO	TAMAÑO	
	DESCRIP1	CHR	50	
	CANTI	NUM	9	5

	CANTI0	NUM	9	
	DE1	CHR	30	

	DE10	CHR	30	
	LU1	CHR	30	

	LU10	CHR	30	
	COLOR	CHR	15	
	CLAVE1	CHR	7	
	NOMBRE	CHR	30	
	MAQTEJ	CLAVE	NUM	4
DESCRIP		CHR	15	
DIAMETRO		NUM	6	
GALGA		NUM	6	
DIB1		NUM	4	
.		.	.	.
MAQTEJ	DIB14	NUM	4	
	PRO1	NUM	9	2

	PRO10	NUM	10	2
	NUMERO	NUM	3	
	PESOINC	NUM	9	2

OBREROS	CLAVE	NUM	4	
	NOMBRE	CHR	30	
	PROCESO	NUM	1	
	HORAS	NUM	2	
	TARJETA	NUM	4	
ORD_ACA	ORDEN	NUM	7	
	PEDIDO	NUM	7	
	FECHA	DATE	8	
	CLIENTE	NUM	4	
	COLOR	CHR	50	
	ORDEN2	NUM	7	
	FECHA1	DATE	8	
	FECHA2	DATE	8	
	FECHA3	DATE	8	
	COMENT	CHR	50	

B.D.	ESTRUCTURA			DECIMALES
	NOMBRE DEL CAMPO	TIPO	TAMAÑO	
	COMENT2	CHR	50	
	NUCOL	CHR	5	
	NOMCOL	CHR	25	
ORDENES	ORDEN	NUM	7	
	PEDIDO	NUM	7	
	FECHA_ENT	DATE	8	
	FECHA_PRO	DATE	8	
	CLIENTE	NUM	4	
	UBICACION	CHR	30	
	PROCEDEN	CHR	30	
	MAQUINA	NUM	3	
	CA1	CHR	1	
	CA12	CHR	1	
	CAM1	NUM	4	
	CAM12	NUM	4	
	MAQ1	NUM	2	
	MAQ7	NUM	2	
	KG1	NUM	8	4
	KG7	NUM	8	
	PRECIO	NUM	14	2
ORDENES	CLASIFICA	NUM	2	
	ORDEAUTO	CHR	1	
	COMENT	CHR	50	
PARTIDA	ORDEN	NUM	7	
	PIEZA	NUM	7	
	TELA	NUM	7	
	RECIBIDOS	NUM	10	4
	ENTREGADO	NUM	10	4
	METROS	NUM	10	4
PROCESS	CLAVE	CHR	7	
	DESCRIP	CHR	50	
	DESCRIP1	CHR	50	
	IG1	NUM	4	
	.	.	.	
	IG15	NUM	4	
	FO1	CHR	1	
	.	.	.	
	FO15	CHR	1	

<u>B.D.</u>	<u>ESTRUCTURA</u>			<u>DECIMALES</u>
	<u>NOMBRE DEL CAMPO</u>	<u>TIPO</u>	<u>TAMAÑO</u>	
	COLOR	CHR	15	
	CLAVE1	CHR	9	
	CLASIFICA	NUM	2	
TELAS	CLAVE	NUM	4	
	DESCRIP	CHR	15	
	COMPOSI	CHR	15	
	ESPECIF	CHR	30	
	PESO	NUM	8	3
	CORTE	CHR	1	
	COMPO2	CHR	50	
	ANCHO	NUM	7	2
	RAMA	CHR	1	
	CTRABAJO	NUM	11	2
	TARA	CHR	1	
	ANCRU	NUM	11	2
	PECRU	NUM	11	2
PRETEÑID	CLAVE	NUM	4	
	DESCRIP	CHR	20	
AGRUPA	ORDEN	NUM	7	
BAJAP1	BAJAPRO1	NUM	10	
BAJAP2	BAJAPRO2	NUM	10	
BAJASW	BAJASWR	NUM	10	
BAJAM1	BAJAMA1	NUM	10	
BAJAM2	BAJAMA1	NUM	10	
BAJARP	BAJAREP	NUM	10	
BAJAPE	BAJAPROE	NUM	10	
PROVEEDO	CLAVE	NUM	4	
	NOMBRE	CHR	50	
	DIRECCION	CHR	50	
	CIUDAD	CHR	50	
	TELEFONO	CHR	15	
	CONTACTO	CHR	25	
	FECHA_MOV	DATE	8	

