

94  
Zey



# Universidad Nacional Autónoma de México

---

FACULTAD DE INGENIERIA

TEORIA Y APLICACIONES DE UN  
SISTEMA DE SOPORTE DE DECISIONES  
POR COMPUTADORA

**T E S I S**

Que para obtener el título de  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

presenta

**ENRIQUE RAMOS O'REILLY**



México, D. F.

Abril 1987



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

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

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

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

# C O N T E N I D O

=====

|  | PAG |
|--|-----|
| INTRODUCCION .....   | 1   |
| OBJETIVO .....   | 2   |
| METODO Y ALCANCE .....   | 2   |
|  |     |
| CAPITULO 1. DESARROLLO DE LOS SISTEMAS DE SOPORTE DE DECISIONES POR COMPUTADORA. |     |
|  |     |
| 1.1 Generalidades .....  | 5   |
| 1.2 Diferencia de enfoques entre EDP, MIS, DSS ..                                | 6   |
| 1.3 La efectividad y las areas de decisi3n. ....                                 | 9   |
| 1.4 Metodo para desarrollar aplicaciones DSS ....                                | 13  |
|  |     |
| CAPITULO 2. CARACTERISTICAS DE UN SISTEMA DE SOPORTE DE DECISIONES               |     |
|  |     |
| 2.1 Generalidades .....  | 17  |
| 2.2 Niveles Tecnol3gicos   |     |
| 2.2.1 Herramientas .....   | 18  |
| 2.2.2 Generadores .....  | 20  |
| 2.2.3 Aplicaciones .....   | 21  |
| 2.2.4 Relaciones entre niveles .....   | 22  |
| 2.3 El personal dentro de un DSS .....   | 23  |
| 2.4 Caracteristicas de un Generador  |     |
| 2.4.1 Caracteristicas funcionales .....  | 26  |
| 2.4.2 Caracteristicas t3cnicas .....   | 29  |
| 2.5 Estructura sistem3tica de un DSS .....                                       | 31  |
| 2.5.1 Subsistema Base de Datos .....   | 32  |
| 2.5.2 Subsistema de Modelos .....  | 33  |
| 2.5.3 Subsistema de Di3logo .....  | 34  |

### CAPITULO 3. EL GENERADOR "FCS-EPS"

|       |                                       |    |
|-------|---------------------------------------|----|
| 3.1   | Generalidades .....                   | 35 |
| 3.2   | Sistema básico                        |    |
| 3.2.1 | La lógica .....                       | 36 |
| 3.2.2 | Los datos .....                       | 38 |
| 3.2.3 | Los reportes .....                    | 38 |
| 3.2.4 | Análisis de Sensibilidad .....        | 39 |
| 3.3   | Consolidación .....                   | 41 |
| 3.4   | Modelos Automáticos .....             | 42 |
| 3.5   | Gráficas .....                        | 42 |
| 3.6   | Base de Datos .....                   | 43 |
| 3.7   | Estadísticas .....                    | 45 |
| 3.8   | Proyecciones .....                    | 46 |
| 3.9   | Análisis de Riesgos .....             | 49 |
| 3.10  | Modelos Multidimensionales .....      | 51 |
| 3.11  | Comunicaciones Micro-Macro. ....      | 55 |
| 3.12  | Subrutinas .....                      | 56 |
| 3.13  | Archivos Externos .....               | 56 |
| 3.14  | Otras Facilidades .....               | 57 |
| 3.15  | Equipos donde se puede instalar ..... | 57 |

### CAPITULO 4. APLICACIONES EN UNA LINEA AEREA

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.1   | La Organización .....                  | 58 |
| 4.2   | Dirección Comercial                    |    |
| 4.2.1 | Descripción .....                      | 59 |
| 4.2.2 | Modelo de Proyección de Pasajeros..... | 62 |
| 4.3   | Dirección Técnica                      |    |
| 4.3.1 | Descripción .....                      | 73 |
| 4.3.2 | Modelo Operativo .....                 | 74 |
| 4.4   | Dirección Financiera                   |    |
| 4.4.1 | Descripción .....                      | 82 |
| 4.4.2 | Modelo Financiero .....                | 83 |

### CAPITULO 5. TECNICAS Y MODELOS APLICADOS EN EL CAMPO DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 5.1 | Técnicas para Evaluación<br>Financiera de Proyectos ..... | 89  |
| 5.2 | Programación Lineal .....                                 | 97  |
| 5.3 | Simulación .....  | 101 |
| 5.4 | Análisis de Riesgos .....                                 | 107 |
| 5.5 | Arboles de Decisiones .....                               | 111 |

|    |                    |     |
|----|--------------------|-----|
| 6. | CONCLUSIONES ..... | 120 |
|----|--------------------|-----|

|                    |     |
|--------------------|-----|
| BIBLIOGRAFIA ..... | 123 |
|--------------------|-----|

## LISTA DE FIGURAS

---

| FIGURA |  | PAGINA |
|--------|--|--------|
| 1.1    | Diferencia entre enfoques de EDP, MIS Y DSS    | 6      |
| 1.2    | Triángulo de los sistemas                      | 9      |
| 1.3    | Áreas de decisión                              | 11     |
| 1.4    | Diferentes tipos de problemas                  | 12     |
|        |  |        |
| 2.1    | Niveles tecnológicos de un DSS                 | 22     |
| 2.2    | El personal dentro de un DSS                   | 25     |
| 2.3    | Estructura sistemática de un DSS               | 31     |
| 2.4    | Sistema manejador de base de datos             | 32     |
| 2.5    | Sistema manejador de modelos                   | 33     |
| 2.6    | Sistema manejador del diálogo                  | 34     |
|        |  |        |
| 3.1    | Estructura del módulo básico del FCS-EPS       | 36     |
| 3.2    | Módulo de consolidación jerárquica             | 41     |
| 3.3    | Módulo de graficación                          | 43     |
| 3.4    | Módulo de base de datos                        | 44     |
| 3.5    | Módulo de análisis de riesgos                  | 49     |
| 3.6    | Módulo de multidimensionalidad                 | 51     |
|        |  |        |
| 4.1    | Diagrama de la organización de una línea aérea | 58     |
| 4.2    | Modelo tentativo de consolidación de ventas    | 60     |
| 4.3    | Diagrama del modelo de proyección de pasajeros | 63     |
| 4.4    | Diagrama del modelo operacional                | 74     |
| 4.5    | Diagrama del modelo financiero                 | 83     |
| 4.6    | Modelo multidimensional de ingresos por vuelo  | 84     |
|        |  |        |
| 5.1    | Ejemplo del cálculo de la TIR                  | 93     |
| 5.2    | Flujos con varias TIR o sin TIR                | 94     |
| 5.3    | Análisis de 2 flujos de efectivo               | 95     |
| 5.4    | Análisis de riesgos                            | 107    |
| 5.5    | Árbol de decisiones para nueva planta          | 111    |
| 5.6    | Árbol de decisiones con expansión              | 112    |
| 5.7    | Probabilidad del proyecto fábrica de urea      | 113    |
| 5.8    | Árbol de decisiones del proy. fábrica de urea  | 114    |

## LISTA DE CUADROS

---

| CUADRO | PAGINA   |     |
|--------|--|-----|
| 4.1    | Datos de las variables de la regresión múltiple  | 64  |
| 4.2.1  | Listado de la corrida de la regresión (1a parte) | 66  |
| 4.2.2  | por computadora (2a parte)                       | 67  |
| 4.3    | Gráfica de las variables de la regresión         | 68  |
| 4.4    | Datos y gráfica de análisis para proy. mensual   | 71  |
| 4.5.1  | Gráfica de datos históricos mensuales MEX-ACA    | 72  |
| 4.5.2  | Gráfica de pasajeros proyectados MEX-ACA         | 72  |
| 4.6    | Reporte del modelo operativo de cada "city pair" | 78  |
| 4.7.1  | Reporte por vuelo del modelo operativo (1a)      | 79  |
| 4.7.2  | Reporte por vuelo del modelo operativo (2a)      | 80  |
| 4.8    | Reporte por tipo de avión                        | 81  |
| 4.9    | Reporte de servicios aeroportuarios              | 81  |
| 4.10   | Reporte del vuelo 922 del modelo multidimens.    | 86  |
| 4.11   | Reporte consolidado de Estado de Resultados      | 87  |
| 4.12   | Reporte consolidado de Ingresos de Operación     | 88  |
|        |  |     |
| 5.1    | Lógica y cálculos de análisis de 2 flujos        | 96  |
| 5.2    | Modelo programación lineal, fábrica de muebles   | 100 |
| 5.3.1  | Simulación de inventarios, alternativa I         | 103 |
| 5.3.2  | Simulación de inventarios, alternativa II        | 104 |
| 5.3.3  | Simulación de inventarios, alternativa III       | 105 |
| 5.3.4  | Simulación de inventarios, alternativa IV        | 106 |
| 5.4    | Lógica del modelo de análisis de riesgos         | 109 |
| 5.5    | Corrida del modelo de análisis de riesgos        | 110 |
| 5.6    | Lógica del proyecto de fábrica de urea           | 115 |
| 5.7    | Cálculo sencillo del modelo de fábrica de urea   | 116 |
| 5.8.1  | Corrida del modelo fábrica de urea, opción I     | 117 |
| 5.8.2  | Corrida del modelo fábrica de urea, opción II    | 118 |

## INTRODUCCION :

Actualmente, vivimos una época de constantes cambios. La rapidez con la que se alteran los escenarios donde se desarrollan las empresas es tal, que la actividad de planeación se dificulta cada vez más, y su capacidad de respuesta al medio es cada vez más limitada.

Por otro lado, la tecnología para manejo de información por medio de computadoras avanza a pasos agigantados, logrando cada vez mejores computadoras capaces de almacenar y procesar más información en menor tiempo.

En los últimos 10 años, muchas empresas han llegado a una etapa de madurez en el uso de sus sistemas de cómputo. Ya cuentan con equipos muy poderosos provenientes de las últimas generaciones de computadoras, e incluso algunas han incorporado la tecnología de microcomputadoras en sus oficinas.

Dada la necesidad de contar con herramientas verdaderamente eficaces que faciliten a los usuarios la información necesaria para apoyar sus decisiones y dirigir el curso de las empresas, nace el concepto de "Sistemas de Soporte de Decisiones", en el que, por medio de lenguajes poderosos y fáciles de usar, los usuarios participan en forma activa en el diseño e implementación de modelos por computadora. Esto conduce a contar con aplicaciones que realmente se enfoquen a satisfacer las necesidades del usuario y a utilizar la computadora como una herramienta eficaz que proporciona apoyo a la toma de decisiones y no como un medio muy eficiente que sólo sirve para almacenar y procesar grandes cantidades de información sin uso.

Los Sistemas de Soporte de Decisiones pretenden crear sistemas de información a niveles de dirección en los que se tengan integrados los diferentes sistemas de la empresa, para de esta forma, manejar la empresa como un conjunto de elementos interdependientes y al mismo tiempo, poder delegar con responsabilidad y control las diferentes tareas que en ella se desarrollan.

La formación universitaria que se da a los Ingenieros Industriales es bastante completa, colocándolos en una posición ventajosa, por su preparación técnica, para ocupar puestos gerenciales o directivos en las compañías, de manera que gran parte de las decisiones tomadas en la empresa estarán en manos de ellos. Por esto, es necesario que estén familiarizados con los avances tecnológicos de las diferentes herramientas, como pueden ser las computadoras. Así los Ingenieros como usuarios, estarán preparados a utilizar los "Sistemas de Soporte de Decisiones" y desarrollar aplicaciones con las que puedan ayudarse a tomar decisiones de una forma eficaz.

## OBJETIVO :

El presente trabajo pretende proporcionar un nuevo enfoque en la utilización de los recursos de cómputo en una empresa desde el punto de vista de la toma de decisiones. Los objetivos particulares son :

Lograr una mayor difusión y comprensión del concepto de "Sistemas de Soporte de Decisiones", en cuanto a su metodología y filosofía de uso de las computadoras como herramientas eficaces de trabajo.

Apoyar la idea de que los usuarios participen más activamente en el desarrollo de los modelos por computadora, para lograr que las aplicaciones se enfoquen verdaderamente a la solución de los problemas.

Subrayar la importancia de la integración de la información a niveles directivos que permita delegar y controlar las responsabilidades de cada área y que proporcione apoyo a la toma de decisiones para lograr respuestas rápidas a los cambios del medio.

Mostrar algunas de las aplicaciones que en diversas áreas se pueden lograr bajo este esquema y que pueden ser de gran utilidad para los usuarios, que muchas veces serán Ingenieros Industriales.

## METODO Y ALCANCE :

Esta tesis, en sus primeros capítulos, se presenta en forma teórica, recopilando opiniones de varios de los autores más reconocidos sobre el tema. Esto con objeto de proporcionar una idea general al lector e involucrarlo en el concepto de Sistemas de Soporte de Decisiones o DSS (por sus siglas en inglés) como se le referirá en la tesis. Posteriormente, se analizará un paquete de computadora para generar DSS, las diferentes herramientas que lo integran y las características que debe poseer para lograr los objetivos de un DSS. Por último, se estudiarán diferentes aplicaciones prácticas de modelos que se desarrollaron con un generador DSS.

Para comprender mejor el concepto de "Sistema de Soporte de Decisiones", se iniciará comentando en el capítulo primero algo de su desarrollo, abarcando los enfoques de los tradicionales sistemas de procesamiento electrónico de datos o aplicaciones EDP (por sus siglas en inglés), que incluyen todos los programas en pequeña escala desarrollados por un equipo de técnicos en computación dentro de las empresas. Posteriormente, se estudian la elaboración de sistemas mas completos como los Sistemas de Información Gerenciales o MIS (por sus siglas en inglés), en donde se encuentra una integración mas avanzada de tareas dentro de la empresa, pero que sigue siendo desarrollada por un equipo especialista de técnicos.

Como un complemento a la idea empezada por los MIS, surge el DSS, con el cual se pretende lograr un uso mas eficaz de los recursos de cómputo, procurando integrar la información hasta los niveles de dirección y enfocarla al apoyo de decisiones.

Para lograr lo anterior, es necesario que el usuario final de los sistemas participe en una forma mas activa, o de ser posible, que sea él el que desarrolle las aplicaciones, para garantizar de esta forma que las soluciones estén enfocadas a los verdaderos problemas de los usuarios. Como parte final del capítulo primero, se presenta una metodología para el desarrollo de DSS.

En el siguiente capítulo, se analizarán con mayor detalle, los componentes tanto humanos como tecnológicos de un DSS. Uno de estos componentes, el llamado generador, es un programa o paquete para computadora, formado por un conjunto de herramientas entre software y hardware que, por su facilidad, pretende ser la plataforma de comunicación entre el usuario y la computadora, y como su nombre lo indica, sirve para generar modelos o aplicaciones. Su uso es tan sencillo a través de un lenguaje fácil y poderoso, que no requiere de ninguna experiencia previa en computadoras. En este mismo capítulo, se mostrarán algunas de las características que en forma general que deben poseer los generadores para modelos financieros, así como todas las áreas y sistemas que lo integran.

Estudiando mas a fondo el papel de un generador en el diseño de un DSS, se describirá en el capítulo tercero uno de los generadores para modelos de planeación que mas se ha empleado a nivel mundial; El sistema "FCS-EPS" desarrollado en Inglaterra. Debido al costo tan elevado de los generadores, es muy difícil poder analizar a todos, por lo que se ha seleccionado este generador ya que es uno de los mas completos, y es al que se logró tener acceso para su estudio.

Los generadores, como se verá en el capítulo tres, están formados de una serie de herramientas que antes existían en una forma aislada, como gráficas, estadísticas, proyecciones, bases de datos etc. y que son integradas en una sintaxis común que pretende ser "amigable" y "fácil de utilizar" para motivar a los usuarios a que verdaderamente las utilicen.

El capítulo cuarto, cambia el enfoque de la teoría a la práctica, mostrando las posibles aplicaciones y los modelos que se han desarrollado en una industria particular, en este caso en una compañía aérea, las cuales pretenden la integración de los diferentes sistemas de planeación para evaluar el comportamiento de la empresa desde todos los ángulos posibles, y fundamentar las decisiones que deban tomar los usuarios.

Para esta empresa se presentan tres modelos integrados que serán utilizados en áreas diferentes: primero el modelo de proyección de pasajeros por ruta a niveles anual y mensual que muestra las herramientas estadísticas y de proyección que se manejan en el sistema FCS-EPS. Posteriormente, el modelo operativo para la planeación técnica, en el que con base en las proyecciones, se evalúa el comportamiento de la flota y se establecen los ajustes necesarios. Además se obtienen los indicadores de operación de ingreso y egreso que se utilizarán en el último modelo, el de planeación financiera. En este modelo, utilizando las facilidades de elaboración de modelos en varias dimensiones, se calcula como unidades estratégicas de la empresa, a cada vuelo en forma individual, para luego consolidarlos en un modelo general. Todos estos modelos integrados para no perder la capacidad de análisis ligando todas las operaciones.

Por último, en el capítulo quinto, se habla de algunas otras técnicas para desarrollo de modelos. Con ellas, se han desarrollado algunas aplicaciones en forma aislada, de problemas con los que comúnmente se enfrentan los Ingenieros Industriales, como: evaluación financiera de proyectos comentando los diferentes indicadores para medirlos y su análisis, modelos de programación lineal para maximizar utilidades y minimizar costos, modelos de simulación para control de inventarios, modelos probabilísticos con análisis de riesgos, y por último modelos que integran herramientas como árboles de decisiones. Todo esto con el objeto de mostrar la diversidad y la capacidad de las herramientas que existen en el mercado y la necesidad de los ingenieros de utilizarlas para lograr mejores resultados.

DESARROLLO DE LOS SISTEMAS DE SOPORTE DE DECISIONES  
=====

1.1 GENERALIDADES :

Para sobrevivir en el mercado, las organizaciones deben de cambiar y evolucionar tan rápido como lo hace el medio ambiente en el que se desarrollan. Actualmente, el medio en el que nos desenvolvemos esta cambiando a velocidades nunca antes experimentadas, lo que a llevado a incrementar la complejidad en la toma de decisiones en una organización.

Las computadoras desde su aparición han sido integradas poco a poco en la vida de las empresas, desde los sistemas IBM 360, que formaron la llamada 3a generación de computadoras, en las que se presenta el enfoque del manejo en forma masiva de la información, utilizando unidades de memoria mas eficientes y de mayor capacidad. Con estos sistemas, primero se desarrollaron diversas aplicaciones en forma aislada para manejar y controlar las tareas cotidianas de la empresa como son : programas para administración del personal, control de producción, contabilidad, control de inventarios etc.

Con el paso del tiempo, las computadoras han ido evolucionando, permitiendo manejar mayor cantidad de datos con mayor rapidez lo que permite el desarrollo y la integración de las diferentes sistemas de información de la empresa; por su parte los lenguajes de programación también han ido evolucionado para ser cada vez mas accesibles o mas sencillos reduciendo el tiempo y el costo de desarrollo de programas y permitiendo que un mayor número de personas pueda utilizar los beneficios de una computadora.

Con esta evolución de lenguajes y de sistemas, se han identificado diferentes niveles de aplicaciones :

- Las aplicaciones operativas, orientadas al manejo y procesamiento de datos, también llamadas aplicaciones de EDP (Electronic Data Processing) por sus siglas en inglés.

- Aplicaciones que pretenden integrar varias aplicaciones operativas similares en niveles mas altos, orientadas mas que al manejo de datos, al manejo y control de de la información a niveles administrativos, conocidas también como Sistemas de Información Gerenciales o aplicaciones MIS (Management Information Systems) por sus siglas en inglés.

- Aplicaciones que pretenden dar un uso eficaz a la computadora através de la participación activa de los usuarios en el desarrollo de la aplicación y cuyo enfoque esta en la toma de decisiones, estos son los Sistemas de Soporte de Decisiones o DSS (Decision Support Systems) por sus siglas en inglés.

## DIFERENCIAS ENTRE EDP, MIS Y DSS

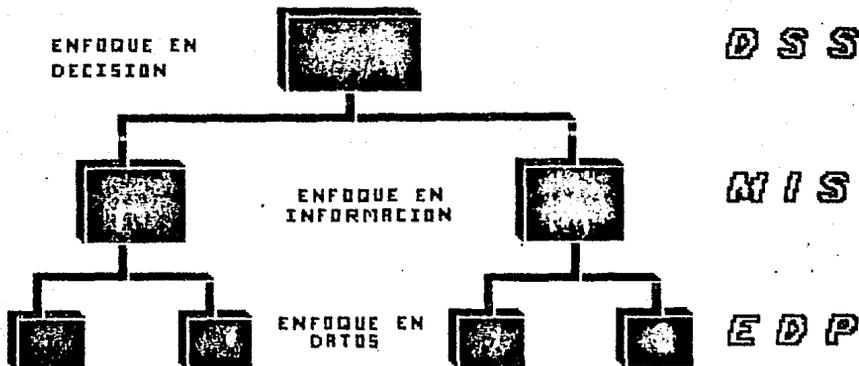


FIGURA 1.1

La figura 1.1, sugerida por el autor Ralph H. Sprague (1 pag. 3), se pueden apreciar, los diferentes enfoques que se manejan en cada uno de estos sistemas, a continuación se mencionan algunas de las características de cada uno :

### EDP :

- Enfocados a niveles bajos dentro de la empresa.
- Orientación a las transacciones, manejos de archivos y datos dentro de niveles operacionales.
- Se manejan archivos de diferentes centros de la empresa poco integrados entre si y
- Normalmente se cuenta con sumarios de reportes poco flexibles para el administrador.

### MIS:

- Orientados a la planeación y la integración de diferentes actividades dentro de la empresa.
- Enfocados al administrador medio.
- Flujos de datos estructurados.
- Integrado con EDP por ramas, MIS de mercadotecnia, MIS de personal, MIS de producción etc.
- Manejados por personal de procesamiento de datos.

DSS :

- Enfoque en la toma de decisiones, dirigido a los administradores y a ejecutivos mas altos de la empresa.
- Proporciona flexibilidad, adaptabilidad y respuestas rapidas.
- Generados y utilizados por usuarios.
- Integrador de sistemas dentro de la empresa.
- Orientados a mejorar la efectividad en la toma de decisiones y no la eficiencia.

En el nivel EDP, los sistemas están enfocados a reemplazar las actividades humanas de manejo de datos, como facturación, control de inventarios, contabilidad etc., en niveles puramente operacionales. El MIS, por su parte, contribuye a un nuevo nivel de integración para satisfacer necesidades de información del administrador, pero está muy orientado y construido en base a flujos de datos y de archivos y generalmente sin la participación de los usuarios.

Dentro del desarrollo de un MIS el diseñador no está del todo familiarizado con los problemas o las decisiones a que se tienen que enfrentar los usuarios. El usuario, tiene que recurrir al analista de su departamento de informática para plantear sus necesidades de información, desconociendo la distribución de los datos en la computadora. El analista diseñará el modelo para el usuario sin estar familiarizado con el problema, esto es, desarrollará la aplicación según la haya entendido y le sea más fácil dada la actual estructura de los datos. Con estos problemas de comunicación y diversidad de intereses, la aplicación final, rara vez es lo que el usuario hubiera deseado.

Es por esto, que surge la necesidad de un nuevo enfoque en el desarrollo de los sistemas en el que uno de los objetivos, es lograr una mayor participación de usuarios. El DSS pretende incorporar a los usuarios en el diseño de las aplicaciones, proporcionando metodologías y lenguajes que no requieran de experiencia en computación.

La idea de la participación de los usuarios en los desarrollos de los sistemas, ha tenido diversas polémicas. Autores como Thomas Naylor (2 pag. 24) piensan que los usuarios nunca optarán por convertirse en programadores con o sin lenguajes fáciles de usar. Otros autores menos radicales como David C. Farwell (3 pag 13) mantienen la tesis de que con las ventajas en las nuevas computadoras y la facilidad de uso de los nuevos lenguajes de programación, llamados de 4a generación (por su enfoque a personas no-programadores), el desarrollo de aplicaciones está cambiando de el equipo de programación, a los usuarios finales.

El DSS está enfocado a niveles de la organización donde el administrador, se tiene que responsabilizar por una toma de decisión que pueda afectar el curso de la empresa; pero no se intenta que el propio usuario sea el que se tenga que sentar en la computadora y desarrolle toda la aplicación; más adelante se analizarán los papeles que juegan los diferentes individuos en el desarrollo de una aplicación DSS.

Para considerar un papel adecuado del DSS en el contexto global de sistemas de información, el autor Ralph H. Sprague Jr. (1 pag 5), describe al DSS como un sistema que pretende crear una plataforma de comunicación entre el personal del departamento de procesamiento de datos y los usuarios, y lo caracteriza con las siguientes consideraciones:

- Su objetivo, es mejorar el resultado o desarrollo del sistema de información dentro de una empresa, no el mejorar el almacenamiento de datos o los reportes.

- El objetivo debe ser analizado en términos de disponibilidad de información para apoyar un adecuado desarrollo de administradores o cualquiera que necesite decidir con responsabilidad dentro de la empresa.

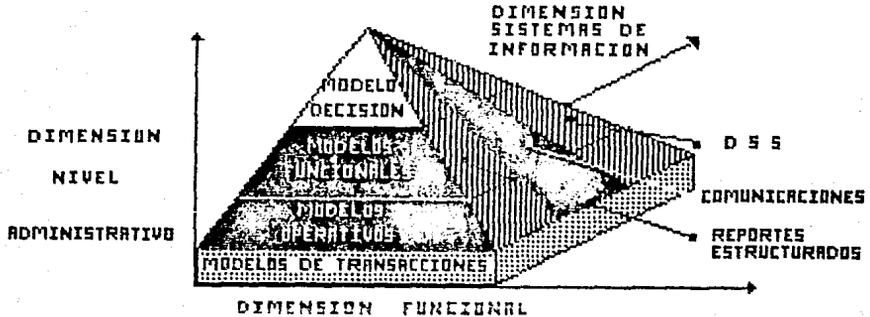
- Los administradores , gerentes etc. son los clientes naturales de un DSS.

- El contexto donde se desenvuelve es la organización misma, y se enfoca en manejar la información para cumplir los objetivos de la empresa.

- La aplicación de nuevas tecnologías de información es el reto constante.

En la figura 1.2 que muestra el triángulo de sistemas propuesto por Robert Head (4 pag 26), se analiza otro punto de vista en el que se propone que las aplicaciones desarrolladas con enfoques de EDP, MIS o DSS no son excluyentes, sino que se complementan integrándose verticalmente hacia niveles administrativos mas altos. Las aplicaciones o modelos operativos desarrollados bajo sistemas EDP, y que constituyen la base de la pirámide, se integran por funciones en sistemas de información o MIS, los que a su vez se integran para lograr sistemas a niveles de dirección y enfocados a justificar o apoyar las decisiones de los usuarios.

# TRIANGULO DE LOS SISTEMAS



**FIGURA 1.2**

Posteriormente al triángulo se le añadió una base para identificar los procesos transaccionales que son más básicos que los modelos operativos. Por último, se creó una tercera dimensión para indicar los diferentes niveles de integración de la información en los sistemas, y que van desde reportes estructurados poco flexibles, a la integración por medio de sistemas de comunicación hasta un completo DSS interactivo.

## 1.3 EFECTIVIDAD Y AREAS DE DECISIONES :

Los sistemas desarrollados en computadoras bajo esquemas de EDP o MIS, siempre han tratado de mejorar la eficiencia, entendiendo por un desarrollo eficiente aquel que produce muchos reportes en poco tiempo, que no utiliza mucho tiempo de procesamiento en la computadora ni espacio en el disco o en memoria, que procesa las entradas y salidas de una forma muy rápida, que el tiempo de respuesta al usuario es muy bajo etc. Desafortunadamente, algunas de estas aplicaciones que son muy eficientes, no son efectivas puesto que la información o los reportes que producen, no son de gran utilidad para los usuarios; los administradores almacenan la información o se deshacen de ella sin haberla examinado.

Para elaborar modelos efectivos, se requiere un entendimiento claro de las variables, tanto de entrada como de salida que son necesarias para la elaboración de un modelo. Esto se puede lograr mejor si los usuarios, que son los que mejor conocen la problemática, colaboran en el diseño e implantación de los sistemas. Se debe de identificar que es lo que debe de hacerse y asegurarse que el método para lograrlo sea el mas indicado. La efectividad requiere un largo proceso de aprendizaje y adaptación, posiblemente un tanteo entre varios caminos para asegurarse de que se escoge el correcto; se requiere mas de la participación y el juicio del administrador para las decisiones, mientras que la eficiencia se enfoca en minimizar tiempo, costo y esfuerzo desarrollado para lograr un trabajo; está relacionada con actividades bien estructurada en la que las decisiones pueden ser delegadas a niveles inferiores.

Existe una relación entre el medio ambiente que rodea a la empresa y la necesidad de enfocarse a la efectividad o a la eficiencia. Por ejemplo, en épocas de gran estabilidad las operaciones del año entrante, pueden predecirse fácilmente con base en las operaciones de este año, y precisar reglas para poderlas llevar a cabo, el enfoque principal está en la eficiencia, y el administrador está orientado a administrar y controlar las actividades operativas. En entornos cambiantes o inestables, no importan tanto las operaciones de año anterior, como el poder responder y ajustarse adecuadamente a los cambios del medio, por lo que las decisiones deben ser mas efectivas, los administradores entonces se orientan a actividades de planeación y análisis.

La universidad de Harvard, publicó unos apuntes desarrollados por N. R. Anthony y H. A. Simon (5), en los que se divide la actividad de toma de decisiones a nivel administrativo, en tres categorías principales:

- Control Operativo .- Asegurarse de que las tareas específicas de todas las áreas, sean llevadas a cabo efectiva y eficientemente.

- Control Administrativo .- "Proceso por el cual, el administrador garantiza que los recursos son obtenidos y distribuidos efectiva y eficientemente para lograr los objetivos de la empresa " (5 pag. 27).

- Planeación Estratégica .- "Proceso por el cual, el administrador decide los objetivos de la organización, cambios a esos objetivos y políticas que rigen la adquisición, uso y disposición de los recursos" (5 pag. 24).

## TABLA 1.3

# ÁREAS DE DECISIÓN

| VARIABLE                 | PLANEACION<br>ESTRATEGICA | CONTROL<br>ADMINISTRATIVO | CONTROL<br>OPERACIONAL |
|--------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|
| PRECISION                | BAJA                      | ↔                         | ALTA                   |
| NIVEL DE DETALLE         | AGREGADO                  | ↔                         | DETALLADO              |
| TIEMPO DE EFECTO         | FUTURO                    | ↔                         | PRESENTE               |
| FRECUENCIA DE USO        | POCA                      | ↔                         | MUCHA                  |
| FUENTE                   | EXTERNA                   | ↔                         | INTERNA                |
| ALCANCE                  | GENERAL                   | ↔                         | PARTICULAR             |
| TIPO DE INFORMACION      | CUALITATIVA               | ↔                         | CUANTITATIVA           |
| TIEMPO DE LA INFORMACION | HISTORICA                 | ↔                         | RECIENTE               |

La tabla 1.3, propuesta por Peter G.W. Keen y Michel S. (6 pag 82) , muestra las diferentes áreas de decisión antes mencionadas, y las características de la información que cada área maneja : La planeación estratégica, requiere de información histórica agregada, en la que la precisión no es tan importante se usa con poca frecuencia y tiene un efecto futuro; por el contrario, para el control operativo, se necesita información actual y detallada, con mucha precisión para lograr un efecto rápido y específico; la actividad de control administrativo, si sitúa en un punto intermedio.

Dentro de cada una de estas áreas o niveles de decisión, se tienen diferentes tipos de problemas a resolver; atendiendo a las características de cada uno de estos problemas, los podemos clasificar en : problemas que observan estructuras muy claras, cuyo método de solución puede ser fácilmente identificado; problemas que no permiten un método predefinido para su solución ya que su complejidad involucra entre otras cosas, puntos de vista, experiencia e intuición por parte de los usuarios; y por último , problemas que no tienen estructura para su solución, ya que sólo dependen de experiencia, conocimiento e intuición del administrador. En la tabla 1.4 propuesta por los mismos autores que la anterior (6 pag 87), se observan algunos ejemplos de cada área :

# TABLA 1.4

## TIPOS DE PROBLEMAS

| TIPO DE PROBLEMAS         | CONTROL OPERACIONAL                  | CONTROL ADMINISTRATIVO                        | PLANEACION ESTRATEGICA                     | SOPORTE NECESARIO     |
|---------------------------|--------------------------------------|---|--|-----------------------|
| <b>ESTRUCTURADOS</b>      | CONTROL DE INVENTARIOS               | PLANEACION DE LA PRODUCCION                   | LOCALIZACION DE UNA NUEVA FABRICA          | ANALISIS<br>EDP / MIS |
| <b>SEMI ESTRUCTURADOS</b> | CONTROL DEL FLUJO DE EFECTIVO        | PRESUPUESTOS DE PROMOCION DE NUEVOS PRODUCTOS | ANALISIS DE INVERSIONES                    | DSS                   |
| <b>SIN ESTRUCTURA</b>     | SELECCIONAR LA PORTADA DE LA REVISTA | CONTRATAR PERSONAL DE ROMON.                  | PLANEACION DE ACTIVIDADES DE INVESTIGACION | INTUICION             |

Las decisiones de problemas bien estructurados, no requieren de la participación del administrador, son situaciones bien entendidas y claras que incluso pueden ser automatizadas a través de una computadora, no requieren de grandes análisis y pueden ser desarrollados en niveles de EDP o MIS, tal es el caso a niveles operativos de un sistema de control de inventario, en el que la computadora, calcula los lotes económicos y genera órdenes de compra al llegar al punto de reorden; en niveles de control administrativo o planeación estratégica, se tienen problemas un poco más complejos, pero que observan una estructura determinada por lo que el método de solución está establecido.

Las decisiones semi-estructuradas provienen de problemas en los que el juicio del administrador es necesario, pero por sí solo no sirve de mucho posiblemente por la cantidad de información y la complejidad que se maneja, por otro lado, un modelo de computadora, tampoco podría resolver el problema por sí solo, de manera que se necesita la colaboración de ambos, esto es, hombre y máquina podrán llegar a una mejor solución. Es en este tipo de problemas, en los que los DSS pueden ser más efectivos, tal es el caso de un sistema de análisis de inversiones a nivel estratégico, o un control de flujo de efectivo a nivel operativo.

#### 1.4 DESARROLLO DE APLICACIONES DSS :

Una aplicación DSS, se caracteriza por tener un diseño que permite constantes cambios y gran flexibilidad ; no solo están diseñados para adaptarse a cambios en el medio ambiente sino que deben prever cambios por parte del usuario en la forma de abordar los diferentes problemas; de aquí la importancia de la comunicación entre el usuario y el que diseña el sistema, por lo que los lenguajes utilizados para diseño de aplicaciones DSS, deben de caracterizarse por su facilidad de uso que permita a personas no expertas en computadoras involucrarse en una forma más activa en la aplicación, y proporcionar un punto de comunicación entre el analista y el usuario.

Para el desarrollo de una aplicación específica, se requiere utilizar diferentes técnicas a las usadas comúnmente para elaborar sistemas tradicionales; ya que estas técnicas, no plantean un enfoque dirigido al apoyo de toma de decisiones, y los sistemas desarrollados con ellas, son difíciles de cambiar o adaptar. Un modelo o aplicación DSS tiene que ser desarrollada con retroalimentación constante y prever cambios rápidos y fáciles dentro de su estructura.

El éxito de un modelo estará definido por una combinación de utilidad y popularidad. El modelo debe ser útil en el sentido de que satisfaga las necesidades de una empresa pero su éxito será medido en base a la aceptación que tenga entre los usuarios.

Para diseñar una aplicación DSS hay que tener en mente la flexibilidad que la debe caracterizar, Ronald D. Diderich y Thomas J. Kapostasy (7 pag 9) sugieren la siguiente metodología :

- Definir el propósito de la aplicación.
- Definir los conceptos primordiales a analizar.
- Establecer las necesidades de información.
- Establecer el tipo de reportes que se necesitan.
- Establecer relaciones entre los conceptos.
- Desarrollar y probar la aplicación.
- Analizar los conceptos primordiales.
- Documentar, entrenar e implementar la aplicación.
- Seguimiento, evaluación y actualización.

- Definición del propósito de la aplicación :

En esta etapa, el usuario deberá identificar cuáles son las necesidades reales para la aplicación. Cual es el objetivo que se persigue al elaborar el modelo, a donde debe de estar enfocado y cuáles son sus límites. Por ejemplo, si una empresa necesita evaluar diferentes portafolios de inversión, se necesita un modelo cuyo propósito sea el de proporcionar la información necesaria para esta evaluación.

- Definición de los factores primordiales a analizar :

Lo importante en esta etapa, es identificar el tipo de decisiones que se deberán tomar y para las que el modelo deberá proporcionar la información necesaria; definir los factores que se tomarán en cuenta en el análisis del modelo. Tomando el ejemplo anterior, como factores clave se pueden mencionar son el nivel de rendimiento que se obtiene en cada alternativa, el grado de liquidez etc.

- Establecer las necesidades de información :

Aquí, se identificará toda la información que sea necesaria para el modelo; una vez definidos los factores primordiales de la etapa anterior, hay que identificar la información necesaria que se requiere para poder analizarlos. Buscar la información que ayudará a lograr decisiones más efectivas. El modelo deberá utilizar la información existente y generar más información para sustentar las decisiones.

- Establecer los reportes que serán necesarios :

En esta etapa, hay que identificar la información que deberán tener los reportes, el detalle que se necesita y la forma en la que se van a presentar. Se pueden utilizar reportes escritos, gráficas o ambos, dependiendo de la información.

Esta etapa aunque parece un poco adelantada, ayudará en gran medida a la identificación de los diversos conceptos que se requieren manejar en el modelo.

- Establecer las relaciones entre los conceptos :

Ahora, el usuario deberá definir las relaciones que existen entre los diferentes conceptos, y cómo se utilizará la información existente para calcular o conocer los conceptos primordiales. Los generadores ofrecen una serie de facilidades para esto, desde simples operaciones aritméticas, hasta complejas funciones para relacionar diferentes conceptos.

- Desarrollar y probar la aplicación DSS :

Una vez definidos todos los conceptos y sus relaciones, se procede a implementarlo en la computadora utilizando el generador DSS. La estructura del generador de manejar "lenguaje común" con sus facilidades para cálculos, funciones programadas, entrada de datos y presentación de reportes, reducen y simplifican la tarea de programación. Aún si se tienen algunos errores, los generadores poseen herramientas para rastrearlos y corregirlos.

- Análisis de los conceptos primordiales :

Cada uno de los conceptos podrá ser analizado. Es aquí donde se empiezan a manejar las ventajas de la utilización de computadoras, en su velocidad y exactitud de los cálculos. El usuario podrá analizar una serie de alternativas en un tiempo relativamente corto.

- Documentación, entrenamiento e implementación :

El éxito de las aplicaciones depende en gran parte de la comunicación. A través de la documentación y el entrenamiento se crea la base de la comunicación, mientras más complejo sea el modelo, mayor será la necesidad de una adecuada documentación.

Existen generadores, que permiten el diseño de aplicaciones que sean transparentes en su uso a los usuarios, esto es que están guiadas por pantallas donde el usuario solo deba saber leer y no necesite conocer el generador para utilizarlas.

- Seguimiento, evaluación y actualización :

El modelo o aplicación DSS, así como el proceso o problema que soporta, no son estáticos. Necesita estar en constante evolución para satisfacer las nuevas necesidades y circunstancias.

Los modelos o aplicaciones que formen parte de un Sistema de Soporte de Decisiones deben caracterizarse por la flexibilidad de cambio tanto en el análisis de diferentes escenarios como en la estructura del modelo, ya que los usuarios desearán enfocar el mismo problema desde diferentes puntos de vista.

En el proceso de análisis de un Sistema de Soporte de Decisiones Especifico, debe ser un proceso que se indentifique de lo general a lo particular, o de arriba hacia abajo; de esta forma, el usuario define las necesidades y prioridades asegurando que su punto de vista predominará en la definición inicial de la aplicacibn.