B.D.	ESTRUCTURA			DECIMALES	
	NOMBRE DEL CAMPO	TIPO	TAMAÑO		
DATOSTEJ	EMPRESA	CHR	50		
	CALLE	CHR	50		
	COLONIA	CHR	50		
	CIUDAD	CHR	25		
	TELEFONO	CHR	15		
	RFC	CHR	15		
	CAR1	CHR	2		
	CAR2	CHR	2		
	CAR2	CHR	2		
	CAR4	CHR	2		
	NUME	CHR	2		
MAECVETE	CLAVE	NUM	2		
	ACCESO	CHR	8		
	A1	CHR	1		
	A15	CHR	1		
	B1	CHR	1		
	B15	CHR	1		
	I1	CHR	1		
	I15	CHR	1		
	E1	CHR	1		
	E15	CHR	1		
	C1	CHR	1		
	C15	CHR	1		
	PARACCESO	NUM	1		
	CONSECUT	ACABADO	NUM	7	
		TEJIDO	NUM	7	
FALLAS	ROLLO	NUM	7		
	REVENTON	NUM	2		
	AGUJAS	NUM	2		
	MTAGU1	NUM	6		
	MTAGU10	NUM	6		
	PICADAS	NUM	2		
	MAYAS	NUM	2	2	
	CAIDAS	NUM	2		
	TOALLAS	NUM	2		
COMENTARIO	CHR	30			

<u>B.D.</u>	<u>ESTRUCTURA</u>			<u>DECIMALES</u>
	<u>NOMBRE DEL CAMPO</u>	<u>TIPO</u>	<u>TAMAÑO</u>	
DATOS	EMPRESA	CHR	50	
	CALLE	CHR	50	
	COLONIA	CHR	50	
	CIUDAD	CHR	25	
	TELEFONO	CHR	15	
	RFC	CHR	15	
	CAR1	CHR	2	
	CAR2	CHR	2	
	CAR4	CHR	2	
	NUME	CHR	2	
	ULTORDEN	NUM	7	
TELSO	TELA	NUM	4	
	DESCRIP	CHR	15	
	COMPO	CHR	15	
	KGS	NUM	9	
	SAL	NUM	9	
MAQUINA	CLAVE	NUM	2	
	DESCRIP	CHR	15	
	ACABADO	CHR	1	
	NUMERO	NUM	2	
	AGUA	NUM	5	
	FIJO	CHR	1	
	KG	NUM	5	
PRODDIA	MAQUINA	NUM	2	
	PEDIDO	NUM	7	
	FECHA_PROD	DATE	8	
	TURNO	NUM	1	
	PESO	NUM	9	4
CAMBIO	CLAVE	NUM	4	
	DESC	CHR	30	
	PROD	NUM	4	
	FACTOR	NUM	6	
REFOR	CLAVE	CHR	1	
	POLIESTER	NUM	7	
	ALGODON	NUM	7	

<u>B.D.</u>	<u>ESTRUCTURA</u>			<u>DECIMALES</u>
	<u>NOMBRE DEL CAMPO</u>	<u>TIPO</u>	<u>TAMAÑO</u>	
TELSA	TELA	NUM	2	
	DESCRIP	CHR	15	
	COMPO	CHR	15	
	KGS	NUM	9	3
	SAL	NUM	9	3
	ORDEN	NUM	7	
	ROLLO	NUM	9	
	MERMA	NUM	7	2
	MER_POR	NUM	5	
	MAYOR	CHR	1	
	MAXIMO	NUM	5	
TELMERMA	CLAVE	NUM	4	
	DESCRIP	CHR	15	
	CORTE	CHR	1	
	OTRO	CHR	1	
	MERMAX	NUM	2	

Los archivos índice que se utilizan son :

- CONTEJ.NTX
- IMAECVE.NTX
- MERORD.NTX
- SWEA002.NTX
- SWEA003.NTX
- SWEA006.NTX
- SWEA007.NTX
- SWEA008.NTX
- SWEA009.NTX
- SWEA010.NTX
- SWEA011.NTX
- SWEA012.NTX
- SWEA016.NTX
- SWEA017.NTX
- SWEA018.NTX
- SWEA019.NTX
- SWEA020.NTX
- SWEA021.NTX
- SWEA022.NTX
- SWEA023.NTX
- SWEA024.NTX
- SWEA025.NTX
- SWEA027.NTX
- SWEA050.NTX
- SWEA060.NTX
- SWEA061.NTX
- SWEA062.NTX
- SWEA063.NTX

Continuación de archivos indice utilizados :

SWEA064.NTX
 SWEA065.NTX
 SWEA098.NTX
 SWEA099.NTX
 TECO.NTX
 TEJ004.NTX
 TEJ005.NTX
 TEJ006.NTX
 TEJ007.NTX
 TEJ008.NTX
 TEJ009.NTX
 TEJ012.NTX
 TEJ013.NTX
 TEJ015.NTX
 TEJ017.NTX
 TEJ018.NTX
 TEJ019.NTX
 TEJ078.NTX
 TMERCLA.NTX

Los archivos que se utilizan en el sistema (programas fuente) son los siguientes

PROGRAMA
FUENTE

OBJETIVO

PRIN.PRG

Contiene funciones definidas por el usuario, que serán llamadas en cualquier otro programa para control de presentaciones, bloqueo de archivos en red, detección de errores, salidas a impresión, entre otros.