Por otro lado, el proceso de implementación, debe lograrse de lo particular a lo general o de abajo hacia arriba. Resolviendo primero las bases del problema. En esencia, lograr que el usuario, y el programador se identifiquen en algunos pequeños problemas y resolverlos por partes. Se termina una parte, se prueba y se evalúa para efectuar los ajustes y modificaciones necesarias.

CARACTERISTICAS DE UN SISTEMA DE SOPORTE DE DECISIONES  
=====

## 2.1 GENERALIDADES :

Como se mencionó en el capítulo anterior, el DSS nace de una necesidad que no se ve satisfecha con los MIS, ya que al tener las aplicaciones desarrolladas y manipuladas por personas ajenas a la problemática, éstas pueden ser muy eficientes en cuanto al manejo de información y utilización de los recursos de cómputo, pero no son eficaces ya que al no ser desarrolladas con una participación activa por parte de los usuarios, rara vez reflejan la solución del problema. Otro punto importante es que los tiempos modernos requieren de sistemas que sean fácilmente adaptables y corregibles, conceptos que son objetivo en el desarrollo de DSS y que no se encontraban presentes en los tradicionales MIS.

Aunque en esta tesis se defiende el concepto de DSS, varios autores opinan en contra de su existencia, tal es el caso de Thomas H. Naylor (8 pag 26) que menciona en uno de sus artículos que los DSS no son sino siglas creadas para justificar la visita de los vendedores y que denominan un campo de acción que ya se encuentra cubierto por los MIS .

Las características de los DSS fueron articuladas por primera vez en los 70's gracias Michael S. Scott Morton (9 pag 3) que menciona al DSS como "un sistema interactivo que ayuda al administrador a tomar decisiones utilizando modelos y datos para resolver problemas muy complejos para los que no existe una estructura determinada". Ralph Sprague y Eric Carlson (10 pag 2) adoptan esta definición y añaden 4 características que han identificado a los DSS. :

- Los DSS están enfocados a apoyar y no a reemplazar el juicio del administrador en la toma de decisiones de problemas que enfrenta comúnmente y que no cuentan con estructuras definidas o apoyos por parte de su departamento de procesamiento de datos.

- Los DSS, combinan el uso de modelos de simulación, programación heurística, y técnicas analíticas con funciones tradicionales de acceso a datos.

- Los DSS, tienen amplia participación de los usuarios en el desarrollo de los modelos; las herramientas de computación que se utilizan, han sido diseñadas para que sean fáciles de usar por gente no expertas en computadoras.

- Los DSS, están diseñados para poder efectuar cambios fácil y rápidamente, de forma tal que la empresa pueda estar ajustándose al medio que la rodea.

Muchos otros autores, han escrito sobre los DSS enfocándolos desde diferentes puntos de vista : Bye Wynne (11 pag 89), dice: "El DSS, contribuye a proveer constantemente, apoyo administrativo no obsoleto". Andrew Vazoni (12 pag 73) "La metodología de los DSS, consiste en utilizar el método científico en la toma de decisiones". David Casey (13 pag 43) en una definición un poco más elaborada dice : " Los DSS, están formados por un conjunto de programas integrados, que extraen la información de la empresa y la convierten en una forma mas digerible para aumentar la efectividad de los ejecutivos". En lo que todos los autores coinciden, es en el enfoque de los DSS a la toma de decisiones.

## 2.2 NIVELES TECNOLOGICOS :

Estudiando más a fondo los DSS se ha encontrado que existen diferentes niveles tecnológicos en su desarrollo, que son :

- Las herramientas .
- El generador .
- La aplicación.

### 2.1.1 Herramientas DSS :

El primer nivel tecnológico, está formado por las herramientas. Estas, que son la base de los generadores de DSS, están compuestas por Hardware (computadoras, terminales y periféricos) y Software (lenguajes de programación y sistemas operativos), y se utilizan según el generador que se piense crear; una forma de comparar diferentes generadores de función similar, es analizando el número y forma de herramientas con las que cuenta.

En el nivel de las herramientas, se tienen los avances tecnológicos más importantes; constantemente, salen al mercado nuevos equipos que incorporan los últimos avances de la ciencia, desarrollos de nuevas máquinas, nuevos sistemas operativos, nuevos lenguajes, etc.

Las herramientas son la base de los sistemas, son el principio con las que se contruyen los DSS, un conjunto de facilidades que en forma aislada no tendrían gran efecto, pero que se integran para formar generadores DSS para que éstos a su vez sean la base para la elaboración de aplicaciones determinadas.

Existen aplicaciones muy específicas que necesitan una herramienta determinada, por ejemplo algún monitor para desplegar gráficas, mapas o indicar señales de radar como puede ser el sistema de los controladores aéreos; u otras que necesiten de algún lenguaje o técnica especial como en el caso de lenguajes para simulación que frecuentemente requieren de un conjunto de funciones científicas realizadas en lenguajes de programación como FORTRAN.

En general todos los generadores para efectuar modelos de tipo financieros están elaborados con lenguajes como COBOL o FORTRAN, otros utilizan lenguajes un poco más flexibles y poderosos como ENSAMBLADOR o lenguaje "C". Es importante conocer las herramientas con las que se han diseñado los diferentes generadores ya que entre mejores sean las herramientas, mejor será el generador.

La complejidad en el conocimiento y manejo de las herramientas, es lo que ha separado a los usuarios de ellas, por ello siempre ha existido la necesidad de contar con un grupo de "expertos" en su uso dentro de la compañía. Así nacieron los departamentos de informática que son los encargados del manejo de las herramientas necesarias para poder configurar "soluciones" en lo que a manejo de información se refiere. El problema como ya se comentó es que las personas de informática que conocen muy bien las herramientas, no pueden profundizar en los problemas que se tienen que resolver.

Lo anterior ha llevado a la necesidad de crear nuevos lenguajes de programación más accesibles para los usuarios que no tengan experiencia en el manejo de computadoras, que utilicen una sintaxis similar al del usuario y que, aunque sean muy fáciles de usar, no pierdan el poder de realizar complejas tareas. Por esta razón, se han integrado una serie de herramientas en programas con lenguajes sencillos a los que se ha denominado generadores de DSS.

## 2.2.2 El generador DSS :

Los generadores de DSS son un conjunto de herramientas con las que se puede desarrollar un sistema de apoyo de decisiones. Algunos autores han denominado a los generadores, como lenguajes de 4a generaci6n. Les han llamado lenguajes, por que manejan una serie de intrucciones con las que el usuario podr6 lograr que la computadora realice tareas especificas. La diferencia con los lenguajes normales como COBOL, FORTRAN, BASIC etc. es que en un generador, se integran bajo una misma sintaxis varias herramientas como estadísticas, gráficas, bases de datos, etc. y que pretende ser "fácil de usar" por lo que no requiere de mucho tiempo de entrenamiento.

Los generadores DSS, por su facilidad de uso, han permitido que los usuarios, si no desarrollan ellos sus modelos, por lo menos participen en una forma más activa en el desarrollo de los mismos.

Es cierto que el uso de generadores en una empresa, ha provocado una mayor demanda de los recursos de las computadoras, tales como memoria de cálculo y espacio para almacenamiento por la complejidad que implica su manejo. Sin embargo, la velocidad con la que avanza la tecnología de las herramientas ha logrado que esta situación carezca de importancia.

Las diferencias entre los generadores, es la aplicación para la cual fueron desarrollados. Así existen diversos generadores para hacer modelos financieros, otros para simulaciones científicas, otros como en el caso de GADS (Geodata Analysis and Display System), (18) cuya aplicación principal es diseñar sistemas de rastreo con mapas, es un generador elaborado en FORTRAN con algunas rutinas gráficas y monitores especiales, teniendo su principal uso en las estaciones de policía.

Así como el GADS, existen otros como el Sistema de Información Ejecutiva EIS (Executive Information System) un sistema de Boeing integrado con facilidad de manejo de reportes, hacer modelos, manejar datos, y con un conjunto de subrutinas estadísticas y financieras; el generador de Sistemas de Información de Capacidades CIS (Capacity Information System) muy útil en el diseño de modelos para planeación de la producción; BRANDAID, generador enfocado a mercadotecnia etc.

Los generadores que realmente interesan en este trabajo, son los diseñados para construcción de modelos financieros, de entre ellos, sus principales diferencias se manifiestan según el tipo de herramientas con las que han sido creados.

Existen varios generadores para modelos financieros. De entre los mas importantes se pueden mencionar al FCS-EPS (Financial Control System - Evaluation and Planning System) the Thorn EMI en Inglaterra, el IFPS (Interactive Financial Planning System) de EXECUCOM en Texas, el paquete EXPRESS, un generador llamado PLANEX desarrollado por el Tecnológico de Monterrey, y otros como CUFFS, EMPIRE, SIMPLAN etc. la verdad es que el mercado de los generadores esta creciendo mucho y cada vez se encuentran mas.

Debido a que el precio de los generadores es bastante alto, y que en el presente trabajo no se pretende establecer comparaciones entre ellos, se ha seleccionado para su análisis en el capítulo siguiente al FCS-EPS. Se seleccionó este generador porque es uno de los mas completos y utilizados a nivel mundial, y por haber sido al que mejor acceso se tuvo para su estudio.

Un buen generador no debe limitar a sus usuarios al desarrollo de modelos triviales, por lo cual debe de ser útil tanto para un usuario sin experiencia, como para un experto en el desarrollo de sistemas y manejo de herramientas, por lo que el generador debe tener el poder suficiente para desarrollar aplicaciones muy complejas, ya que su uso, conducirá a un considerable ahorro de tiempo en el desarrollo de una aplicació.

### 2.2.3. Aplicaciones :

Por último, en el tercer nivel tecnológico, se encuentran las aplicaciones o DSS específicos, éstos son modelos de soporte de decisiones orientados a un grupo determinado de personas para resolver un problema concreto. Por ejemplo, en la estación de policía de San Jose en California, se cuenta con un sistema a base de monitores o pantallas para poder rastrear en mapas la posición de cada unidad y saber a cuál pedir ayuda. Este sistema, desarrollado con el generador GADS, provee el apoyo necesario para la toma de decisión del oficial que en base a la información recibida decidirá a que patrulla va a llamar. Esta aplicación es un sistema específico.

El autor Michel J. Mayor (14 pag 41) comenta en uno de sus artículos: " La mejor tecnología en computadoras y en programas, es una pérdida de tiempo si no se usa para resolver el problema para el que fué diseñada ". Esto es, el fin de la existencia de los generadores, es el desarrollo de modelos o aplicaciones específicas, el generador por su estructura, facilita que las aplicaciones sean realizadas por los usuarios o al menos que participen en una forma activa en su desarrollo.

Las aplicaciones DSS, deben explotar al máximo las cualidades del generador; esto es, sería una pérdida de tiempo, y desperdicio de recursos el realizar aplicaciones triviales como controlar el kardex de un almacén.

Los modelos específicos DSS, se caracterizan por su facilidad para adaptarse a nuevos escenarios, flexibilidad de análisis, modificaciones y actualizaciones, en general para el desarrollo de modelos para los que no existe una estructura bien definida.

#### 2.2.4 Relaciones entre los Niveles Tecnológicos :

Para entender mejor lo expuesto anteriormente, se presenta la figura 2.1 tomada del artículo de Ralph Sprague (1) en la que se muestran las diferentes relaciones que existen entre los niveles.

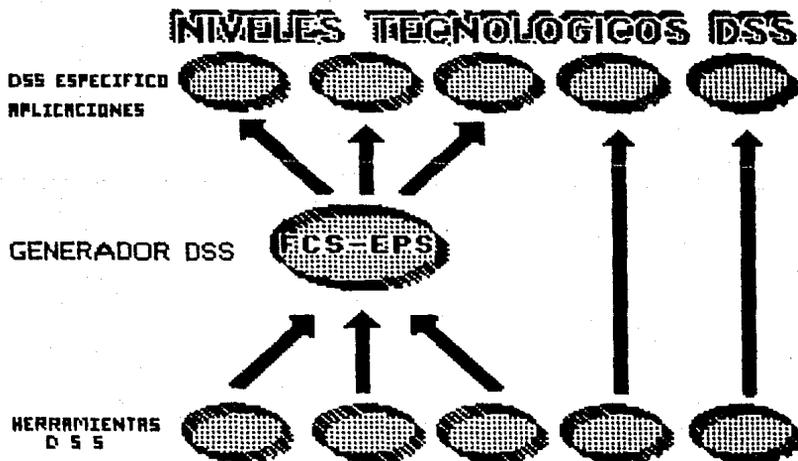


FIGURA 2.1

Como se aprecia en la figura anterior, las herramientas se encuentran en el primer nivel, como los lenguajes de programación, bases de datos, paquetes aislados de estadísticas etc., con estas herramientas, se pueden realizar infinidad de aplicaciones, de hecho es la forma como se ha venido trabajando en la mayoría las empresas.

Un generador DSS, es un conjunto de herramientas integradas con una sola sintaxis muy simple para gente no-experta; con un generador, se pueden construir de igual manera diversas aplicaciones, las ventajas que se obtienen es que el tiempo de desarrollo normalmente es menor y que por su facilidad de uso, los usuarios intervienen más activamente. Existen de cualquier manera, varias aplicaciones que por tener estructuras bien definidas, o por su simplicidad, no necesitan ser creadas por un generador, se pueden desarrollar con las herramientas básicas.

Antes de la aparición de los modernos generadores o lenguajes de cuarta generación, existieron una serie de lenguajes de programación como el APL, que se creyó podían utilizarse como generadores de DSS, ya que eran muy baratos y "relativamente" fáciles de usar. El experimento fracasó, no se tuvo éxito al tratar de involucrar a los usuarios en los desarrollos, ya que ellos buscaban que fuera verdaderamente fácil, y que integrara otra serie de herramientas como rutinas gráficas, bases de datos etc.

### 2.3 EL PERSONAL DENTRO DE UN DSS :

En el desarrollo de un DSS, se involucran una serie de personas de diferentes niveles, con diferentes problemas y necesidades, en forma general, se ha identificado cinco diferentes papeles, aquí se hace una breve descripción de cada uno de ellos :

- Usuario .- el usuario de este tipo de sistemas es todo aquel que dentro de la organización, tiene que enfrentar diversos problemas para tomar decisiones. Es el que lleva a cabo la acción y se responsabiliza por ella, conoce a fondo el problema pero no conoce muy bien el generador DSS y no tiene tiempo de sentarse en la computadora para teclear la aplicación.

- Intermediario .- esta es la persona que proporciona ayuda de tipo técnica al usuario para ayudarlo en la implementación de un DSS específico, igual que el usuario, debe conocer a fondo el problema que se requiere resolver y además conocer el generador DSS. Esta persona realiza aplicaciones cuya complejidad no requieran de un analista de datos.

- Diseñador del DSS específico.- esta persona debe conocer a fondo y agrupar todas las características específicas de un generador DSS para poder configurar la aplicación específica; tiene una cierta interacción con el intermediario, debe estar algo familiarizado con el problema y posee los conocimientos suficientes para poder desarrollar cualquier aplicación.

- Técnico.- se encargará de integrar nuevas herramientas para el generador DSS, esto es nuevas bases de datos, nuevos formatos, mayores facilidades para el usuario en fin debe estar muy familiarizado con los últimos avances tecnológicos del ramo. En realidad, el técnico es la persona o personas que crearon el generador, debe estar en estrecho contacto con los usuarios para conocer sus necesidades y tratar de satisfacerlas incorporando nuevas herramientas a su generador.

- Técnico de la Herramienta .- se encarga de generar nuevas herramientas mas versátiles para poder tener mejores generadores, es la persona que mas contacto necesita con la alta tecnología en hardware y software, mejora la eficiencia entre los sistemas etc.

Estos papeles son los que se han distinguido en el desarrollo de un DSS, abarcan desde la creación de los generadores, hasta el diseño de las aplicaciones. Los primeros tres, se pueden identificar en cualquier empresa que utilice un generador de DSS para el desarrollo de sus modelos. Los papeles de técnicos, existen dentro de las empresas que se dedican a la fabricación y venta de los diferentes generadores; es decir, son programadores y analistas que conocen los avances en software (programas y lenguajes), y en hardware (computadoras y periféricos), y los incorporan a sus generadores creando herramientas mas fáciles de usar.

Es muy importante que exista constante retroalimentación entre los usuarios de los generadores y los fabricantes de ellos. La información que los clientes puedan proporcionar a través de juntas de usuarios, reuniones etc. marcará la pauta para los nuevos desarrollos de generadores o de nuevas versiones, incorporando nuevas herramientas y facilidades de uso; tratando siempre de cubrir las necesidades de los clientes.

La figura 2.2 también tomada del artículo de Ralph Sprague (1), ayudará a comprender más la ubicación de estos papeles dentro del desarrollo de un DSS.

## EL PERSONAL EN UN DSS

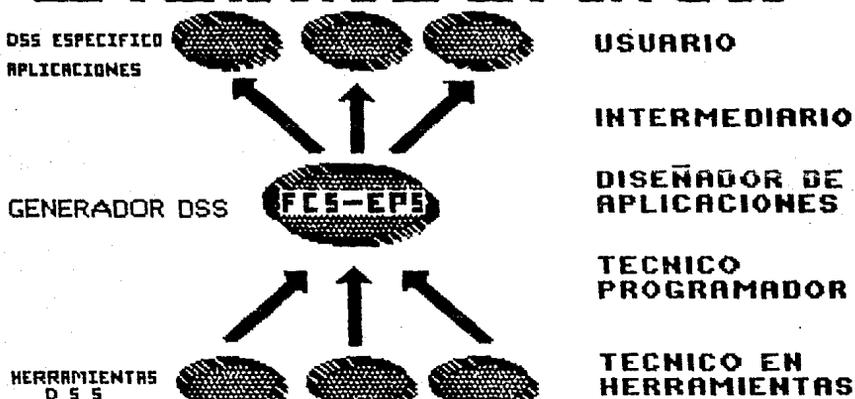


FIGURA 2.2

Esta separación de diferentes papeles no es rígida, muchas veces se dan casos donde una sola persona puede desempeñar uno o varios papeles. Por ejemplo, el usuario final, si conoce bien el generador DSS, desarrollará sus propias aplicaciones, asumiendo el papel de usuario e intermediario. Por el lado contrario, hay ocasiones en las que se necesita más de una persona para un solo papel.

Cada una de las personas que se encuentra involucrada en el desarrollo y el uso de un Sistema de Soporte de Decisiones, maneja una idea y necesidades específicas en lo que al Sistema se refiere. De los cinco grupos mencionados anteriormente, se formarán tres, estos son :

- El usuario que tiene el problema y participa en el desarrollo de las aplicaciones. El analiza el sistema desde el punto de vista de qué es lo que recibe y qué tanto se apega esta solución a sus problemas, si en realidad el DSS lo podrá soportar en todas las fases de la decisión, si el sistema está integrado en lo que a información se refiere a los demás sistemas de la empresa y por último si en realidad es fácil de usar.

- El diseñador del DSS que utiliza el generador, esta persona está más preocupada en la administración del sistema a nivel recursos de cómputo. Debe manejar y asistir a los usuarios en la creación de los modelos, mantener una correcta administración de las bases de datos así como de las bases de modelos.

- El técnico creador del generador DSS. Para el técnico, el objetivo es lograr que los generadores sean cada vez más eficientes, en cuanto a utilización de computadora se refiere, que cuenten con la tecnología más moderna y que el código de comunicación entre el generador y el usuario sea lo más parecido al lenguaje común para de esta forma lograr que los generadores sean más accesibles a las personas sin experiencia.

## 2.4 CARACTERISTICAS PRINCIPALES EN UN GENERADOR DSS :

Dada la gran competencia que se ha desarrollado en el mercado de los generadores para modelos financieros en los últimos años, éstos cada vez ofrecen, más y mejores herramientas o facilidades ; a continuación, se comentaran algunas de las características más generales que los usuarios buscan en un generador DSS.

### 2.4.1 Características Funcionales :

#### - Desarrollo de Modelos :

Un generador debe manejar un lenguaje sencillo, muy parecido al lenguaje común de las personas, para poder permitir a los usuarios que no tengan experiencia previa en computadoras, desarrollar sus modelos. Por ejemplo, que el usuario pueda definir su modelo de igual forma que lo haría en una hoja de papel :

Precio  
Unidades  
Ingreso = precio x unidades

Poder proporcionar sus datos de una manera rápida y con opciones para validación etc. Elaborar sus reportes definiendo el formato con el que se requiere presentar los diferentes conceptos. Además el generador no debe estar limitado a la creación de modelos triviales, y ya que es considerado un lenguaje debe poder realizar programas muy complejos. Yourdon y Constantine (15 pag 67) comentan que para poder considerar a un lenguaje como tal, debe manejar las 3 figuras de programación básicas, estas estructuras son : a) poder analizar instrucciones en secuencia, b) efectuar comparaciones (condicionales), y c) tener la capacidad para repetir procesos (ciclos o loops).

Mientras más facilidades e instrucciones tenga un generador, mayor será la gama de aplicaciones que podrá desarrollar. Algunos ya poseen instrucciones de programación estructurada tales como repite el proceso X, hasta que se cumpla Y; o mientras exista Y, repite X. Es cierto que mientras más instrucciones maneje un generador, mayor será su flexibilidad, pero también se volverá más complejo para su uso. Aquí es donde los fabricantes de generadores, deben guardar un equilibrio entre la facilidad y flexibilidad, que el generador sea suficientemente sencillo para permitir al usuario desarrollar sus aplicaciones, pero que no lo limite a modelos triviales.

El generador DSS debe ser una herramienta, que incluso el más experto en computación pueda utilizar para elaborar grandes aplicaciones, con un consiguiente ahorro en el tiempo de desarrollo.

Algunos generadores avanzados, incluyen la facilidad para la solución de ecuaciones simultáneas que comúnmente se presentan en los modelos no estructurados, por ejemplo :

Ingresos = precio x unidades  
comisiones = 10% de los ingresos netos  
Ingresos netos = ingresos - comisiones

Este es un ejemplo sencillo de una ecuación simultánea de 2 variables. Para calcular comisiones, se necesita saber el valor de los ingresos netos, y para éstos, es necesario conocer el monto de las comisiones.

- Gráficas :

Ya que las gráficas han sido un medio muy utilizado para la representación de una situación en las empresas, los generadores más avanzados incluyen esta facilidad, que debe estar ligada a la tecnología en graficadores. Esto es, el generador debe poder utilizar los graficadores que vayan saliendo al mercado.

El usuario normalmente se interesa por el tipo de graficadores que pueda utilizar el generador, el tipo de gráficas que se obtengan, de barras, líneas, pasteles, de dos o tres dimensiones etc.

- Análisis de Sensibilidad :

Una de las características más importantes de un generador financiero, es la facilidad para poder jugar con los modelos, efectuar preguntas como: ¿Qué pasaría si ...? o ¿qué necesito para ....?; la mayoría de los generadores tienen esta característica con más o menos facilidades para efectuar los análisis.

Con la facilidad del análisis de sensibilidad, el usuario podrá plantear una serie de escenarios y cuantificar los efectos de cada uno con una simple instrucción en la computadora.

- Análisis de Riesgos :

Algunos generadores incluyen la facilidad de poder analizar los modelos desde un punto de vista probabilístico, a través de asignación de distribuciones de probabilidad a las variables involucradas. Por ejemplo las ventas tendrán una distribución de probabilidad uniforme alrededor de 10 millones con límite inferior en 8 y superior en 12 mill. al 5% de probabilidad.

Este tipo de modelos, utiliza técnicas de simulación como la "Monte Carlo", y proporciona un elemento más de análisis en la toma de decisiones.

- Estadísticas y Proyecciones :

Se incluyen como herramientas en los generadores, una serie de rutinas estadísticas para análisis de muestras o proyecciones que van desde simples regresiones lineales hasta series de tiempo, regresiones múltiples etc. Con objeto de poder realizar modelos econométricos, análisis de ventas, estimación de costos, en fin proyecciones de todo tipo.

- Funciones Financieras :

Muchos de los generadores se comercializan indicando el número de funciones financieras intrínsecas en el sistema, que facilitarán en gran medida el desarrollo de los modelos. Por ejemplo funciones que calculan tasas internas de retorno, depreciaciones, amortizaciones, evaluación de la inflación, cambios de moneda etc. Algunos muy avanzados además de poseer un número grande de funciones, permiten que el usuario desarrolle sus propias funciones, para cálculos particulares como amortizaciones tipo FICORCA.

Por último, y dependiendo de las necesidades de cada usuario, se analizan otras características como las que se refieren a la elaboración de consolidaciones corporativas o para manejar modelos de varias dimensiones.

#### 2.4.2 Características Técnicas :

##### - Recursos de la Computadora :

Una característica muy importante en la selección de un generador, es la manera como administra los recursos de la computadora, cuánta memoria se requiere para utilizarlo etc. Esta característica normalmente está ligada al lenguaje con el cual fue creado el generador.

Lenguajes como RPG, COBOL o FORTRAN utilizan más recursos de máquina y son menos eficientes que el ENSAMBLADOR o el Lenguaje "C". Este último, es un lenguaje con características importantes de transportabilidad, siendo más susceptible de poder utilizarse en diferentes computadoras; a diferencia de generadores desarrollados en RPG, COBOL o FORTRAN ya que no todas las máquinas los pueden utilizar y las versiones de una máquina a otra pueden ser muy diferentes.

En sistemas desarrollados en lenguaje ENSAMBLADOR, es factible usar códigos re-entrantes, esto quiere decir que no importando el número de personas que quiera utilizar el sistema a un mismo tiempo, el código del programa se copia una sola vez en la memoria de la computadora; a diferencia de sistemas sin código re-entrante en los que la computadora utilizará tantas copias del código en su memoria como usuarios quieran trabajar con el sistema. Los códigos re-entrantes ahorran gran cantidad de memoria de máquina sin sacrificar velocidad de proceso.

##### - Compiladores o Intérpretes :

Toda tarea realizada por una computadora, debe estar escrita en un lenguaje que la máquina pueda entender (ceros y unos), el proceso mediante el cual un programa elaborado en un lenguaje de programación como FORTRAN se traduce a lenguaje de máquina, se le llama compilación. Este proceso, se realiza una vez que el programa se ha terminado, en este momento el compilador específico, revisa y en caso de existir errores, los detecta indicando el tipo de error para que sea corregido. Un programa con errores de sintaxis no puede ser procesado por la máquina, ya que el compilador no lo aceptará.

Los generadores de DSS comunes tienen su compilador que detecta errores una vez que el modelo se ha terminado y se compila. La tecnología de software ha avanzado tanto, que los generadores modernos en lugar de compiladores ahora utilizan intérpretes.

La función de los intérpretes es igual que los compiladores: traducir el lenguaje con el que se está programando a lenguaje de máquina, solo que un intérprete efectúa esta función al mismo tiempo que se está programando, o en el caso de un generador cuando se está elaborando el modelo, de manera que el intérprete indicará si existe un error de sintaxis en el mismo momento en que se cometa. Esto da a los usuarios mayor seguridad por la forma de captar y corregir sus errores.

#### - Archivos Externos y Seguridad :

Otra de las características muy importantes, es la integración que existe entre el generador y su ambiente externo. Esto es, si el generador DSS es capaz de dar acceso a la información ya existente en la computadora, como por ejemplo la base de datos de la compañía. O por el lado contrario, si la información programada, desarrollada y analizada en el generador, puede ser transportada a un sistema externo.

Los niveles de seguridad que se tienen en el manejo de los modelos, es otra característica; es importante, poder poner restricciones a algunos usuarios para el acceso a ciertos archivos. Facilidades para lograr respaldos de información en cintas etc.

Las bases de datos, por manejar estructuras tan complejas y volúmenes tan grandes de datos, no siempre son incluidas en los generadores de DSS, aunque algunos las incluyen como otra herramienta integrada. Otros proponen ligas sencillas a las bases de datos más populares, como el caso de IMAGE para equipos HP3000 o SQL para IBMs.

#### - Transportabilidad y Comunicaciones :

Una característica que dice mucho de un generador es el número de computadoras en donde puede utilizarse, y la transportabilidad que exista para llevar los modelos desarrollados en una computadora a otra. Esta característica ahorra una gran cantidad de recursos cuando se hace necesario cambiar de máquina.

Otra de las opciones más buscadas por los usuarios, es que el generador pueda comunicarse con equipos más pequeños y se maneje la misma sintaxis de programación. Aunque este es un caso ideal, existen pocos generadores que pueden utilizarse en la mayoría de las computadoras y que mantienen una sintaxis consistente desde los equipos micros hasta las computadoras más grandes.

Una de las tendencias más fuertes en la actualidad está en la integración de las microcomputadoras a los sistemas de información. Los generadores que permiten comunicar los equipos micros a las computadoras grandes compartiendo información y recursos de máquina, tendrán mayores ventajas para los usuarios.

## 2.5 ESTRUCTURA SISTEMÁTICA DE UN DSS :

Desde el punto de vista de la estructura de un generador DSS, éste debe contar, con 3 subsistemas que faciliten el desarrollo : (ver fig 2.3)

- Control de datos.
- Control de modelos.
- Control del diálogo hombre-máquina.

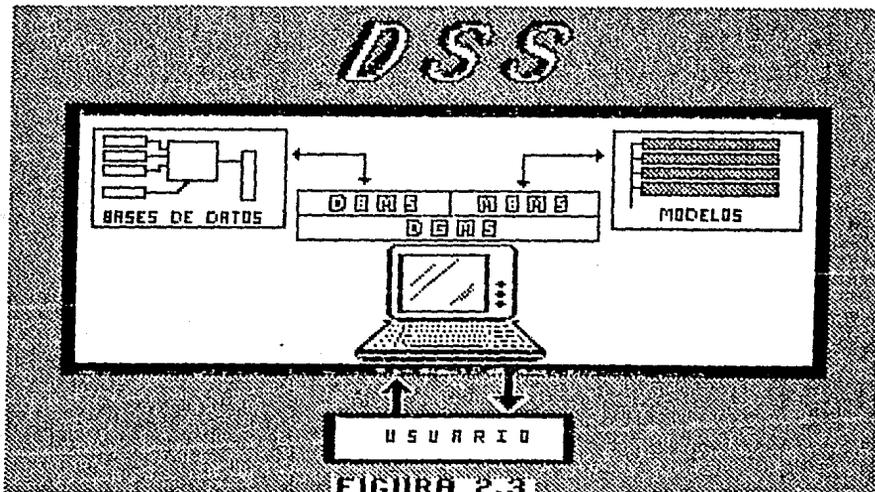


FIGURA 2.3

El subsistema que permite el manejo de grandes volúmenes de datos, llamado sistema administrador de la base de datos o (DEMS) (por su siglas en inglés), consta de una base de datos que normalmente se recomienda integrar al generador; en algunas instalaciones se maneja en forma independiente, en estos casos, los generadores establecen ligas para poder compartir la información.

El subsistema que permite la creación y manipulación de modelos creados con el generador, es llamado sistema

Una de las tendencias más fuertes en la actualidad está en la integración de las microcomputadoras a los sistemas de información. Los generadores que permiten comunicar los equipos micros a las computadoras grandes compartiendo información y recursos de máquina, tendrán mayores ventajas para los usuarios.

## 2.5 ESTRUCTURA SISTEMÁTICA DE UN DSS :

Desde el punto de vista de la estructura de un generador DSS, éste debe contar, con 3 subsistemas que faciliten el desarrollo : (ver fig 2.3)

- Control de datos.
- Control de modelos.
- Control del diálogo hombre-máquina.

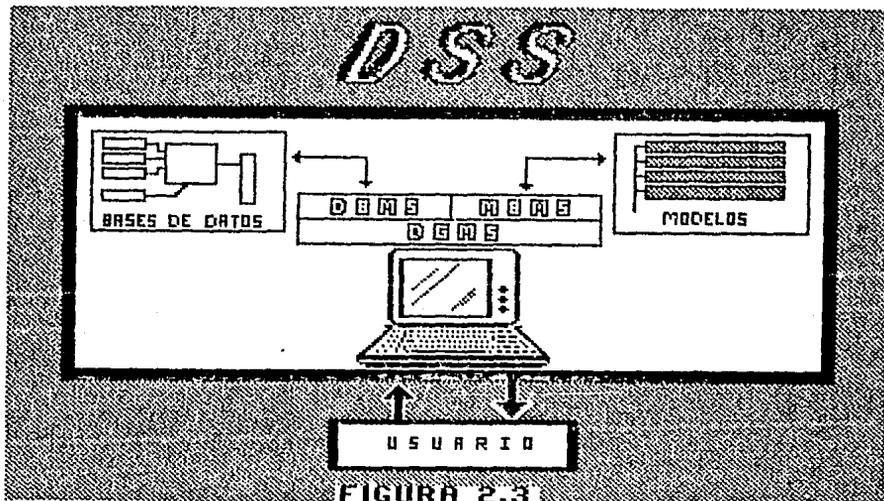


FIGURA 2.3

El subsistema que permite el manejo de grandes volúmenes de datos, llamado sistema administrador de la base de datos o (DBMS) (por su siglas en inglés), consta de una base de datos que normalmente se recomienda integrar al generador; en algunas instalaciones se maneja en forma independiente, en estos casos, los generadores establecen ligas para poder compartir la información.

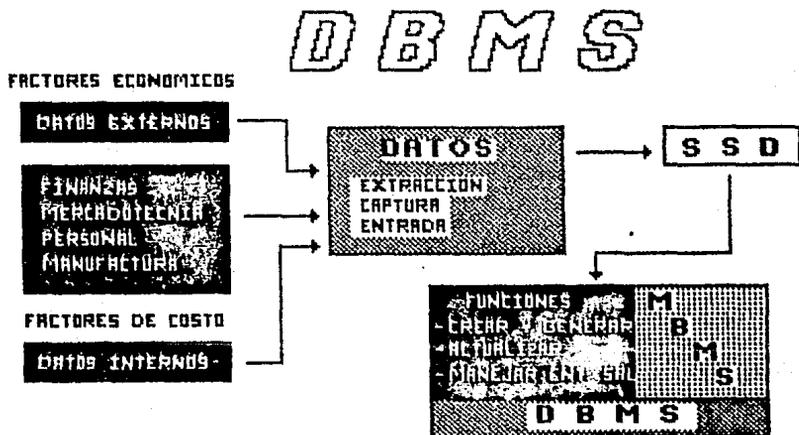
El subsistema que permite la creación y manipulación de modelos creados con el generador, es llamado sistema

administrador de la base de modelos o (MBMS), y consta de todas las aplicaciones desarrolladas con el generador.

Por ultimo, un subsistema que maneje el diálogo entre el usuario y los dos subsistemas anteriores llamado sistema administrador y generador del diálogo o (DGMS).

### 2.5.1 Subsistema Administrador de la Base de Datos :

Este subsistema, debe manejar poderosas funciones para manipular los datos. Una base de datos dentro de un generador DSS es muy recomendable y de preferencia debe contar con las siguientes cualidades : (Ver figura 2.4).

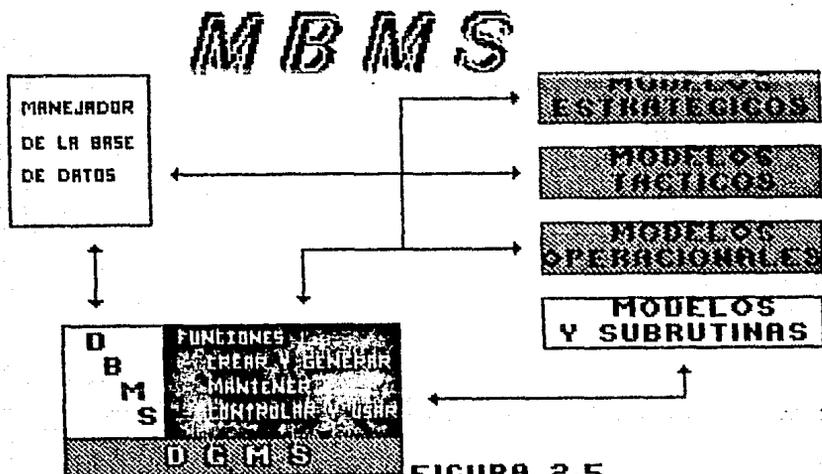


**FIGURA 2.4**

- Combinar gran variedad de datos fuente.
- Agregar o quitar de datos.
- Tener estructuras de información muy lógicas y de una organización sencilla para que el usuario los pueda utilizar.
- Tener alternativas para manejar diferentes grupos de datos, incluso apreciaciones personales para analizar diferentes escenarios.
- Administrar toda la información con funciones fáciles y de lenguaje común.

## 2.5.2 Subsistema de Modelos :

El segundo subsistema de una aplicación DSS es la facilidad de creación, manipulación e integración de diferentes modelos que comprenderán la aplicación. Es el que mayor uso tendrá del generador, el cual está hecho para permitir el desarrollo y manipulación de modelos de una forma sencilla. Este subsistema debe lograr las siguientes características : (ver figura 2.5).



**FIGURA 2.5**

- Tener facilidad para crear, quitar o integrar nuevos modelos rápidamente.
- Catalogar y mantener grandes aplicaciones con diversos niveles de administración.
- Ligar los modelos con la base de datos de la empresa.
- Accesar e integrar los diferentes modelos o bloques de los que se compone una aplicación.
- Manejar los modelos en base a funciones e instrucciones similares a las de la base de datos.

### 2.5.3 Subsistema Diálogo con el usuario :

Este subsistema maneja toda la relación entre la computadora y el usuario. Como es característico de los DSS, esta comunicación se debe llevar a cabo en el lenguaje del usuario; sus principales características son : (ver figura 2.6).



FIGURA 2.6

- Utilizar lenguaje con palabras comunes, pantallas sensibles al tacto, o sintetizadores de voz etc.
- Presentar los reportes en impresoras, graficadoras en pantallas o plotters, señales de audio etc.
- Manejar diferentes estilos del lenguaje.
- Utilizar mensajes de ayudas en cualquier nivel.
- Presentar los datos en diferentes formatos.

Una vez analizadas los diferentes subsistemas y las características que presentan los generadores financieros, se describirá en el siguiente capítulo, un generador en particular.

La complejidad de las operaciones, la velocidad con la que cambia el medio ambiente y la necesidad de contar con modelos que realmente se enfoquen a apoyar la toma de decisiones han sido las principales razones para la existencia de los DSS; pero como se ha analizado en este capítulo, un DSS implica cambios radicales en la organización, definición de nuevas tareas, puestos y responsabilidades, permitiendo también delegar las tareas sin perder el control de la empresa ya que se cuenta con un sistema de información totalmente integrado.

## CAPITULO 3

### " E L S I S T E M A F C S - E P S " =====

#### 3.1 GENERALIDADES :

Este Generador de Sistemas de Soporte de Decisiones llamado "FCS-EPS" por sus siglas en inglés, que se traducen como Sistema de Control Financiero y Sistema de Evaluación y Planeación, fue originalmente desarrollado por la firma EPS Consultants Limited en Londres y es actualmente propiedad de THORN EMI, uno de los grupos mas grandes de Inglaterra.

El sistema FCS-EPS, puede ser instalado en una gran variedad de marcas y tamaños de computadoras que van desde una microcomputadora personal hasta una macrocomputadora; en todas sus versiones, el sistema está organizado en diferentes módulos, esto ha permitido la facilidad en la adquisición y la implantación del sistema en las empresas.

Desde su inicio, el sistema se ha ido enriqueciendo y mejorando en cada version, de acuerdo a las necesidades de los usuarios; en este trabajo, se hará referencia a la versión mas completa del sistema a la fecha, esta es la version 2.6 que puede ser utilizada en macrocomputadoras IBM 43XX o 30XX, o cualquier otra marca con computadoras semejantes a estas en tamaño.

Para el estudio de este generador, se analizarán por separado cada una de las cualidades y componentes de esta versión.

#### 3.2 SISTEMA BASICO :

El sistema básico es el necesario para el desarrollo de aplicaciones o modelos específicos. Las aplicaciones se componen de tres elementos esenciales: la lógica del modelo, los datos del modelo y la presentación de reportes de éste. Como se aprecia en la figura 3.1 .

Para la creación de modelos, se utilizará una matriz de trabajo de únicamente dos dimensiones, y que puede llegar a tener 255 columnas por 10000 renglones.

Esta matriz se utilizará como una hoja de trabajo. Es necesario definir conceptos o variables del modelo en los renglones, y las columnas serán los datos de estos conceptos en su proyección en el tiempo, ya sea meses, años, etc. Esta forma de operar no es tan rígida, pues el sistema permite que uno pueda definir diferentes conceptos o productos en las columnas en el caso de que no se requiera un análisis en el tiempo.

## MODULO BASICO

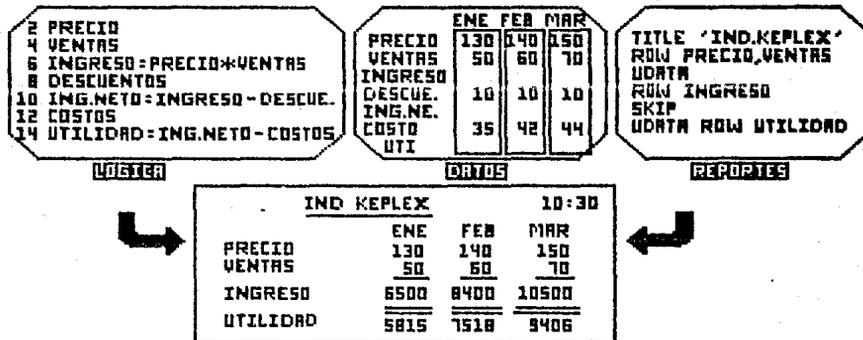


FIGURA 3.1

De esta forma es como se crean los modelos en una matriz, por un lado se definen los conceptos y su lógica de cálculo, y por el otro se alimentan los datos necesarios para el modelo. Una vez con esta información, con la instrucción de calcular, el sistema efectuará las operaciones descritas en la lógica y llenará los huecos de datos en la matriz en los renglones que vaya calculando.

### 3.2.1 La Lógica :

La lógica de un modelo, es la parte medular, en la que se define los conceptos que se utilizarán en el modelo. Se les asigna un renglón de la matriz y se define la forma en que estos conceptos serán calculados. Para esto, el sistema cuenta con un gran conjunto de operadores aritméticos y funciones matemáticas o financieras.

Como se puede observar, el usuario no tiene que pensar en conceptos de programación como variables alfanuméricas o compiladores. El sistema es tan sencillo, que el usuario trabaja en su propio lenguaje definiendo los conceptos tal y como él los conoce. El siguiente es un ejemplo de lógica para calcular un flujo de caja :

2 precio unitario  
4 volumen de ventas  
6 ingresos = precio unitario \* volumen de ventas  
8 tasa de descuento  
10 descuentos = ingresos at tasa de descuento  
12 ingresos netos = ingresos - descuentos  
14 costo variable unitario  
16 costo variable = costo variable unitario \* volumen de ventas  
18 costos fijos  
20 costos totales = costos fijos + costo variable  
22 capital invertido  
24 tasa de impuesto  
26 impuestos = utilidad neta at tasa de impuesto  
28 flujo de caja = utilidad neta - impuestos - capital invertido  
30 valor presente flujo de caja = flujo de caja npvat 15.  
32 tasa interna de retorno = dcf(flujo de caja)  
34 periodo de recuperacion = payback(flujo de caja)

En esta simple lógica, se puede observar como se ha asignado a cada concepto, un renglón, (no es necesario que se siga esta numeración, el usuario utilizará la numeración que mas le convenga de acuerdo al tamaño de sus modelos).

El sistema proporciona diversas herramientas para que las relaciones que se establezcan con los conceptos sean mas sencillas. Por ejemplo, se utiliza un operador AT para indicar que se multiplica un concepto que es un porcentaje, o el uso de las funciones pre-definidas en el programa como NPVAT para obtener un valor presente descontado (en este caso al 15% cada periodo) del flujo de caja, la función DCF que calcula la tasa interna de retorno de nuestro flujo y la función PAYBACK que calcula el periodo en el que se recupera la inversión.

Cómo estas funciones, existen dentro del sistema FCS-EPS cerca de 200, y lo más importante, es que el usuario podrá desarrollar sus propias funciones.

Las fórmulas se pueden describir con nombres o con números :

6 ingresos = precio unitario \* volumen de ventas

6 ingresos = 2 \* 4

Esta opción facilita la creación de la lógica pero dificulta su comprensión. El sistema permite obtener listados cambiando las fórmulas en números por nombres.

Se cuenta con un editor de pantalla dentro de la lógica, que permite al usuario modificar su modelo, únicamente moviéndose en la pantalla y corrigiendo cualquier error. Una vez definida la lógica, se puede grabar en un archivo en el disco de la computadora, de esta forma, se podrá utilizar cada vez que se le requiera.

El sistema "FCS-EPS" tiene un intérprete que va traduciendo las instrucciones del usuario a lenguaje de máquina para que se puedan ejecutar, este intérprete, revisa la sintaxis de cada instrucción de manera que si el usuario comete algún error, el sistema se lo indicará inmediatamente.

### 3.2.2 Los Datos :

Los datos de modelo podrán ser suministrados de diferentes maneras. Por ejemplo, se pueden utilizar comandos que únicamente nos pregunten por los conceptos que requieren datos. En este caso el precio, las ventas, las tasas de descuento, etc. . Se pueden definir pantallas para colocar los datos de forma similar a una hoja electrónica, o se pueden suministrar los datos con códigos especiales para lograr que esta actividad sea lo mas rápida posible.

Existe también la opción de definir los datos dentro de la lógica, pero esto no es muy recomendable ya que le resta flexibilidad al modelo; o también se pueden traer datos de sistemas ajenos al "FCS-EPS" que se encuentren en la computadora, como por ejemplo del sistema de nómina.

Una vez definidos los datos, se puede ejecutar el modelo, esto es calcularlo y guardar los datos en un archivo en disco.

### 3.2.3 Los Reportes :

Para revisar los resultados, se pueden efectuar simples listados en impresora o en la pantalla, que consisten en enumerar los conceptos con sus datos. Con la opción de reporte, se puede definir un formato específico para la presentación del modelo. En esta opción se definen los encabezados, anchos de cada columna, número de decimales, se indican los conceptos que se quieren incluir en el reporte, los formatos para los datos, si se requieren formatos como : paréntesis en números negativos, comas para separar miles y millones, colocar '%' o '\$' antes o después de los datos , en fin, casi cualquier formato que se requiera para la presentación del modelo.

Dentro de la opción de reportes se pueden hacer reordenaciones de los conceptos, y hasta cálculos nuevos para expresar conceptos no descritos en la lógica.

Una vez descrito el reporte se puede guardar en un archivo, y se ejecuta para ser desplegado ya sea en pantalla, o en impresora. La descripción del reporte, es otro archivo independiente de los archivos de lógica y datos, de manera que en un modelo se pueden tener varios tipos de reportes o un solo reporte puede ser utilizado par diferentes modelos.

### 3.2.4 Análisis de Sensibilidad :

Estas herramientas que permiten al usuario "jugar" con sus modelos, son las que lograrán que el modelo que se acaba de describir se convierta en un verdadero Sistema de Soporte de Decisiones, ya que, utilizando la computadora, se podrán analizar una gran cantidad de escenarios o situaciones probables que afectarán de una forma u otra a los modelos ya definidos y que, con base en los resultados que se obtengan en cada uno de estos análisis se fundamentarán las decisiones.

En el generador "FCS-EPS" se tienen varias opciones que permiten al usuario analizar desde diferentes puntos su modelo y establecer sus escenarios. Todas estas opciones trabajan sobre la matriz de datos pero sin afectarla. Es decir se crea una nueva matriz para sensibilidad en donde se establecen todos los cambios y los datos originales se respetan. Las opciones disponibles son :

- Qué pasaría si .....? .- Con esta opción de sensibilidad, el usuario podrá definir cambios en forma absoluta o porcentual a varios de los conceptos datos (ej precio, ventas etc) de su modelo y analizar que es lo que pasaría con los conceptos calculados (ingresos, utilidad etc.). El sistema calcula y lista los conceptos que el usuario quiera analizar.

Por ejemplo, que pasaría si el precio aumenta en un 10% y las ventas disminuyen en un 20%.

- Qué pasaría si....? (por pasos) .- Esta opción similar a la anterior, permite definir una variación en un solo concepto dato del modelo, pero por pasos. El sistema calcula y lista en cada uno de los pasos de la sensibilidad.

Por ejemplo, que pasaría si los costos variables cambian desde -10% a 10% en incrementos de 5% de su valor actual.

- Búsqueda de metas .- En esta opción, el usuario se fija una meta en un concepto calculado, y se le pregunta al sistema cuál debería de ser el valor en un concepto dato para que se cumpla esa meta.

Por ejemplo, qué precio será necesario para que se tenga un margen de utilidad sobre venta del 60 %.

- Análisis de impactos .- Con esta opción, se puede tener un estudio en el modelo sobre cuáles son las variables más sensibles, es decir, qué variables o conceptos afectan más a otros. Si se quiere conocer cual es el impacto de los costos variables, la computadora efectúa un cambio en éstos, y analiza todos los conceptos listando en la pantalla aquellos que se vieron más afectados por los costos variables y su grado de afectación en orden descendente. O se puede hacer una análisis inverso, para analizar cuales son los conceptos que más afectan a la utilidad neta y su grado de afectación.

- Análisis de Inflación .- Esta opción, permite al usuario incorporar al modelo diferentes tasas de inflación para diferentes conceptos y analizar los resultados del modelo.

Existen otras opciones que permiten efectuar cambios de moneda, por ejemplo cambiar el modelo de pesos a dólares. Otras permiten calcular y listar todo el modelo en porcentajes referenciados a un parámetro. Por ejemplo si suponemos las ventas totales en 100%, que valor porcentual tendrán los costos, ingresos, utilidades etc. o suponiendo el mes de enero como 100% que relación porcentual existe en febrero, marzo etc.

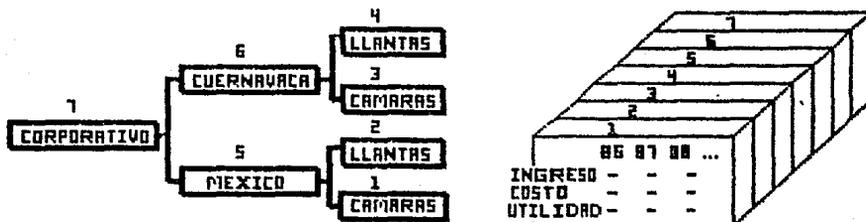
Se tienen comandos para obtener valores presentes netos, tasas internas de retorno etc. Pero lo más importante, como se analizará posteriormente es la facilidad para que el usuario desarrolle sus propios comandos para el análisis de sus necesidades específicas.

### 3.3 CONSOLIDACION JERARQUICA :

Este módulo, consiste en la facilidad de extender la matriz de dos dimensiones a una tercera dimensión a la que, de forma general, se le conoce como dimensión de secciones. En los modelos de tres dimensiones, se podrá definir una política de consolidación entre las diferentes secciones.

La figura 3.2, muestra una empresa que fabrica llantas y cámaras para automóviles, tiene una fábrica en Cuernavaca y otra en México, su consolidación es como sigue :

## CONSOLIDACION JERARQUICA



REPORTES :

| POR SECCION |     |     |     | POR CONCEPTO |     |     |     | POR TIEMPO |     |     |     |
|-------------|-----|-----|-----|--------------|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|
| MEXICO      |     |     |     | UTILIDADES   |     |     |     | ENERO 1987 |     |     |     |
|             | ENE | FEB | MAR |              | ENE | FEB | MAR |            | MEX | CUE | TOT |
| INGRESO     | -   | -   | -   | MEXICO       | -   | -   | -   | INGRESO    | -   | -   | -   |
| COSTO       | -   | -   | -   | CUERNAVACA   | -   | -   | -   | COSTO      | -   | -   | -   |
| UTILIDAD    | -   | -   | -   | TOTAL        | -   | -   | -   | UTILIDAD   | -   | -   | -   |

FIGURA 3.2

En este caso, los números indican la sección que se está asignando, a cada centro, como límite se tienen 255 secciones en una consolidación, y en el sistema se indican así :

- 1 Cámaras México.
- 2 Llantas México.
- 3 Cámaras Cuernavaca.
- 4 Llantas Cuernavaca.
- 5 Fábrica México = 1+2
- 6 Fábrica Cuernavaca = 3 + 4
- 7 Corporativo = 5 + 6

Como se aprecia en la figura 3.2, los datos se manejan en un archivo de tres dimensiones, por lo que se pueden obtener fácilmente los reportes en cualquier dimensión : por conceptos, por fábricas y por tiempo.

Uno de los problemas mas comunes en la consolidación, se refiere a las distribuciones del corporativo a las bases tanto de ingresos como de costos. Esto se resuelve de forma muy sencilla en el sistema FCS-EPS ya que cuenta con funciones que permiten trasladar datos de secciones consolidadas a las bases de esta forma se efectua un calculo doble, es decir se consolida, se distribuye y se consolida de nuevo eliminando este problema.

Otras de las facilidades del modulo de consolidación, es el poder indicar diversas tasas de inflación aplicables a diferentes conceptos para calcular y consolidar incluyendo factores inflacionarios en los modelos. El sistema tambien permite manejar las secciones en monedas diferentes y efectuar las conversiones de moneda pertinentes en el momento de la consolidación.

#### 3.4 MODELOS AUTOMATICOS :

En este sistema es factible la creación de modelos que puedan ser usados por personas ajenas al sistema, es decir que sin conocer el funcionamiento del "FCS-EPS" puedan utilizar sistemas desarrollados por otros usuarios.

Para la realización de aplicaciones de acuerdo a las necesidades especificas del usuario, con pantallas y cuadros de opción múltiple (menús), en los que el usuario solo necesite saber leer para utilizar el modelo. Esta facilidad es de gran importancia, ya que normalmente el usuario final que puede ser el director de la empresa no tiene tiempo de crear modelos en computadora ni de aprender el manejo de un nuevo sistema. Con este tipo de desarrollos, el usuario podrá desplegar reportes, gráficas, hacer análisis de sensibilidad o consolidar la empresa, con solo oprimir una tecla.

#### 3.5 GRAFICACION :

El sistema "FCS-EPS" tiene un módulo de gráficas que trabaja en pantallas especiales en impresoras o graficadores (plotters). El sistema tiene códigos para trabajar con cerca de unos 20 dispositivos de graficación, los mas comunes del mercado.

# GRAFICAS

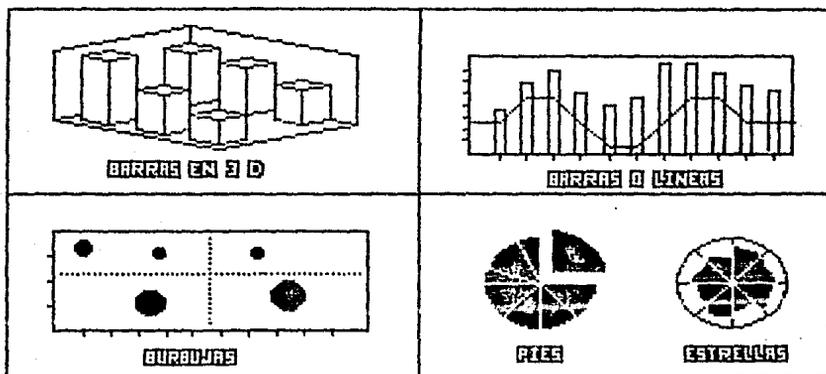


FIGURA 3.3

Como se aprecia en la figura 3.3, el sistema puede efectuar varios tipos de gráficas, incluso existe la posibilidad de graficar mapas de países con una sola instrucción.

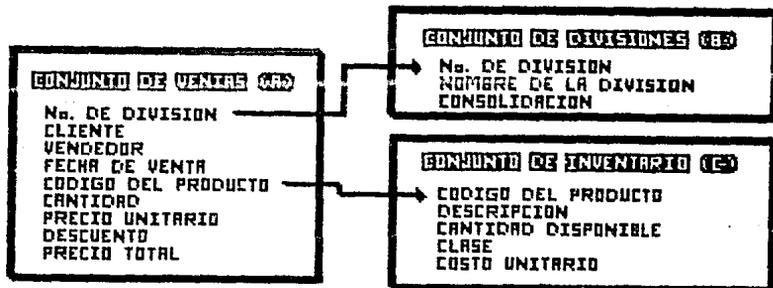
La gráfica al igual que el reporte, tiene una área específica para su definición. Por medio de instrucciones y ordenes específicas, el usuario va creando la gráfica. Se manejan graficas de barras, líneas, estrellas, pies y burbujas en dos o tres dimensiones. El usuario tiene completo control sobre la gráfica y define desde los colores hasta el tipo tamaño e inclinación de las letras. Los tamaños de las barras, de los pies etc, incluso puede provocar que varias gráficas diferentes salgan en una sola hoja.

## 3.6 BASE DE DATOS RELACIONAL :

El sistema FCS-EPS cuenta con un completo manejador de base de datos relacional. En esta base, los datos se agrupan por conjuntos, cada conjunto se divide en registros y los registros tienen varios campos de información. Por ejemplo se puede definir el conjunto ventas cuyos registros serán cada una de las ventas efectuadas y los campos serán número del producto, fecha de venta, número de departamento, número del empleado, cantidad y precio. Se llama relacional ya que se puede tener otro conjunto de datos de empleados, donde los registros sean los empleados, y los campos sean número de empleado, nombre, domicilio, número del seguro social, puesto y sueldo; y relacionar el primer conjunto con el segundo a través del campo número de empleado.

En la figura 3.4, se muestran 3 conjuntos diferentes de ventas, divisiones e inventarios, relacionados entre sí por sus respectivos campos :

## BASE DE DATOS RELACIONAL



**FIGURA 3.4**

De esta forma, se pueden definir cuantos conjuntos queramos y relacionarlos con uno o mas campos. los tipos de campos que se pueden definir en el sistema son :

- Campo text.- ejemplo un domicilio o nombre de empleado.
- Campo número real.- para almacenar números tanto positivos como negativos con aproximadamente 6 dígitos que se almacenan como números decimales con punto flotante.
- Campo número entero.- para guardar números enteros positivos o negativos de hasta 9 dígitos.
- Campo doble.- almacena números muy grandes que se guardan con 15 dígitos con punto flotante.
- Campo fecha.- para guardar fechas de la forma año mes día o día mes año.
- Campo media palabra.- para números enteros entre 0 y 32768
- Campo byte.- para números enteros entre -128 y 127.

Estos campos se combinan para formar un registro. El número de campos contenidos en un registro es ilimitado lo mismo que el número de registros en un conjunto.

El manejador de base de datos, consiste en manipular la información contenida en la base para producir reportes, calculos aritméticos o lógicos entre diferentes campos, ordenaciones, clasificaciones, comparaciones entre campos etc.. Dentro de la base de datos se pueden elaborar calculos a manera de programas con instrucciones de programación estructuradas.

Una de las ventajas de tener la base de datos integrada al sistema, es que desde un modelo de lógica, se puede tener acceso directo a la base de datos a cualquier campo de cualquier conjunto.

### 3.7 ESTADISTICAS :

Este módulo integrado al sistema, permite analizar desde el punto de vista estadístico, cualquier dato o serie de datos que se utilice en los modelos. Dentro del comando estadísticas se tienen las siguientes opciones :

Estadísticas básicas .- Esta opción permite analizar el valor total, máximos y mínimos, promedios y desviación estandar de uno o varios renglones de datos.

Índice Durbin Watson.- Este índice es una prueba que tiene como objetivo probar la presencia de correlación en una serie de datos. Comúnmente se utiliza para análisis de regresiones.

Matriz de correlación .- En esta opción se obtiene la matriz de correlación de dos o mas renglones o series de datos.

Autocorrelación .- Esta opción proporciona un autocorrelograma de una serie de datos correlacionados con ellos mismos pero defasados uno o mas periodos en el tiempo, se utiliza para probar la existencia de alguna tendencia en los datos.

Pruebas de hipótesis.- Esta opción permite generar y probar diferentes hipótesis de dos o mas series de datos, acerca de sus valores medios y sus desviaciones estándar.

Sesgo .- Esta opción, nos permite analizar el valor promedio, la varianza, el coeficiente de sesgo y el coeficiente de Curtosis de uno o mas renglones de datos.

Corridas de prueba .- Con esta opción de corridas o "rachas" de prueba, se confirma si una serie de datos presenta o no alguna tendencia marcada o puede considerarse como una serie de datos al azar.

### 3.8 PROYECCIONES :

Dentro del módulo de proyecciones existen varias técnicas posibles: técnicas de ajuste de curvas, regresiones, exponencial con suavizamiento etc.

La primera técnica que se analizará, es en la que se supone que el futuro de una serie de datos, solo depende del comportamiento histórico de estos. Es decir que mediante un ajuste con alguna curva, se puede definir la tendencia de los datos y utilizar la curva para proyectar el futuro. Las curvas disponibles para un ajuste son las siguientes :

- Línea recta.
- Exponencial.
- Geométrica.
- Hiperbólica.
- Cuadrática.
- Logarítmica cuadrática.
- Curva de crecimiento limitado.
- Curva logística (S).

Existe una opción que ajusta todas las curvas arriba mencionadas, calcula la ecuación y muestra la bondad de ajuste de manera que el usuario podrá escoger la que mejor se ajuste a su información.

Además una vez seleccionando una de estas curvas para proyectar los datos, el sistema proporcionará información sobre la ecuación de la curva, su bondad de ajuste, las diferencias entre el ajuste y el histórico, el error en el ajuste, la correlación y otros datos sobre niveles de confianza con los que se acepta el ajuste etc.

Existen varias opciones del comando para ajuste de curvas. Por ejemplo, que produzca una gráfica de los residuales, que proyecte con  $x$  nivel de confianza etc.

Existen otras técnicas para proyección en el sistema, que como en el caso anterior, se basan exclusivamente en la tendencia histórica de los propios datos y que se utilizan principalmente, para series de datos que presentan una fuerte estacionalidad. Si proyectamos una serie estacional con las técnicas simples de ajuste, los errores en los índices y coeficientes de correlación y los residuales, serían muy grandes invalidando nuestro análisis. Estas técnicas, que en cierto modo son empíricas, pretenden disminuir o suavizar series de datos con comportamiento estacionario, es decir fuertes picos y valles para poder utilizar algún tipo de curva de ajuste.

Dentro de las técnicas empíricas manejadas por el sistema se tienen : técnicas de promedios móviles, promedios móviles ponderados para dar mayor peso a los datos más recientes o técnicas conocidas como exponencial suavizada simple, doble o triple y finalmente la técnica conocida como "winters" diseñada para proyecciones en las que los datos presentan una fuerte estacionalidad.

Otras de las técnicas de proyección, llamadas de regresión, suponen que el comportamiento de los datos, no solo es debido a tendencias de ellos mismos, sino que existen una serie de factores externos, otras variables que afectan su comportamiento.

Se requiere hacer una proyección de los costos fijos. Se sabe que los costos fijos, dependen exclusivamente y en forma lineal del número de máquinas que se tengan en operación; se establece entonces una regresión entre el número de máquinas y los costos fijos, para saber cuál es la ecuación que relaciona a estas variables. Si de alguna forma se puede conocer el número de máquinas que se tendrá en un futuro, utilizando la regresión, se calculará el valor futuro de los costos fijos.

En el ejemplo anterior se analiza una regresión lineal sencilla. Si se supone que el costo fijo no solo depende del número de máquinas sino que también tiene una gran influencia del costo variable y del valor de inventarios. Se puede establecer una regresión de tipo múltiple donde se asume que todas estas variables afectan en una forma lineal al costo fijo.

Existen ocasiones donde la relación entre una variable y otra no es lineal. Se requiere hacer una proyección del costo de inventario, se sabe que el almacén está diseñado para guardar 500 unidades de producto terminado, con esta cantidad de unidades se tendrá un costo óptimo. Si se almacenan menos unidades el costo será mayor ya que se tendrá espacio sin utilizar, si se almacenan más el costo también será mayor porque se necesitarán mayores controles, colocar material con acceso difícil, posiblemente rentar nuevos locales etc. en este caso, el costo de almacenar no depende en forma lineal del número de unidades que almacenamos, existe una dependencia polinómica que en este ejemplo es de segundo grado por tratarse de una parábola.

Para este tipo de problemas y otros más complejos, el sistema puede efectuar regresiones polinomiales de varios grados de complejidad.

Otro de los problemas comunes cuando se habla de regresiones, es el de identificar de un conjunto de variables, que se supone influyen en forma directa en la variable a proyectar, cuales son las que se deben incluir en la regresión, por ejemplo si se quiere proyectar las ventas de una empresa hotelera existen muchas variables que podemos suponer que afectan a las ventas. Estas podían ser :

+ Macroeconómicas :

- Inflación.
- Paridad cambiaria peso y dolar.
- Producto interno bruto.
- Turistas anuales que visitan México.

+ Microeconómicas :

- Inversión publicitaria.
- Número de cuartos de hotel.
- Publicidad sobre México en el extranjero.

Si existen algunos datos que no se puedan proyectar o no se conozca la fuente de información que lo pueda hacer, se tendrán que desechar ya que no servirán en el análisis, tal puede ser el caso de la publicidad en el extranjero.

Si dos o más de las variables tienen una alta correlación entre sí, se desechar para quedarnos con una sola o una combinación de ellas; tal puede ser el caso de la inflación y la paridad, en este caso las podremos juntar y conseguir un índice de relación de inflaciones nacional y de EUA.

De cualquier forma se pueden tener varias variables independientes para un análisis de regresión, pero para identificar cuales son las variables más significativas, el sistema FCS-EPS tiene una opción de efectuar regresiones por pasos. En cada paso o cálculo de la computadora, se va seleccionando la variable más significativa que contribuya al ajuste del modelo, las demás las desecha.

Además de las facilidades descritas, se cuenta con diversas opciones dentro de las instrucciones para obtener reportes, restringir el análisis a un cierto número de observaciones etc., con la facilidad de almacenar los resultados y ejecutar las opciones en forma automática desde un modelo de lógica.

### 3.9 ANALISIS DE RIESGOS :

Como complemento a los módulos anteriores, se tiene el módulo de análisis de riesgos. Aun cuando se utilicen técnicas sofisticadas en la proyección de datos, estos siempre tendrán un grado de incertidumbre que será analizado por este módulo.

Se han proyectado las ventas de una empresa para los próximos 3 periodos en 10000, 10800, 11300 unidades respectivamente, pero que tan ciertos serán estos valores?. Se podrá trabajar con ellos sin riesgo alguno?, la verdad es que por mínimo que sea, el riesgo existe, y el sistema FCS-EPS proporciona una herramienta para incluirlo y evaluarlo en los modelos por medio de distribuciones de probabilidad que se pueden asignar a cada valor. En la figura 3.5, se muestran las distribuciones de probabilidad que se manejan en el sistema :

## ANALISIS DE RIESGOS SIMULACION MONTE-CARLO

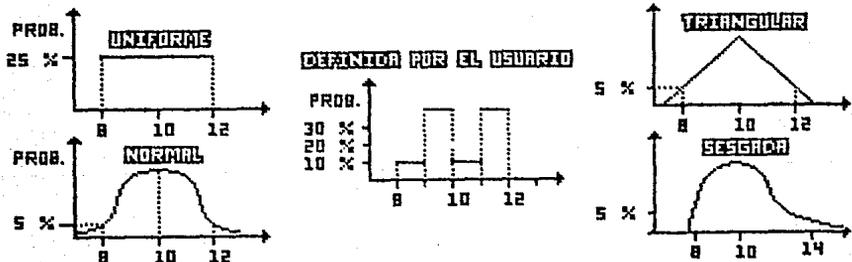


FIGURA 3.5

Si se utiliza la opción de proyectar con niveles de confianza la computadora en lugar de proporcionar una proyección de ventas simple, dirá también los límites inferior y superior que pueden tener estas proyecciones con un nivel de confianza específico. Con la experiencia o con las demás herramientas del paquete se puede asignar una distribución probabilística que cubra al valor proyectado y sus límites de confianza e incluir esta distribución dentro de la lógica del modelo.

Por ejemplo :

- + 10 valor de ventas bajo
- + 12 valor de ventas alto
- + 14 valor de ventas mas probable
- + 16 valor de ventas = norm (14,12,10)

Con esta instrucción, se está indicando que el valor de ventas tiene una distribución de probabilidad normal cuyo valor mas probable esta en el renglón 14, el valor mas alto al 5% de probabilidad esta en 12 y el valor mas bajo también al 5% de probabilidad esta en el renglón 10.

Además de la distribución normal, el módulo de riesgos maneja otras como :

- Distribución sesgada hacia uno u otro lado.
- Distribución triangular.
- Distribución uniforme.
- Distribución especificada por el usuario.

La lógica de un modelo puede tener cuantas distribuciones de probabilidad sean necesarias. Por ejemplo para costos fijos, costos variables, volumen de ventas, etc. El modelo se calcula utilizando la simulación "Monte Carlo". Esta simulación consiste en obtener la probabilidad acumulada de cada uno de los conceptos a los que se les ha definido una distribución. Cada vez que el modelo se calcule (se recomiendan 150-300 veces), la computadora asignará un valor (de acuerdo a la distribución de probabilidad) a cada concepto incierto. Con esos valores, se va calculando el modelo, de manera que cada cálculo se obtendrán resultados ligeramente diferentes.

Con el módulo de análisis de riesgos, el sistema efectúa el número de cálculos que el usuario requiera; e irá almacenado los resultados de alguna variable (pej. tasa interna de retorno o utilidad neta) de cada uno de los cálculos efectuados.

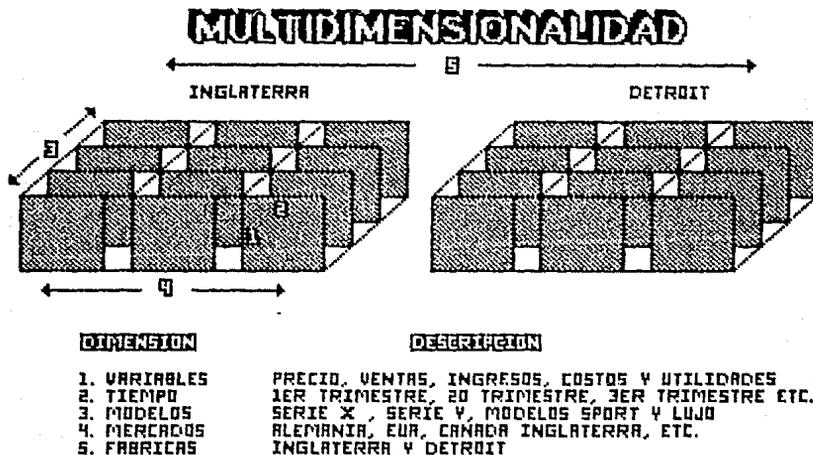
Al final de la evaluación, el sistema producirá una gráfica de probabilidad acumulada o una gráfica de distribución probabilística para el concepto que se haya elegido. De manera que el usuario tendrá la información suficiente para analizar su modelo desde un punto de vista probabilístico, es decir que tan bien o que tan mal le puede ir y con qué probabilidades.

### 3.10 MODELOS MULTIDIMENSIONALES :

Ya se ha analizado el módulo básico y el manejo de modelos por medio de matrices de dos dimensiones (renglones x columnas), en donde se definen en los renglones los conceptos de un modelo y las columnas como los datos de ese modelo en cada periodo de tiempo. Posteriormente se comentaron los modelos para consolidación de tres dimensiones (renglones x columnas x secciones), donde a los modelos básicos se les incluye una nueva dimensión para manejar fábricas o productos, y con la posibilidad de definir una consolidación.

El módulo se desarrolló dada la necesidad de algunos usuarios de este sistema de manejar más dimensiones para incluir: diferentes canales de distribución, presentaciones de sus productos, tamaños, escenarios, regiones, países etc. Con el módulo multi, es posible manipular modelos en arreglos matriciales de hasta 12 dimensiones.

Para explicar un poco más el concepto de la multidimensionalidad, se analizará un ejemplo, que se describe en la figura 3.6 :



**FIGURA 3.6**

Ejemplo :

Se tiene una industria automotriz, en la que se manejan trimestralmente los estados financieros para cada modelo de automóvil. Los automóviles son producidos en fábricas diferentes y se venden en mercados diferentes. De esta explicación, se puede elaborar un modelo de 5 dimensiones :

(1) Variables :

En esta dimensión, se especifican los conceptos que se utilizarán y se ubican en algún renglón, estos conceptos se manejarán en todas las secciones. Son todas las variables que se quieran manejar en el modelo, y se pueden definir cálculos entre ellas como se ve a continuación :

Precio Unitario  
Volumen de ventas  
Costo unitario de manufactura  
Costo unitario de distribución  
Ingresos = precio unitario \* volumen de ventas  
Manufactura = costo unitario de manufactura \* volumen de ventas  
Distribución = costo unitario de distribución \* vol. de ventas  
Costos totales = manufactura + distribución  
Contribución marginal = ingresos - costos totales  
Publicidad = 2.5% de los ingresos  
Regalías = 7.5% de las utilidades  
Utilidades = contribución - publicidad - regalías  
Margen = utilidad como % de ingresos

Esta sería la estructura de una lógica normal. Nótese que entre los conceptos de utilidad y regalías se ha establecido una ecuación simultánea. El sistema FCS-EPS tiene subrutinas para su solución desde el módulo básico.

Todos los modelos de automóviles, serán calculados con estas reglas, se puede, para casos especiales, definir operaciones individuales para cada una de las dimensiones.

(2) Tiempo :

La dimensión de las columnas se ha seleccionado para manejar los diferentes trimestres de la siguiente manera :

Columna 1. primer trimestre  
2. segundo trimestre  
3. tercer trimestre  
4. cuarto trimestre  
5. total anual. = 1 sum 4

(3) Modelos :

La tercera dimensión está constituida por los diferentes modelos de automóviles que maneja la empresa, básicamente se manejan dos modelos, el modelo X y el modelo Y. Cada modelo viene en dos tamaños de motor en 1600 y en 2000 cc. y además en dos diferentes presentaciones, austera y de lujo. La estructura lógica de consolidación será como sigue :

X 1600 lujo  
X 2000 lujo  
X 2000 austero  
Y 1600 lujo  
Y 2000 lujo

Total serie X = X 1600 lujo sum X 2000 austero

Total serie Y = Y 1600 lujo + Y 2000 lujo

Total 1600 = X 1600 lujo + Y 1600 lujo

Total 2000 = X 2000 lujo + X 2000 austero + Y 2000 lujo

Total = total serie X + total serie Y

(4) Mercados :

Existen diferentes mercados en donde se venden nuestros autos :

Inglaterra

Francia

Alemania

Europa = Inglaterra sum Alemania

Estados Unidos

Canada

Norte America = Estados Unidos + Canada

Total = Europa + Norte America

(5) Fábricas :

Como se indicó anteriormente, los automóviles son fabricados en dos diferentes lugares, por lo que se define la dimensión fábricas cuyos elementos, en este caso son :

Inglaterra

Detroit

No se hace necesario especificar en todas las dimensiones alguna relación de cálculo.

A continuación, se tendrán que definir las secciones o combinaciones entre las diferentes dimensiones que sean válidas. Esto es, no todos los autos se fabrican en las dos fábricas o se venden en todos los mercados.

Utilizando uno de los comandos del sistema, podremos indicar las secciones válidas para nuestro modelo, por ejemplo :

En Inglaterra se fabrican todos los modelos y se distribuyen según la siguiente tabla :

Y 2000 lujo solo en Alemania.  
 Y 1600 lujo solo en Inglaterra.  
 X 2000 austero en Inglaterra, Francia y EUA.  
 X 2000 lujo en Inglaterra y Francia.  
 X 1600 lujo en Inglaterra y Francia.

En Detroit, únicamente se produce la serie Y y se distribuye de la siguiente forma :

Y 2000 lujo en Canada y EUA.  
 Y 1600 lujo en Canada y EUA.

El sistema provee comandos para informar de la situación de la base de datos: cuántas dimensiones se están manejando, cuántos elementos en cada dimensión y cuántas secciones se han validado. A cada sección se le asignará un número consecutivo. Posteriormente, se alimentarán los datos necesarios para cada sección, sus precios, volúmenes de venta, costos etc.

Otra de las facilidades de este módulo de multi dimensionalidad, es el poder especificar diferentes nombres o descriptores para los elementos de cada dimensión. Por ejemplo, en el mercado europeo, la serie X se llamará SUPRA y la serie Y será ULTRA. Para el mercado americano serán ZEETA y SIGMA respectivamente. Esto en la dimensión modelos. Para las variables se pueden especificar los conceptos en diferentes idiomas y escoger el descriptor que se quiera utilizar en cada reporte. Esto es si se manda un reporte a Francia, se utilizarán los descriptores en francés.

Se podrá calcular cada sección en forma individual, o indicarle a la computadora que calcule todas las secciones y consolide cada dimensión según se haya indicado.

Ya que se están manejando varias dimensiones, será posible analizar diferentes reportes. Ejemplo :

FABRICA DE DETROIT

|              | UTILIDAD<br>(MILES DE DLLS) |             |              |               |             |              |
|--------------|-----------------------------|-------------|--------------|---------------|-------------|--------------|
|              | TOTAL 1600 cc               |             |              | TOTAL 2000 cc |             |              |
|              | EUA                         | CANADA      | N. AMERICA   | EUA           | CANADA      | N. AMERICA   |
| TRIM 1       | 2008                        | 2008        | 4907         | 1007          | 1006        | 2015         |
| TRIM 2       | 2578                        | 1994        | 4572         | 1665          | 1665        | 3330         |
| TRIM 3       | 2588                        | 2267        | 4855         | 2369          | 2369        | 4738         |
| TRIM 4       | 2382                        | 2351        | 4833         | 3526          | 3525        | 7061         |
| <b>TOTAL</b> | <b>10447</b>                | <b>8520</b> | <b>18967</b> | <b>8567</b>   | <b>8567</b> | <b>17134</b> |

En este reporte, se está analizando la fábrica de Detroit, el concepto o la variable de utilidades, los consolidados de los modelos de 1600 y 2000 cc en los mercados de Estados Unidos, Canadá y su total de Norte América, en todos los trimestres y con el total del ejercicio.

La manera de como se distribuyen las dimensiones y los conceptos en los reportes, se define en las especificaciones de reporte; cada modelo podrá tener cuantos reportes necesite, pudiendose realizar reportes entre las diferentes dimensiones.

### 3.11 COMUNICACIONES ENTRE MICRO Y MACRO COMPUTADORAS :

Actualmente, con el auge de las microcomputadoras o computadoras personales, se han presentado nuevos problemas en las empresas en lo que a integración de la información se refiere.

No hay que negar la entrada de computadoras personales a las empresas, pero si hay que saberlas integrar. Este proceso, generalmente se lleva a cabo conectando las micros como "terminales inteligentes" del computador central. Reciben este nombre ya que se pueden usar en forma independiente para no utilizar los recursos de la macrocomputadora o como terminales de ella. Este tipo de arreglo, permite la existencia del flujo de información desde las computadoras chicas a las grandes y viceversa.

Si en la empresa, tradicionalmente se ha manejado el control de información con una computadora central y se adquieren microcomputadoras para ser distribuidas entre los ejecutivos de altos niveles, se esta corriendo el grave riesgo de perder control sobre la información y la integración de los sistemas. Se tendrá información duplicada por todos lados y cada usuario trabajará en forma independiente.

El sistema FCS-EPS, cuenta con un módulo de comunicaciones que permite la transmisión de archivos entre micros y macrocomputadoras. Dado que el sistema se encuentra codificado para casi todas las computadoras del mercado con una misma sintaxis de programación, los modelos desarrollados podrán utilizarse prácticamente en cualquier equipo. De esta forma, el usuario podrá trabajar con FCS-EPS en la micro, comunicarse al sistema central, y enviar sus datos al FCS-EPS de la macro para que este pueda procesar la información para otras tareas. Y de modo contrario, los datos o modelos desarrollados en la macro, se podrán trasladar para ser usados en la micro.