ASI_ACCE.PRG

Controla el acceso al sistema mediante claves definidas por el usuario previamente.

WINDOW.PRG

Programa que controla el manejo del menú principal.

RUTINAS.PRG

Contiene librerías del compilador de clipper estas son utilizadas en toda la estructura del programa.

DIBUJO.PRG

Maneja todo lo relacionado a las telas que se fabrican en la planta.

CLIENTES.PRG	Este archivo controla la información de los clientes que se tienen en la planta.
ROLLOS.PRG	Controla la información de los rollos de tela que se tejen en la empresa.
ACABADO.PRG	Aquí se controla la producción de tela que se ha tejido, esta tela puede pasar por varios procesos tales como teñido, afelpado, calandrado, ajuste del ancho de la tela. entre otros.
AGRÚPA.PRG	Este programa asigna a una orden un grupo definido de rollos que posteriormente serán procesados.
IMPROA.PRG	El programa imprime las ordenes de acabado (orden de trabajo) con las primeras instrucciones para procesar la tela. y posteriormente ser capturada con el programa de ordenes automáticamente. Además se generan aquí ya los pesos por cada rollo después de ser tejidos.
ORDENES.PRG	Una vez generada la orden de trabajo en el programa IMPROA se captura automáticamente la orden con este programa para dar las instrucciones finales para el proceso de producción.
CAPPROD.PRG	Ya procesada la tela se capturan con este programa los pesos y detalles finales del rollo de tela.
MERMA.PRG	Encuentra la merma de las telas que se procesaron en la empresa. Tomando como base los pesos capturados en los programas anteriores. Del reporte que se genera en este programa se obtiene la merma máxima permitida.
MAXIMO.PRG	El programa localiza la tela que se pasa del máximo permitido generando el reporte final con el cual se controlara de una mejor forma la producción en la empresa.

ACCESO.PRG

Este archivo controla las claves de acceso al sistema.

INDICE.PRG

Con este programa se reorganizan todos los archivos índice que permiten un manejo más rápido y flexible del sistema.

Los programas fuente están diseñados en lenguaje CLIPPER y generados para trabajar en multiusuario(en red) esto con el fin de hacer un sistema más abierto.

IV.D. MANUAL DEL PROGRAMA**REQUERIMIENTOS**

Para correr el sistema es necesario contar con un equipo 286 o mayor de 640 K RAM mínimo, el archivo CONFIG.SYS debe contener las siguientes líneas FILES = 120 y BUFFERS = 80, el S.O. debe ser versión 3.1 o mayor, espacio de 1 M.B. en el disco duro.

INSTALACION Y EJECUCION

Para ejecutar el sistema es necesario teclear A:INSTALAR y presionar enter, así el sistema se instalara en su disco duro automáticamente, generando todo lo necesario para su funcionamiento. Para ejecutar el sistema teclear TEXTIL y presionar enter.

La primer pantalla que despliega el sistema es de bienvenida, para continuar oprima cualquier tecla, después introduzca su clave de acceso, la clave de acceso que permite entrar a todos los menús y submenús del sistema es la siguiente :

Clave de acceso 1: GENERAL (Esta clave esta integrada al sistema es la clave de supervisor con ella se generan los archivos índice)

Clave de acceso 2: **84068590** (Clave de supervisor, tiene más derechos que la clave GENERAL con ella se accesa a todos los modulos del sistema)

Se recomienda utilizar la segunda clave para acceder a todos los módulos sin problemas.

Una vez que se ha dado la clave de acceso, automáticamente se despliega el menú principal del sistema.

Para entrar a cualquier opción posicione con las flechas (arriba, abajo) el cursor en cualquier opción. Esto se nota enseguida por el color rojo con el que se ilumina la opción deseada.

Posicionar el cursor sobre la opción ARCHIVOS, oprimir enter. Aquí se despliegan los submenús de TELAS y CLIENTES .