El módulo de comunicaciones no está restringido a la transferencia entre micros y macros. Existen otro tipo de arreglos adecuados, como el conectar varios micros en una red para poder compartir la información de una en las demás.

### 3.12 COMANDOS Y FUNCIONES DESCRITAS POR EL USUARIO :

Ya se ha mencionado que el sistema cuenta con una serie de funciones ya preprogramadas que facilitan el desarrollo de los modelos. Con este módulo, el usuario podrá adicionalmente desarrollar las funciones que requiera en forma regular. Por ejemplo, el sistema no tiene una función para calcular amortizaciones por el método de fitorca, o una función específica para una depreciación acelerada según un estímulo fiscal; el usuario no tiene más que desarrollar la lógica de cálculo de este método, compilarla y se podrá llamar desde cualquier otro modelo cada vez que se requiera.

De esta misma forma, el usuario podrá desarrollar sus propios comandos para efectuar algún tipo de análisis específico sobre los datos. Por ejemplo, un comando que sirva para evaluar las diferencias porcentuales entre las diferentes columnas de datos.

Los comandos y funciones desarrollados por los usuarios dentro de la empresa, se podrán colocar en una biblioteca común a todos los usuarios para que todos gocen de sus beneficios.

### 3.13 INTERFASE CON ARCHIVOS EXTERNOS :

En casi todos los generadores de este tipo, es muy común la facilidad de poder utilizar la información existente en otros sistemas de la computadora, como por ejemplo el sistema de nómina, el de contabilidad, el de personal etc.. Para evitar tener que capturar la información dos veces, el sistema "FCS-EPS" tiene un comando que permite la utilización de cualquier archivo externo, casi sin importar su formato, ya que el sistema puede manipular varios formatos diferentes de los archivos.

En la versión que se está analizando, incluso se tiene desarrollada una liga directa a las principales bases de datos de IBM, de manera que la información contenida en esas bases de datos, puede ser fácilmente integrada a los modelos.

### 3.14 OTRAS FACILIDADES :

Por último se mencionarían otras de las facilidades que se incluyen en esta versión, como el módulo llamado PAINT, que permite el diseño de pantallas y menús de una forma más sencilla, en la que el usuario solo tiene que dibujar la pantalla y el código para su creación es generado automáticamente.

Existe también un módulo de programación lineal desarrollado últimamente que permite el diseño de modelos utilizando esta técnica, definiendo funciones objetivo y describiendo sus restricciones para que el sistema calcule el punto óptimo.

Para las empresas que trabajan bajo contratos de consultoría, se les incluye un módulo de funciones especiales, donde se anexan varias funciones o subrutinas desarrolladas con el sistema "FCS-EPS" que facilitarían el desarrollo de modelos específicos.

Con esto se termina la descripción del generador "FCS-EPS" que será utilizado en el siguiente capítulo en el que se analiza a una línea aérea y las posibles aplicaciones o modelos que se pudieran realizar para formar un completo sistema de soporte de Decisiones.

### 3.15 EQUIPOS DONDE PUEDE SER INSTALADO EL SISTEMA FCS-EPS :

A la fecha, las computadoras en las que se puede instalar este sistema son las siguientes :

IBM : 30XX y 40XX con sistemas operativos ROSCOE, SHADOW, CICS, TSO Y CMS. S/28, S/36, S/34. Computadoras personales sistema 2, AT y XT, así como computadoras compatibles a estas.

Hewlett Packard : HP3000 en todas sus series , y microcomputadoras HP125, HP150 y Vectra.

Digital : DEC-TOPS10 y TOPS20, VAX , PDP11-RSTS y PDP11-RSX. Micro VAX y Rainbow.

Así como en equipos SIEMENS, UNIVAC, CDC, WANG, NCR, ICL, PRIME, HARRIS, DATA GENERAL, BURROUGHS y HONEYWELL.

#### NOTA DEL AUTOR :

Los requerimientos de memoria y espacio en disco varían con cada versión, por lo que no se incluyen estos datos. Las configuraciones normales de los equipos generalmente son suficientes.

Para la descripción del sistema "FCS-EPS", se utilizó el manual de referencia del usuario para la versión 2.6 de este sistema . Para mayor información sobre el sistema, el manual está publicado por : THORN EMI Computer Software, Thomson House 296 Farnborough Road, Farnborough Hampshire GU147NF ENGLAND.

APLICACIONES EN UNA LINEA AEREA

=====

Ya se ha hablado del desarrollo, la teoría y las características de un Sistema de Soporte de Decisiones. En este capítulo, se pretende de una forma mas práctica, explicar la manera en que un generador DSS puede ser utilizado en una empresa. En este caso, se analizará la forma de operacibn actual de una línea aérea, explicando las aplicaciones o modelos que pueden ser desarrollados con el generador "FCS-EPS" y las ventajas en su integracibn en un verdadero DSS.

4.1 LA ORGANIZACION :

Esta empresa, está organizada en cinco direcciones y tres gerencias ; las direcciones controlan casi la totalidad de las operaciones de la compañía mientras que las gerencias se encuentran en un nivel de staff, esto se puede observar en la figura 4.1 :

DIAGRAMA DE LA ORGANIZACION

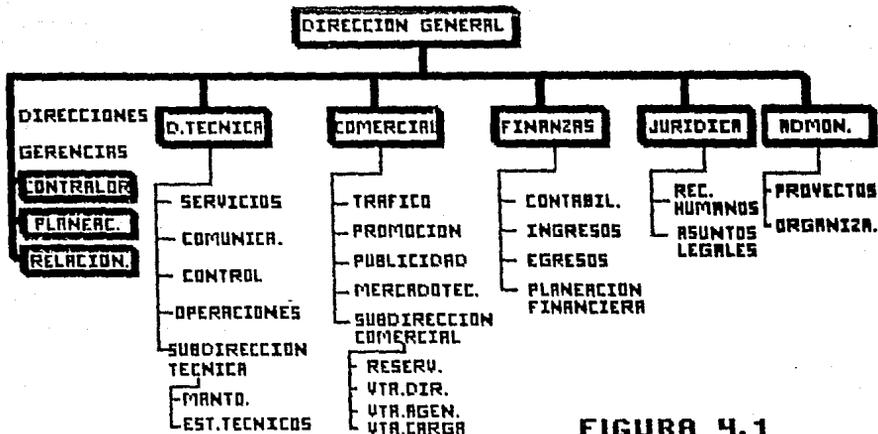


FIGURA 4.1

La Dirección Técnica se encarga primordialmente de toda la administración de la flota de aviones, la Dirección Comercial, de los pronósticos de pasajeros y de las ventas directas e indirectas de los boletos, la Dirección Financiera del registro de las operaciones, ingresos y egresos, la Dirección Jurídica se ocupa de todos los asuntos legales y administración de los recursos humanos; por último, la Dirección de Administración que atiende todo lo referente a la organización interna, nuevos proyectos y relaciones. A estas Direcciones se agregan tres gerencias de operaciones staff: la Contraloría Interna la Gerencia de Relaciones Públicas encargada de la publicidad y prensa y la Gerencia de Planeación Corporativa, encargada de coordinar a las direcciones en las actividades de planeación y administrar los sistemas en computadoras.

En este trabajo, se analizarán con mayor detalle las primeras tres direcciones, ampliando un poco más la información sobre las actividades de cada una y explicando el tipo de modelos que podrían ser desarrollados. Para la Dirección Jurídica realmente no se tiene la necesidad de desarrollar modelos, ya que esta dirección, junto con la Dirección Administrativa, pueden satisfacer sus necesidades de información con una base de datos bien organizada del personal.

La toma de decisiones viene casi siempre ligada al concepto de planeación, que permite encausar el desarrollo de la empresa para prever su futuro; es por esto, que en este trabajo no se pretende hacer modelos para control y registro de la operación, sino para proporcionar información sobre las alternativas de acción a futuro de la empresa, ya sea corto, mediano, o largo plazo.

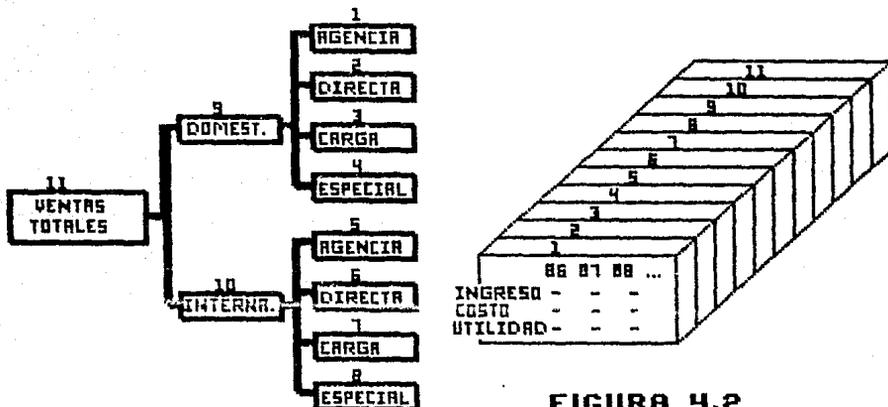
## 4.2 LA DIRECCION COMERCIAL :

### 4.2.1 Descripción General :

Como se puede apreciar en el la figura 4.1, la Dirección Comercial desarrolla varias funciones básicas, tales como la comercialización de los vuelos de avión, el control de las ventas de boletos, la publicidad y las promociones para lograr incrementos en el tráfico de pasajeros.

A nivel de planeación, se pudiera desarrollar un modelo utilizando un generador similar al FCS-EPS como se muestra en la figura 4.2, el cual, con su capacidad de consolidación, pudiera manejar un modelo de tres dimensiones que consolidase todos los canales de venta de manera que el usuario pudiese efectuar análisis de sensibilidad y ver que pasa si aumenta el número de boletos en uno u otro canal y cuáles deben ser los precios en las promociones para que resulten económicamente factibles.

## MODELO DE CONSOLIDACION DE VENTAS



En esta direcci3n se procesan una serie de estadísticas en lo que a tráfico de pasajeros se refiere. En los aviones se aplican encuestas que permitan a la direcci3n conocer el perfil del pasajero de cada ruta, con objeto de que los servicios de esa ruta, sean mas acordes con las características de este. Por ejemplo para los pasajeros que viajan a Villahermosa, es suficiente con tener cervezas frías en el avión. Sin embargo, a los pasajeros que van a Filadelfia, hay que ofrecerles vinos importados y quesos. Actualmente, estas encuestas y estadísticas se procesan con un sistema desarrollado internamente en FORTRAN, que cumple con su objetivo pero que no es muy flexible cuando los usuarios requieren algún otro tipo de análisis sobre sus series de datos.

Utilizando un generador DSS que, como el descrito, posea una gran herramienta estadística, el propio usuario podrá elaborar sus modelos de análisis con mayor flexibilidad e incluso utilizar otras herramientas del generador, como la base de datos o las gráficas. Con él, se podrían establecer análisis de valores máximos, mínimos, promedios, desviación estandar, coeficiente de sesgo, coeficiente de Curtosis, en cuanto a características de los pasajeros tales como edad, nacionalidad etc., o efectuar pruebas de hipótesis sobre las medias de los datos de los pasajeros de dos rutas diferentes, con objeto de determinar si se pueden establecer criterios semejantes en ambas como qué tipo de alimentos se deben incluir, que niveles de ocupación de cabina son aceptables etc.

Desde el punto de vista de la planeación, una actividad muy importante que se lleva a cabo en la dirección Comercial, es la proyección del tráfico entre cada par de ciudades o "city pair" (como se le conoce en el medio) que la empresa comunica. Estas proyecciones se efectúan con base en regresiones lineales con un sistema desarrollado por BOEING. El sistema es muy completo, pero tiene el inconveniente de que hay que viajar a SEATTLE para utilizarlo, por lo que sólo se utiliza de 2 a 4 veces por año, lo que lo hace poco práctico ya que se tienen que hacer ajustes de última hora. Además, los criterios y variables utilizadas en ese tipo de modelos son muy generales puesto que se manejan en un contexto mundial. Con el generador que se ha analizado, que posee herramientas para proyecciones de datos, se puede crear un modelo similar al utilizado por BOEING pero más adecuado a las necesidades específicas de esta empresa. Más adelante se hablará con mayor detalle este modelo de proyecciones.

Esta dirección también es la encargada de la formulación de itinerarios tomando en cuenta horarios de salida y llegada en cada estación. Este es un trabajo realmente difícil ya que dependiendo de los horarios que fije la dirección, el pasajero elegirá esta u otra línea. Por ejemplo, hay muchas personas de negocios que viajan a Monterrey. La mayoría prefiere ir en la mañana y regresar en la noche. Un vuelo que salga entre 7 y 9 de la mañana irá lleno, lo mismo que si regresa entre 7 y 9 de la noche. Si el vuelo sale de la Cd. de México a la 1 de la tarde, el porcentaje de ocupación será muy bajo.

El problema de itinerarios actualmente se resuelve de la siguiente manera: se tiene un pizarrón muy grande en donde se acomodan los números de los aviones como renglones, y las 24 horas del día como columnas. Con tiras de cartón que indican el número de vuelo, y cuya longitud depende de la duración de éste. Los vuelos se van acomodando repartiéndose entre todos los aviones. Esta es una tarea muy compleja por el número de restricciones que se involucran. Por ejemplo en aeropuertos como el de Chicago los vuelos provenientes de México tienen que llegar entre 5 y 6 de la tarde. Además hay aeropuertos en los que no se puede tener más de una aeronave estacionada; restricciones de la misma SCT que indica los horarios que se tienen disponibles para la salida de los vuelos de la Cd. de México; restricciones del número de aeronaves disponibles etc., por lo que generalmente sólo se analizan una o dos alternativas. Una vez que se tienen los dos itinerarios, éstos se comparan en términos de utilización de equipo, horas de vuelo, costo de tripulaciones, horarios factibles para usuarios etc. y se escoge uno; de manera que no se puede hablar que se trabaje en el itinerario óptimo, en el que los costos serían mínimos y los horarios los más adecuados.

La cantidad de restricciones que se manejarían en un modelo de itinerarios es tal que la mayoría de los paquetes de programación lineal no son capaces de resolver, realmente se tiene que identificar un algoritmo específico para este problema de transporte. Algunas empresas del ramo, se encuentran actualmente trabajando en el desarrollo de un sistema para solucionar este problema.

Con el sistema FCS-EPS fue posible realizar un modelo que calculaba los tiempos totales de los vuelos y podía ser utilizado para probar itinerarios. Se alimentaban desde un principio todas las restricciones en un modelo y se planteaban diferentes itinerarios, de manera que se podían analizar varias alternativas de una forma muy rápida. Así, el usuario sabía si el itinerario era factible o no, y el número de alternativas que se podían establecer, era mucho mayor al que se establecía con el pizarrón manualmente. Sin embargo tampoco garantizaba lograr el itinerario óptimo.

Una vez analizadas las actividades de la dirección Comercial, se explicará con mayor detalle una de las aplicaciones desarrolladas para ésta.

#### 4.2.2 Modelo Para Proyección de Pasajeros :

Existen diferentes técnicas para lograr una proyección de datos. Se puede suponer que el comportamiento futuro de los pasajeros proyectados dependerá exclusivamente de datos anteriores, de la tendencia observada en la historia y posiblemente de ciclos estacionales que se presentan en determinadas épocas del año; o que la variable de pasajeros depende del comportamiento de otras variables que pueden ser económicas o de infraestructura etc. En el primer caso, la proyección se resuelve definiendo la tendencia de los datos para poder ajustarlos con alguna curva conocida ( la más usual es una línea recta). La estacionalidad se puede resolver aplicando factores en cada periodo que afecten la proyección. Para este caso, se busca encontrar una ecuación de regresión que relacione todas las variables independientes con la variable pasajeros, de forma tal que con los datos proyectados de las variables independientes, se aplica la ecuación, y se obtienen las proyecciones de pasajeros.

En esta empresa, como se aprecia en la figura 4.3, se utiliza un método de regresión múltiple para proyectar los pasajeros en forma anual, y se utiliza otro método de ajustes con estacionalidad para la proyección mensual de los pasajeros. Este problema como se mencionó con anterioridad, se encuentra resuelto actualmente con un sistema de BOEING. En este ejemplo, se mostrarán algunas de las herramientas del generador "FCS-EPS" que se requieren para lograr el mismo objetivo, con la ventaja de tener el sistema "en casa", pudiendo ajustarlo a las particularidades que cada caso amerite y con la posibilidad de tenerlo ligado a los demás modelos de la empresa.

Un modelo de proyección de pasajeros siempre empieza con el estudio del tráfico histórico, la forma en que se ha comportado el tráfico total, así como la participación de cada empresa de aviación en el transporte de ese tráfico y el comportamiento de esta empresa en particular.

## MODELO DE PROYECCIONES

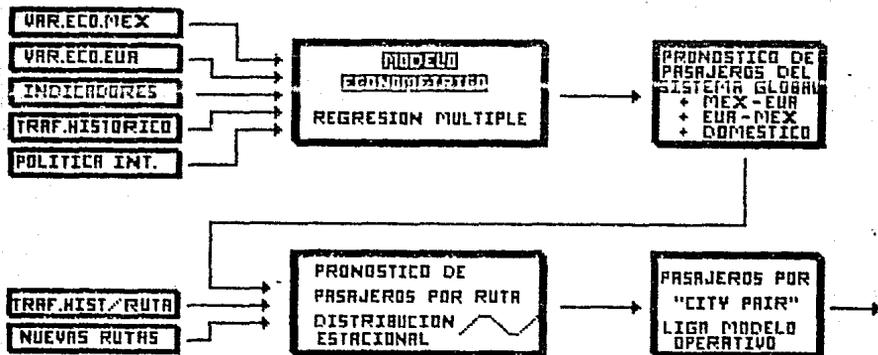


FIGURA 4.3

En el modelo que se describirá a continuación, se proyectan pasajeros en un esquema total y para cada ciudad utilizando regresiones con las diferentes variables económicas, posteriormente se distribuyen de acuerdo a las participaciones históricas de cada aerolínea y por último, se proyectan con un ajuste estacional, los pasajeros para cada ruta en forma mensual. Para no extender demasiado este trabajo, se utilizarán dos ejemplos en forma aislada para ejemplificar cada uno de estos pasos.

### 4.2.2.1 Proyección anual :

En este ejemplo, el objetivo es proyectar los pasajeros nacionales que viajarán al puerto de Acapulco para los próximos 6 años. En el cuadro 4.1 de la siguiente página se han listado los datos históricos de la variable dependiente (pasajeros) de 1971-1985, junto con los datos históricos y tres escenarios diferentes de proyecciones de las variables independientes que se usarán en la regresión.

**AERONAVES MEXICANAS, S.A. DE C.V.**  
**INFORMACION PARA LA REGESION MULTIPLE**

**AEROPUERTO DE ACAPULCO**

| PERIODO                 | PASAJEROS EN MILES | PASAJEROS INTERNACIONALES EN MILES | TOTAL      |           | PETRÓLEO Y GAS |           | QUÍMICA BÁSICA   |                  | HOTEL Y RESTAUR. | RECREACION D.S.1970/CAPITA | GASTOS DE INDICE CAMBIO MONEDAS DE PAISES/DOLAR | HOTELERÍA EN CUARTOS DE VISITA EN €/CITA | DEPOSITOS A LA VISTA EN MILES PESOS 1970 | TARIFAS NACIONALES PESOS 1970 | TARIFAS INTERNACIONALES DOLARES 1970 |
|-------------------------|--------------------|------------------------------------|------------|-----------|----------------|-----------|------------------|------------------|------------------|----------------------------|---|--|--|-------------------------------|--------------------------------------|
|                         |                    |                                    | P I B      | P I B     | P I B          | P I B     | MILL. PESOS 1970 | MILL. PESOS 1970 |                  |                            |   |  |  |                               |                                      |
| <b>DATOS HISTORICOS</b> |                    |                                    |            |           |                |           |                  |                  |                  |                            |   |  |  |                               |                                      |
| 1971                    | 579.00             | 421.00                             | 442,804.00 | 4,329.00  | 8,936.00       | 14,311.00 | 226.75           | 17.65            | 8,254.00         | 19.83                      | 450.92  | 232.00                                   | 19.83                                    | 450.92                        | 232.00                               |
| 1972                    | 711.00             | 349.00                             | 504,060.00 | 4,503.00  | 10,347.00      | 17,341.00 | 483.00           | 16.15            | 8,647.00         | 22.42                      | 465.47  | 173.00                                   | 22.42                                    | 465.47                        | 173.00                               |
| 1973                    | 779.00             | 812.00                             | 544,307.00 | 4,660.00  | 11,607.00      | 18,572.00 | 251.31           | 19.28            | 8,558.00         | 22.06                      | 404.53  | 213.00                                   | 22.06                                    | 404.53                        | 213.00                               |
| 1974                    | 796.00             | 816.00                             | 577,569.00 | 5,640.00  | 12,716.00      | 19,026.00 | 228.19           | 21.32            | 9,255.00         | 19.90                      | 372.94  | 202.00                                   | 19.90                                    | 372.94                        | 202.00                               |
| 1975                    | 824.00             | 687.00                             | 609,176.00 | 6,659.00  | 13,387.00      | 19,710.00 | 253.54           | 22.61            | 9,461.00         | 19.97                      | 352.93  | 195.00                                   | 19.97                                    | 352.93                        | 195.00                               |
| 1976                    | 891.00             | 615.00                             | 625,831.00 | 7,073.00  | 14,494.00      | 20,220.00 | 262.82           | 23.56            | 9,943.00         | 19.02                      | 261.03  | 181.00                                   | 19.02                                    | 261.03                        | 181.00                               |
| 1977                    | 1,008.00           | 715.00                             | 657,722.00 | 8,249.00  | 15,947.00      | 20,256.00 | 269.76           | 21.31            | 10,417.00        | 19.56                      | 282.94  | 173.00                                   | 19.56                                    | 282.94                        | 173.00                               |
| 1978                    | 1,070.00           | 872.00                             | 711,211.00 | 10,283.00 | 16,940.00      | 22,171.00 | 280.18           | 24.15            | 10,914.00        | 18.48                      | 267.94  | 161.00                                   | 18.48                                    | 267.94                        | 161.00                               |
| 1979                    | 1,121.00           | 874.00                             | 777,163.00 | 12,526.00 | 18,900.00      | 24,122.00 | 297.08           | 26.21            | 11,434.00        | 20.25                      | 248.50  | 144.00                                   | 20.25                                    | 248.50                        | 144.00                               |
| 1990                    | 1,141.00           | 737.00                             | 811,853.00 | 16,629.00 | 20,734.00      | 25,981.00 | 283.49           | 40.29            | 11,979.00        | 20.90                      | 251.88  | 151.00                                   | 20.90                                    | 251.88                        | 151.00                               |
| 1981                    | 1,169.00           | 599.00                             | 908,765.00 | 19,743.00 | 22,832.00      | 27,317.00 | 291.72           | 46.73            | 12,382.00        | 13.65                      | 260.41  | 173.00                                   | 13.65                                    | 260.41                        | 173.00                               |
| 1982                    | 1,233.00           | 467.00                             | 906,948.00 | 22,902.00 | 24,520.00      | 28,121.00 | 299.00           | 96.50            | 12,608.00        | 17.40                      | 200.84  | 190.00                                   | 17.40                                    | 200.84                        | 190.00                               |
| 1983                    | 1,414.00           | 805.00                             | 856,170.00 | 23,314.00 | 23,746.00      | 27,007.00 | 275.85           | 179.62           | 13,703.00        | 10.48                      | 271.49  | 177.00                                   | 10.48                                    | 271.49                        | 177.00                               |
| 1984                    | 1,132.00           | 883.00                             | 887,650.00 | 24,429.00 | 23,746.00      | 25,947.00 | 296.90           | 283.88           | 13,977.00        | 10.40                      | 311.00  | 181.00                                   | 10.40                                    | 311.00                        | 181.00                               |
| 1985                    | 1,100.00           | 756.00                             | 911,540.00 | 22,770.00 | 25,438.00      | 26,964.00 | 301.25           | 414.32           | 13,877.00        | 6.77                       | 330.00  | 175.00                                   | 6.77                                     | 330.00                        | 175.00                               |
| <b>PROYECCION BAJA</b>  |                    |                                    |            |           |                |           |                  |                  |                  |                            |   |  |  |                               |                                      |
| 1986                    | -                  | -                                  | 864,821.00 | 21,732.00 | 25,289.00      | 24,471.00 | 301.67           | 430.91           | 14,416.00        | 6.42                       | 339.00  | 180.00                                   | 6.42                                     | 339.00                        | 180.00                               |
| 1987                    | -                  | -                                  | 893,309.00 | 23,608.00 | 25,296.00      | 304.18    | 894.54           | 441.81           | 14,841.00        | 5.28                       | 349.00  | 184.00                                   | 5.28                                     | 349.00                        | 184.00                               |
| 1988                    | -                  | -                                  | 918,711.00 | 24,837.00 | 27,003.00      | 25,825.00 | 306.52           | 1,233.91         | 15,225.00        | 4.52                       | 359.00  | 191.00                                   | 4.52                                     | 359.00                        | 191.00                               |
| 1989                    | -                  | -                                  | 873,277.00 | 23,996.00 | 26,417.00      | 24,637.00 | 308.97           | 1,688.11         | 15,637.00        | 4.06                       | 370.00  | 197.00                                   | 4.06                                     | 370.00                        | 197.00                               |
| 1990                    | -                  | -                                  | 887,880.00 | 24,384.00 | 26,777.00      | 24,484.00 | 311.44           | 2,290.63         | 16,046.00        | 3.85                       | 380.00  | 202.00                                   | 3.85                                     | 380.00                        | 202.00                               |
| 1991                    | -                  | -                                  | 907,832.00 | 25,301.00 | 27,454.00      | 25,037.00 | 313.93           | 3,107.10         | 16,421.00        | 3.74                       | 391.00  | 207.00                                   | 3.74                                     | 391.00                        | 207.00                               |
| <b>PROYECCION MEDIA</b> |                    |                                    |            |           |                |           |                  |                  |                  |                            |   |  |  |                               |                                      |
| 1986                    | -                  | -                                  | 882,470.00 | 22,176.00 | 25,809.00      | 25,176.00 | 305.87           | 442.14           | 14,992.00        | 6.72                       | 330.00  | 175.00                                   | 6.72                                     | 330.00                        | 175.00                               |
| 1987                    | -                  | -                                  | 911,540.00 | 24,090.00 | 26,910.00      | 25,815.00 | 310.44           | 947.47           | 15,404.00        | 5.87                       | 330.00  | 175.00                                   | 5.87                                     | 330.00                        | 175.00                               |
| 1988                    | -                  | -                                  | 936,950.00 | 25,344.00 | 27,254.00      | 26,232.00 | 315.12           | 1,345.79         | 16,211.00        | 5.36                       | 330.00  | 175.00                                   | 5.36                                     | 330.00                        | 175.00                               |
| 1989                    | -                  | -                                  | 893,140.00 | 24,484.00 | 26,954.00      | 25,140.00 | 319.85           | 1,903.77         | 16,904.00        | 5.08                       | 330.00  | 175.00                                   | 5.08                                     | 330.00                        | 175.00                               |
| 1990                    | -                  | -                                  | 906,000.00 | 27,204.00 | 27,204.00      | 25,188.00 | 324.44           | 2,619.27         | 17,595.00        | 5.17                       | 330.00  | 175.00                                   | 5.17                                     | 330.00                        | 175.00                               |
| 1991                    | -                  | -                                  | 938,400.00 | 25,542.00 | 28,014.00      | 25,548.00 | 329.51           | 3,603.00         | 18,314.00        | 5.49                       | 330.00  | 175.00                                   | 5.49                                     | 330.00                        | 175.00                               |
| <b>PROYECCION ALTA</b>  |                    |                                    |            |           |                |           |                  |                  |                  |                            |   |  |  |                               |                                      |
| 1986                    | -                  | -                                  | 900,119.00 | 22,619.00 | 26,322.00      | 25,680.00 | 308.90           | 680.24           | 15,592.00        | 7.56                       | 320.00  | 180.00                                   | 7.56                                     | 320.00                        | 180.00                               |
| 1987                    | -                  | -                                  | 929,771.00 | 24,572.00 | 27,488.00      | 26,328.00 | 315.07           | 1,103.02         | 16,406.00        | 8.19                       | 312.00  | 186.00                                   | 8.19                                     | 312.00                        | 186.00                               |
| 1988                    | -                  | -                                  | 955,889.00 | 25,851.00 | 28,105.00      | 26,479.00 | 321.37           | 1,749.69         | 17,291.00        | 9.25                       | 302.00  | 191.00                                   | 9.25                                     | 302.00                        | 191.00                               |
| 1989                    | -                  | -                                  | 911,032.00 | 24,916.00 | 27,495.00      | 25,443.00 | 321.80           | 2,739.00         | 18,501.00        | 10.89                      | 294.00  | 197.00                                   | 10.89                                    | 294.00                        | 197.00                               |
| 1990                    | -                  | -                                  | 924,120.00 | 25,379.00 | 27,870.00      | 25,691.00 | 334.25           | 4,221.19         | 19,293.00        | 12.72                      | 286.00  | 203.00                                   | 12.72                                    | 286.00                        | 203.00                               |
| 1991                    | -                  | -                                  | 946,968.00 | 26,053.00 | 28,374.00      | 26,039.00 | 341.04           | 6,458.00         | 20,429.00        | 15.14                      | 278.00  | 207.00                                   | 15.14                                    | 278.00                        | 207.00                               |

CUADRO 4.1

FUENTE: AEROPUERTOS Y SERVICIOS AERIANOS

Para establecer un modelo de regresiones múltiples, después de analizar el comportamiento histórico de la variable dependiente, en este caso el tráfico de pasajeros, se analizan todas las variables que a juicio del usuario, afecten directamente el comportamiento de ésta. La siguiente es una lista de variables cuyos datos pueden ser obtenidos y que pueden afectar en forma directa el comportamiento del tráfico :

Indicadores Económicos :

- Economía de México. | - PIB petróleo.
  - + Crecimiento del PIB -> | - PIB petroquímica
  - + Salario mínimo. | - PIB rest. y hoteles
  - + Índice tipo de cambio.
  - + Índice nacional de precios.
  - + Balanza en cuenta corriente.
  - + Generación de empleo.
  - + Tarifas de aviación nacionales.
- 
- Economía de Estados Unidos
  - + PNB real.
  - + Índice de crecimiento de precios.
  - + Producción Industrial.
  - + Generación de empleo.
  - + Tasas de interés.
  - + Gastos de recreación de turistas.
- 
- Infraestructura del País.
  - + Cuartos de hotel.
  - + Red aeroportuaria.
  - + Nuevas rutas.

El primer paso es identificar las variables que realmente afecten en forma directa a la variable dependiente (pasajeros nacionales), buscando siempre que estas variables sean independientes entre sí. En este caso, como se trata de un lugar turístico y de pasajeros domésticos, utilizaremos las siguientes variables :

- Producto Interno Bruto de hoteles y Restaurantes. (millones de pesos de 1970)
- Tipo de cambio de pesos / dólar.
- Cuartos de hotel en zonas turísticas.
- Tarifas nacionales ( pesos de 1970).

El siguiente paso es buscar diferentes alternativas o transformaciones de las variables que logren mejores ajustes en la curva de regresión. Por ejemplo, la variable tipo de cambio pesos/dólar, presenta cambios demasiado grandes, al utilizar esta variable en la regresión, su efecto se acentúa demasiado; utilizando el logaritmo del tipo de cambio, se amortiguará el efecto en la regresión, logrando un mejor análisis.

En los cuadros 4.2.1 y 4.2.2 de la página siguiente, se ilustra el proceso de regresión en la computadora. El cuadro 4.3 muestra la gráfica de las variables.

SYSTEMO REGRESSION STEP ALL FORECAST OMMH RESTORIAL  
 DEPENDENT (Y) VARIABLE RGM ? PASAJEROS NACIONALES  
 INDEPENDENT (X) VARIABLE RGM(15) ? PIB RESTAURANTES Y HOTELES , LOG (TIPO DE CAMBIO PESOS/DLS) , CUARTOS DE HOTEL EN ZONA TURISTICA , TARIFAS NACIONALES  
 ANY FORCED VARIABLES ? NO  
 INPUT 1 TOLERANCE FOR ACCEPTANCE / REJECTION OF VARIABLES ? 25

SUM OF SQUARES AVAILABLE FOR REGRESSION ... 714360.0

STEP NUMBER 1

| VARIABLES                  | REGRESSION<br>COEFFICIENT | STD. ERROR OF<br>REG. COEFF. | COMPUTED<br>T-VALUE |
|----------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------|
| PIB RESTAURANTES Y HOTELES | 0.0077                    | 0.0047                       | 10.2203             |
| INTERCEPT                  | -122.3474                 |                              |                     |

PASAJEROS NACIONALES = -122.3474 + 0.005 PIB RESTAURANTES Y HOTELES

GOODNESS OF FIT 0.8815  
 % SUM OF SQUARES EXPLAINED 88.4942  
 MULTIPLE CORRELATION COEFFICIENT 0.9434  
 STANDARD ERROR OF ESTIMATE 77.7675  
 F-VALUE FOR THIS STEP 105.1194

STEP NUMBER 2

| VARIABLES                  | REGRESSION<br>COEFFICIENT | STD. ERROR OF<br>REG. COEFF. | COMPUTED<br>T-VALUE |
|----------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------|
| PIB RESTAURANTES Y HOTELES | 0.0411                    | 0.0079                       | 5.2017              |
| TARIFAS NACIONALES         | -0.5483                   | 0.4669                       | -1.4686             |
| INTERCEPT                  | 279.7669                  |                              |                     |

PASAJEROS NACIONALES = 279.7669 + 0.0411 PIB RESTAURANTES Y HOTELES - 0.5483 TARIFAS NACIONALES

GOODNESS OF FIT 0.8898  
 % SUM OF SQUARES EXPLAINED 90.252  
 MULTIPLE CORRELATION COEFFICIENT 0.9515  
 STANDARD ERROR OF ESTIMATE 74.9979  
 F-VALUE FOR THIS STEP 57.5095

STEP NUMBER 3

| VARIABLES                          | REGRESSION<br>COEFFICIENT | STD. ERROR OF<br>REG. COEFF. | COMPUTED<br>T-VALUE |
|------------------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------|
| PIB RESTAURANTES Y HOTELES         | 0.0191                    | 0.0169                       | 1.1246              |
| TARIFAS NACIONALES                 | -0.957                    | 0.4885                       | -1.951              |
| CUARTOS DE HOTEL EN ZONA TURISTICA | 0.0414                    | 0.0286                       | 1.4509              |
| INTERCEPT                          | 409.7034                  |                              |                     |

PASAJEROS NACIONALES = 409.7034 + 0.0191 PIB RESTAURANTES Y HOTELES - 0.957 TARIFAS NACIONALES + 0.0414 CUARTOS DE HOTEL EN ZONA TURISTICA

GOODNESS OF FIT 0.8791  
 % SUM OF SQUARES EXPLAINED 92.0697  
 MULTIPLE CORRELATION COEFFICIENT 0.9095  
 STANDARD ERROR OF ESTIMATE 71.7614  
 F-VALUE FOR THIS STEP 42.5695

CUADRO 4.2.1

STEP NUMBER 4

| VARIABLES                          | REGRESSION<br>COEFFICIENT | STD. ERROR OF<br>REG. COEFF. | COMPUTED<br>T-VALUE |
|------------------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------|
| PIB RESTAURANTES Y HOTELES         | 0.0171                    | 0.0181                       | 0.9436              |
| TARIFAS NACIONALES                 | -0.8132                   | 0.2832                       | -1.3978             |
| CUARTOS DE HOTEL EN ZONA TURISTICA | 0.0635                    | 0.0585                       | 1.1192              |
| LOG (TIPO DE CAMBIO PESOS/DLS)     | -80.3817                  | 159.6048                     | -0.4737             |
| INTERCEPT                          | 277.711                   |                              |                     |

PASAJEROS NACIONALES = 277.711 + 0.0171 PIB RESTAURANTES Y HOTELES - 0.8132 TARIFAS NACIONALES + 0.0635 CUARTOS DE HOTEL EN ZONA TURISTICA  
- 80.3817 LOG (TIPO DE CAMBIO PESOS/DLS)

|                                  |         |
|----------------------------------|---------|
| GOODNESS OF FIT                  | 0.9914  |
| Σ SUM OF SQUARES EXPLAINED       | 92.2459 |
| MULTIPLE CORRELATION COEFFICIENT | 0.9609  |
| STANDARD ERROR OF ESTIMATE       | 74.8257 |
| F-VALUE FOR THIS STEP            | 29.7412 |
| F-VALUE 99 % (TABLES)            | 5.995   |
| F-VALUE 95 % (TABLES)            | 3.4789  |
| FIT SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL    |         |
| T-VALUE 95 % (TABLES)            | 2.2292  |

TABLE OF RESIDUALS

| OBSERVATION | Y-VALUE   | Y-ESTIMATE | RESIDUAL | Z       | TIME | RESIDUALS PLOT |
|-------------|-----------|------------|----------|---------|------|----------------|
| 1           | 579.0001  | 516.2825   | -37.3826 | -4.0643 | 15   | +              |
| 2           | 711.0001  | 693.2775   | 17.7224  | 2.5563  |      | +              |
| 3           | 779.0001  | 723.1951   | 55.8049  | 7.7164  |      | +              |
| 4           | 796.0001  | 799.7637   | -1.7637  | -0.2203 |      | +              |
| 5           | 824.0001  | 857.3925   | -33.3926 | -3.8941 |      | +              |
| 6           | 891.0001  | 946.1257   | -55.1257 | -5.8262 | 10   | +              |
| 7           | 1009.0001 | 958.4633   | 49.5317  | 5.1478  |      | +              |
| 8           | 1070.0001 | 1031.2837  | 38.7163  | 3.7542  |      | +              |
| 9           | 1121.0001 | 1112.3244  | 6.6756   | 0.7798  |      | +              |
| 10          | 1141.0001 | 1156.4329  | -25.4329 | -2.1804 |      | +              |
| 11          | 1169.0001 | 1223.415   | -54.415  | -4.8478 | 5    | +              |
| 12          | 1232.0001 | 1256.7229  | -23.7229 | -2.6622 |      | +              |
| 13          | 1414.0001 | 1235.561   | 178.439  | 14.4419 |      | +              |
| 14          | 1132.0001 | 1186.9771  | -54.9771 | -4.6317 |      | +              |
| 15          | 1100.0001 | 1152.6672  | -52.6672 | -4.5692 |      | +              |

BURTON WATSON STATISTIC 2.2230 POSSIBLE AUTOCORRELATION  
LOWER D-W LIMIT 0.672 UPPER D-W LIMIT 1.972

-140 -120 -100 -80 -60 -40 -20 0 20 40 60 80 100 120 140

ROW TO CONTAIN FORECAST ? PROYECCION PASAJEROS NACIONALES

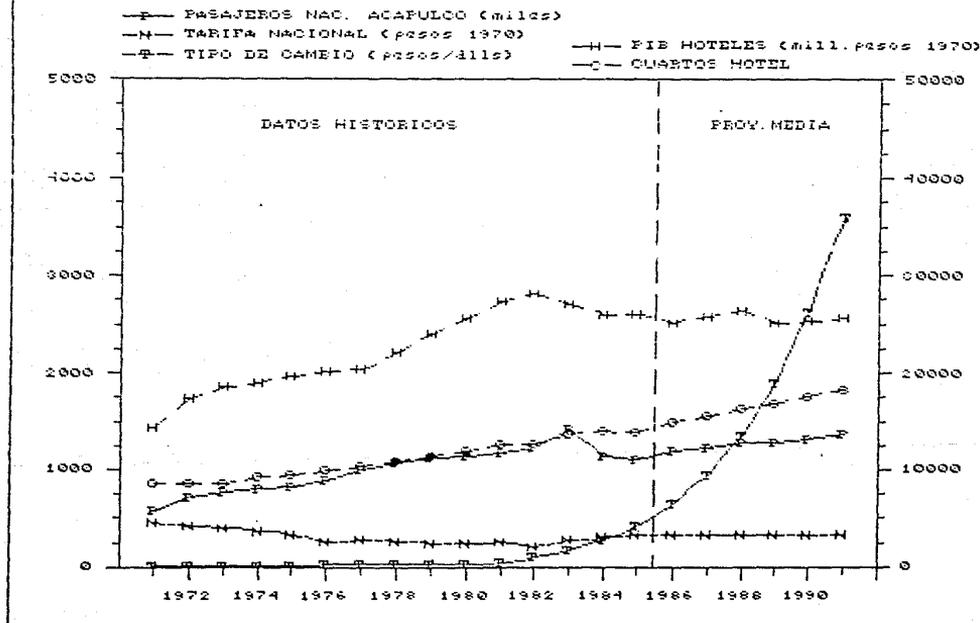
NUMBER OF COLUMNS TO BE FORECAST ? 4

ROW(S) OF INDEPENDENT VARIABLE FORECASTS ? PIB, PIB RES. Y HOTELES, PIB, LOG (TIPO DE CAMBIO), PIB, CTOS DE HOTEL, PIB, TARIFAS NACIONALES

|   |           |
|---|-----------|
| 1 | 1194.5895 |
| 2 | 1233.9331 |
| 3 | 1272.6457 |
| 4 | 1265.3089 |
| 5 | 1318.2287 |
| 6 | 1360.3738 |

CUADRO 4.2.2

# AEROVIAS MEXICANAS, S.A. DE C.V.



CUADRO 4.3

Como se aprecia en los cuadros anteriores, el sistema FCS-EPS, cuenta con una instrucción para regresiones múltiples. Adicionalmente, tiene la opción que permite analizar la regresión por pasos; esto es, el sistema va analizando cada variable y la acepta o la rechaza si no contribuye a mejorar el ajuste. Se anexa una copia de la sesión con la computadora para la proyección, el resultado de la regresión fué el siguiente :

Pasajeros Nacionales =279.711+0.0171 PIB Restaurantes y hoteles  
 -0.8152 Tarifas nacionales  
 +0.0655 Cuartos de hotel  
 -80.3817 Log (tipo de cambio)

Un punto muy importante en las regresiones, es analizar la coherencia de los coeficientes de la regresión, en este caso tenemos : los pasajeros aumentan si aumenta el PIB, pero disminuyen si aumentan las tarifas, también aumentan si aumentan los cuartos de hotel pero disminuyen si aumenta el tipo de cambio. En este caso los coeficientes parecen lógicos.