Dar enter en el menú de TELAS aquí los submenús funcionan de la siguiente forma :

Para dar de alta telas :

Entrar a ALTAS :

Vaciar los datos como se indica :

- Dar el número de clave.
- En el segundo campo señalado por una flecha, capturar la letra O u M esto para saber si las telas son de la empresa o de fuera. O = Modas textiles, M = Maquila (Tela de fuera).
- Descripción = Nombre de la tela.
- Composición = Composición de la tela.
- Especificación = Campo para comentarios.
- Ancho acabado = Ancho de la tela después de ser procesada.
- Ancho crudo = Ancho de la tela antes de ser procesada.
- Ramado = Especificación para encojer o ensanchar la tela.
- Peso acabado = Peso de la tela después de ser procesada.
- Peso crudo = Peso de la tela antes de ser procesada.
- Recorte orillas = Recorta a tela las orillas.
- Desc. por tara = Descontar pesos.
- Presionar enter para aceptar los datos.

Para dar de baja telas

Entrar a BAJAS :

- Dar el número de tela que se quiera dar de baja.
- Presionar enter para dar de baja.

Para edición en telas : Entrar a TELAS

Entrar a EDICION :

- Dar el número de tela por editar (modificar).
- Modificar la información requerida.
- Enter para aceptar los cambios.

Para consulta de telas

Entrar a CONSULTA :

- Dar el número de tela que se quiera consultar.
- Se despliega una pantalla, presionar enter.
- Se despliega una pantalla para el dato :
 - S -> Siguiente
 - A-> Anterior
 - T -> Terminar

Para imprimir telas

Entrar a IMPRESION :

- Oprimir enter.
- Elegir orden Alfabético o Numérico.
- Se despliega una pantalla, oprimir enter.
- Elegir si el reporte se quiere de la empresa Modas Textiles o de Maquila.
- Dar el número de tela que se quiera imprimir.
- Se pregunta si desea imprimir o no.
- Presionar S o N en la opción deseada.

Con ESC se despliega el menú principal presionar enter en el menú de archivos, después dar enter en el menú de **CLIENTES** aquí los submenús funcionan de la siguiente forma :

Para dar de alta clientes :

Entrar a ALTAS :

- Vaciar los datos como se indica.
- Dar enter para aceptar los datos.

Para dar de baja clientes :

Entrar a BAJAS :

- Dar el número de cliente que se quiera dar de baja.
- Presionar enter para aceptar.

Para edición (modificaciones) en clientes :

Entrar a EDICION :

- Dar el número de cliente por editar (modificar).
- Modificar la información requerida.
- Enter para aceptar los cambios.

Para consulta de clientes :**Entrar a CONSULTA :**

- Dar el número de cliente que se quiera consultar.
- Presionar enter.
- Se despliega una pantalla con estas opciones :
 - S -> Siguiete
 - A-> Anterior
 - T -> Terminar

Nota : Para salir con T.

Para imprimir clientes :**Entrar a IMPRESION :**

- Dar la opción A para orden Alfabético o N para orden Numérico.
- Se despliega una pantalla dar enter.
- Se pregunta si desea imprimir o no.
- Presionar S o N en la opción deseada.

Con ESC regresamos al menú principal, posicionarse sobre el menú ROLLOS A PROCESO oprimir enter.

Se despliegan cuatro opciones la primer opción CAPTURA DE ROLLOS sirve para dar de alta los rollos que se tejen en la planta oprimir enter en esta opción, se despliegan cuatro submenús :

Para dar de alta rollos : - Posicionarse en ALTAS :

- Oprimir enter :
- Vaciar los datos como se indica, si hay dudas el sistema genera pantallas de ayuda.
- Número de rollo = número de rollo (el rango es de 1 a 5000).
- Fecha tejido = fecha en que se tejió el rollo de tela, oprimir enter.
- Número de pedido = número de pedido.
- Cliente = cliente a quien se le teje la tela (rango de 1 a 10).
- Turno = turno en el que se tejió la tela.
- Máquina = máquina el la que se tejió la tela (rango de 101 a 110).
- Dibujo inicial = Nombre de la tela que se tejió (rango de 1 a 10).
- Dibujo final = Presionar enter para aceptar el primer dibujo.
- Color preteñido = presionar enter.
- Cuantos tipos de hilo = presione enter.

- Opción = Elegir la composición.
- Calibre = Capturar 30/1.
- Proveedor = Capturar 1.
- Tejedor = Capturar 1.
- Abridor = presionar enter.
- Remallador = presionar enter.
- Revisor = presionar enter.
- Peso rollo = capturar dato en un rango de (20 a 30).
- Metros rollo = capturar metros en un rango de (60 a 90).
- Calidad Inicial = capturar A.
- Calidad final = capturar A.
- Comentarios = comentarios especiales si es necesario.
- Se despliega mensaje de información correcta oprimir enter en continuar.
- Rollo = dar la opción S (disponible).
- Dar enter para aceptar los datos..

Para dar de **baja** rollos : - Posicionarse en BAJAS :

- Oprimir enter.
- Dar el número de rollo por dar de baja.
- Presionar enter para aceptar los datos.

Para **edición** de rollos : - Posicionarse en EDICION :

- Dar el número de rollo que será modificado.
- Realizar los cambios que sean necesarios.
- Enter para aceptar los cambios.

Para **consulta** de rollos : - Posicionarse en CONSULTA.

- Oprimir enter.
- Automáticamente da el rango de consulta.
- Presionar enter dos veces.
- Se despliega una pantalla con estas opciones :
 - S -> Siguiete
 - A-> Anterior
 - I-> Información adicional
 - T -> Terminar
- Elegir la opción deseada.

Para **imprimir** rollos : - No hay impresión de rollo tejidos.

Con ESC regresamos al menú principal, posicionarse sobre el menú ROLLOS A PROCESO oprimir enter.

Se despliegan cuatro opciones la segunda opción CAPTURA DE ORDENES sirve para dar de alta los ordenes a las cuales serán asignados los rollos que previamente se dieron de alta , oprimir enter en esta opción, se despliegan cuatro submenús :

- Para dar de alta ordenes :**
- Posicionarse en ALTAS :
 - Oprimir enter, la numeración permitida para dar de alta ordenes en del número 6,000 al 10,000 esto para evitar confusiones con los números de rollo.
 - Vaciar los datos como se indica, si hay dudas el sistema genera pantallas de ayuda.
 - Número pedido = dar el número de pedido)capturar cualquier número.
 - Fecha = presionar enter (fecha de captura).
 - Cliente = capturar 1 (rango de 1 a 10).
 - Clave color = pasos a seguir : oprimir enter.
 - Elegir ayuda, oprimir enter
 - Anotar una clave con su color correspondiente.
 - Oprimir cualquier tecla.
 - Captura la clave del color elegido.
 - Nombre color = capturar el nombre del color antes elegido.
 - Opción : elegir cualquier opción.
 - Comentario = comentario si es necesario.
 - Va acompañado el pedido = capturar N.
 - Dar enter en SI para aceptar los datos..
- Para dar de baja ordenes :**
- Posicionarse en BAJAS :
 - Oprimir enter.
 - Dar el número de orden por dar de baja, presionar enter.
 - Presionar enter para aceptar los datos.
- Para edición de ordenes :**
- Posicionarse en EDICION :
 - Dar el número de orden por modificar.
 - Realizar los cambios que sean necesarios.
 - Enter para aceptar los cambios.

- Para consulta de ordenes :
- Posicionarse en CONSULTA :
 - Oprimir enter.
 - Automáticamente da el rango de consulta.
 - Presionar enter dos veces.
 - Se despliega una pantalla con estas opciones :
 - S -> Siguiete
 - A-> Anterior
 - T -> Terminar
 - Elejir la opción deseada.

Para imprimir ordenes : - No hay impresión de ordenes.

Con ESC regresamos al menú principal, posicionarse sobre el menú ROLLOS A PROCESO oprimir enter.

Se despliegan cuatro opciones la tercer opción AGRUPA ROLLOS EN ORDEN sirve para asignar a cada orden que previamente se dio de alta, una cantidad finita de rollos que previamente también fueron dados de alta, con esto se genera una orden de trabajo que será procesada previamente en la planta, oprimir enter en esta opción, se despliegan cuatro submenús :

- Para dar de alta agrupaciones :
- Posicionarse en ALTAS.
 - Oprimir enter, la numeración que se va a utilizar es el número de orden que previamente se dio de alta en la opción anterior.
 - Vaciar los datos como se indica, si hay dudas el sistema genera pantallas de ayuda.
 - Número de orden = Dar el número de orden que previamente fue dada de alta en CAPTURA DE ORDENES.
 - Número de pedido = Capturar el número de pedido (dar cualquier número).
 - Rollo = número de rollo que previamente se dio de alta en CAPTURA DE ROLLOS, presionar enter.
 - Peso = presionar enter.
 - Dib. final = presionar enter.
 - Para actualizar información, presionar enter en SI.
 - Si ya no hay rollos por asignar, presionar F2 en rollos.
 - Para actualizar información, presionar enter en SI.
 - Dar enter para aceptar los datos..

- Para dar de baja agrupaciones :
- Posicionarse en BAJAS :
 - Oprimir enter.
 - Entrar el número de orden para a dar de baja, oprimir enter.
 - Presionar enter para aceptar los datos.

- Para edición de agrupaciones :**
- Posicionarse en edición.
 - Dar el número de orden (agrupación) por modificar.
 - Realizar los cambios que sean necesarios.
 - Enter para aceptar los cambios.