En base a lo anterior, el pronóstico de pasajeros que viajarán a Acapulco es :

|      |         |
|------|---------|
| 1986 | 1196590 |
| 1987 | 1233953 |
| 1988 | 1272646 |
| 1989 | 1283306 |
| 1990 | 1318259 |
| 1991 | 1360374 |

Para esta proyección, se consideraron los datos proyectados con el escenario medio de las variables independientes.

Una vez con los pasajeros proyectados, se procede a analizar la participación de la empresa en el tráfico doméstico que llega al puerto de Acapulco, para calcular los pasajeros que se podrán transportar.

#### 4.2.2.2 Proyección Mensual :

Una vez que se tienen los pasajeros a nivel anual que viajarán a cada uno de los puntos que conecta la empresa, se distribuyen en una forma mensual. Dada la naturaleza de este problema, la proyección mensual, sugiere la aplicación de técnicas de análisis de tendencias y periodicidad mas que de análisis de regresión como en el caso anterior.

El ejemplo que se presenta utiliza los datos de pasajeros históricos en la ruta México-Acapulco, en la gráfica del cuadro 4.5.1, se muestran los datos históricos y en forma mensual desde 1975 a 1986. Se puede observar una fuerte tendencia de crecimiento acompañada de un gran factor cíclico. Esto se ve reforzado con la estadística Durbin Watson de 0.012 (cuadro 4.4) que indica una fuerte autocorrelación de datos y sugiere una tendencia creciente, así como del autocorrelograma que muestra el coeficiente de correlación de los datos históricos de la ruta relacionados con ellos mismos pero defasando la serie de 1 a 25 periodos, como se puede observar en el cuadro 4.4, los coeficientes mas grandes ocurren en defasamientos 12 y 24, lo que sugiere que los datos presentan un gran ciclo de 12 meses que se repite cada año.

Para mostrar la importancia de comportamientos cíclicos, se llevaron a cabo diferentes proyecciones cuyas gráficas se pueden observar en el cuadro 4.5.2 .

Primero se efectuó un ajuste con varias curvas. Así la curva logarítmica tuvo el mejor valor (0.907) de bondad de ajuste. Sin embargo, proyectando con esta curva, se evitan los ciclos que presenta la curva original, de donde la proyección no es muy real.

De manera similar, se efectuó una proyección adicional utilizando la técnica de promedios móviles, promediando cada 4 datos, y efectuando un ajuste con una línea recta. Con esta técnica, cuyo objetivo es evitar la periodicidad de los datos, se obtiene una proyección muy similar a la anterior . Es una técnica muy sencilla pero nuevamente no es muy real ya que se anulan los ciclos.

Posteriormente, se utilizó una técnica que permite obtener ajustes estacionales. Primero se ajusta una línea recta, y se obtienen factores promedios de la tabla de residuales de cada mes y estos factores se aplican a la proyección para obtener una periodicidad semejante a la que presentan los datos históricos.

Por último se utilizó una técnica denominada winters, cuyo objetivo es proyectar suavizando la información para dar mayor importancia a los datos mas recientes a manera de un exponencial simple y aplicar factores para conservar la periodicidad de la curva. Esta proyección comparada con la anterior presentan un mismo patrón de comportamiento, con un ciclo mas acentuado, muy similar a los últimos ciclos reales que se presentaron en la curva histórica.

AVIACION MEXICANA, S. A. DE C. V.  
TRANSPORTE AEREO PARA EL PASAJERO

PROSPECTO DE PASAJEROS POR RUTA  
 MEXICO-ACAPULCO

| FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | NOV  | DIC  |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1976 | 1976 | 1976 | 1976 | 1976 | 1976 | 1976 | 1976 | 1976 | 1976 | 1976 |

PASAJEROS HISTORICOS

|      |       |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |      |
|------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|
| 1975 | 1964  | 2006 | 2244 | 2193 | 2057 | 2295 | 2316  | 2318  | 4312 | 4062 | 1468 | 2060 |
| 1976 | 1955  | 2142 | 2797 | 2299 | 2125 | 2533 | 2670  | 2990  | 2484 | 2261 | 1938 | 2380 |
| 1977 | 2465  | 2550 | 3026 | 2771 | 2724 | 3026 | 3383  | 3383  | 3128 | 2754 | 2482 | 2622 |
| 1978 | 2907  | 3060 | 3281 | 3077 | 3111 | 3706 | 3910  | 4114  | 3553 | 3247 | 2974 | 3298 |
| 1979 | 3272  | 3532 | 4012 | 3995 | 3973 | 4131 | 4458  | 4424  | 4029 | 3337 | 3060 | 3417 |
| 1980 | 3468  | 3936 | 3995 | 3959 | 3938 | 4488 | 5134  | 4981  | 4423 | 3993 | 3451 | 3893 |
| 1981 | 4114  | 3961 | 4539 | 4573 | 4590 | 5785 | 6138  | 5999  | 5304 | 4553 | 4029 | 4726 |
| 1982 | 4828  | 4709 | 5389 | 5321 | 5406 | 6398 | 7021  | 6825  | 6078 | 5202 | 4627 | 5202 |
| 1983 | 5255  | 5117 | 6052 | 5714 | 6038 | 7174 | 7905  | 7939  | 6988 | 5899 | 5185 | 5712 |
| 1984 | 10630 | 5406 | 6154 | 5716 | 6171 | 5695 | 8347  | 8585  | 6268 | 6103 | 5270 | 5799 |
| 1985 | 6120  | 5314 | 6902 | 6732 | 7140 | 8024 | 5211  | 9203  | 7971 | 6719 | 6171 | 6875 |
| 1986 | 7089  | 6647 | 7123 | 7837 | 8074 | 9075 | 10574 | 10372 | 8535 | 7837 | 6630 | 7344 |

ESTADISTICAS : TOTAL = 68983,0165 D.S.V. STAND = 2024,283 DAXIN WATSON = 0,0122  
 MEDIO = 10074,0001 VARIANZA = 405932,0001  
 RENDIO = 1568,0001 C.F. = 2901 = 0,2563  
 PROMEDIO = 4727,5195 GASTOS = 2,5727

PASAJEROS PROYECTADOS POR AJUSTE DE CURVA LOGARITMICA :

EQUACION :  $LOG Y = 7,56746 + (0,01243) \cdot X - (0,000022) \cdot X^2$   
 ERROR DE AJUSTE : 0,907

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1987 | 8283 | 8344 | 8401 | 8453 | 8514 | 8570 | 8627 | 8683 | 8739 | 8796 | 8852 | 8908 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

PASAJEROS PROYECTADOS POR PROMEDIOS MOVILES :

PROMEDIO CADA 4 DATOS Y AJUSTE CON LINEA RECTA

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1987 | 8507 | 8572 | 8637 | 8702 | 8768 | 8834 | 8900 | 8965 | 9033 | 9100 | 9167 | 9235 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

PASAJEROS PROYECTADOS POR AJUSTE ESTACIONAL :

EQUACION DE LA RECTA :  $Y = 1499,82 + (44,9338) \cdot X$   
 ERROR DE AJUSTE : 0,556 Y SE APLICAN FACTORES SEASONALES PARA AUMENTAR EL AJUSTE  
 FACTORES : 0,342 0,8227 0,981 0,9599 0,9973 1,1038 1,2249 1,2353 1,0819 0,9518 0,3331 0,9432

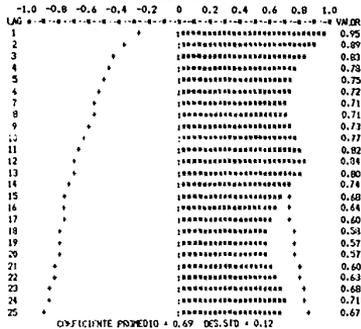
|      |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|
| 1987 | 7126 | 7049 | 8109 | 7925 | 7996 | 9124 | 10126 | 10238 | 8944 | 7848 | 6887 | 7797 |
|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|

PASAJEROS PROYECTADOS POR METODO MINUTOS :

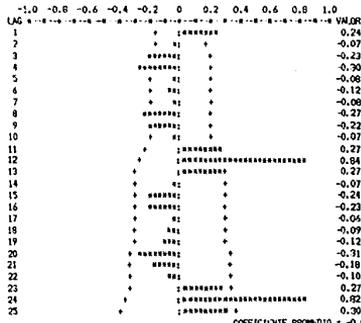
|      |      |      |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |
|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| 1987 | 8620 | 8747 | 10630 | 11416 | 11712 | 12399 | 13278 | 12486 | 9792 | 8385 | 7256 | 8350 |
|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|

CUADRO 4.4

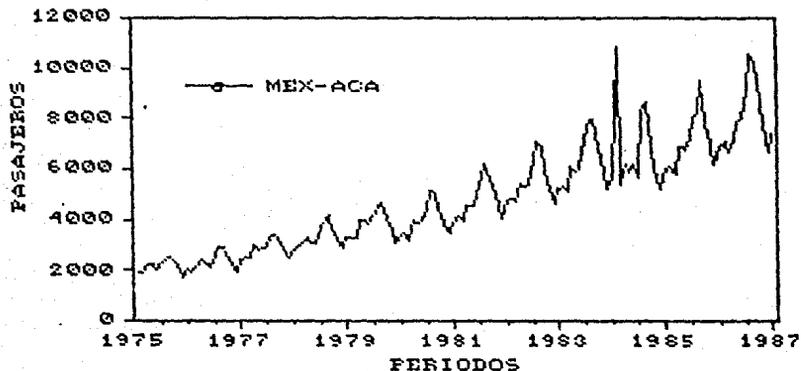
AUTOCORRELACION



AUTOCORRELACION DE LAS PRIMERAS DIFERENCIAS

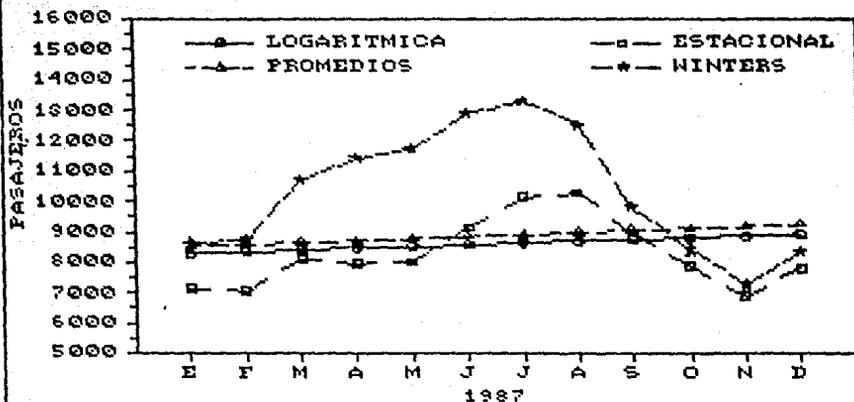


AEROVÍAS MEXICANAS, S. A. DE C. U.  
PASAJEROS MENSUALES EN RUTA DE 1975-1986



CUADRO 4.5.1

AEROVÍAS MEXICANAS, S. A. DE C. U.  
PROYECCIONES DE PASAJEROS PARA 1987 EN MEX-ACA



CUADRO 4.5.2

Con una herramienta que permita este tipo de proyecciones, y un poco de análisis sobre el entorno en el que se mueve la empresa, se logran proyecciones muy confiables.

Este procedimiento, se repite para todas las rutas o todos los pares de ciudades que conecta la empresa, y la información es directamente transferida al modelo de planeación técnica que se describirá posteriormente.

#### 4.3 LA DIRECCION TECNICA :

##### 4.3.1 Descripción General :

Como se comentó anteriormente y se puede observar en la figura 4.1, esta dirección está encargada de la administración de la flota de aviones. Controla mediante procedimientos computarizados, el mantenimiento de los equipos, indicando las fechas de revisión de cada parte de los aviones. Aquí también se llevan a cabo todos los estudios técnicos que son de vital importancia cuando se trata de adquisiciones de nuevos equipos. En general, esta dirección se ocupa de mantener el control sobre la operación diaria.

Las actividades de planeación empiezan con la asignación de la flota. Esto es, cuáles aviones se van a destinar a cuáles vuelos, cuántas veces a la semana será necesario volar de la ciudad X a la Z etc.. Para este efecto, la información necesaria es el pronóstico de pasajeros por ruta, y el último itinerario. Manualmente se hace la distribución de pasajeros para calcular cómo se comportaría la flota con esa proyección y se analizan los resultados en cuanto a factores de cabina (porcentaje de ocupación del avión), niveles de servicio, y flota disponible. Dado que el nivel de tráfico doméstico es muy variable durante el año, la empresa debe cambiar de itinerarios cuando menos 4 veces al año, además de los ajustes mensuales. Para este problema, se desarrolló, con el generador FCS-EPS, un modelo que analiza el comportamiento de la flota a una proyección de pasajeros que se comentará más adelante.

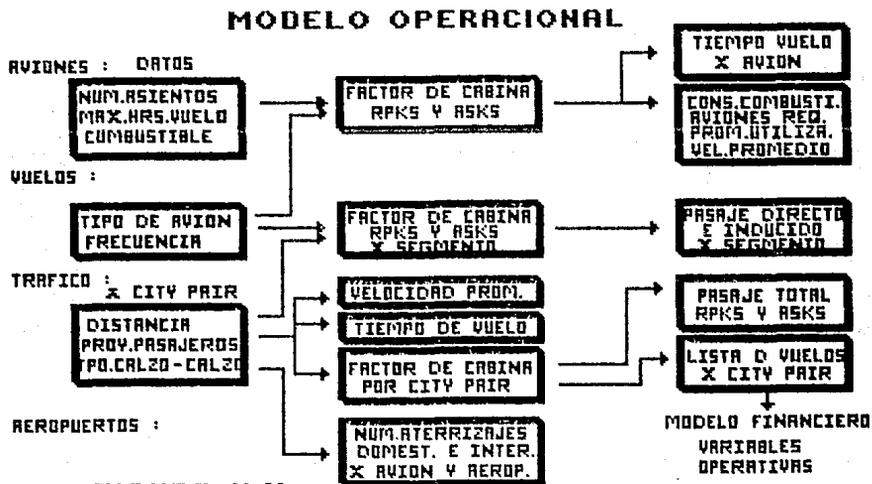
Otro de los problemas importantes que se resuelven en esta dirección, es la asignación de tripulaciones una vez que se tienen los itinerarios listos. La administración de los pilotos y de sus tripulaciones es muy delicada, ya que los contratos establecen un cierto número de horas de descanso por horas de vuelo, los viáticos que se tienen que pagar si la tripulación duerme fuera, pagos de horas extras en casos de retrasos etc. Este problema, se encuentra solucionado casi en su totalidad con un sistema especial desarrollado en lenguaje FORTRAN por una casa de software extranjera y que corre en una computadora VAX.

#### 4.3.2 Modelo de Planeación Técnica :

El modelo desarrollado para la Dirección Técnica, es enlazado con el modelo de proyección de pasajeros y con el de planeación financiera con objeto de lograr una completa integración de los sistemas y de mayores elementos para un Sistema de Soporte de Decisiones.

El modelo en este caso asiste al usuario del área técnica, en la evaluación del comportamiento de la flota con base en cada proyección de pasajeros, para que éste efectúe los ajustes necesarios en cuanto a la administración de las aeronaves, aumentos o disminuciones de las frecuencias de vuelo, posibilidad de nuevas rutas etc. proporcionando además, mayor cantidad de indicadores para poder soportar las estimaciones de los ingresos y egresos de la operación.

Como se puede apreciar en la figura 4.4, el modelo está organizado en 4 niveles:



El primer nivel es el nivel de aviones, en donde se alimentan los datos generales de los aviones como número de asientos, consumo promedio de combustible por hora y horas máximas de vuelo diarias. En esta empresa, únicamente se trabaja con 3 tipos de aviones, los aviones tipo DC-10, y dos versiones de BOEING 727-200, una de 155 asientos y otra de 168 asientos. En este nivel se evalúa el comportamiento de cada tipo de avión, atendiendo a diferentes características como : velocidad promedio, longitud de vuelo promedio o segmento promedio, número de horas de vuelo, pasajeros transportados y factores de ocupación de cabina, tanto para vuelos domésticos como para internacionales.

El segundo nivel, es el nivel de los vuelos, entendiendo por vuelo, el grupo de ciudades que comunica un avión en una sola ruta, es decir sin cambiar de número. Así por ejemplo, el vuelo 910 cubre las ciudades de México, Zihuatanejo, Guadalajara y Los Angeles, mientras que el vuelo 946 sólo cubre México y Guadalajara. En este nivel, se alimentan por mes, los datos de el itinerario, indicando que tipo de avión es el que realiza el vuelo, y con qué frecuencia a la semana. Como se analizará en el modelo financiero, los vuelos son la unidad mínima operativa o unidad estratégica, y se evalúan obteniendo la duración del vuelo en horas al mes, el número de aterrizajes y el consumo de combustible, conceptos que representan costos. Los pasajeros por kilómetros o RPKS transportados en cada segmento que representa la unidad de ingreso. En este nivel, también se calcula el factor de cabina o porcentaje de ocupación de la cabina en cada segmento del vuelo.

El tercer nivel, llamado de tráfico, es donde se manejan todos los pares de ciudades o "city pairs" que comunica la empresa, por ejemplo el par México-Guadalajara. Como datos se tienen la distancia entre las ciudades, el tiempo entre las estaciones o tiempo calzo a calzo y mensualmente se alimentan los pasajeros proyectados para ese "city pair"; en este nivel se evalúan el número de vuelos asignados, la demanda de la ruta, pasajeros transportados y factor de cabina, velocidad del vuelo y otros factores que ayudan a determinar la necesidad de nuevos vuelos o la cancelación de otros.

El último nivel es el de aeropuertos, en donde se calcularán los aterrizajes domésticos e internacionales de cada avión, ya que los aeropuertos manejan tarifas diferentes según la procedencia del vuelo y el tipo de avión.

La proyección de pasajeros que se calcula por cada "city pair" se recibe del modelo de proyecciones, que se liga directamente con este modelo. Posteriormente, se establece una distribución de esos pasajeros proyectados entre el número de vuelos disponibles para conectar esas dos ciudades. Por ejemplo: Entre las ciudades de México y Guadalajara se transportará a 30,000 pasajeros en el mes. El modelo debe primero localizar todos los vuelos que van de México a Guadalajara, en donde se tendrán vuelos directos, de una escala y posiblemente de dos o tres escalas. La distribución se lleva a cabo siguiendo criterios establecidos por el usuario sobre la preferencia del pasajero a ciertos horarios, a volar por aviones grandes, a viajar por vuelos directos etc., como por ej. : 90 % por vuelos directos, 9 % por vuelos de una escala y 1 % por vuelos de dos o tres escalas etc.

Una vez terminada la distribución, se tendrá en cada vuelo, el número de pasajeros que debe manejar en cada tramo o segmento, por ejemplo en el vuelo 910 tiene 3 segmentos, México-Zihuatanejo, Zihuatanejo-Guadalajara y Guadalajara-Los Angeles. En cada segmento se manejan pasajeros directos y pasajeros inducidos. En el segmento Zihuatanejo-Guadalajara se tienen pasajeros directos que solo van de Zihuatanejo a Guadalajara y pasajeros inducidos que van de Zihuatanejo a Los Angeles, de México a Guadalajara o de México a Los Angeles.

Posteriormente, el modelo establece una relación de los asientos por kilómetro o ASKS disponibles en cada segmento de un vuelo y los pasajeros por kilómetro o RPKS que tiene que transportar en ese segmento. Esta relación nos indica el porcentaje de ocupación de la cabina en ese segmento. El cálculo del factor de cabina también se lleva a cabo en cada "city pair" y por cada tipo de avión, en donde se calculan todos los ASKS y RPKS a nivel total y divididos en domésticos e internacionales.

Los RPKS o pasajeros por kilómetro recorrido, representan la unidad fundamental de ingreso para efectos de planeación en la empresa, ya que las tarifas no se tienen medidas por vuelo o ruta sino por RPK doméstico y RPK internacional o también denominadas YIELD doméstico e internacional. Por su parte los ASKS son una buena unidad de medición gasto directo de operación, ya que significan el número de asientos por kilómetro recorrido.

Por último, se calculan las velocidades de los aviones en cada segmento para obtener una velocidad promedio de cada avión. Con esta velocidad se calculan las horas de vuelo por avión y totales con objeto de calcular los consumos de combustible, requerimientos de aviones y promedio de horas de utilización diarias.

Adicionalmente, se produce un listado de todos los vuelos para cada "city pair", y se calculan los aterrizajes por tipo de avión y por tipo de vuelo (doméstico o internacional) en cada aeropuerto.

En las siguientes páginas, en los cuadros 4.6 al 4.9, se muestran los reportes que se obtuvieron al analizar sólo una parte de la operación de esta empresa y su proyección del mes.

Al revisar los reportes de "city pair", en el cuadro 4.6 el usuario notará que entre las ciudades de Los Cabos (SJD) y Mazatlán (MZT), se tiene un factor de cabina muy alto (106.7 %). Así pues, ya que el nivel normal debe ser de 65 % (política general de la empresa), se procede a aumentar la frecuencia de vuelo 938 o en caso de que este al máximo, se puede inaugurar otro vuelo para mejorar el nivel de servicio entre esas ciudades.

En el reporte de vuelos de los cuadros 4.7.1 y 4.7.2, se analiza con más detalle el número de pasajeros que se mueven en cada segmento, cuántos son directos y cuántos se inducen por otras rutas; se manejan también las horas totales de vuelo y los consumos de combustible. El tramo que presenta mayor problema es en el ejemplo, el de México a Los Angeles en el vuelo 908, que se resuelve aumentando 2 frecuencias entre este city pair.

Por último se presenta un reporte por aviones en el cuadro 4.8, en el que se especifica cuántos aviones de cada tipo se necesitan para satisfacer la demanda, a qué velocidades en promedio opera cada tipo y los factores de ocupación de la cabina.

Analizando los reportes, es donde realmente entra el trabajo de usuario y su conocimiento sobre los pasajeros que maneja, puesto que un factor de cabina en la ruta México - Villahermosa de 70 % puede ser aceptable, mientras que el mismo factor en la ruta México - Filadelfia puede ser muy alto. De esta forma el usuario va "jugando" con el modelo adaptando la flota a las necesidades de tráfico, procurando la mejor utilización posible de los equipos sin sacrificar servicio, ya que esto redundará en un gran beneficio económico para la empresa.

En los resultados del nivel de aviones, se puede verificar si éstos están siendo usados de la mejor manera, por ejemplo sería un error si las velocidades promedio de los BOEING 727's son mayores a las de los DC-10's, puesto que los segundos están diseñados para volar mayores distancias y a mayor velocidad; o si los factores de cabina de los aviones son bajos, lo que permitiría decidir si alguna unidad puede pasar al área de mantenimiento; si los promedios de utilización diaria son muy elevados (+ de 9 horas), será necesario evaluar la adquisición de un nuevo equipo etc.



AGENCIAS AERONAUTICAS S. A. DE C. V.

REPORTE DE VIAJES

REPORTE DEL MES DE ENERO DE 1977

| NO. VUELO               | TIPO DE AVION | VUELOS SEMANA | HORAS DE VUELO COMESTIBLE | CONSUMO | DISTANCIA EN KM |        |        |        | PASAJEROS DIRECTOS |        |        |        | PASAJEROS INCLUIDOS |        |        |        |   |
|-------------------------|---------------|---------------|---------------------------|---------|-----------------|--------|--------|--------|--------------------|--------|--------|--------|---------------------|--------|--------|--------|---|
|                         |               |               |                           |         | SEG. 1          | SEG. 2 | SEG. 3 | SEG. 4 | SEG. 1             | SEG. 2 | SEG. 3 | SEG. 4 | SEG. 1              | SEG. 2 | SEG. 3 | SEG. 4 |   |
| 110 MEX-LAX             | 2             | 7             | 102.18                    | 989,476 | 2,573           | -      | -      | -      | 8,208              | -      | -      | -      | -                   | -      | -      | -      | - |
| 144 MEX-GDL-SFO         | 1             | 7             | 136.24                    | 806,597 | 478             | 2,775  | -      | -      | 2,914              | 3,000  | -      | -      | -                   | 350    | -      | -      | - |
| 146 MEX-SFO             | 1             | 7             | 121.25                    | 717,315 | 3,155           | -      | -      | -      | 3,150              | -      | -      | -      | -                   | -      | -      | -      | - |
| 181 ORD MEX-GDL-PVR     | 1             | 5             | 110.43                    | 654,543 | 2,772           | 478    | 211    | -      | 1,714              | 2,914  | 2,436  | -      | -                   | 243    | 356    | 197    | - |
| 184 MEX-GDL-ORD         | 1             | 3             | 53.47                     | 251,433 | 478             | 2,967  | -      | -      | 1,249              | 1,640  | -      | -      | -                   | 286    | 296    | -      | - |
| 185 ORD-GDL-MEX         | 1             | 5             | 99.30                     | 580,069 | 2,647           | 478    | -      | -      | 2,250              | 2,222  | -      | -      | -                   | 190    | -      | -      | - |
| 204 MEX-MTY             | 2             | 7             | 41.51                     | 363,447 | 679             | -      | -      | -      | 5,664              | -      | -      | -      | -                   | -      | -      | -      | - |
| 722 MEX-MDL             | 2             | 4             | 25.05                     | 148,363 | 923             | -      | -      | -      | 1,800              | -      | -      | -      | -                   | -      | -      | -      | - |
| 724 MEX-GDL             | 2             | 4             | 17.42                     | 104,777 | 561             | -      | -      | -      | 2,000              | -      | -      | -      | -                   | -      | -      | -      | - |
| 734 MEX-GDL-MTY-MTY     | 2             | 4             | 51.22                     | 363,546 | 426             | 426    | 691    | -      | 1,800              | 900    | 700    | -      | -                   | 441    | 1,961  | 1,016  | - |
| 736 MEX-GDL-MDL         | 1             | 2             | 29.51                     | 235,636 | 478             | 870    | -      | -      | 932                | 640    | -      | -      | -                   | 200    | 200    | -      | - |
| 807 ACA MEX-ORD         | 1             | 7             | 131.45                    | 776,966 | 379             | 2,772  | -      | -      | 2,000              | 2,571  | -      | -      | -                   | 98     | -      | -      | - |
| 804 MEX-GDL-PVR-ORD     | 1             | 4             | 92.66                     | 541,530 | 478             | 211    | 2,760  | -      | 1,665              | 1,506  | 1,600  | -      | -                   | 268    | 298    | 123    | - |
| 805 ORD-PVR-GDL-MEX     | 1             | 4             | 92.06                     | 541,530 | 2,940           | 211    | 478    | -      | 1,514              | 2,000  | 1,770  | -      | -                   | 186    | 186    | 95     | - |
| 700 MEX-LAX             | 2             | 7             | 102.18                    | 834,476 | 2,573           | -      | -      | -      | 8,208              | -      | -      | -      | -                   | -      | -      | -      | - |
| 902 MEX-ACA-LAX         | 1             | 7             | 92.15                     | 545,452 | 326             | 2,708  | -      | -      | 1,000              | 1,000  | -      | -      | -                   | 2,273  | 2,273  | -      | - |
| 910 SFO-PVR-MEX-LAX     | 1             | 5             | 136.45                    | 676,360 | 372             | 1,101  | 2,573  | -      | 1,000              | 2,500  | 4,079  | -      | -                   | -      | -      | -      | - |
| 910 MEX-ZIH-GDL-LAX     | 1             | 5             | 86.10                     | 586,361 | 250             | 378    | 2,711  | -      | 700                | 600    | 1,164  | -      | -                   | 1,963  | 1,963  | 263    | - |
| 912 MEX-D-IGDL-LAX      | 1             | 7             | 138.59                    | 821,669 | 514             | 302    | 2,211  | -      | 630                | 450    | 1,191  | -      | -                   | 1,963  | 1,963  | 263    | - |
| 922 MEX-GDL-PVR-MTL     | 2             | 7             | 114.31                    | 676,052 | 478             | 1,755  | 561    | -      | 3,158              | 5,800  | 4,000  | -      | -                   | 310    | 310    | 210    | - |
| 924 MEX-GDL-PVR         | 2             | 7             | 46.30                     | 274,908 | 429             | 311    | -      | -      | 3,158              | 2,937  | -      | -      | -                   | 122    | 122    | -      | - |
| 928 MEX-MDL             | 2             | 7             | 49.54                     | 531,444 | 2,241           | -      | -      | -      | 3,790              | -      | -      | -      | -                   | -      | -      | -      | - |
| 934 MEX-MTY             | 1             | 7             | 41.51                     | 247,417 | 970             | -      | -      | -      | 3,428              | -      | -      | -      | -                   | -      | -      | -      | - |
| 936 MEX-HRO             | 2             | 2             | 20.04                     | 116,490 | 1,672           | -      | -      | -      | 900                | -      | -      | -      | -                   | -      | -      | -      | - |
| 938 MEX-GDL-SJO-MTY-LAX | 2             | 7             | 161.43                    | 956,069 | 478             | -      | -      | -      | 2,514              | -      | -      | -      | -                   | -      | -      | -      | - |
| 940 MEX-PVR-MTY-LAX     | 1             | 7             | 130.12                    | 769,742 | 666             | 294    | 1,749  | -      | 2,700              | 2,500  | 1,500  | -      | -                   | 848    | 848    | 613    | - |
| 946 MEX-GDL             | 1             | 4             | 15.56                     | 94,254  | 478             | -      | -      | -      | 1,665              | -      | -      | -      | -                   | -      | -      | -      | - |
| 948 MEX-GDL             | 1             | 3             | 11.57                     | 70,691  | 478             | -      | -      | -      | 1,249              | -      | -      | -      | -                   | -      | -      | -      | - |
| 950 MEX-GDL             | 1             | 7             | 27.54                     | 144,945 | 478             | -      | -      | -      | 2,914              | -      | -      | -      | -                   | -      | -      | -      | - |
| 954 MEX-GDL-ZLO         | 1             | 3             | 19.42                     | 116,509 | 478             | 202    | -      | -      | 1,249              | 1,500  | -      | -      | -                   | 70     | 70     | -      | - |
| 958 MEX-GDL             | 1             | 7             | 27.54                     | 164,945 | 478             | -      | -      | -      | 2,914              | -      | -      | -      | -                   | -      | -      | -      | - |

CUADRO 4.7.1



AERONAVES MEXICANAS, S. A. DE C. V.  
 REPORTE DE TIPOS DE AVIONES

REPORTE DEL MES DE ENERO DE 1967

| TIPO DE AVION  | ASIENTOS | HRS. DE VUELO |       | CONSUMO COMB |       | AVIONES REPOSICIONADOS | HORAS DIARIAS POR AVION | HRS VOLADAS C/O A C/O | HRS TOTALES DE VUELO | VELOCIDAD PROMEDIO | DOMESTICOS |         |             | INTERNACIONALES |         |           |
|----------------|----------|---------------|-------|--------------|-------|------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|------------|---------|-------------|-----------------|---------|-----------|
|                |          | PROMEDIO      | TOTAL | POR HORA     | TOTAL |                        |                         |                       |                      |                    | R P K S    | A S K S | FAC. CAB.   | R P K S         | A S K S | FAC. CAB. |
| 8727-200 (133) | 155      | 9.30          | 5,912 | 9,010,437    | 6     | 8.24                   | 1,550.00                | 1,524.04              | 404                  | 26,979,878         | 39,595,259 | 48,142  | 20,031,290  | 133,624,936     | 62,501  |           |
| 8727-200 (168) | 168      | 9.30          | 5,912 | 2,659,190    | 2     | 7.15                   | 470.45                  | 449.47                | 561                  | 36,344,524         | 47,046,184 | 77,222  | 10,088,232  | 9,100,792       | 110,752 |           |
| DC10-15        | 315      | 9.30          | 8,685 | 729,857      | 1     | 2.55                   | 90.28                   | 87.55                 | 725                  | 3,927,644          | 6,747,615  | 53,212  | 42,566,689  | 50,641,290      | 84,064  |           |
| TOTALES        |          |               |       | 12,398,484   | 9     |                        | 2,111.13                | 2,057.48              |                      | 47,252,044         | 93,409,053 | 72,001  | 140,636,200 | 178,375,018     | 70,922  |           |

CUADRO 4.8

AERONAVES MEXICANAS, S. A. DE C. V.  
 REPORTE DE SERVICIOS DE ATERRIZAJE POR AEROPUERTO

REPORTE DEL MES DE ENERO DE 1967

AEROPUERTOS NACIONALES :

|                     | PROCEDECIA NACIONAL BOEING 727-200 | PROCEDECIA NACIONAL DC 10-15 | PROCEDECIA INTERNACIONAL BOEING 727-200 | PROCEDECIA INTERNACIONAL DC 10-15 |
|---------------------|------------------------------------|------------------------------|---|-----------------------------------|
| ACA ACAPULCO        | 31                                 | -                            | -                                       | -                                 |
| CUL GUADAJALARA     | 399                                | -                            | 22                                      | -                                 |
| TIPO INDEPENDIEN    | 177                                | -                            | -                                       | -                                 |
| MEH MEXICO          | 40                                 | -                            | 44                                      | -                                 |
| MTY MONTREY         | 18                                 | 31                           | -                                       | -                                 |
| PDL MEXICALI        | 62                                 | -                            | -                                       | -                                 |
| REI MEXICALI        | 111                                | -                            | -                                       | -                                 |
| NLD NUEVO LAREDO    | 27                                 | -                            | -                                       | -                                 |
| PVR PUERTO VALLARTA | 102                                | -                            | 18                                      | -                                 |
| SJO LOS CABOS       | 31                                 | -                            | -                                       | -                                 |
| ZIH ZIHUATANEJO     | 22                                 | -                            | -                                       | -                                 |
| ZLO PANTANILLO      | 44                                 | -                            | -                                       | -                                 |
| TOTAL DOMESTICOS    | 1,042                              | 31                           | 81                                      | -                                 |

AEROPUERTOS INTERNACIONALES :

|                     | BOEING 727-200 | DC 10-15 |    |
|---------------------|----------------|----------|----|
| ORD CHICAGO         | 62             | -        | -  |
| OAX OAXTEPEJALA     | 22             | -        | -  |
| LAX LOS ANGELES     | 168            | 62       | -  |
| SFO SAN FRANCISCO   | 62             | -        | -  |
| TOTAL INTERNACIONAL | 314            | 62       | -  |
| TOTAL SERVICIOS     | 1,377          | 93       | 81 |

CUADRO 4.9

Otra aplicacibn muy importante que puede tener este modelo, la evaluacibn de diferentes tipos de aeronaves; esto es, utilizarlo para evaluar otros tipos de aviones en el mercado, y analizar su comportamiento con las rutas y las proyecciones de pasajeros actuales, para de esta forma, fundamentar la adquisicibn de un determinado equipo.

El ejemplo analizado, trata de representar lo que puede ser un trabajo semi-estructurado. El modelo por si mismo, no toma otra decisibn que la de cmo distribuir los pasajeros en base a parmetros bien identificados, y un usuario sin ayuda de la computadora, tardarla mucho tiempo en medir todos los indicadores que necesita para fundamentar sus decisiones.

#### 4.4 DIRECCION FINANCIERA

##### 4.4.1 Descripcibn General :

Esta direccibn se encarga del registro, control y planeacibn de los recursos monetarios de la empresa. Es la direccibn que mas se veria beneficiada con un generador para desarrollar su propio Sistema de Soporte de Decisiones. Los modelos y las aplicaciones que se pueden desarrollar son ilimitados, y dependeran de las necesidades y habilidades de los usuarios. Podrian desarrollarse, modelos para anlisis de crditos, manejos de activos, flujo de efectivo, consolidacibn de ingresos y egresos por tipos de vuelo y rutas, anlisis de inversiones etc., siempre con la ventaja de que los usuarios participen en la creacibn de las aplicaciones, para lograr modelos realmente efectivos y con la suficiente flexibilidad para establecer diferentes tipos de anlisis y poderlos modificar para adaptarlos a nuevos escenarios, por ejemplo con nuevas reformas fiscales.

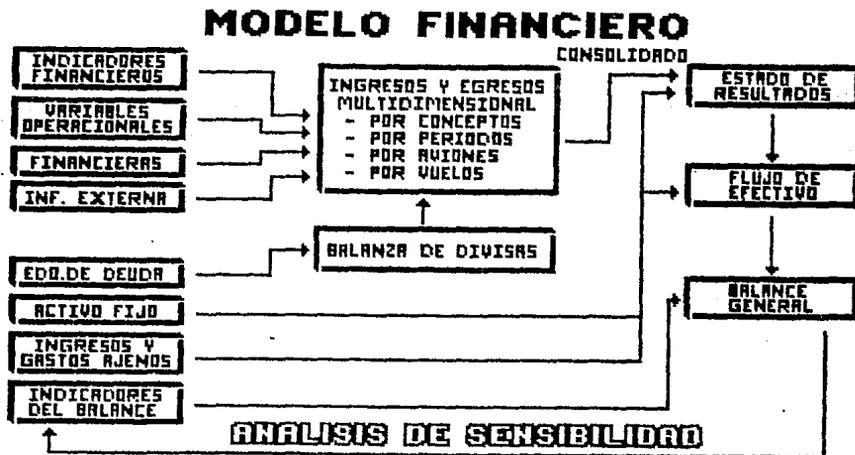
La mayoria de las tareas de planeacibn realizadas en esta direccibn son hechas a mano, salvo algunos casos donde la computadora ayuda proporcionando informaci3n, casi siempre con sistemas aislados unos de otros.

Recientemente y al igual que en muchas empresas, aprovechando la oportunidad de adquirir equipos de cmputo personales a un costo relativamente bajo, se han empezado a desarrollar modelos aislados de planeacibn financiera utilizando sistemas conocidos como "HOJAS ELECTRONICAS". Aunque estas herramientas son muy efectivas, el volumen de las operaciones de esta empresa, y la cantidad de anlisis que son necesarios para llegar a "buenas decisiones", requieren de un sistema mas sofisticado que permitiera mucha mayor flexibilidad, poder y el acceso directo a la informaci3n central de la empresa lo que no se obtiene con estas herramientas.