- Para consulta de agrupaciones :**
- Posicionarse en CONSULTA.
 - Oprimir enter.
 - Automáticamente da el rango de consulta.
 - Presionar enter dos veces.
 - Se despliega una pantalla con estas opciones :
 - S -> Siguiente
 - A-> Anterior
 - T -> Terminar
 - Elegir la opción deseada.

- Para imprimir agrupaciones :** - No hay impresión de agrupaciones en esta opción.

Con ESC regresamos al menú principal, posicionarse sobre el menú ROLLOS A PROCESO oprimir enter.

Se despliegan cuatro opciones la cuarta opción IMPRIME ORDENES sirve para, obtener reportes de las agrupaciones que previamente se realizaron, oprimir enter en esta opción, se despliegan tres submenús :

- Imp. orden de acabado :**
- Posicionarse en esta opción, oprimir enter.
 - Capturar la fecha en que se dio de alta la orden.
 - Dar la orden de acabado por imprimir.
 - Para imprimir oprimir S, en caso contrario N.
 - Oprimir S en actualizar.

- Relación adjunta :**
- Capturar la fecha de reporte para la relación.
 - Para imprimir oprimir S, en caso contrario N.

- Ordenes entregadas :**
- Dar el rango de fechas para obtener el reporte.
 - Para imprimir oprimir S, en caso contrario N.

Con ESC regresamos al menú principal, posicionarse sobre el menú ROLLOS PROCESADOS oprimir enter.

Se despliegan dos opciones la primer opción ORDENES sirve para capturar automáticamente la información generada en la opción ROLLOS A PROCESO y dar las instrucciones finales de proceso para la tela.

- Para dar de **alta** ordenes :
- Seguir estos pasos :
 - Posicionarse en ALTAS, oprimir enter.
 - Se despliega una pantalla, entrar a la opción B (Modas Textiles).
 - Dar el número de orden que previamente se actualizo.
 - Oprimir enter en todas las opciones (captura automática)
 - Al llegar a color process, teclear N.
 - Oprimir T para terminar.
 - Si se acepta dar enter en S.
- Para dar de **baja** ordenes :
- Posicionarse en BAJAS, oprimir enter.
 - Dar el número de orden a dar de baja, oprimir enter.
 - Si se acepta dar enter en S.
- Para **edición** de ordenes :
- Posicionarse en EDICION.
 - Dar el número de orden (agrupación) por modificar.
 - Realizar los cambios que sean necesarios.
 - Enter para aceptar los cambios.
- Para **consulta** de ordenes :
- Posicionarse en CONSULTA, oprimir enter.
 - Automáticamente da el rango de consulta.
 - Presionar enter.
 - Se despliega una pantalla con estas opciones :
 - S -> Siguiete
 - A -> Anterior
 - T -> Terminar
 - Elegir la opción deseada.
- Para **imprimir** ordenes :
- Posicionarse en IMPRESION, oprimir enter.
 - Dar el número de orden por imprimir, oprimir enter.
 - En clave de reforzado, capturar Z o R (reforzar algodón).
 - Si desea imprimir, oprimir S, en caso contrario N.
 - En segunda impresora oprimir N.

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

Con ESC regresamos al menú principal, posicionarse sobre el menú ROLLOS PROCESADOS oprimir enter.

Se despliegan dos opciones la segunda opción CAPT. PRODUCCION sirve para capturar la información de la tela una vez que ha pasado por todos los procesos de producción y así tener los datos completos para obtener la merma de las telas, oprimir enter, en esta opción se despliegan los siguiente menús :

- Para dar de alta ordenes :**
- Posicionarse en ALTAS, oprimir enter.
 - Dar el número de orden que previamente se capturo automáticamente, en ORDENES.
 - Dar el peso final que tienen los rollos, después de todos los procesos.
 - Presionar enter en fecha de entrega.
 - Si desea guardar la información, oprimir enter en SI.
- Para dar de baja ordenes :**
- Posicionarse en BAJAS, oprimir enter.
 - Dar el número de ordenes a dar de baja, presionar enter.
 - Si desea dar de baja, oprimir enter en SI.
- Para edición de ordenes :**
- Posicionarse en EDICION, oprimir enter.
 - Dar el número de orden (agrupación) por modificar, oprimir enter..
 - Realizar los cambios que sean necesarios.
 - Enter para aceptar los cambios.
- Para consulta de ordenes :**
- Posicionarse en CONSULTA.
 - Oprimir enter.
 - Automáticamente da el rango de consulta.
 - Presionar enter dos veces.
 - Se despliega una pantalla con estas opciones :
 - S -> Siguiente
 - A-> Anterior
 - T -> Terminar
 - Elegir la opción deseada.
- Para imprimir ordenes :** - No hay impresión de ordenes en esta opción.