La ventaja en la utilización de un generador con respecto al manejo de modelos en micro-computadoras con "HOJAS ELECTRONICAS" como "Visi-Calc" o "Lotus 1-2-3", además de poder explotar los recursos de cómputo tanto en máquinas grandes como micros, de facilidades para creación de modelos multi-dimensionales, integración de diversas herramientas etc, es la oportunidad de integrar todos los sistemas de la empresa que generalmente residen en la computadora central, para lograr un verdadero Sistema de Soporte de Decisiones.

#### 4.4.2 Modelo de Planeación Financiera :

El modelo de planeación financiera, como parte final de todo el sistema, integra los resultados o indicadores de operación obtenidos en el modelo anterior en un modelo multidimensional, analizando los vuelos en forma individual, en un horizonte de planeación de 10 años ( los primeros 2 en forma mensual) y divididos en domésticos e internacionales. Posteriormente, los datos totales se integran a pequeños sub-modelos que permiten visualizar en forma general la situación financiera de la empresa, ver fig 4.5 .

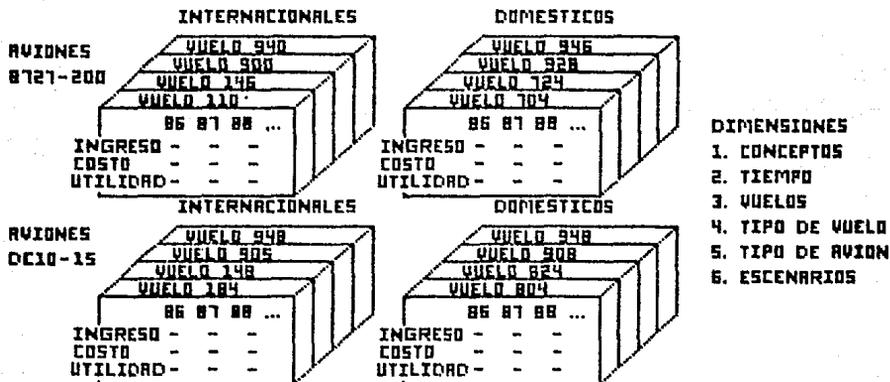


Todos los indicadores o variables operacionales que se manejan en el modelo anterior, como RPKS, horas de vuelo, consumo de combustible, número de aterrizajes, pasajeros transportados etc. se convierten en dinero si se multiplican por los diferentes costos de los indicadores asociados a ellos como costos por hora de pilotos, de sobrecargos, de mantenimiento, de provisiones, de materiales ; o costos por litro de combustible, costo por aterrizajes etc. De esta forma se calculan todos los ingresos y gastos en que incurre cada vuelo, y permite al usuario un análisis individual que le deja mucha mayor flexibilidad de acción en cuanto a políticas por vuelos se refiera.

La facilidad del sistema "FCG-EPG" de establecer modelos en varias dimensiones, permite que estos ingresos y gastos sean analizados por cada vuelo e incluso manejar diferentes escenarios como se ilustra en la figura 4.6 .

En el cuadro 4.10, se muestra un reporte del modelo multidimensional. En este caso se trata de un reporte del vuelo 922 de la dimensión de velos domésticos y del tipo de avión BOEING 727-200 tipo 2.

## MODELO MULTIDIMENSIONAL DE INGRESOS



**FIGURA 4.6**

Los conceptos básicos de ingresos se derivan de los pasajeros transportados, y se expresan en relación porcentual a ellos, como ingresos por correos, express y carga, excesos de equipaje, vuelos especiales y otros; además todos ellos se dividen en domésticos e internacionales. Los conceptos de gastos también derivados de los indicadores operacionales se dividen en: Operaciones de vuelo, mantenimiento, servicio a pasajeros, servicios a aviones, servicios de tráfico, servicios de comunicaciones, ventas y reservaciones, gastos administrativos etc. Muchos de estos conceptos se encuentran a niveles corporativos y no es fácil su distribución por vuelo, pero una vez establecido algún criterio de distribución como ingresos por vuelo, los gastos generales serán fácilmente distribuíbles en cada vuelo.

Este sub-modelo de ingresos y egresos por vuelo se consolida para obtener los datos totales de la empresa, y se liga con los demás conceptos como estado de la deuda, ingresos y gastos ajenos a la operación y el modelo de activos fijos; para producir los reportes del estado de resultados, situación financiera y flujo de efectivo. En las siguientes páginas, se anexan los reportes que comprenden este módulo, con base a un horizonte de planeación a 12 meses el primer año y 7 años más.

La utilidad más importante del modelo, viene cuando el usuario pretende establecer diferentes análisis de sensibilidad con el modelo que se ha realizado. Esto es, plantear diferentes escenarios y alternativas posibles para dirigir a la empresa de mejor manera. Por ejemplo, se puede plantear preguntas como: ¿qué pasa si aumenta el precio del litro de turbosina, o aumentan las tarifas de aterrizaje o cambia la paridad peso / dólar etc., otro tipo de preguntas que se puede plantear es cuál debe ser la tarifa por RPK en un vuelo México - Guadalajara para lograr un rendimiento determinado en esa ruta, o en cuánto se deben disminuir los costos administrativos para mejorar los resultados; con el modelo ya diseñado, el usuario podrá plantear las alternativas que sean necesarias con una simple instrucción utilizando el generador "FCS-EPS". Otras de las ventajas que proporciona el generador es medir los efectos entre las variables, por ejemplo qué conceptos se ven más afectados por la inflación, o cuáles son las variables que más efecto tienen sobre la utilidad neta de la empresa etc.

Con toda esta información y los sistemas integrados en todos los niveles, se podrá llegar a una planeación más eficaz, contando con un sistema que proporciona las herramientas necesarias para ayudar a decidir al usuario y adecuar el rumbo de su empresa a los cambios y las necesidades del entorno.

DIMENSIONES

WUELOS DOMESTICOS  
AVION BOEING 727-200 (21)

AERONAV MEXICANAS, S.A. DE C.V.

WUELO 922 HX-GOL-HRD-IND

|                                       | ENE    | FEB    | MAR    | ABR    | MAY    | JUN    | JUL    | AGO    | SEP    | OCT    | NOV    | DIC    | 1987   | 1988   | 1989   | 1990   | 1991   | 1992   | 1993   | 1994   |  |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| <b>VARIABLES OPERACIONALES</b>        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |
| PASAJEROS                             | 12988  | 13110  | 13249  | 13382  | 13515  | 14461  | 15474  | 15319  | 15166  | 15014  | 14864  | 14715  | 14568  | 14423  | 14278  | 14136  | 13994  | 13854  | 13716  | 13579  |  |
| R P K S (miles)                       | 10684  | 10940  | 10978  | 11667  | 10917  | 11896  | 14223  | 17601  | 13275  | 12150  | 11627  | 12708  | 11993  | 11584  | 11745  | 11527  | 11396  | 11282  | 11169  | 11049  |  |
| A S K S (miles)                       | 12947  | 13245  | 14172  | 14830  | 15522  | 17426  | 17252  | 18907  | 16549  | 16403  | 16229  | 16071  | 15916  | 15757  | 15599  | 15443  | 15289  | 15136  | 14984  | 14835  |  |
| PAC. PAB.                             | 971    | 772    | 781    | 791    | 701    | 471    | 951    | 971    | 811    | 741    | 751    | 751    | 751    | 751    | 751    | 751    | 751    | 751    | 751    | 751    |  |
| TIPO DE WUELO                         | 114    | 615    | 117    | 118    | 127    | 136    | 134    | 133    | 132    | 131    | 129    | 128    | 127    | 126    | 124    | 123    | 122    | 121    | 120    | 119    |  |
| CONSUMO COMBUSTIBLE                   | 473052 | 41003  | 489621 | 493507 | 702142 | 731434 | 804249 | 795206 | 788244 | 770362 | 772553 | 764932 | 737104 | 749512 | 742116 | 734695 | 727248 | 720074 | 712074 | 705745 |  |
| ATERIZAJES                            | 93     | 94     | 95     | 96     | 97     | 104    | 111    | 110    | 109    | 109    | 106    | 105    | 104    | 103    | 102    | 101    | 100    | 99     | 98     | 97     |  |
| <b>INDICADORES DE INGRESO Y COSTO</b> |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |
| TARIFA/RPKS                           | 13     | 14     | 15     | 16     | 17     | 18     | 19     | 20     | 21     | 22     | 23     | 25     | 26     | 27     | 28     | 30     | 31     | 33     | 35     | 36     |  |
| PILOTOS/HR                            | 36622  | 39010  | 41350  | 43911  | 46461  | 51107  | 56218  | 59629  | 61990  | 65079  | 63333  | 71750  | 75338  | 79104  | 83060  | 87213  | 91573  | 96132  | 100959 | 106007 |  |
| CORRUBIBLE/ALT                        | 29     | 31     | 33     | 35     | 37     | 40     | 44     | 47     | 49     | 51     | 54     | 57     | 59     | 62     | 66     | 69     | 72     | 76     | 80     | 84     |  |
| SAL.OPERACIONES/HR                    | 977    | 961    | 10599  | 11172  | 11864  | 13055  | 14353  | 15073  | 15827  | 16618  | 17449  | 18211  | 19217  | 20199  | 21209  | 22270  | 23353  | 24352  | 25380  | 27669  |  |
| CTO.MATERIALES/HR                     | 101    | 107    | 114    | 121    | 128    | 141    | 155    | 162    | 171    | 179    | 188    | 197    | 207    | 218    | 229    | 240    | 252    | 265    | 278    | 292    |  |
| COMD Y PROVISION /HR                  | 104    | 110    | 117    | 124    | 132    | 145    | 159    | 167    | 175    | 184    | 193    | 203    | 213    | 224    | 235    | 247    | 259    | 272    | 286    | 300    |  |
| SUBORDINADOS/HR                       | 17101  | 18127  | 19214  | 20367  | 21589  | 22748  | 24123  | 27429  | 28000  | 30240  | 31752  | 32340  | 35007  | 36757  | 38595  | 40525  | 42531  | 44739  | 46913  | 49250  |  |
| M.INVENTOS/PAS.                       | 590    | 615    | 652    | 691    | 732    | 805    | 896    | 930    | 977    | 1026   | 1077   | 1131   | 1187   | 1247   | 1309   | 1374   | 1443   | 1515   | 1591   | 1645   |  |
| SAL.PERS./TIERRA/HR                   | 18540  | 19632  | 20832  | 22081  | 23406  | 25747  | 28322  | 29738  | 31225  | 32786  | 34425  | 36146  | 37954  | 39851  | 41844  | 43936  | 46133  | 48440  | 50862  | 53405  |  |
| ATRIPLICIA                            | 12648  | 13607  | 14211  | 15064  | 15966  | 17563  | 19221  | 20987  | 21301  | 22667  | 23855  | 24659  | 25992  | 27187  | 28546  | 29973  | 31472  | 33046  | 34693  | 36433  |  |
| SAL.TRIPLICIDOR                       | 21857  | 23148  | 24599  | 26102  | 27894  | 30533  | 33289  | 35058  | 36811  | 38652  | 40564  | 42613  | 44744  | 46961  | 49320  | 51792  | 54367  | 57106  | 59917  | 62809  |  |
| SAL.DONICIA/HR                        | 2340   | 2460   | 2629   | 2787   | 2954   | 3250   | 3573   | 3941   | 4138   | 4345   | 4562   | 4790   | 5030   | 5281   | 5545   | 5823   | 6114   | 6419   | 6740   |        |  |
| <b>INGRESOS DE OPERACION (MILES)</b>  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |
| PASAJEROS                             | 142061 | 146473 | 159862 | 183852 | 183299 | 213704 | 281192 | 355252 | 285372 | 270372 | 271659 | 311683 | 308493 | 320884 | 332561 | 346737 | 360433 | 374670 | 389469 | 404853 |  |
| OPORTOS                               | 810    | 825    | 911    | 1048   | 1043   | 1218   | 1403   | 2025   | 1628   | 1541   | 1548   | 1777   | 1740   | 1829   | 1901   | 1976   | 2054   | 2136   | 2220   | 2303   |  |
| EXPRES Y CARGA                        | 6847   | 7059   | 7704   | 8860   | 8833   | 10298  | 12521  | 17120  | 13762  | 13009  | 14991  | 15030  | 14876  | 15463  | 16074  | 16709  | 17367  | 18055  | 18769  | 19520  |  |
| EXCESO DE EQUIPAJE                    | 393    | 601    | 633    | 754    | 732    | 876    | 1153   | 1637   | 1121   | 1199   | 1114   | 1278   | 1266   | 1316   | 1368   | 1472   | 1536   | 1622   | 1719   | 1660   |  |
| OTROS                                 | 1307   | 1348   | 1471   | 1671   | 1684   | 1966   | 2597   | 3248   | 2467   | 2487   | 2699   | 2867   | 2840   | 2952   | 3069   | 3190   | 3347   | 3487   | 3583   | 3725   |  |
| TOTAL INGRESOS                        | 151627 | 156314 | 170603 | 196205 | 195615 | 228662 | 300085 | 379121 | 304740 | 288539 | 289912 | 332624 | 329434 | 342446 | 359973 | 370034 | 386430 | 399944 | 415638 | 430035 |  |
| <b>EGRESOS DE OPERACION (MILES)</b>   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |
| OP. DE WUELO                          | 23810  | 25480  | 27277  | 29193  | 31254  | 34808  | 43227  | 45005  | 44624  | 48668  | 50577  | 52599  | 54643  | 56874  | 59095  | 61388  | 63827  | 66363  | 68998  | 71738  |  |
| MANTENIMIENTO                         | 1098   | 1172   | 1254   | 1341   | 1425   | 1495   | 1764   | 2044   | 2129   | 2242   | 2328   | 2423   | 2518   | 2621   | 2728   | 2825   | 2940   | 3060   | 3185   | 3314   |  |
| SERV. PASAJEROS                       | 9488   | 10152  | 10868  | 11621  | 12422  | 14466  | 17264  | 19731  | 18658  | 19393  | 20353  | 20955  | 21781  | 22648  | 23549  | 24460  | 25411  | 26444  | 27495  | 28588  |  |
| SERV. MACHINES                        | 3296   | 3523   | 3770   | 4032   | 4316   | 5091   | 5994   | 6214   | 6481   | 6794   | 6993   | 7317   | 7562   | 7848   | 8186   | 8438   | 8731   | 9137   | 9527   | 9721   |  |
| TRAF. Y COMERCIAL                     | 2764   | 2954   | 3161   | 3378   | 3616   | 4271   | 5029   | 5206   | 5429   | 5650   | 6106   | 6244   | 6468   | 6874   | 7119   | 7409   | 7711   | 8025   | 8352   |        |  |
| VENTAS                                | 14819  | 15277  | 16674  | 19176  | 19118  | 22899  | 29248  | 37053  | 29785  | 28200  | 28334  | 32508  | 32177  | 33468  | 34790  | 36125  | 37793  | 39078  | 40622  | 42266  |  |
| ADMINISTRACION                        | 3522   | 3662   | 3997   | 4576   | 4852   | 5343   | 7030   | 8081   | 7139   | 6759   | 6791   | 7792   | 7717   | 8022   | 8339   | 8648   | 9011   | 9367   | 9721   | 10121  |  |
| PUBLICIDAD                            | 11220  | 11547  | 12825  | 15319  | 14475  | 16877  | 22206  | 28053  | 22352  | 21352  | 24414  | 24378  | 25341  | 26342  | 27383  | 28664  | 29598  | 30757  | 31972  |        |  |
| COMERCIAL                             | 11220  | 11547  | 12825  | 15319  | 14475  | 16877  | 22206  | 28053  | 22352  | 21352  | 24414  | 24378  | 25341  | 26342  | 27383  | 28664  | 29598  | 30757  | 31972  |        |  |
| ADMINISTRATIVO                        | 11220  | 11547  | 12825  | 15319  | 14475  | 16877  | 22206  | 28053  | 22352  | 21352  | 24414  | 24378  | 25341  | 26342  | 27383  | 28664  | 29598  | 30757  | 31972  |        |  |
| TOTAL GASTOS                          | 70049  | 73787  | 79625  | 87866  | 91250  | 107040 | 132174 | 150411 | 139308 | 138999 | 142953 | 154264 | 157140 | 163008 | 169094 | 174896 | 182509 | 190778 | 198376 | 206223 |  |
| CONTRIBUCION MARGINAL                 | 81578  | 82337  | 90979  | 108338 | 104363 | 121022 | 147910 | 228710 | 165772 | 149540 | 147417 | 178360 | 172274 | 179038 | 185668 | 193537 | 201141 | 209964 | 217862 | 225803 |  |
| MARGEN DE OPERACION                   | 53.80% | 52.80% | 53.33% | 55.22% | 53.25% | 53.07% | 55.95% | 60.33% | 54.28% | 51.83% | 50.85% | 53.62% | 52.29% | 52.28% | 52.27% | 52.30% | 52.29% | 52.28% | 52.27% | 52.26% |  |

CUADRO 4.10

AGRIAS MEXICANAS, S.A. DE C.V.  
 (subsidiaria de la Compañía de Aviación Mexicana)

ESTADO DE RESULTADOS  
 MILLONES DE PESOS

|  | ENE     | FEB     | MAR     | ABR     | MAY     | JUN     | JUL     | AUG     | SEP     | OCT     | NOV     | DIC     | 1987     | 1988     | 1989     | 1990      | 1991      | 1992      | 1993      | 1994      |  |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| <b>INGRESOS DE OPERACION</b>                   |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |          |          |          |           |           |           |           |           |  |
| <b>PASAJEROS</b>                               |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |          |          |          |           |           |           |           |           |  |
| Pasajeros domésticos                           | 4707.0  | 4775.1  | 4554.4  | 4508.4  | 4841.9  | 4807.5  | 5456.4  | 5665.3  | 6241.3  | 6123.1  | 6740.2  | 6848.0  | 54178.7  | 59447.2  | 56182.3  | 57642.2   | 44888.4   | 70440.3   | 70413.8   | 80662.3   |  |
| Pasajeros internacionales                      | 7368.0  | 8113.2  | 7561.3  | 10151.1 | 7521.4  | 10765.5 | 15647.0 | 9471.7  | 10775.4 | 11639.4 | 12207.9 | 13741.1 | 170221.0 | 214637.1 | 171589.5 | 1500122.0 | 1564119.4 | 1739468.7 | 1696022.6 | 2182522.9 |  |
| otras ingresos                                 | .....   | .....   | .....   | .....   | .....   | .....   | .....   | .....   | .....   | .....   | .....   | .....   | .....    | .....    | .....    | .....     | .....     | .....     | .....     | .....     |  |
| Total otros (no doméstico)                     | 556.7   | 501.5   | 545.4   | 545.4   | 571.2   | 567.1   | 611.4   | 644.8   | 566.8   | 625.4   | 625.4   | 712.4   | .....    | .....    | .....    | .....     | .....     | .....     | .....     | .....     |  |
| Total otros int.-internac.                     | 432.2   | 477.0   | 567.1   | 547.1   | 573.7   | 632.3   | 706.4   | 594.0   | 613.2   | 625.5   | 724.4   | 733.1   | .....    | .....    | .....    | .....     | .....     | .....     | .....     | .....     |  |
| Total ingresos operacion                       | 13647.7 | 13717.8 | 15214.6 | 15881.4 | 15944.4 | 16329.0 | 20214.1 | 15595.0 | 15729.4 | 15712.9 | 15444.1 | 22232.9 | 194634.5 | 423222.0 | 183740.0 | 1495429.6 | 1707291.2 | 1926229.8 | 2046293.1 | 2414075.8 |  |
| <b>GASTOS DE OPERACION</b>                     |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |          |          |          |           |           |           |           |           |  |
| Total operaciones de vuelo                     | 2450.3  | 2429.5  | 2775.0  | 2994.7  | 3059.9  | 3256.2  | 3466.4  | 3511.2  | 3443.4  | 3077.1  | 3044.5  | 3052.6  | 3052.6   | 14450.4  | 14774.4  | 16239.4   | 14436.2   | 21247.4   | 23814.3   | 240925.0  |  |
| Total mantenimiento                            | 1041.7  | 1029.1  | 1234.9  | 1292.2  | 1316.9  | 1527.9  | 1414.9  | 1413.1  | 1572.2  | 1497.9  | 1302.1  | 1362.5  | 1374.4   | 14473.4  | 12738.5  | 13149.4   | 12041.4   | 17047.2   | 18715.3   | 206401.4  |  |
| Total servicio a pasajero                      | 591.1   | 540.4   | 611.5   | 613.7   | 637.0   | 629.4   | 724.7   | 745.1   | 599.7   | 695.4   | 673.4   | 632.7   | 731.4    | 14323.4  | 14044.2  | 20144.4   | 20144.4   | 27579.1   | 26115.1   | 30772.9   |  |
| Total servicio aéreo                           | 562.7   | 570.1   | 630.8   | 654.9   | 673.2   | 722.4   | 745.0   | 722.2   | 731.4   | 680.9   | 678.4   | 646.1   | 7444.7   | 7444.7   | 10423.4  | 14323.4   | 14323.4   | 14323.4   | 14323.4   | 21976.3   |  |
| Total serv. tráfico                            | 633.4   | 641.5   | 704.4   | 767.5   | 813.9   | 870.5   | 964.9   | 964.9   | 821.4   | 1317.0  | 1079.2  | 1023.2  | 1023.2   | 1023.2   | 1541.5   | 13099.1   | 13468.2   | 21479.5   | 21969.0   | 27948.4   |  |
| Total comunicaciones                           | 209.7   | 194.6   | 204.7   | 204.6   | 213.0   | 207.2   | 212.6   | 212.4   | 209.9   | 197.0   | 211.4   | 243.3   | 243.3    | 243.3    | 243.3    | 243.3     | 243.3     | 243.3     | 243.3     | 243.3     |  |
| Total otros reserv.                            | 1865.0  | 1931.1  | 2148.3  | 2251.3  | 2273.3  | 2284.5  | 2722.2  | 2462.4  | 2416.1  | 2295.5  | 2466.4  | 3071.0  | 28094.6  | 111144.2 | 119119.5 | 148911.1  | 154025.1  | 172428.6  | 180315.6  | 216204.7  |  |
| Total publicidad                               | 256.9   | 261.7   | 280.8   | 310.5   | 304.8   | 313.9   | 601.2   | 307.9   | 307.5   | 314.4   | 241.8   | 413.1   | 3994.1   | 15742.9  | 24252.0  | 28252.6   | 32449.2   | 36498.7   | 79278.1   | 156175.3  |  |
| Total otros                                    | 2052.2  | 2052.2  | 2052.2  | 2052.2  | 2052.2  | 2052.2  | 2052.2  | 2052.2  | 2052.2  | 2052.2  | 2052.2  | 2052.2  | 144475.0 | 24252.0  | 2052.2   | 2052.2    | 2052.2    | 2052.2    | 2052.2    | 2052.2    |  |
| Total gastos operacion                         | 9662.4  | 9699.1  | 10702.3 | 11041.6 | 11485.0 | 11936.5 | 12310.4 | 12611.6 | 12284.5 | 13048.5 | 12343.9 | 14391.0 | 142448.2 | 452540.5 | 444911.1 | 514545.9  | 605007.0  | 667111.3  | 725338.9  | 812701.7  |  |
| Utilidad de la operacion                       | 3404.3  | 3618.5  | 4514.3  | 4881.9  | 6119.3  | 4792.3  | 7903.7  | 658.4   | 1441.3  | 4148.0  | 4294.2  | 3181.8  | 5664.3   | 34931.1  | 83116.9  | 771083.7  | 116477.2  | 1259013.4 | 1377051.2 | 1601444.1 |  |
| <b>GASTOS E INGRESOS AJENOS A LA OPERACION</b> |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |          |          |          |           |           |           |           |           |  |
| Intereses                                      | 340.0   | 340.0   | 340.0   | 340.0   | 340.0   | 340.0   | 340.0   | 340.0   | 340.0   | 340.0   | 340.0   | 340.0   | 640.0    | 640.0    | 340.0    | 340.0     | 340.0     | 340.0     | 340.0     | 340.0     |  |
| Pensiones y jubilaciones                       | 53.8    | 53.8    | 53.8    | 53.8    | 53.8    | 53.8    | 53.8    | 53.8    | 53.8    | 53.8    | 53.8    | 53.8    | 437.5    | 437.5    | 53.8     | 53.8      | 53.8      | 53.8      | 53.8      | 53.8      |  |
| Otros  | (207.6) | (207.6) | (207.6) | (207.6) | (207.6) | (207.6) | (207.6) | (207.6) | (207.6) | (207.6) | (207.6) | (207.6) | (2471.6) | (2471.6) | (207.6)  | (207.6)   | (207.6)   | (207.6)   | (207.6)   | (207.6)   |  |
| Util.neta antes impo.                          | 3218.2  | 3422.4  | 4320.1  | 4651.6  | 5724.3  | 4306.4  | 7717.4  | 3772.3  | 3207.2  | 3761.9  | 4119.0  | 2950.7  | 5462.9   | 36757.0  | 83272.8  | 770977.5  | 1104706.0 | 1259432.7 | 1372651.1 | 1601228.0 |  |
| I. S. R.                                       | 1251.6  | 1441.6  | 1818.7  | 1956.2  | 1652.0  | 1766.7  | 3241.4  | 1534.4  | 1379.0  | 1494.0  | 1726.2  | 1341.4  | 27231.2  | 154791.0 | 149489.6 | 607777.0  | 648161.5  | 528485.6  | 574404.2  | 672298.3  |  |
| P. I. U.                                       | 321.8   | 343.2   | 432.0   | 465.8   | 572.4   | 430.6   | 771.8   | 377.2   | 320.7   | 376.1   | 411.0   | 295.6   | 546.3    | 3675.8   | 8327.3   | 97089.8   | 110470.6  | 125943.2  | 137265.1  | 160122.8  |  |
| Util/per. ant. revaluacion                     | 1544.7  | 1647.6  | 2078.5  | 2235.7  | 1888.0  | 2019.1  | 3704.4  | 1810.7  | 1527.4  | 1901.7  | 1972.8  | 3018.7  | 26299.4  | 174448.8 | 399826.9 | 466030.8  | 531218.9  | 604523.5  | 659716.2  | 768603.8  |  |
| Dep. x revaluacion                             | .0      | .0      | .0      | .0      | .0      | .0      | .0      | .0      | .0      | .0      | .0      | .0      | .0       | .0       | .0       | .0        | .0        | .0        | .0        | .0        |  |
| Utilidad (pérdida)                             | 1544.7  | 1647.6  | 2078.5  | 2235.7  | 1888.0  | 2019.1  | 3704.4  | 1810.7  | 1527.4  | 1901.7  | 1972.8  | 3018.7  | 26299.4  | 174448.8 | 399826.9 | 466030.8  | 531218.9  | 604523.5  | 659716.2  | 768603.8  |  |

CUADRO 4.11

AVIACION MEXICANA, S.A. DE C.V.

REPORTE DE INGRESOS DE OPERACION

(MILLONES DE PESOS)

|                                       | ENE     | FEB     | MAR     | ABR     | MAY     | JUN     | JUL     | AGO     | SEP     | OCT     | NOV     | DIC     | 1987     | 1988     | 1989      | 1990      | 1991      | 1992      | 1993      | 1994      |
|---------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>INGRESOS POR PASAJEROS</b>         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |          |          |           |           |           |           |           |           |
| Pasajeros domesticos                  | 4707.0  | 4225.3  | 4554.6  | 4588.6  | 4694.8  | 4407.5  | 5656.9  | 5885.3  | 4241.0  | 4315.3  | 4074.2  | 4848.0  | 56178.7  | 59642.2  | 56178.7   | 59642.2   | 64808.4   | 70440.3   | 78413.8   | 80862.3   |
| Pasajeros internacionales             | 7368.9  | 8113.8  | 9561.3  | 10157.1 | 9758.6  | 10765.5 | 13537.0 | 9471.7  | 10775.4 | 11859.8 | 12335.9 | 15716.1 | 128751.0 | 714537.3 | 1170351.9 | 1361022.6 | 1544119.8 | 1379665.7 | 1399927.6 | 2194557.9 |
| Total pasajeros                       | 12075.8 | 12339.1 | 14115.9 | 14745.7 | 14453.5 | 15173.0 | 19243.9 | 15337.0 | 14616.5 | 15975.2 | 16450.1 | 20724.1 | 185229.7 | 727477.5 | 1227034.6 | 1397764.8 | 1603923.2 | 1909700.6 | 1977441.4 | 2775480.2 |
| <b>OTROS INGRESOS DOMESTICOS</b>      |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |          |          |           |           |           |           |           |           |
| Correo                                | 2.68    | 2.41    | 2.60    | 2.62    | 2.68    | 2.51    | 3.22    | 3.34    | 2.42    | 2.46    | 2.32    | 2.76    | 32.02    | 34.00    | 32.02     | 34.00     | 36.94     | 40.15     | 44.70     | 46.09     |
| Express y cargas                      | 226.93  | 201.62  | 219.49  | 221.13  | 206.24  | 212.40  | 272.61  | 202.55  | 204.38  | 207.96  | 176.54  | 221.63  | 2707.23  | 2074.16  | 2707.25   | 2074.16   | 2123.12   | 3294.52   | 3779.76   | 3956.75   |
| Exceso de equipaje                    | 19.30   | 17.32   | 18.67   | 18.81   | 19.25   | 18.07   | 23.19   | 24.05   | 17.39   | 17.69   | 16.70   | 19.88   | 230.33   | 244.53   | 230.33    | 244.53    | 265.71    | 208.81    | 321.50    | 331.54    |
| Vuelos especiales                     | 53.79   | 52.77   | 56.89   | 57.31   | 53.64   | 55.05   | 70.65   | 73.26   | 52.97   | 53.90   | 50.39   | 60.25   | 701.67   | 714.93   | 701.67    | 714.93    | 809.46    | 879.80    | 979.39    | 1009.97   |
| Otros                                 | 43.30   | 38.87   | 41.90   | 42.22   | 43.19   | 40.25   | 52.04   | 53.36   | 39.02   | 39.70   | 37.48   | 44.60   | 516.84   | 548.71   | 516.84    | 548.71    | 596.24    | 648.05    | 721.41    | 743.93    |
| Ingresos incidentales                 | 207.77  | 196.51  | 201.04  | 202.54  | 207.23  | 194.35  | 249.69  | 258.90  | 181.20  | 190.83  | 179.83  | 213.99  | 2479.73  | 2652.61  | 2479.73   | 2652.61   | 2860.64   | 3109.74   | 3461.19   | 3569.26   |
| Total otros ing.domestico             | 529.68  | 501.50  | 540.59  | 544.62  | 557.23  | 523.13  | 671.42  | 696.15  | 501.37  | 512.19  | 631.57  | 575.41  | 6667.85  | 6667.85  | 6667.85   | 7078.93   | 7692.11   | 8360.56   | 9306.93   | 9597.54   |
| <b>OTROS INGRESOS INTERNACIONALES</b> |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |          |          |           |           |           |           |           |           |
| Correo                                | 11.50   | 12.66   | 14.92   | 15.85   | 15.22   | 16.79   | 21.20   | 14.78   | 16.19   | 18.19   | 19.28   | 24.77   | 201.32   | 1114.83  | 1826.61   | 2090.59   | 2408.83   | 2713.57   | 2962.48   | 3423.51   |
| Express y cargas                      | 347.73  | 352.89  | 451.20  | 479.21  | 460.51  | 508.02  | 641.17  | 446.97  | 429.62  | 350.23  | 331.00  | 749.19  | 6089.92  | 3373.73  | 5225.05   | 6390.39   | 7264.01   | 8305.39   | 9245.11   | 10354.19  |
| Exceso de equipaje                    | 75.98   | 81.46   | 96.00   | 101.98  | 97.98   | 108.09  | 136.41  | 95.10   | 104.17  | 117.06  | 124.05  | 159.40  | 1295.67  | 7174.96  | 11755.90  | 13454.83  | 15502.96  | 17464.24  | 19066.24  | 22033.36  |
| Total otros imp.internac.             | 435.21  | 477.01  | 562.11  | 597.13  | 573.71  | 632.90  | 798.78  | 556.84  | 609.97  | 685.48  | 726.40  | 933.36  | 7866.91  | 42013.53 | 68873.56  | 78785.81  | 90778.80  | 102263.19 | 111643.83 | 129018.06 |
| Total otros ingresos                  | 991.9   | 978.5   | 1102.7  | 1191.8  | 1130.9  | 1155.0  | 1470.2  | 1253.0  | 1113.3  | 1197.7  | 1210.0  | 1508.8  | 14258.8  | 49992.5  | 73505.4   | 82664.7   | 98470.9   | 110627.7  | 120590.8  | 138615.6  |
| Total ingresos operacion              | 13067.7 | 13217.6 | 15218.6 | 15887.4 | 15284.4 | 16329.0 | 20714.1 | 16590.0 | 15729.8 | 17172.6 | 17460.1 | 22322.9 | 199484.5 | 823372.0 | 1302590.0 | 1465297.6 | 1707399.2 | 1928297.8 | 2098392.1 | 2414075.8 |

CUADRO 4.12

APLICACIONES EN EL CAMPO DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
=====

En el capítulo anterior, se analizaron algunas posibles aplicaciones que pudieran desarrollarse en una línea aérea. Dada la versátil preparación que obtiene un Ingeniero Industrial, este pudiera ocupar algún puesto en cualquiera de las direcciones de la empresa antes mencionada, pudiendo beneficiarse de las aplicaciones descritas .

En este capítulo, se pretende hacer una descripción de diversas técnicas y aplicaciones que pueden ser desarrollados con un generador de Sistemas de Soporte de Decisiones y que tienen mayor relación con las actividades más comunes de un Ingeniero Industrial.

5.1 TECNICAS FINANCIERAS PARA EVALUACION DE PROYECTOS :

La actividad de evaluar diferentes proyectos de inversión, para decidir cual será el más viable para la empresa, es asignada comúnmente a los Ingenieros. Las decisiones sobre proyectos de inversión involucran una gran cantidad de variables y datos futuros inciertos, por que generalmente se toman con base en información incompleta; de hecho, solo un pequeño número de las variables más relevantes es controlable. De cualquier forma, las decisiones tienen que ser tomadas y no evadidas, ya que el no tomar una decisión, implica en sí mismo, una decisión.

Al analizar proyectos de inversión en las empresas, se persiguen varios objetivos, algunos de los cuales se listan a continuación :

- Maximizar las utilidades a corto y largo plazo.
- Aumentar las ventas.
- Evitar grandes riesgos.
- Mayor participación de mercado.
- Aumentar rendimiento de las acciones.
- Mejoras internas, salarios, empleados satisfechos etc.

Toda decisi3n sobre nuevos proyectos de inversi3n debe estar enfocada a lograr los objetivos que la empresa se haya fijado. Aunque la mayoria de los objetivos est3n relacionados con el aumento de las utilidades, un factor clave en la toma de decisiones y que nunca se debe menospreciar, es el an3lisis del riesgo en que se incurre en cada proyecto ; una inversi3n puede aparentar grandes utilidades con mucho riesgo, mientras otra aunque no representa mucha utilidad es bastante segura.

Uno de los conceptos mas utilizados para la evaluaci3n de un proyecto de inversi3n es el flujo de caja. Mas que las utilidades despu3s de impuestos, el aumento promedio de las acciones o los ingresos. El flujo de efectivo proporciona una idea mas clara de las inversiones y los beneficios que se tienen a3o con a3o en un proyecto dado. Es por esto que la mayoria de los criterios utilizados para analizar los proyectos, operan sobre el flujo de efectivo, estos criterios son :

- Periodo de recuperaci3n de la inversi3n.
- Valor presente neto.
- Indice del valor presente.
- Tasa interna de retorno.

#### S.1.1 Periodo de Recuperaci3n :

El periodo de recuperaci3n o payback como tambi3n se le conoce com3nmente, es aquel en el que los flujos positivos igualan a los negativos, o el tiempo que se requiere para cubrir la inversi3n original. Ejemplo :

| A3o   | 0    | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   |
|-------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Flujo | -500 | 400 | 300 | 300 | 400 | 500 |

Como se puede apreciar, el primer a3o se recupera gran parte de la inversi3n pero no toda, es necesaria una tercera parte de los ingresos del segundo a3o para cubrirla completamente, por lo tanto el periodo de recuperaci3n es de 2.33 a3os. El periodo de recuperaci3n es un concepto f3cil de entender y de calcular por lo que es muy utilizado, pero tiene varias desventajas :

- Los flujo fuera del periodo de recuperaci3n son ignorados:

|       |      |     |     |      |      |       |                |
|-------|------|-----|-----|------|------|-------|----------------|
| Flujo | -500 | 400 | 300 | 2000 | 5000 | 10000 | payback = 2.33 |
|-------|------|-----|-----|------|------|-------|----------------|

- La escala del flujo tambi3n se ignora :

|       |    |   |   |   |   |   |                |
|-------|----|---|---|---|---|---|----------------|
| Flujo | -5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | payback = 2.33 |
|-------|----|---|---|---|---|---|----------------|

- Además se ignora la pérdida del valor del dinero en el tiempo. En este punto se podría definir un periodo de recuperación descontado, si primero se aplica una tasa de descuento anual al flujo y después se calcula el periodo de recuperación. Por ejemplo en el flujo del ejercicio, se aplicará una tasa de pérdida de valor del dinero del 60 % anual y se tiene:

|      |     |     |     |     |     |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| -500 | 400 | 300 | 300 | 400 | 500 |
| ---  | --- | --- | --- | --- | --- |
|      | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 |

Flujo      -500    250    117.2    73.2    61    47.7    payback = 3.98

Es importante utilizar, al evaluar proyectos, alguna tasa de descuento del valor del dinero en el tiempo, ya que es obvio que el dinero del año entrante, no es igual al del presente, puesto que se ve afectado, entre otras cosas, por la inflación.

### 5.1.2 Valor Presente Neto :

El valor presente neto es un criterio en el que se suman todos los flujos de un determinado proyecto descontados a valor presente.

$$VPN = A_0 + \frac{A_1}{(1+i)} + \frac{A_2}{(1+i)^2} + \frac{A_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{A_n}{(1+i)^n}$$

Ejemplo :

|                         |      |     |       |      |     |      |
|-------------------------|------|-----|-------|------|-----|------|
| Año                     | 0    | 1   | 2     | 3    | 4   | 5    |
| Flujo                   | -500 | 400 | 300   | 300  | 400 | 500  |
| Tasa de descuento anual |      |     |       | 60 % |     |      |
| Valor Presente          | -500 | 250 | 117.2 | 73.2 | 61  | 47.7 |
| Val. Pres. Neto         |      |     |       |      |     | 49.1 |

Al igual que el anterior, este también es un concepto sencillo de entender, pero tiene la ventaja de que si se toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo y se analizan todos los flujos de acuerdo a la duración del proyecto. Además, si se requiere, la tasa de descuento anual puede variar con cada periodo.

El inconveniente de utilizar este criterio, se presenta cuando se obtienen varios flujos con valores presentes iguales, para lo que se recomienda utilizar diferentes tasas de descuento u otros criterios de evaluación.

|         |      |     |     |     |     |     |     |     |   | VPN AL 10% |
|---------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|------------|
| Flujo A | -500 | 400 | 300 | 200 | 100 | 0   | 0   | 0   | 0 | 330        |
| Flujo B | -500 | 0   | 0   | 100 | 200 | 300 | 400 | 400 |   | 330        |

### 5.1.3 Índice de Valor Presente :

El índice del valor presente o razón beneficio costo como también se le conoce, es igual al valor presente neto de los flujos positivos entre el valor presente neto de los flujos negativos.