Con ESC regresamos al menú principal, posicionarse sobre el menú MERMAS oprimir enter. Se despliegan dos opciones la primer opción MERMAS sirve para obtener el reporte de merma que se genero durante todo el proceso de producción, oprimir enter en esta opción se despliegan los siguiente menús :

Merma por orden : NOTA : Opción deshabilitada.

Merma por dibujo :

- Posicionarse **en por dibujo**, oprimir enter
- Dar el rango de orden, entre los cuales se va a obtener la merma. (si desea el rango que hay) oprimir enter dos veces.
- Para imprimir el reporte, oprimir S de Si.

Con ESC regresamos al menú principal, posicionarse sobre el menú MERMAS oprimir enter. Se despliegan dos opciones la segunda opción MAXIMO sirve para obtener el reporte de merma que se genero durante todo el proceso de producción y que rebaso los máximos permitidos en merma, oprimir enter en esta opción se despliegan los siguiente menús :

Merma general :

- Posicionarse en **general**, oprimir enter
- Oprimir dos veces enter, para generar el reporte con el rango que da el sistema.
- Elegir el orden en que se quiere el reporte **D** por Descripción (por nombre de tela), **O** por orden (por número de orden).
- Para imprimir el reporte, oprimir S de Si.

Merma particular :

- Posicionarse **particular**, oprimir enter
- Oprimir dos veces enter, para generar el reporte con el rango que da el sistema.
- Elegir el orden en que se quiere el reporte **D** por Descripción (por nombre de tela), **O** por orden (por número de orden).
- Para imprimir el reporte, oprimir S de Si.

Con ESC regresamos al menú principal, posicionarse sobre el menú UTILERIAS oprimir enter.

Se despliegan dos opciones la primer opción ACCESO sirve para dar de alta a nuevos usuarios al sistema, con los con los derechos que el supervisor considere necesarios para desarrollar su trabajo, oprimir enter en esta opción, se despliegan los siguiente menús :

- Para dar de alta claves :
 - Posicionarse en altas, oprimir enter.
 - Dar la nueva clave de acceso, oprimir enter.
 - Capturar el nombre del usuario, oprimir enter.
 - En los campos, capturar 1, si se permite el acceso a ese módulo y 0 si no es permitido el acceso.
 - Para aceptar los datos, oprimir enter en SI.

- Para dar de baja claves :
 - Opción no permitida.

- Para edición de claves :
 - Opción no permitida.

- Para consulta de claves :
 - Posicionarse en CONSULTA, oprimir enter.
 - Automáticamente da el rango de consulta.
 - Presionar enter dos veces.
 - Se despliega una pantalla con estas opciones :
 - S -> Siguiente
 - A-> Anterior
 - T -> Terminar
 - Elegir la opción deseada.

- Para imprimir claves :
 - Opción no permitida.

Con ESC regresamos al menú principal, posicionarse sobre el menú UTILERIAS oprimir enter.

Se despliegan dos opciones la segunda opción INDICE sirve para organizar todos los archivos que se utilizan en el sistema, oprimir enter en esta opción, automáticamente se generan los índices.

IV.E. PROGRAMA FUENTE

Los programas fuente se encuentran en el disco de aplicación dentro del subdirectorio PRG, para acceder algún archivo utilice cualquier tipo de editor, los programas están documentados con el paquete DOC ver 3.0.

IV.E. CONTROL Y ESTUDIO DE RESULTADOS

Los datos que se utilizaron en la aplicación fueron capturados para reflejar que nuestro sistema toma correctamente los kilos capturados por rollo. Si checamos los resultados con las ordenes capturados podemos observar que la merma sí es la correcta.

Ahora una vez obtenidos los reportes de merma el gerente de la empresa puede tomar la decisión de en que tela poner un mayor cuidado, además de saber con el reporte de máximos que rollos de tela rastrear para saber a que se debe el exceso de merma. Con esto podemos controlar varios parámetros que estarían fuera de nuestro alcance tales como :

- Corte en rollos de tela para muestra.
- Rollos defectuosos.
- Repetición en procesos fabricación por errores del personal.
- Rollos extraviados.
- Químicos mal utilizados.
- Detección de hilo de baja calidad.

En el caso extremo podríamos saber alguno de los parámetros anteriores, sin obtener estos reportes, estos serían inciertos y no reflejarían la realidad de los procesos de producción, la ventaja es que con estos reportes la información es más confiable y óptima.