Ejemplo , con una tasa de descuento del 40% anual :

|                |        |      |      |      |      |        |
|----------------|--------|------|------|------|------|--------|
| Flujo          | -1500  | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |        |
| VPN flujos (+) | 1849.2 |      |      |      |      |        |
| VPN flujos (-) | 1500   |      |      |      |      |        |
|                |        |      |      |      |      | = 1.23 |

Si el índice es mayor a 1., o, lo que es lo mismo el valor presente neto es positivo, el proyecto es aceptable. Con el índice del valor presente se presenta un problema en cuanto a comparación de varios proyectos, ya que las razones ignoran la escala de los valores que se estén comparando :

|         | 0     | 1    | 2    | 3    | 4    | Índice 40% | vpn    |
|---------|-------|------|------|------|------|------------|--------|
| Flujo A | -1500 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1.23       | 349.22 |
| Flujo B | -3200 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 1.15       | 498.46 |

Aparentemente, el flujo A, es mejor puesto que presenta un índice de 1.23 mientras que el flujo B cuyo índice es de 1.15. Si se observa el valor presente neto, el flujo B aparece como mejor opción. Esto es debido a que el índice no toma en cuenta la escala de los valores y se puede probar que es mejor el flujo B si se obtiene el índice del flujo B-A :

|           |       |      |      |      |      | Índice 40% |
|-----------|-------|------|------|------|------|------------|
| Flujo B-A | -1700 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1.09       |

Ya que el índice de la diferencia es mayor que 1., se concluye que el flujo del minuendo es mejor opción, esto es, el flujo B.

#### 5.1.4 Tasa Interna de Retorno :

La tasa interna de retorno es el porcentaje al cual la suma de flujos descontados positivos y negativos es igual. Esto es, si se aplica la TIR como el porcentaje de descuento de cada periodo, el valor presente neto es 0. En la figura 5.1 se muestra una gráfica de valor presente contra tasa de descuento. La TIR, se define en el punto donde la curva cruza la abscisa. Es el valor de i que satisface la siguiente ecuación :

$$A_0 + \frac{A_1}{(1+i)} + \frac{A_2}{(1+i)^2} + \frac{A_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{A_n}{(1+i)^n} = 0.$$

#### GRAFICA PARA EL CALCULO DE LA TIR

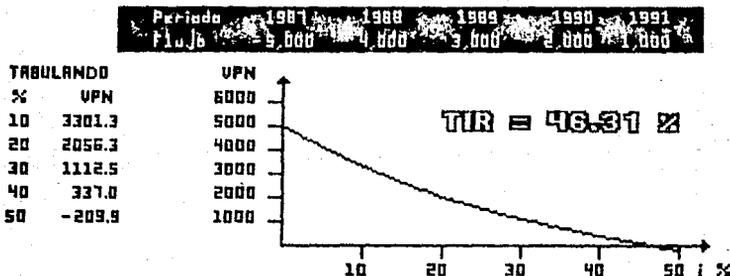


FIGURA 5.1

Es muy usual la evaluación de proyectos con este indicador, ya que proporciona un punto de análisis en cuanto a que se relaciona con el costo del capital en cada periodo. La tasa interna de retorno es una buena medida del rendimiento que está pagando el proyecto evaluado. Usualmente se le compara con los rendimientos ofrecidos por inversiones en bancos y casas de bolsa, y ya que en los instrumentos manejados por estas instituciones el "riesgo" es menor, la TIR del proyecto debe ser lo suficientemente alta para vencer a rendimientos bancarios y además, cubrir el riesgo de la inversión.

Los inconvenientes del indicador TIR, es que no toma en cuenta la escala de los datos. Diferentes flujos pueden tener la misma TIR. Por otro lado, este indicador supone una sola tasa de descuento para todos los periodos y realmente no ocurre así.

Otros problemas que se encuentran utilizando el indicador TIR para evaluar diferentes proyectos, es que no siempre un flujo posee una TIR y a veces un solo flujo tiene más de una TIR, como se muestra en la figura 5.2 :

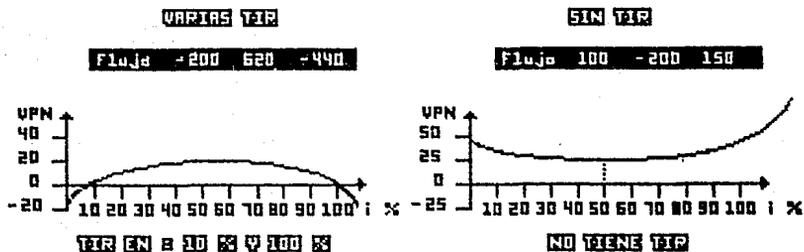


FIGURA 5.2

Para el que no tiene TIR :

$$100 - \frac{200}{(1+i)} + \frac{150}{(1+i)^2} = 0 \quad \text{si } x = \frac{1}{(1+i)} \Rightarrow 100 - 200x + 150x^2 = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad b^2 - 4ac = 40000 - 4 \cdot 150 \cdot 100 = -20000 !!!$$

Lo que quiere decir que la curva de VPN conforme varía la tasa de descuento, nunca cruza el eje por lo que no existe la TIR; de cualquier forma, se puede calcular el valor mínimo de la curva o lo que sería una aproximación de la TIR. Para esto, se deriva la curva y se iguala a cero (el punto donde la pendiente es cero, es un máximo o mínimo).

$$\frac{d \text{ NPV}}{d x} = \frac{d}{d x} (100 - 200x + 150x^2) = -200 + 300x$$

igualando a cero :  $-200 + 300x = 0$

$$x = 2/3$$

Si  $x = \frac{1}{1+i} = \frac{2}{3} \implies i = 50\%$

En la siguiente página, se muestra el cuadro 5.1, con la lógica para el análisis de dos flujos de efectivo para 6 años, efectuado con el generador "FCS-EPG", los cuales corresponden a dos proyectos de inversión distintos. El objetivo es determinar cuál será el proyecto mas adecuado. Para los dos flujos, se supone una tasa de descuento anual del 90 %. Se han calculado los valores presente, futuro, periodo de recuperación (utilizando el flujo descontado) y la tasa interna de retorno. Toda la información está en millones de pesos.

Para el flujo A, se tiene un valor presente neto de 593.82 millones, un periodo de recuperación sobre el flujo descontado de 1.11 años, un valor futuro de 14703.57 millones para 1992 y una tasa interna de retorno de 189.11 %.

El flujo del proyecto B, tiene un valor presente neto de 762.20 millones, se recupera en 1.33 años, su valor futuro es de 18872.82 millones en 1992 y su tasa interna de retorno es de 186.99 %.

Atendiendo al criterio de la TIR o del periodo de recuperación, se escogería el proyecto A, que se recupera casi 3 meses antes que el B y que la TIR es ligeramente superior; por otro lado, los valores presente y futuro del proyecto B son superiores al los del proyecto A, claro que esto depende de la tasa de descuento que se utilice. Graficando los valores presentes de ambos en la figura 5.3 se tiene :

#### ANALISIS DE DOS FLUJOS DE EFECTIVO

| Periodo | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 |
|---------|------|------|------|------|------|------|
| Flujo A | 500  | 400  | 300  | 200  | 100  | 0    |
| Flujo B | 600  | 500  | 400  | 300  | 200  | 100  |

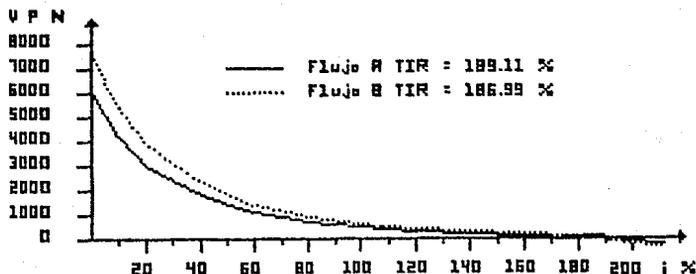


FIGURA 5.3

LOGICA Y CALCULOS DEL ANALISIS DE 2 FLUJOS

```

SYSTEM ) SET COLUMNS 6
SYSTEM ) LOGIC
+ 1 INFLACION
+ 2 FLUJO A
+ 3 FLUJO A DESCONTADO = FLUJO A DISCOUNT INFLACION
+ 4 PAYBACK A = PAYBACK(FLUJO A DESCONTADO)
+ 5 VPN A = FLUJO A NPVAT INFLACION
+ 6 VFN A = NTV(FLUJO A, INFLACION) LAG 5.
+ 7 TIR A = DCF(FLUJO A)
+ 12 FLUJO B
+ 13 FLUJO B DESCONTADO = FLUJO B DISCOUNT INFLACION
+ 14 PAYBACK B = PAYBACK(FLUJO B DESCONTADO)
+ 15 VPN B = FLUJO B NPVAT INFLACION
+ 16 VFN B = NTV(FLUJO B, INFLACION) LAG 5.
+ 17 TIR B = DCF(FLUJO B)
+ 22 FLUJO A-B = FLUJO A - FLUJO B
+ 25 VPN A-B = FLUJO A-B NPVAT INFLACION
+ 26 VFN A-B = NTV(FLUJO A-B, INFLACION) LAG 5.
+ 27 TIR A-B = DCF(FLUJO A-B)
+ 32 FLUJO B-A = FLUJO B - FLUJO A
+ 35 VPN B-A = FLUJO B-A NPVAT INFLACION
+ 36 VFN B-A = NTV(FLUJO B-A, INFLACION) LAG 5.
+ END
SYSTEM ) CALCULATE
SYSTEM ) DISPLAY
    
```

|                       | 1987       | 1988    | 1989    | 1990    | 1991    | 1992     |
|-----------------------|------------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 1 TASA DE DESCUENTO   | 90.00 x    | 90.00 x | 90.00 x | 90.00 x | 90.00 x | 90.00 x  |
| 2 FLUJO A             | -500.00    | 900.00  | 900.00  | 1200.00 | 1500.00 | 2000.00  |
| 3 FLUJO A DESCONTADO  | -500.00    | 473.68  | 249.31  | 174.95  | 115.10  | 80.77    |
| 4 PAYBACK A           | 1.11       | -       | -       | -       | -       | -        |
| 5 VPN A               | 593.02     | -       | -       | -       | -       | -        |
| 6 VFN A               | -          | -       | -       | -       | -       | 14703.57 |
| 7 TIR A               | 189.11 x   | -       | -       | -       | -       | -        |
| 12 FLUJO B            | -600.00    | 900.00  | 1400.00 | 1800.00 | 2000.00 | 2100.00  |
| 13 FLUJO B DESCONTADO | -600.00    | 473.69  | 387.81  | 262.43  | 153.47  | 84.81    |
| 14 PAYBACK B          | 1.33       | -       | -       | -       | -       | -        |
| 15 VPN B              | 762.20     | -       | -       | -       | -       | -        |
| 16 VFN B              | -          | -       | -       | -       | -       | 10872.02 |
| 17 TIR B              | 186.99 x   | -       | -       | -       | -       | -        |
| 22 FLUJO A-B          | 100.00     | -       | -500.00 | -600.00 | -500.00 | -100.00  |
| 25 VPN A-B            | -168.39    | -       | -       | -       | -       | -        |
| 26 VFN A-B            | -          | -       | -       | -       | -       | -4169.40 |
| 27 TIR A-B            | 179.80 x   | -       | -       | -       | -       | -        |
| 32 FLUJO B-A          | -100.00    | -       | 500.00  | 600.00  | 500.00  | 100.00   |
| 35 VPN B-A            | 168.39     | -       | -       | -       | -       | -        |
| 36 VFN B-A            | -          | -       | -       | -       | -       | 4169.40  |
| 37 TIR B-A            | 179.80 x   | -       | -       | -       | -       | -        |
|                       | CUADRO 5.1 |         |         |         |         |          |

Para poder definir cuál será el proyecto adecuado, se han analizado en forma independiente los flujos de los proyectos A-B y B-A ; aquel que produzca un valor presente negativo, indicará el flujo correcto, como se aprecia en los resultados, el flujo A-B tiene el valor presente negativo mientras que en B-A su flujo es positivo, por lo que el proyecto B es el mejor.

## 5.2 PROGRAMACION LINEAL :

Uno de los problemas mas comunes a los que se enfrenta un Ingeniero, es el manejo de modelos de programación lineal, en los que se debe efectuar una adecuada distribución de recursos para que las utilidades lleguen a un punto máximo. Existen diferentes algoritmos para la solución de problemas específicos. Así encontramos el algoritmo para problemas de transporte o el algoritmo del método SIMPLEX, en el que se busca maximizar ( o minimizar) una función dada, sujeta a una serie de restricciones.

Para comprender mejor esto, se analizará el siguiente problema :

Una pequeña empresa fabrica modelos diferentes de muebles de madera hechos a mano . Para su fabricación, utilizan solo dos tipos de maderas de muy alta calidad. El costo de cada mueble está dado por la cantidad de madera de cada tipo que utiliza, más el número de horas hombre que se requieren para su elaboración. El problema es determinar para los próximos 4 meses, la cantidad de muebles que deben producirse de cada modelo para lograr que la utilidad sea máxima. Los datos son los siguientes:

Para el modelo 1. - se requieren 7 m<sup>2</sup> de la madera "X" , 3 m<sup>2</sup> de la madera "Y" y 1 semana de mano de obra por mueble. El precio de venta es de \$ 197,000 pesos.

Para el modelo 2 .- 5 m<sup>2</sup> de cada una de las maderas primas y una semana de trabajo. Se vende a \$ 213,000 pesos.

Para el modelo 3.- 3 m<sup>2</sup> de la materia "X" , 10 de la "Y" y también utiliza una semana de mano de obra. Se vende en \$ 304,000 pesos.

Para el modelo 4.- se utilizan 2 m<sup>2</sup> de "X" , 15 m<sup>2</sup> de "Y" y 1 semana de mano de obra. Se vende en \$ 399,000 pesos

El metro cuadrado de la madera "X" cuesta \$ 12,000 pesos y el de la madera "Y" cuesta \$ 15,000 . La mano de obra se paga a \$ 500 pesos por hora y se trabajan 8 horas diarias durante 6 días a la semana ( el séptimo día también se paga).

Como primera restricción, se tiene que durante los próximos 4 meses solo existen 15 semanas efectivas de trabajo y contamos con un solo carpintero ; los proveedores solo pueden garantizar 120 m<sup>2</sup> de madera tipo "X" y 100 m<sup>2</sup> de madera "Y"; los distribuidores no se comprometen a comprar más de 10 muebles de un solo modelo.

Para solucionar este modelo, se sugiere primero, calcular la utilidad que representa la venta de cada modelo , restando del precio de venta, el costo total del mueble :

$$\text{Para 1 :} \\ 197000 - ( 7 (12000) + 3 (15000) + 28000 ) = 40000$$

$$\text{Para 2 :} \\ 213000 - ( 5 (12000) + 5 (15000) + 28000 ) = 50000$$

$$\text{Para 3 :} \\ 304000 - ( 3 (12000) + 10 (15000) + 28000 ) = 90000$$

$$\text{Para 4 :} \\ 399000 - ( 3 (12000) + 15 (15000) + 28000 ) = 110000$$

Ahora se procede a modelar el sistema en forma de una ecuación que se pretende maximizar (utilidades) y ecuaciones que la limiten o restricciones de tipo lineal. Como se mencionó anteriormente, las variables del modelo son el número de muebles que se producirán de cada modelo. Por simplificación, se utilizarán las siglas NMM i de número de muebles modelo i.

La ecuación de la utilidad total, la cual se pretende llevar a un valor máximo, estará dada por el número de muebles que se produzcan de cada modelo multiplicada por su utilidad unitaria, esto es :

Objetivo, maximizar :

$$\text{Utilidad total} = 40000 * \text{NMM 1} + 50000 * \text{NMM 2} + 90000 * \text{NMM 3} + 110000 * \text{NMM 4}$$

NMM = Número de Muebles del Modelo ...

Sujeto a varias restricciones :

1.  $NMM\ 1 + NMM\ 2 + NMM\ 3 + NMM\ 4 < 15$   
ya que cada mueble tarda 1 semana y solo se tiene un carpintero.
2.  $NMM\ 1 * 7 + NMM\ 2 * 5 + NMM\ 3 * 3 + NMM\ 4 * 2 < 120$   
solo se garantizan 120 m<sup>2</sup> de la madera tipo "X".
3.  $NMM\ 1 * 3 + NMM\ 2 * 5 + NMM\ 3 * 10 + NMM\ 4 * 15 < 100$   
solo 100 m<sup>2</sup> de madera "Y".
4.  $NMM\ 1 \leq 10$  no se venden mas de 10 muebles por modelo.
5.  $NMM\ 2 \leq 10$ .
6.  $NMM\ 3 \leq 10$ .
7.  $NMM\ 4 \leq 10$ .

Una vez entendida la función objetivo y sus restricciones, se genera una tabla y se aplica el método SIMPLEX, que en este caso, es el algoritmo necesario para la solución. Existen sistemas que por medio de computadoras, evalúan y resuelven modelos de programación lineal como el que se presenta en este caso. En el generador "FCS-EPS", se presenta una opción para solución de modelos de programación lineal.

Los resultados obtenidos por el comando OPTIMIZE del generador "FCS-EPS" como se puede observar en el cuadro 5.2 de la página siguiente son :

Valor máximo de la función objetivo = 992,857

Número de muebles del modelo 1 = 7.1428  
Número de muebles del modelo 2 = 0  
Número de muebles del modelo 3 = 7.8571  
Número de muebles del modelo 4 = 0

Solución Dual :

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| Semanas trabajadas           | 18571 |
| m <sup>2</sup> de madera "X" | 0     |
| m <sup>2</sup> de madera "Y" | 7143  |
| max. muebles mod. 1          | 0     |
| max. muebles mod. 2          | 0     |
| max. muebles mod. 3          | 0     |
| max. muebles mod. 4          | 0     |

MODELO DE PROGRAMACION LINEAL DE UNA FABRICA DE MUEBLES

```

SYSTEM ) SET 5
SYSTEM ) LOGIC
+ 10 *MUEBLES MD.1*
+ 11 *MUEBLES MD.2*
+ 12 *MUEBLES MD.3*
+ 13 *MUEBLES MD.4*
+ 14 *ND.VARIABLES, ECUACIONES*
+ 15 *UTILIDAD*
+ 16 *SEMANAS*
+ 17 *MADERA X*
+ 18 *MADERA Y*
+ 19 *CANT. MAX. MD. 1*
+ 20 *CANT. MAX. MD. 2*
+ 21 *CANT. MAX. MD. 3*
+ 22 *CANT. MAX. MD. 4*
+ 23 *REFERENCIAS*
+ 24 *RESULTADO*
+ 25 *DUAL*
+ END
SYSTEM ) OPTIMISE CRITERIA 14-23 RESULT 24 DUAL 25
MAXIMISE OR MINIMISE : MAX
NUMBER OF VARIABLES ? 4
OBJECTIVE FUNCTION :40000.*MUEBLES MD.1*+50000.*MUEBLES MD.2*+90000.*MUEBLES MD.3*+110000.*MUEBLES MD.4*
CONSTRAINTS
1 : *MUEBLES MD.1*+*MUEBLES MD.2*+*MUEBLES MD.3*+*MUEBLES MD.4* LE 15.
2 : 7.*MUEBLES MD.1*+5.*MUEBLES MD.2*+3.*MUEBLES MD.3*+2.*MUEBLES MD.4* LE 120.
3 : 3.*MUEBLES MD.1*+5.*MUEBLES MD.2*+10.*MUEBLES MD.3*+15.*MUEBLES MD.4* LE 100.
4 : *MUEBLES MD.1* LE 10.
5 : *MUEBLES MD.2* LE 10.
6 : *MUEBLES MD.3* LE 10.
7 : *MUEBLES MD.4* LE 10.
8 : END

```

SOLUTIONS OF LINEAR PROGRAM

OBJECTIVE FUNCTION VALUE = 992057

OPTIMAL VALUES FOR VARIABLES

| ROW    | VARIABLE     | VALUE |
|--------|--------------|-------|
| ROW 10 | MUEBLES MD.1 | 7.14  |
| ROW 11 | MUEBLES MD.2 | 0.00  |
| ROW 12 | MUEBLES MD.3 | 7.06  |
| ROW 13 | MUEBLES MD.4 | 0.00  |

DUAL SOLUTION

| CONSTRAINT   | VALUE    | REFERENCE       |
|--------------|----------|-----------------|
| CONSTRAINT 1 | 18600.00 | SEMANAS         |
| CONSTRAINT 2 | 0.00     | MADERA X        |
| CONSTRAINT 3 | 7100.00  | MADERA Y        |
| CONSTRAINT 4 | 0.00     | CANT. MAX. MD.1 |
| CONSTRAINT 5 | 0.00     | CANT. MAX. MD.2 |
| CONSTRAINT 6 | 0.00     | CANT. MAX. MD.3 |
| CONSTRAINT 7 | 0.00     | CANT. MAX. MD.4 |

CUADRO 5.2

La solución dual, es la solución del modelo invirtiendo las restricciones por la función objetivo, esto es la restricciones se incluyen en la función objetivo y la función objetivo pasa a ser restricción. Esta solución indica en qué forma pudiera aumentarse la utilidad. Por ejemplo: con una semana mas de trabajo, (o un carpintero extra una semana), se aumentaría la utilidad en \$ 10,571 pesos; si se tuviera disposición de otro m2 de madera tipo "Y" la utilidad crecería \$ 7,143 pesos. Las demás restricciones, en realidad no están limitando el problema, sólo la primera y la tercera lo limitan.

### 5.3 SIMULACION :

Una de las aplicaciones que mas interesan a los Ingenieros, son las concernientes a manejos y controles de inventarios, ya que éstos representan un porcentaje considerable del costo que se ve reflejado en el precio del producto. Al tener inventarios altos, la empresa tiene grandes cantidades de dinero inmovilizado que pudiera ser utilizado en otras inversiones para lograr mayores productos financieros y elevar la utilidad de la empresa. Es tarea de los Ingenieros lograr que los inventarios se manejen a un nivel óptimo en el que se pueda asegurar con un buen nivel de confianza, que no faltará material para producción y venta, y al mismo tiempo, no se tendrá gran cantidad de dinero inmovilizado.

Con una herramienta que pueda generar números aleatorios, el Ingeniero podrá diseñar un modelo que simule el comportamiento de su inventario aplicando una técnica muy sencilla que se describe a continuación :

Una empresa que distribuye automóviles en Puerto Vallarta, desea efectuar una simulación del inventario que debe manejar. Las posibilidades de ventas a la semana pueden ser las siguientes :

| Demanda de automóviles<br>a la semana | Probabilidad | Probabilidad<br>Acumulada |
|---------------------------------------|--------------|---------------------------|
| 0                                     | 10 %         | 10 %                      |
| 1                                     | 40 %         | 50 %                      |
| 2                                     | 30 %         | 80 %                      |
| 3                                     | 20 %         | 100 %                     |

Cuando esta empresa efectúa un pedido a la fábrica, existe una demora en la entrega que se puede comportar de la siguiente manera :

| Número de semanas de retraso en la entrega | Probabilidad | Probabilidad Acumulada |
|--|--------------|------------------------|
| 2  | 20 %         | 20 %                   |
| 3  | 60 %         | 80 %                   |
| 4  | 20 %         | 100 %                  |

Si se puede establecer un modelo por computadora, en el que la máquina pueda generar números aleatorios, por ejemplo entre 00 y 99, se asignará una cantidad específica demandada y un número de semanas de retraso, esto es :

| Número Aleatorio | Demanda | Número Aleatorio | Retraso |
|------------------|---------|------------------|---------|
| 00-09            | 0       | 00-19            | 2       |
| 10-49            | 1       | 20-79            | 3       |
| 50-79            | 2       | 80-99            | 4       |
| 80-99            | 3       |                  |         |

Como se puede apreciar, lo mas probable es que exista un coche demandado a la semana, y que el retraso del pedido sea de 3 semanas.

Se ha definido un pequeño modelo utilizando el generador "FCS-EPS" para simular este inventario. Se han asignado diferentes números aleatorios para el cálculo de la demanda y para calcular el retraso en la entrega de los pedidos. El modelo trabaja para 41 semanas y permite que el usuario efectúe diferentes simulaciones, utilizando en cada una diferentes políticas : puntos de re-orden diferentes y cantidades diferentes a ordenar. De esta forma, por medio de la simulación, se podrá determinar de acuerdo a los diferentes costos : costo de ordenar, costo de almacenar y costo por pérdida de ventas, el nivel o punto en el que se debe generar el pedido, y la cantidad que se debe pedir.

En las siguientes páginas, los cuadros 5.3.1 a 5.3.4, muestran los resultados de cuatro alternativas para el inventario con diferentes puntos de re-orden. Los resultados resumidos son :

| Re-orden | Cantidad | # Pedidos | Inv.promedio | Pérdida de ventas |
|----------|----------|-----------|--------------|-------------------|
| 6        | 15       | 4         | 10.63        | 1                 |
| 5        | 15       | 4         | 10.05        | 0                 |
| 4        | 15       | 4         | 8.53         | 3                 |
| 3        | 15       | 4         | 8.53         | 3                 |

SIMULACION DE INVENTARIOS, ALTERNATIVA I

SIMULACION DE UN INVENTARIO

| CANTIDAD ORDENADA ? 15 |             |                    |        |                  |                 |                 |         |  |
|------------------------|-------------|--------------------|--------|------------------|-----------------|-----------------|---------|--|
| PUNTO DE RE-ORDEN ? 6  |             |                    |        |                  |                 |                 |         |  |
|                        | RECEPCIONES | INVENTARIO INICIAL | VENTAS | INVENTARIO FINAL | VENTAS PERDIDAS | PEDIDO          | RETRASO |  |
| SEMANA .. 1            | 15          | 15                 | 1      | 14               |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 2            |             | 14                 | 3      | 14               |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 3            |             | 14                 | 3      | 11               |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 4            |             | 11                 | 1      | 10               |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 5            |             | 10                 | 0      | 10               |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 6            |             | 10                 | 1      | 9                |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 7            |             | 9                  | 2      | 7                |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 8            |             | 7                  | 1      | 6                |                 | 15              | 3       |  |
| SEMANA .. 9            |             | 6                  | 2      | 4                |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 10           |             | 4                  | 1      | 3                |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 11           | 15          | 18                 | 1      | 17               |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 12           |             | 17                 | 1      | 16               |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 13           |             | 16                 | 1      | 15               |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 14           |             | 15                 | 2      | 13               |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 15           |             | 13                 | 3      | 10               |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 16           |             | 10                 | 0      | 10               |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 17           |             | 10                 | 2      | 8                |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 18           |             | 8                  | 1      | 7                |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 19           |             | 7                  | 1      | 6                |                 | 15              | 3       |  |
| SEMANA .. 20           |             | 6                  | 3      | 3                |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 21           |             | 3                  | 1      | 2                |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 22           | 15          | 17                 | 2      | 15               |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 23           |             | 15                 | 1      | 14               |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 24           |             | 14                 | 2      | 12               |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 25           |             | 12                 | 3      | 9                |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 26           |             | 9                  | 1      | 8                |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 27           |             | 8                  | 2      | 6                |                 | 15              | 3       |  |
| SEMANA .. 28           |             | 6                  | 1      | 5                |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 29           |             | 5                  | 3      | 2                |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 30           | 15          | 17                 | 2      | 15               |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 31           |             | 15                 | 2      | 13               |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 32           |             | 13                 | 1      | 12               |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 33           |             | 12                 | 2      | 10               |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 34           |             | 10                 | 2      | 8                |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 35           |             | 8                  | 3      | 5                |                 | 15              | 4       |  |
| SEMANA .. 36           |             | 5                  | 2      | 3                |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 37           |             | 3                  | 2      | 1                |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 38           |             | 1                  | 2      | 0                | 1               |                 |         |  |
| SEMANA .. 39           | 15          | 15                 | 1      | 14               |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 40           |             | 14                 | 0      | 14               |                 |                 |         |  |
| SEMANA .. 41           |             | 14                 | 2      | 12               |                 |                 |         |  |
| INV. PROMEDIO          |             | 10.63              |        |                  | 1               | NUM. DE ORDENES | 4       |  |

CUADRO 5.3.1

SIMULACION DE INVENTARIOS, ALTERNATIVA II

SIMULACION DE UN INVENTARIO

CANTIDAD ORDENADA ? 15  
 PUNTO DE RE-ORDEN ? 5

|               | RECEPCIONES | INVENTARIO INICIAL | VENTAS          | INVENTARIO FINAL | VENTAS PERDIDAS | PEDIDO | RETRASO |
|---------------|-------------|--------------------|-----------------|------------------|-----------------|--------|---------|
| SEMANA .. 1   | 15          | 15                 | 1               | 14               |                 |        |         |
| SEMANA .. 2   |             | 14                 | 3               | 11               |                 |        |         |
| SEMANA .. 3   |             | 11                 | 3               | 8                |                 |        |         |
| SEMANA .. 4   |             | 8                  | 2               | 6                |                 |        |         |
| SEMANA .. 5   |             | 6                  | 1               | 5                | 15              |        | 3       |
| SEMANA .. 6   |             | 5                  | 2               | 3                |                 |        |         |
| SEMANA .. 7   |             | 3                  | 1               | 2                |                 |        |         |
| SEMANA .. 8   | 15          | 17                 | 3               | 14               |                 |        |         |
| SEMANA .. 9   |             | 14                 | 2               | 12               |                 |        |         |
| SEMANA .. 10  |             | 12                 | 3               | 9                |                 |        |         |
| SEMANA .. 11  |             | 9                  | 2               | 7                |                 |        |         |
| SEMANA .. 12  |             | 7                  | 1               | 6                |                 |        |         |
| SEMANA .. 13  |             | 6                  | 2               | 4                | 15              |        | 4       |
| SEMANA .. 14  |             | 4                  | 1               | 3                |                 |        |         |
| SEMANA .. 15  |             | 3                  | 0               | 3                |                 |        |         |
| SEMANA .. 16  |             | 3                  | 2               | 1                |                 |        |         |
| SEMANA .. 17  | 15          | 16                 | 3               | 13               |                 |        |         |
| SEMANA .. 18  |             | 13                 | 1               | 12               |                 |        |         |
| SEMANA .. 19  |             | 12                 | 3               | 9                |                 |        |         |
| SEMANA .. 20  |             | 9                  | 1               | 8                |                 |        |         |
| SEMANA .. 21  |             | 8                  | 1               | 7                | 15              |        | 3       |
| SEMANA .. 22  |             | 7                  | 2               | 5                |                 |        |         |
| SEMANA .. 23  |             | 5                  | 2               | 3                |                 |        |         |
| SEMANA .. 24  |             | 3                  | 1               | 2                |                 |        |         |
| SEMANA .. 25  | 15          | 17                 | 0               | 17               |                 |        |         |
| SEMANA .. 26  |             | 17                 | 1               | 16               |                 |        |         |
| SEMANA .. 27  |             | 16                 | 2               | 14               |                 |        |         |
| SEMANA .. 28  |             | 14                 | 1               | 13               |                 |        |         |
| SEMANA .. 29  |             | 13                 | 1               | 12               |                 |        |         |
| SEMANA .. 30  |             | 12                 | 1               | 11               |                 |        |         |
| SEMANA .. 31  |             | 11                 | 2               | 9                |                 |        |         |
| SEMANA .. 32  |             | 9                  | 3               | 6                |                 |        |         |
| SEMANA .. 33  |             | 6                  | 3               | 3                | 15              |        | 2       |
| SEMANA .. 34  |             | 3                  | 3               | 0                |                 |        |         |
| SEMANA .. 35  | 15          | 17                 | 2               | 15               |                 |        |         |
| SEMANA .. 36  |             | 15                 | 1               | 14               |                 |        |         |
| SEMANA .. 37  |             | 14                 | 3               | 11               |                 |        |         |
| SEMANA .. 38  |             | 11                 | 1               | 10               |                 |        |         |
| SEMANA .. 39  |             | 10                 | 1               | 9                |                 |        |         |
| SEMANA .. 40  |             | 9                  | 1               | 8                |                 |        |         |
| SEMANA .. 41  |             | 8                  | 2               | 6                |                 |        |         |
| INV. PROMEDIO | 10.05       |                    | VENTAS PERDIDAS | 0                | NUM. DE ORDENES | 4      |         |

CUADRO 5.3.2

BIMULACION DE INVENTARIOS, ALTERNATIVA III

BIMULACION DE UN INVENTARIO

CANTIDAD ORDENADA ? 15  
 PUNTO DE RE-ORDEN ? 4

|               | RECEPCIONES | INVENTARIO<br>INICIAL | VENTAS | INVENTARIO<br>FINAL | VENTAS<br>PERDIDAS | PEDIDO          | RETRASO |
|---------------|-------------|-----------------------|--------|---------------------|--------------------|-----------------|---------|
| SEMANA .. 1   | 15          | 15                    | 1      | 14                  |                    |                 |         |
| SEMANA .. 2   |             | 14                    | 0      | 14                  |                    |                 |         |
| SEMANA .. 3   |             | 14                    | 3      | 11                  |                    |                 |         |
| SEMANA .. 4   |             | 11                    | 1      | 10                  |                    |                 |         |
| SEMANA .. 5   |             | 10                    | 0      | 10                  |                    |                 |         |
| SEMANA .. 6   |             | 10                    | 1      | 9                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 7   |             | 9                     | 2      | 7                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 8   |             | 7                     | 1      | 6                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 9   |             | 6                     | 2      | 4                   |                    | 15              | 3       |
| SEMANA .. 10  |             | 4                     | 1      | 3                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 11  |             | 3                     | 1      | 2                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 12  | 15          | 17                    | 1      | 16                  |                    |                 |         |
| SEMANA .. 13  |             | 16                    | 1      | 15                  |                    |                 |         |
| SEMANA .. 14  |             | 15                    | 2      | 13                  |                    |                 |         |
| SEMANA .. 15  |             | 13                    | 3      | 10                  |                    |                 |         |
| SEMANA .. 16  |             | 10                    | 0      | 10                  |                    |                 |         |
| SEMANA .. 17  |             | 10                    | 2      | 8                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 18  |             | 0                     | 1      | 7                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 19  |             | 7                     | 1      | 6                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 20  |             | 6                     | 3      | 3                   |                    | 15              | 4       |
| SEMANA .. 21  |             | 3                     | 1      | 2                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 22  |             | 2                     | 2      | 0                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 23  |             | 0                     | 1      | 0                   | 1                  |                 |         |
| SEMANA .. 24  | 15          | 15                    | 2      | 13                  |                    |                 |         |
| SEMANA .. 25  |             | 13                    | 3      | 10                  |                    |                 |         |
| SEMANA .. 26  |             | 10                    | 1      | 9                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 27  |             | 9                     | 2      | 7                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 28  |             | 7                     | 1      | 6                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 29  |             | 6                     | 3      | 3                   |                    | 15              | 4       |
| SEMANA .. 30  |             | 3                     | 2      | 1                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 31  |             | 1                     | 2      | 0                   | 1                  |                 |         |
| SEMANA .. 32  |             | 0                     | 1      | 0                   | 1                  |                 |         |
| SEMANA .. 33  | 15          | 15                    | 2      | 13                  |                    |                 |         |
| SEMANA .. 34  |             | 13                    | 2      | 11                  |                    |                 |         |
| SEMANA .. 35  |             | 11                    | 3      | 8                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 36  |             | 8                     | 3      | 5                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 37  |             | 6                     | 2      | 4                   |                    | 15              | 4       |
| SEMANA .. 38  |             | 4                     | 2      | 2                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 39  |             | 2                     | 1      | 1                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 40  |             | 1                     | 0      | 1                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 41  | 15          | 16                    | 2      | 14                  |                    |                 |         |
| INV. PROMEDIO |             | 8.53                  |        |                     | 3                  | NUM. DE ORDENES | 4       |

CUADRO 5.3.3

SIMULACION DE INVENTARIOS, ALTERNATIVA IV  
SIMULACION DE UN INVENTARIO

CANTIDAD ORDENADA ? 15  
PUNTO DE RE-ORDEN ? 3

|               | RECEPCIONES | INVENTARIO<br>INICIAL | VENTAS | INVENTARIO<br>FINAL | VENTAS<br>PERDIDAS | PEDIDO          | RETRASO |
|---------------|-------------|-----------------------|--------|---------------------|--------------------|-----------------|---------|
| SEMANA .. 1   | 15          | 15                    | 1      | 14                  |                    |                 |         |
| SEMANA .. 2   |             | 14                    | 0      | 14                  |                    |                 |         |
| SEMANA .. 3   |             | 14                    | 2      | 11                  |                    |                 |         |
| SEMANA .. 4   |             | 11                    | 1      | 10                  |                    |                 |         |
| SEMANA .. 5   |             | 10                    | 0      | 10                  |                    |                 |         |
| SEMANA .. 6   |             | 10                    | 1      | 9                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 7   |             | 9                     | 2      | 7                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 8   |             | 7                     | 1      | 6                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 9   |             | 6                     | 2      | 4                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 10  |             | 4                     | 1      | 3                   |                    | 15              | 3       |
| SEMANA .. 11  |             | 3                     | 1      | 2                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 12  |             | 3                     | 1      | 1                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 13  | 15          | 16                    | 1      | 15                  |                    |                 |         |
| SEMANA .. 14  |             | 15                    | 2      | 13                  |                    |                 |         |
| SEMANA .. 15  |             | 13                    | 3      | 10                  |                    |                 |         |
| SEMANA .. 16  |             | 10                    | 0      | 10                  |                    |                 |         |
| SEMANA .. 17  |             | 10                    | 2      | 8                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 18  |             | 8                     | 1      | 7                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 19  |             | 7                     | 1      | 6                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 20  |             | 6                     | 3      | 3                   |                    | 15              | 4       |
| SEMANA .. 21  |             | 3                     | 1      | 2                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 22  |             | 2                     | 2      | 0                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 23  |             | 0                     | 1      | 0                   | 1                  |                 |         |
| SEMANA .. 24  | 15          | 15                    | 2      | 13                  |                    |                 |         |
| SEMANA .. 25  |             | 13                    | 3      | 10                  |                    |                 |         |
| SEMANA .. 26  |             | 10                    | 1      | 9                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 27  |             | 9                     | 2      | 7                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 28  |             | 7                     | 1      | 6                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 29  |             | 6                     | 3      | 3                   |                    | 15              | 4       |
| SEMANA .. 30  |             | 3                     | 2      | 1                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 31  |             | 1                     | 2      | 0                   | 1                  |                 |         |
| SEMANA .. 32  |             | 0                     | 1      | 0                   | 1                  |                 |         |
| SEMANA .. 33  | 15          | 15                    | 2      | 13                  |                    |                 |         |
| SEMANA .. 34  |             | 13                    | 2      | 11                  |                    |                 |         |
| SEMANA .. 35  |             | 11                    | 3      | 8                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 36  |             | 8                     | 2      | 6                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 37  |             | 6                     | 2      | 4                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 38  |             | 4                     | 2      | 2                   |                    | 15              | 2       |
| SEMANA .. 39  |             | 2                     | 1      | 1                   |                    |                 |         |
| SEMANA .. 40  | 15          | 16                    | 0      | 16                  |                    |                 |         |
| SEMANA .. 41  |             | 16                    | 2      | 14                  |                    |                 |         |
| INV. PROMEDIO |             | 8.53                  |        |                     | 3                  | NUM. DE ORDENES | 4       |

CUADRO 5.3.4

Agregando los costos por pedido, por inventario y por pérdida de la venta, el usuario puede determinar su punto de orden y la cantidad necesaria.

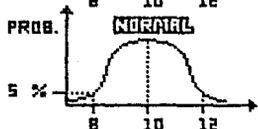
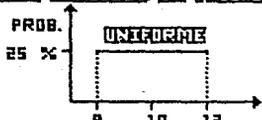
#### S.4 ANALISIS DE RIESGOS, SIMULACION MONTE-CARLO :

Como se mencionó con anterioridad, uno de los puntos mas importantes en la evaluación de un proyecto, es el grado de riesgo que se maneja en él. Hasta ahora, sólo se han manejado modelos de tipo determinístico, es decir, el usuario asigna valores a las variables de un modelo utilizando la mejor estimación que tiene para ellas.

La simulación Monte Carlo permite la descripción de los datos para las variables, en términos de distribuciones de probabilidad. Así en lugar de decir las ventas serán de 10 mil unidades, se permite definir que las ventas tendrán una determinada distribución de probabilidad cuyo valor mas probable es 10 mil unidades pero que puede bajar a 8 mil o subir a 13 mil. Posteriormente, utilizando la función de distribución de probabilidad de la variable, se calcula la distribución de probabilidad acumulada. Para entender mejor estas dos tipos de distribución, se muestran en la figura 5.4 :

## ANALISIS DE RIESGOS

FUNCIÓN DENSIDAD DE PROBABILIDAD



FUNCIÓN DE PROBABILIDAD ACUMULADA

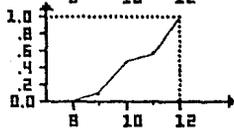
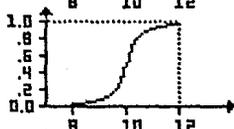
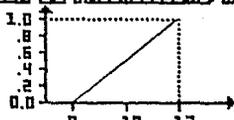


FIGURA 5.4

Similar al ejercicio anterior, la simulación Monte Carlo consiste en generar números aleatorios entre 0 y 1 y, trabajando en la gráfica de la probabilidad acumulada, encontrar el valor deseado de la variable. Como puede apreciarse, en la gráfica de probabilidad acumulada de una función uniforme (donde todos los elementos tienen la misma probabilidad de ocurrencia 25 %), es una línea recta que se distribuye de igual forma en todos los valores entre 8 y 12, de manera que cualquiera de estos valores tiene la misma probabilidad de ocurrencia. Por otro lado, en la función de probabilidad acumulada de una distribución normal, se tiene que la mayoría de los números entre 0 y 1, reflejarán un valor de 10 o cercano a él.

Particularmente en el generador "FCS-EPS" se manejan varios tipos de distribuciones: normal, sesgada hacia uno u otro lado, triangular, uniforme y alguna definida por el usuario. En este generador, es necesario proporcionar como dato para las distribuciones, el valor de mas alta probabilidad, y los valores que se encuentren al 5 % de probabilidad hacia arriba o abajo.

Para ejemplificar esto, se anexa una copia de un modelo resuelto con el generador "FCS-EPS". El problema está en una fábrica pequeña que produce jarras de plástico. Se tiene el proyecto de fabricar un nuevo modelo de jarra que parece tendrá gran aceptación, la inversión no será muy grande, puesto que solo se tienen que efectuar modificaciones a las inyectoras ya existentes.

Se requiere efectuar un modelo a un año en forma bimestral, para analizar el proyecto. El problema principal es que la mayoría de los datos son inciertos, por lo que se deben expresar en términos de funciones de probabilidad. El precio es un dato conocido, pero no se sabe con exactitud cuántas unidades se podrán vender por lo que se ha elaborado una estimación en 980 unidades para el primer semestre, pero que pueden bajar en un 10% o subir en un 5%. Para el caso de los costos, la situación es similar. El costo de materia prima está dado con una función de distribución normal que puede subir o bajar 20% del valor mas esperado. Para el costo de mano de obra, se tiene un valor probable y los costos extremos mas altos y bajos que se pueden esperar. El costo variable de fabricación, al igual que el costo fijo, tienen una distribución normal de probabilidad que puede subir o bajar 20 % del valor esperado. Por ultimo, la inversión que se requiere es de 1,200,000 en el primer bimestre y 600,000 en el segundo, con una distribución de tipo triangular que puede bajar 10 % o subir en un 20 %.

En la página siguiente, en el cuadro 5.4 se muestra la lógica de cálculo para este modelo. El cuadro 5.5 muestra los resultados a manera de distribuciones, una vez corrida la simulación Monte Carlo.

LOGICA DEL MODELO DE ANALISIS DE RIEGOS

SYSTEM ) SET COLUMNS 6  
 SYSTEM ) LOGIC  
 \* 10 PRECIO  
 \* 12 X VENTAS BAJAS  
 \* 14 X VENTAS ALTAS  
 \* 16 VENTAS PROBABLES  
 \* 18 VENTAS = SKEW (VENTAS PROBABLES, X VENTAS BAJAS, X VENTAS ALTAS)  
 \* 20 CTO. MAT. PRIMA/UNI PROBABLE  
 \* 22 CTO. MAT. PRIMA/UNI = NORM (CTO. MAT. PRIMA/UNI PROBABLE, 20.)  
 \* 24 CTO. MANO OBRA BAJA  
 \* 26 CTO. MANO OBRA BAJO  
 \* 28 CTO. MANO OBRA ALTO  
 \* 30 CTO. MANO OBRA/UNI = SKEW (CTO. MANO OBRA PROBABLE, CTO. MANO OBRA BAJO, CTO. MANO OBRA ALTO, 1.)  
 \* 32 CTO. FABRICA PROBABLE  
 \* 34 CTO. FABRICA/UNI = NORM (CTO. FABRICA PROBABLE, 20.)  
 \* 36 CTO. FIJO PROBABLE  
 \* 38 CTO. FIJO = NORM (CTO. FIJO, 20.)  
 \* 40 CTO. TOTAL = (CTO. MAT. PRIMA/UNI + CTO. MANO DE OBRA/UNI + CTO. FABRICA/UNI) \* VENTAS + CTO. FIJO  
 \* 42 INGRESOS = PRECIO \* VENTAS  
 \* 44 INVERSION PROBABLE  
 \* 46 INVERSION = TRI (INVERSION PROBABLE, 10., 20.)  
 \* 48 UTILIDAD = INGRESOS - CTO. TOTAL - INVERSION  
 \* 50 X DE IMPUESTO  
 \* 51 IMPUESTOS = TAX (UTILIDAD, X DE IMPUESTO, 0., 6.)  
 \* 52 FLUJO DE CAJA = UTILIDAD - IMPUESTOS LAG 1.  
 \* 54 VALOR PRESENTE AL 15 X = FLUJO DE CAJA NPV AT 15.  
 \* END  
 SYSTEM ) DISPLAY

|                                 | LANZAMIENTO DE UN NUEVO PRODUCTO |              |              |              |              |              |
|---------------------------------|----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                                 | ENE/FEB                          | MAR/ABR      | MAY/JUN      | JUL/AGO      | SEP/OCT      | NOV/DIC      |
| 10 PRECIO                       | \$ 1,100.00                      | \$ 1,100.00  | \$ 1,000.00  | \$ 1,000.00  | \$ 1,300.00  | \$ 1,300.00  |
| 12 X VENTAS BAJAS               | 10.00 x                          | 10.33 x      | 11.67 x      | 12.50 x      | 13.33 x      | 14.17 x      |
| 14 X VENTAS ALTAS               | 5.00 x                           | 5.42 x       | 5.83 x       | 6.25 x       | 6.67 x       | 7.08 x       |
| 16 VENTAS PROBABLES             | 900.00                           | 1,029.00     | 1,000.45     | 1,134.47     | 1,191.20     | 1,250.76     |
| 18 VENTAS                       | 900.00                           | 1,029.00     | 1,000.45     | 1,134.47     | 1,191.20     | 1,250.76     |
| 20 CTO. MAT. PRIMA/UNI PROBABLE | 350.00                           | 350.00       | 350.00       | 374.40       | 389.38       | 404.95       |
| 22 CTO. MAT. PRIMA/UNI          | 350.00                           | 350.00       | 350.00       | 374.40       | 389.38       | 404.95       |
| 24 CTO. MANO OBRA BAJA          | 100.00                           | 107.00       | 114.49       | 122.50       | 131.09       | 140.25       |
| 26 CTO. MANO OBRA BAJO          | 90.00                            | 96.30        | 103.04       | 110.25       | 117.97       | 126.23       |
| 28 CTO. MANO OBRA ALTO          | 120.00                           | 128.40       | 137.39       | 147.00       | 157.29       | 168.30       |
| 30 CTO. MANO OBRA/UNI           | 100.00                           | 107.00       | 114.49       | 122.50       | 131.09       | 140.25       |
| 32 CTO. FABRICA PROBABLE        | 50.00                            | 52.50        | 55.12        | 57.88        | 60.77        | 63.81        |
| 34 CTO. FABRICA/UNI             | 50.00                            | 52.50        | 55.12        | 57.88        | 60.77        | 63.81        |
| 36 CTO. FIJO PROBABLE           | 120,000.00                       | 120,000.00   | 120,000.00   | 120,000.00   | 120,000.00   | 120,000.00   |
| 38 CTO. FIJO                    | 120,000.00                       | 120,000.00   | 120,000.00   | 120,000.00   | 120,000.00   | 120,000.00   |
| 40 CTO. TOTAL                   | 610,000.00                       | 644,275.50   | 692,217.00   | 749,361.26   | 812,361.18   | 881,725.35   |
| 42 INGRESOS                     | 1,078,000.00                     | 1,131,900.00 | 1,080,450.00 | 1,134,470.00 | 1,548,560.00 | 1,625,988.00 |
| 44 INVERSION PROBABLE           | 1,200,000.00                     | 600,000.00   | -            | -            | -            | -            |
| 46 INVERSION                    | 1,200,000.00                     | 600,000.00   | -            | -            | -            | -            |
| 48 UTILIDAD                     | (732,000.00)                     | (112,475.50) | 388,233.00   | 385,068.74   | 736,198.82   | 744,262.65   |
| 50 X DE IMPUESTO                | 52.00 x                          | 52.00 x      | 52.00 x      | 52.00 x      | 52.00 x      | 52.00 x      |
| 51 IMPUESTOS                    | -                                | -            | -            | -            | 345,823.43   | 387,016.98   |
| 52 FLUJO DE CAJA                | (732,000.00)                     | (112,475.50) | 388,233.00   | 385,068.74   | 736,198.82   | 358,439.22   |
| 54 VALOR PRESENTE AL 15 X       | 335,976.01                       |              |              |              |              |              |

CUADRO 5.4

CORRIDA DEL MODELO DE ANALISIS DE RIEGOS

SYSTEM ) RISK FULL  
 OUTPUT ROW, FIRST COLUMN, LAST COLUMN  
 ? 54,1  
 ? END  
 NUMBER OF TRIALS ? 99

54 VALOR PRESENTE AL 15 \* COLUMN 1 MEAN 348730 S.D. 120360

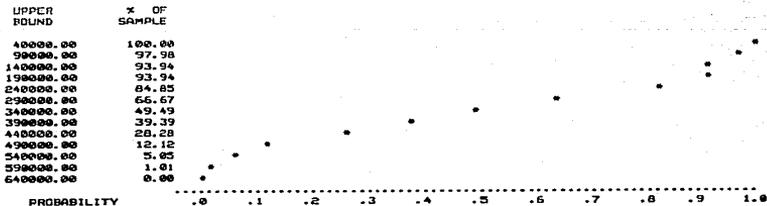
| UPPER BOUND | CUMUL % |       |
|-------------|---------|-------|
| 90000.00    | 2.02    | ****  |
| 140000.00   | 6.22    | ***** |
| 190000.00   | 6.06    |       |
| 240000.00   | 15.15   | ***** |
| 290000.00   | 33.33   | ***** |
| 340000.00   | 50.51   | ***** |
| 390000.00   | 60.61   | ***** |
| 440000.00   | 71.72   | ***** |
| 490000.00   | 87.88   | ***** |
| 540000.00   | 94.93   | ***** |
| 590000.00   | 98.99   | ***** |
| 640000.00   | 100.00  | **    |

MIN. OBSERVATION 45470.00

MAX. OBSERVATION 614680.00

\* SCALE IS TIMES 2

54 VALOR PRESENTE AL 15 \* COLUMN 1 MEAN 348730 S.D. 120360



CUADRO 5.5

El criterio empleado para la evaluación de este proyecto, ha sido el valor presente, el cual se ha calculado suponiendo una pérdida del valor del dinero del 15 % cada bimestre.

En el primer cálculo, sin tomar en cuenta las distribuciones, por lo que las variables toman los valores mas esperados, se obtuvo un valor presente neto de 335,976,01 pesos. Posteriormente, al efectuar el cálculo con análisis de riesgos, se efectúan 99 corridas, cada una de las cuales produce diferentes resultados ya que las variables inciertas van tomando diferentes valores, el resultado final es que se obtuvo un valor presente promedio de 348,730 pesos y una desviación estándar de 120,360 que es bastante alta por lo que se puede decir que el proyecto tiene un elevado riesgo.

En las gráficas que proporciona el sistema se pueden analizar los diferentes valores del valor presente y sus respectivas probabilidades, lo que proporciona al usuario un importante informe para apoyar la toma de decisiones.

#### 5.5 ARBOLES DE DECISIONES :

La técnica de árboles de decisiones, al igual que la de análisis de riesgos, pretende medir de cierta forma, el riesgo en uno o varios proyectos producto de las decisiones que sean tomadas en diferentes periodos de tiempo. Para entender mejor esta técnica, se analizará un ejemplo :

Una empresa industrial pretende lanzar al mercado un nuevo producto. Para esto, requiere de la construcción de una nueva planta. Se tienen en mente dos alternativas: una planta grande y otra pequeña. El costo de la primera es de 4 mil millones de pesos, mientras que si se construye una planta chica, costará solo 2 mil millones. Si la demanda es muy grande, las utilidades se estiman en 10 mil millones con la planta grande y en 6 mil millones con la planta chica, pero si la demanda es baja, las utilidades serán de 5 mil millones para cualquier planta. Se supone una probabilidad del 60 % para una demanda grande y de 40% para una demanda pequeña, ver figura 5.5 :

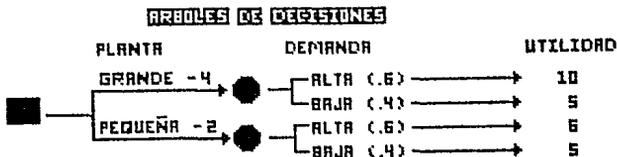


FIGURA 5.5

Chica : Utilidad esperada =  $.6 * 6 + .4 * 5 - 2 = 3.6$   
 Grande : Utilidad esperada =  $.6 * 10 + .4 * 5 - 4 = 4.0$

Por lo tanto es mejor construir la planta grande. Ahora se supone que si se construye el primer año la planta chica, se puede incrementar su capacidad para el segundo año a un costo de 2 mil millones pero con una utilidad de 9 mil millones dado que la expansión fue mas tardía. Ver figura 5.6 :

ARBOL DE DESICIONES CON ALTERNATIVA DE EXPANSION

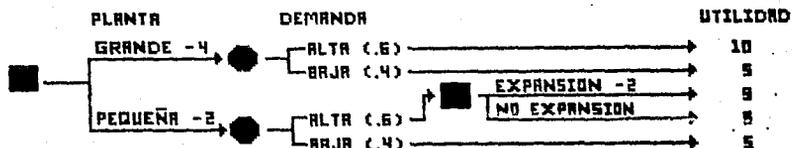


FIGURA 5.6

Planta chica con expansión : Utilidad esperada =  $(9-2) * .6 + 5 * .4 - 2 = 4.2$

En esta segunda evaluación, se concluye que la mejor opción es construir una planta chica, y en caso de tener fuerte demanda, aumentar la capacidad con una expansión, ya que la utilidad esperada es superior a que si construimos desde el principio la planta grande.

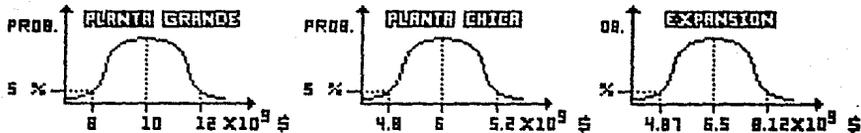
EJEMPLO DE INVERSION DE UNA NUEVA PLANTA :

La empresa mexicana "Fertilizantes Mexicanos" necesita decidir en un proyecto de inversión a cuatro años para una nueva fábrica de producción de Urea. Para el primer año, que es lo que durará la construcción de la planta, se debe tomar la decisión de construir una planta grande con capacidad de 150,000 toneladas de urea o una planta pequeña con capacidad para solo 85,000 toneladas, la primera planta se construirá a un costo que tiene una distribución de probabilidad normal con media en 10 mil millones, y que puede bajar o subir 20% de este valor para llegar a los puntos al 5 % de probabilidad, y la planta chica a un costo con las mismas características que el anterior pero con media en 6 mil millones.

La decisión no es sencilla, ya que los pronósticos de demanda de Urea para el siguiente año tienen una distribución de probabilidad normal con media en 100,000 toneladas y que puede subir o bajar 20 % de ese valor para los puntos al 5 % de probabilidad, como se analiza en la figura 5.7 :

## DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD

### INVERSION REQUERIDA



### DEMANDA ESPERADA

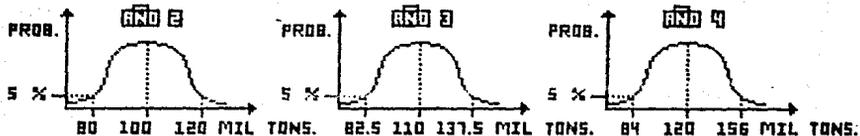


FIGURA 5.7

Si la demanda es grande en el segundo año, esto es arriba de 110,000 toneladas, se tiene una segunda decisión para el caso de la planta pequeña de incrementar la capacidad en 65,000 toneladas a un costo con las mismas características de los anteriores pero con media en 6.5 mil millones de pesos  $\pm$  25 % .

Para el tercer año, se mantiene la misma capacidad que el año anterior. La demanda será igual a (1/3) de la demanda del año anterior (30% de autocorrelación), más (2/3) de la demanda esperada que es 110,000 toneladas  $\pm$  25% con una distribución normal. Además, se tiene un 40 % de probabilidad de que si la demanda del año 2 fue muy grande (superior a 110,000 toneladas), nuevos competidores entrarán en el mercado disminuyendo las ventas en 30,000 toneladas.

Si la demanda del año 2 fue muy baja (menor a 60,000 toneladas), se presenta el tercer punto de decisión de retirar la inversión, recuperando un 20 % de las inversiones acumuladas a la fecha.

Para el cuarto año, se mantiene la capacidad anterior. La demanda será igual a (1/3) de la demanda del año 3 (30% de autocorrelación), más (2/3) de la demanda esperada para este año que es 120,000 toneladas  $\pm$  30 %. Si la demanda del periodo 3 fue superior a 110,000 toneladas, nuevamente la competencia, reduce las ventas en 30,000 toneladas. Si la demanda del periodo 3 fue menor a 60,000 toneladas existe la posibilidad de retirar un 10% de la inversión acumulada. Si no se hace ningún retiro de inversión, se mantendrá, para el quinto periodo, el 100 % de las inversiones.

Los datos complementarios para cada uno de los periodos son los siguientes, en millones de pesos y miles de toneladas :

|                            | 1    | 2    | 3    | 4    |
|----------------------------|------|------|------|------|
| Precio de venta / mil tons | 100  | 110  | 120  | 120  |
| Costo variable / mil tons  | 40   | 40   | 40   | 45   |
| Costo fijo                 | 2000 | 2100 | 2200 | 2300 |
| Tasa de Impuesto           | 52   | 52   | 52   | 52   |
| Tasa de descuento para VPN | 20   | 20   | 20   | 20   |

El modelo debe calcular los ingresos (precio x ventas), la utilidad (ingresos - costos), impuestos (utilidad - inversión x la tasa de impuesto), flujo de caja (utilidad - impuesto pagado - inversión + valor residual). A continuación, se analiza el árbol de decisiones en la figura 5.8:

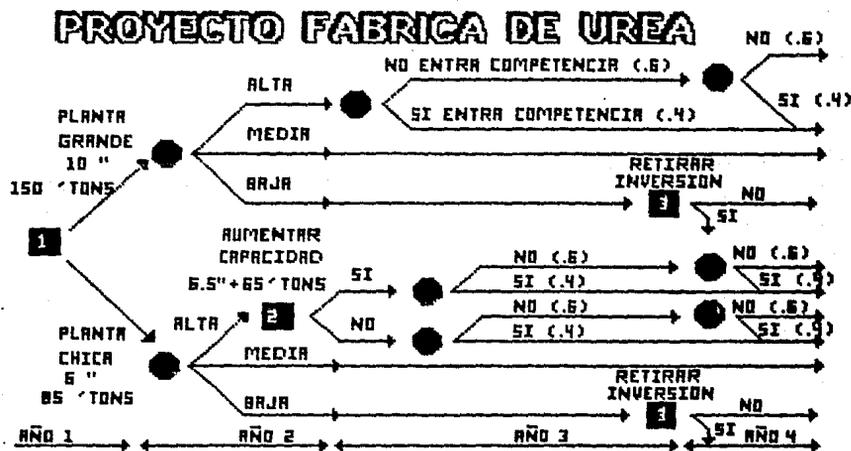


FIGURA 5.8

En los siguientes cuadros, se muestra la lógica del modelo (cuadro 5.6), un cálculo sin funciones de probabilidad (cuadro 5.7), y dos cálculos más de dos alternativas con funciones de probabilidad en las variables. (cuadros 5.8.1 y 5.8.2).

LOGICA DEL PROYECTO DE LA FABRICA DE UREA

```

SYSTEM ) SET 5 LOGIC
+ 10 PRECIO/TONELADA
+ 12 COSTO VAR/TON
+ 14 COSTO FIJO
+ 16 DEMANDA = 0. .... INICIALIZANDO VALORES
+ 18 INVERSION = 0.
+ 20 CAPACIDAD = 0.
+ 22 VALOR RESIDUAL = 0.
+ 26 | ANALISIS PERIODO 1.
+ 28 PERIODS(1.)
+ 30 #1 PLANTA GRANDE ? .....PTO DECISION 1.
+ 31 COSTO PLANTA GRANDE = 10000.
+ 32 COSTO PLANTA CHICA = 6000.
+ 33 IF(#1 PLANTA GRANDE EQ 1.) (INVERSION = NORM(COSTO PLANTA GRANDE,20.) ; CAPACIDAD = 150.) &
ELSE (INVERSION = NORM(COSTO PLANTA CHICA,20.) ; CAPACIDAD = 85.)
+ 36 | ANALISIS PERIODO 2.
+ 39 |
+ 40 PERIODS(2.)
+ 41 DEMANDA ESPERADA = 100.
+ 42 | DEMANDA = NORM(DEMANDA ESPERADA,20.) ..... DISTRIBUCION NORMAL
+ 43 | CAPACIDAD = CAPACIDAD LAG 1. .... CAPACIDAD DEL AND ANTERIOR
+ 44 #2 AUMENTAR CAPACIDAD ? ..... PTO. DECISION 2
+ 45 IF(#1 PLANTA GRANDE EQ 1. OR DEMANDA LE 110. OR #2 AUMENTAR CAPACIDAD ? EQ 0.) GOTO 49
+ 46 COSTO PROBABLE = 6500
+ 47 | INVERSION = NORM(COSTO PROBABLE,20.)
+ 48 | CAPACIDAD = CAPACIDAD + 25.
+ 49 |
+ 50 | ANALISIS PERIODO 3.
+ 51 PERIODS(3.)
+ 52 DEMANDA ESPERADA = 110.
+ 54 | DEMANDA =(DEMANDA LAG 1. + 2.* NORM(DEMANDA ESPERADA,25.))/3.
+ 56 | CAPACIDAD = CAPACIDAD LAG 1.
+ 58 IF ((DEMANDA LAG 1.) GT 110.) DEMANDA = DEMANDA - (RAND(1,1E,4) * 30. ... REDUCE 30 TONS EL 40%
+ 60 #3 RETIRAR INVERSION ? ..... PTO. DECISION 3
+ 62 IF ((DEMANDA LAG 1.) LT 60. AND #3 RETIRAR INVERSION ? EQ 1.) VALOR RESIDUAL = .2 * INVERSION THRU 3. COL 3.
+ 63 |
+ 66 | ANALISIS PERIODO 4.
+ 70 PERIODS(4.)
+ 72 DEMANDA ESPERADA = 120.
+ 74 | DEMANDA =(DEMANDA LAG 1. + 2.* NORM(DEMANDA ESPERADA,30.))/3.
+ 75 | CAPACIDAD = CAPACIDAD LAG 1.
+ 76 IF ((DEMANDA LAG 1.) DEMANDA = DEMANDA - (RAND(1,1E,4) * 30.
+ 78 IF ((DEMANDA LAG 1.) LT 60. AND #3 RETIRAR INVERSION ? EQ 1.) VALOR RESIDUAL = .1 * INVERSION THRU 4. COL 4.
+ 79 |
+ 80 | CALCULAR TODAS LAS VARIABLES
+ 89 PERIODS(1..5.)
+ 90 VENTAS = MIN(CAPACIDAD,DEMANDA) ..... TOMA EL VALOR MINIMO ENTRE CAPACIDAD Y DEMANDA.
+ 92 INGRESOS = PRECIO/TONELADA * VENTAS
+ 94 COSTOS = COSTO FIJO * COSTO VAR/TON * VENTAS
+ 96 UTILIDAD = INGRESOS - COSTOS
+ 98 IMPUESTO PAGADO = (.52 * (UTILIDAD - INVERSION)) LAG 1.
+ 99 IF (VALOR RESIDUAL EQ 0.) VALOR RESIDUAL = INVERSION THRU 5. FOR 5.
+100 FLUJO DE CAJA = UTILIDAD - IMPUESTO PAGADO - INVERSION + VALOR RESIDUAL
+101 VAL. PRES.NETO AL 20 X = FLUJO DE CAJA NPVAT 20.
+ END

```

CUADRO 5.6

CALCULO DEL MODELO DE LA FABRICA DE UREA

SYSTEM ) DECISION

- #1 PLANTA GRANDE ? NO
- #2 AUMENTAR CAPACIDAD ? NO
- #3 RETIRAR INVERSION ? NO

SYSTEM ) CALCULATE  
SYSTEM ) DISPLAY

CORRIDA DE PRUEBA CON UNA ITERACION

(MILLONES DE PESOS Y MILES DE TONELADAS)

|                             | 1987      | 1988      | 1989    | 1990     | 1991    |
|-----------------------------|-----------|-----------|---------|----------|---------|
| 10 PRECIO/TONELADA          | 100.00    | 110.00    | 120.00  | 120.00   | -       |
| 12 COSTO VAR/TON            | 40.00     | 40.00     | 40.00   | 45.00    | -       |
| 14 COSTO FIJO               | 2000.00   | 2100.00   | 2200.00 | 2300.00  | -       |
| 16 DEMANDA                  | -         | 99.93     | 82.51   | 121.50   | -       |
| 18 INVERSION                | 7252.54   | -         | -       | -        | -       |
| 20 CAPACIDAD                | 85.00     | 85.00     | 85.00   | 85.00    | -       |
| 22 VALOR RESIDUAL           | -         | -         | -       | -        | 7252.54 |
| 30 #1 PLANTA GRANDE ?       | -         | -         | -       | -        | -       |
| 31 COSTO PLANTA GRANDE      | 10000.00  | -         | -       | -        | -       |
| 32 COSTO PLANTA CHICA       | 6000.00   | -         | -       | -        | -       |
| 41 DEMANDA ESPERADA         | -         | 100.00    | -       | -        | -       |
| 44 #2 AUMENTAR CAPACIDAD ?  | -         | -         | -       | -        | -       |
| 46 COSTO ESPERADO           | -         | -         | -       | -        | -       |
| 52 DEMANDA ESPERADA         | -         | -         | 110.00  | -        | -       |
| 60 #3 RETIRAR INVERSION ?   | -         | -         | -       | -        | -       |
| 72 DEMANDA ESPERADA         | -         | -         | -       | 120.00   | -       |
| 90 VENTAS                   | -         | 85.00     | 82.51   | 85.00    | -       |
| 92 INGRESOS                 | -         | 9350.00   | 9901.20 | 10200.00 | -       |
| 94 COSTOS                   | 2000.00   | 5500.00   | 5500.26 | 6125.00  | -       |
| 96 UTILIDAD                 | (2000.00) | 3850.00   | 4400.93 | 4075.00  | -       |
| 98 IMPUESTO PAGADO          | -         | (4811.32) | 2082.00 | 2680.28  | 2119.00 |
| 100 FLUJO DE CAJA           | (9252.54) | 8661.32   | 2398.93 | 1786.72  | 5133.54 |
| 102 VAL. PRES. NETO AL 20 X | 3140.42   | -         | -       | -        | -       |

CUADRO 5.7

CORRIDA DEL MODELO DE FABRICA DE UREA , OPCION I

SYSTEM ) DECISION

#1 PLANTA GRANDE ? NO  
 #2 AUMENTAR CAPACIDAD ? NO  
 #3 RETIRAR INVERSION ? NO

SYSTEM ) RISK

OUTPUT ROW, FIRST COLUMN, LAST COLUMN ?  
 ? 102,1  
 ? END  
 NUMBER OF TRIALS ? 200

102 VAL. PRES.NETO AL 20 X PERIOD 1 MEAN 3254.260 S.D. 173.865

| UPPER BOUND | CUMUL X |       |
|-------------|---------|-------|
| 2800.00     | 3.5     | ***** |
| 2850.00     | 5.0     | ***   |
| 2900.00     | 5.5     | *     |
| 2950.00     | 6.0     | *     |
| 3000.00     | 9.0     | ***** |
| 3050.00     | 10.5    | ***   |
| 3100.00     | 12.0    | ***   |
| 3150.00     | 16.5    | ***** |
| 3200.00     | 22.0    | ***** |
| 3250.00     | 32.5    | ***** |
| 3300.00     | 49.0    | ***** |
| 3350.00     | 74.0    | ***** |
| 3400.00     | 91.5    | ***** |
| 3450.00     | 97.0    | ***** |
| 3500.00     | 100.0   | ***** |

MIN. OBSERVATION 2450.910  
 MAX. OBSERVATION 3474.470

\* SCALE IS TIMES 1.

CUADRO 5.6.1

CORRIDA DEL MODELO FABRICA DE UREA, OPCION II

SYSTEM ) DECISION

#1 PLANTA GRANDE ? YES  
 #2 AUMENTAR CAPACIDAD ? NO  
 #3 RETIRAR INVERSION ? NO

SYSTEM ) RISK

OUTPUT ROW, FIRST COLUMN, LAST COLUMN ?

? 102, 1

? C-12

NUMBER OF TRIALS ? 200

102 VAL. PRES. NETO AL 20 X PERIOD 1 MEAN 4750.600 S.D. 710.892

UPPER CUMUL  
 BOUND x

|         |       |       |
|---------|-------|-------|
| 3800.00 | 9.5   | ***** |
| 3900.00 | 11.0  | ***** |
| 4000.00 | 14.5  | ***** |
| 4100.00 | 17.5  | ***** |
| 4200.00 | 23.5  | ***** |
| 4300.00 | 20.0  | ***** |
| 4400.00 | 32.5  | ***** |
| 4500.00 | 30.0  | ***** |
| 4600.00 | 44.0  | ***** |
| 4700.00 | 47.5  | ***** |
| 4800.00 | 56.5  | ***** |
| 4900.00 | 50.5  | ***** |
| 5000.00 | 63.0  | ***** |
| 5100.00 | 65.0  | ***** |
| 5200.00 | 70.5  | ***** |
| 5300.00 | 76.0  | ***** |
| 5400.00 | 80.5  | ***** |
| 5500.00 | 85.5  | ***** |
| 5600.00 | 87.5  | ***** |
| 5700.00 | 90.0  | ***** |
| LIMIT   | 100.0 | ***** |

MIN. OBSERVATION 2934.100  
 MAX. OBSERVATION 6810.590

\* SCALE IS TIMES 2.

CUADRO 5.8.2

Como se puede observar en los diagramas anteriores, el seleccionar la opción de construir la planta grande, será a la larga mas redituable que el construir la planta chica. La planta grande proporciona un Valor Presente Neto promedio de 4758.880 millones contra 3254.260 que se obtiene con la planta chica sin expansión. Aunque en el primero la desviación estándar es mucho mas grande, lo que indica que el riesgo es mayor, su valor promedio es suficientemente grande para absorberlo. Solo quedaria por evaluar una opción en donde se escogiera la planta chica y se optara por la expansión, que promete ser buena ya que los pronósticos de demanda son bastante altos.

En el presente capítulo, se han mostrado varios ejemplos de la utilidad que puede tener un generador DSS para el diseño de modelos no determinísticos en los que, con técnicas de simulación y análisis probabilístico, se logra expresar la incertidumbre existente en las variables de un modelo.

La simulación como se analizó en el caso del control de inventario y el análisis de riesgo junto con árboles de decisiones, son de las herramientas mas usadas en Investigación de Operaciones, area donde se desarrollan con frecuencia los Ingenieros Industriales, por lo que se considera de gran importancia el conocimiento de las diferentes herramientas que por medio de computadoras, le facilitarán el trabajo.

-----

## 6. CONCLUSIONES :

La tecnología aplicada para el procesamiento de la información por medio de las computadoras ha logrado grandes avances. Las computadoras modernas aumentan cada vez más su capacidad de almacenamiento y rapidez en la ejecución de operaciones, y si se comparan con las grandes computadoras que se fabricaban hace algunos años, su costo ahora es mucho menor. Esto ha permitido a las empresas, en base a su necesidad de manipular grandes cantidades de información, invertir en la adquisición de estos equipos, proporcionando a los usuarios mejores herramientas de trabajo.

En forma paralela a los avances tecnológicos en los equipos, ha avanzado el desarrollo de los programas, lenguajes y sistemas operativos que sirven para utilizarlos. Un objetivo práctico en estos desarrollos, es el lograr sistemas que se puedan aprender rápidamente, y que sean fáciles de usar, con base a este objetivo, un mayor número de personas, incluso sin antecedentes dentro de esta área, están gozando de los beneficios de estas herramientas.

El ambiente en el que se desenvuelven las empresas es cada vez más complejo por su dinamismo. Los usuarios necesitan contar con información que les permita fundamentar sus decisiones y actuar rápidamente. Los sistemas de información que se manejen en las empresas deberán ser desarrollados con base a estas necesidades, para lograrlo, es necesario que los propios usuarios participen de una manera más activa en su diseño y elaboración, sobre todo en los sistemas que pretenden dar apoyo a problemas dinámicos cuya estructura no está bien definida.

El concepto de Sistemas de Soporte de Decisiones, representa un nuevo enfoque para la utilización de los recursos de cómputo en las empresas; no solo como herramientas capaz de almacenar y procesar grandes cantidades de información de manera eficiente, sino como una eficaz herramienta de trabajo que proporciona e interpreta, la información necesaria para facilitar y apoyar los procesos de toma de decisiones.

Los generadores de los Sistemas de Soporte de Decisiones, como lenguajes de programación avanzados están logrando un mayor acercamiento entre las computadoras y los usuarios, debido a su facilidad de uso através de un lenguaje sencillo, sin que por esto, se afecte su capacidad y flexibilidad para el diseño de sistemas muy complejos, por lo que también son una excelente herramienta para el personal experto en procesamiento de datos.

Las aplicaciones DSS deben caracterizarse por su flexibilidad y facilidad de actualización, tanto para permitir el análisis de diferentes escenarios, como el preveer cambios en su estructura; ya que los usuarios desearán enfocar el problema desde diferentes puntos de vista. Las aplicaciones deben ser diseñadas de lo general a lo particular para garantizar el enfoque del usuario en el sistema, e implementadas de lo particular a lo general, resolviendo primero las bases del problema.

Es importante notar que en la implementación de un Sistema de Soporte de Decisiones en una empresa, es necesario lograr que la organización se adapte al cambio. Un DSS implica cambios de estructura importantes, ya que ahora los usuarios también deberán utilizar los recursos de cómputo, y el personal de procesamiento de datos dedicarse a apoyar a los usuarios, administrar y mantener los sistemas existentes, y al desarrollo de modelos mas complejos como puede ser la integración de los diferentes sistemas.

Aunque las causas originales de la aparición de los Sistemas de Soporte de Decisiones fueran las de proveer una herramienta poderosa a los usuarios, el potencial de los DSS como integradores de sistemas es aún mas importante. Las ventajas que representa el contar con sistemas integrados dentro de la empresa son muy significativas. Por medio de la integración, se logra mantener la comunicación entre los sistemas ya existentes evitando duplicidad en los desarrollos.

Con sistemas integrados, los problemas pueden enfocarse desde diferentes los puntos de vista de las áreas involucradas, sin perder la visión global del sistema. Los directores podrán delegar funciones y responsabilizar a niveles inferiores sin perder el control de la información, además de unificar criterios y políticas dentro de la empresa.

Los DSS son de gran ayuda, principalmente para tareas en las que la estructura del problema no esta muy bien definida, esto es no existe un algoritmo que lo resuelva, por lo que se requiere de la interacción de la computadora procesando y analizando datos y del juicio del usuario para su solución. Algunas de las tareas tradicionales de los Ingenieros Industriales como balancear una línea de producción, control de inventarios o estudios de tiempos y movimientos son problemas bien estructurados; pero al analizarlas en contextos mas amplios, como puede ser el medir los efectos de la inflación en los inventarios, la planeación de la producción contra la capacidad instalada para lograr aumentar la eficiencia en la utilización de los equipos, o decidir entre pagar horas extras, contratación de personal o contratar maquiladoras para cubrir las cuotas de producción etc., las tareas que aparentemente contaban con una estructura clara y sencilla pueden llegar a complicarse y es cuando mas beneficio se puede obtener de un DSS.

Los Ingenieros Industriales, como actualmente se encuentra estructurada la carrera en esta Universidad, reciben una preparación muy amplia que aunque no los especializa en una area especifica, los prepara en una forma general que bien los puede ubicar en puestos administrativos y directivos en los que una herramienta de este tipo les seria de gran utilidad, razón por la cual, deben estar preparados para utilizarla incrementando la calidad de su trabajo.

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

---

1. Sprague, Ralph Jr. 1980 . A Framework for the Development of Decision Support Systems, MIS Quarterly Vol 4 No. 4 December pp 1-26
2. Naylor, Thomas H. Decision Support Systems or Whatever Happened to MIS ?. Interfaces August 1982, pp 22-24, Center for Corporate Economics and Strategy, Duke University, Durham, North Carolina, USA.
3. Farwell, David C. 1982, A Model Approach to Decision Support System Flexibility. Interfaces Vol 12 No 5 October.
4. Head, R., 1967, Management Information Systems : A Critical Appraisal , Datamation, Vol 13 No 5, May pp 22-28
5. Anthony, R. N. 1965. Planning and Control Systems : A Framework for Analysis, Cambridge, Mass : Harvard University Graduate School of Business Administration, Studies in Management Control pp 24-27.
6. Keen, Peter G W y Scott Morton, Michael S, 1978. Decision Support Systems An Organizational Perspective, Addison-Wesley Publishing Company, Reading Massachusetts pp 82-87.
7. Diedrich , Ronald D. y Kapostasy, Thomas J. 1982. Planning and Decision-Making through Financial Modelling, National Financial Modeling Group, Ernst & Whinney, Cleveland, Ohio, USA, pp 9-14.
8. Naylor, Thomas H y Mann Michele H. 1982. Computer Based Planning Systems Planning Executives Institute, Oxford, Ohio, USA, pp 26-31.
9. Scott Morton, M. S. Management Decision Systems : Computer Based Support for Decision Making. Division of Research, Harvard University, Cambridge Massachusetts, 1971.
10. Sprague, Ralph H. y Carlson, 1982, Building Effective Decision Support Systems , Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA.

11. Wynne, Bye 1982. Decision Support Systems - A New Plateau of Opportunity or More Emperor's Clothing?, Interfaces, Vol 12 No 1 February pp 88-91.

12. Vazoni, Andrew 1982, Decision Support Systems. Computer Literacy and Electronic Models, Interfaces Vol 12 No 1 February pp 72-77.

13. Casey, David. Electrifying Decisions, Financial Decisions, May 1985 pp 41-46.

14. Major, Michael J. 1984, Approaching DSS, Business Software Review Oct/NOV PP 41-44.

15. Yurdon, E. y Constantine , L.L. 1979, Structured Design, Prentice Hall.

16. Wagner, G.R., 1980 D S S : Hypotheses and Inference, Internal Report , EXECUCOM Systems Corporation, Austin, Texas .

17. Carlson, E.D. y Metz, W. 1980. Integrational Dialogue Management and Data Management, IBM Research Report 212738, February 10 , San Jose California.

18. Mantey, P.E. y Carlson, E.D. 1979. Integrated Geographic Data Bases : The GADS Experience, IBM Research Division, Research Report RJ2701 San Jose California , Dec 3 , 1979.

-----