Una vez realizados estos estudios, tenemos un parámetro más para evaluar los costos y corregir o dar el precio correcto al que se venderá la tela, este parámetro es de gran importancia ya que el gerente general puede sumar al costo real de la tela, la pérdida (merma) que se está generando en cada proceso de fabricación y así no consumir la empresa toda la pérdida de merma o se podría tomar la decisión de optimizar los procesos de producción para no generar tanto desperdicio.

MODAS TEXTILES S.A. DE C.V.
 FABRICA DE TEJIDOS DE PUNTO Y ACABADO DE TELAS
 Listado de telas que Exceden la merma Permitida por DESCRIPCION
 De la Orden 6000 a la 6004

Fecha de impresión : 17/03/94

Hoja : 1

CLAVE	DESCRIPCION	COMPOSICION	ORDEN	MERMA GRS.	%	% MAXIMO
3	ATLETIC	30%POL. 70%ALG.	6003	37.000	35.33	8.00
2	CENTAURO	40%POL. 60%ALG.	6004	86.000	56.25	8.00
7	GIRASOLES 50	50%POL. 50%ALG.	6003	19.000	56.00	5.00
7	GIRASOLES 50	50%POL. 50%ALG.	6004	38.000	47.50	5.00
4	SHIFFON D0 50	50%POL. 50%ALG.	6003	23.000	37.00	5.00
8	THERMAL 65 C	65%POL. 35%ALG.	6003	14.000	42.00	5.00

MODAS TEXTILES S.A. DE C.V.
 FABRICA DE TEJIDOS DE PUNTO Y ACABADO DE TELAS
 Listado de telas que Exceden la merma Permitida por DESCRIPCION
 De la Orden 6000 a la 6004

Fecha de impresión : 17/03/94

Hoja : 1

CLAVE	DESCRIPCION	COMPOSICION	ORDEN	MERMA GRS.	%	% MAXIMO
3	ATLETIC	30%POL. 70%ALG.	6003	37.000	35.33	8.00
2	CENTAURO	40%POL. 60%ALG.	6004	86.000	56.25	8.00
7	GIRASOLES 50	50%POL. 50%ALG.	6003	19.000	56.00	5.00
7	GIRASOLES 50	50%POL. 50%ALG.	6004	38.000	47.50	5.00
4	SHIFFON D0 50	50%POL. 50%ALG.	6003	23.000	37.00	5.00
8	THERMAL 65 C	65%POL. 35%ALG.	6003	14.000	42.00	5.00

CONCLUSIONES

Hemos podido observar que la toma de decisiones es un factor muy importante hoy en día, por lo que en cualquier empresa, proyecto, centro escolar etc., es imprescindible realizar toma de decisiones que nos arrojen un resultado óptimo para el mejor aprovechamiento de los recursos (humanos, económicos, materiales' etc.). Para lograr este objetivo existen varios métodos matemáticos que se pueden aplicar a la toma de decisiones, y que arrojan las soluciones óptimas. En la aplicación realizada en este trabajo se trato de dar un enfoque más realista con un ejemplo práctico, él cual engloba varios aspectos tratados, tales como Selección de la Estrategia Óptima, Control Estadístico de Datos para la toma de decisiones y Valor Maximo Esperado.

La aplicación aquí presentada muestra como podemos auxiliarnos de la computación para tomar decisiones correctamente, basados en la obtención de datos cien por ciento confiables, también podemos realizar comparaciones con datos acumulados en determinado rango de tiempo y así medir la productividad en los procesos de fabricación , la cantidad de parametros que podemos controlar con el sistema es muy variada y este control va en función de que tanto deseamos mejorar la calidad del producto, gastos de la empresa, perdidas en la empresa, procesos de producción entre otros, con este sistema podemos organizar y solucionar los problemas en un tiempo más corto.

En general la solución para problemas de toma de decisiones no se puede particularizar a un solo método matemático de optimización, ya que para la toma de decisiones se debe aplicar el método más conveniente a nuestras necesidades.

BIBLIOGRAFIA

Juan Prawda.

Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones Vol. I Modelos Determinísticos.

Ed. Limusa,

México, 1989.

Hillier / Liberman.

Introducción a la Investigación de Operaciones.

Ed. Mc Graw Hill,

México, 1990.

Herbert Moskowitz / Gordon P. Wrieth.

Ed. Investigación de Operaciones.

Prentice All,

México, 1989.

Senn.

Análisis y Diseño de Sistemas de Información.

Ed Mac Graw Hill,

México, 1988.

Mendenhall / Scheaffer / Wackerly.

Estadística Matemática con Aplicaciones.

Grupo Editorial Iberoamérica,

México, 1989.

Murray R. Spiegel

Probabilidad y Estadística

Ed. Mac Graw Hill

México, 1989