

Q. 3

. 7

15

17





1080064323

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y
ELECTRICA**

TEMA

**MODELO DE OPTIMIZACION
(QSB)**

**QUE EN OPCION AL TITULO DE
INGENIERO ADMINISTRADOR DE SISTEMAS**

PRESENTA

JUAN CARLOS CALDERON VILLARREAL

**SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N.L.
DICIEMBRE DE 1995**

T
757
.74
C3

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA
QUIMICA

TRABAJO DE INVESTIGACION
EN QUIMICA

CONFERENCIA DE TESIS
DE QUIMICA

TRABAJO

TRABAJO DE INVESTIGACION

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA



Biblioteca Central
Magna Solidaridad
F. 757



BU Raúl Rangel Frías
UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

INDICE

		Página
CAPITULO I	PROGRAMACION LINEAL	1
	Ejemplo	7
CAPITULO II	PROGRAMACION EN ENTEROS	12
	Ejemplo	14
CAPITULO III	METODO DEL TRANSPORTE	19
	Ejemplo	23
CAPITULO IV	METODO DE ASIGNACION	27
	Ejemplo	29
CAPITULO V	CADENAS DE MARKOV	33
	Ejemplo	36

CAPITULO I

PROGRAMACION LINEAL

Antecedentes

La Programación Lineal, es un método cuyo origen es relativamente reciente, ha tenido influencia favorable y de gran importancia en muchos problemas periódicos de negocios. Los problemas que antes se creían insolubles, se formulan fácilmente en términos de restricciones y de una función objetivo. Muchos de los éxitos de la investigación de operaciones pueden atribuirse al Método Simplex, que es realmente una de nuestras técnicas actuales más significativas.

Los Métodos de Programación Lineal no han terminado ya. Del mismo modo que la programación matemática dió como resultado la Programación Lineal así mismo se espera que las modificaciones adicionales de la técnica básica darán por resultado su extensión a otros difíciles problemas de negocios. La programación de decisiones es un buen ejemplo de esa extensión a la técnica básica. El uso más riguroso de las computadoras en las zonas de la investigación de operaciones pondrá en primera línea esos nuevos perfeccionamientos. Por consiguiente, la Programación Lineal es un instrumento de la administración y un proceso analítico que ofrece grandes ventajas, a pesar de tener algunas limitaciones, para determinar las soluciones óptimas de los problemas de la empresa.

Introducción

La programación Lineal principió con el método del análisis de insumo-producto, desarrollado por el Economista W. W. Leontief. El útil desarrollo actual de la Programación Lineal para los negocios y la industria, se atribuye al Doctor George D. Dantzig, un matemático que presentó su método Simplex como un procedimiento sistemático para resolver un problema de Programación Lineal.

Durante el año de 1947, George Dantzig, se ocupó de un proyecto para la Fuerza Aérea de los Estados Unidos, que dió por resultado la búsqueda de una técnica que fuera capaz de resolver los problemas de la planeación militar. la esencia de esas investigaciones consiste en considerar las interrelaciones entre las actividades de una gran organización como un modelo de Programación Lineal, y determinar el programa de Optimización minimizando una función objetivo lineal. Dantzing indicó que ese nuevo enfoque tendría amplias aplicaciones en los problemas de los negocios, como ocurre actualmente.

Requerimientos de un problema de Programación Lineal

La programación dispone de recursos limitado, en caso contrario (si fueran ilimitados) no existieran instrumentos administrativos tales como la Programación Lineal; para todo caso, es necesario encontrar la mejor asignación de esos recursos a fin de aumentar al máximo las ganancias. La ejecución de esa tarea comprende innumerables problemas, y por lo tanto es evidente la necesidad de métodos cuantitativos, en especial la Programación Lineal.

La manera de definir la Programación Lineal, consiste en examinar el significado del término. Se usa el **Adjetivo Lineal**, para describir una relación entre dos o más variables, que son directa y precisamente proporcionales. Por otra parte, **PROGRAMACION** utiliza ciertas técnicas matemáticas para llegar a la mejor solución, empleando los recursos limitados de la empresa.

Si conjugamos el significado de los dos términos, obtenemos diferentes puntos de vista, tomando en cuenta los giros y funciones de las actividades que realizan diferentes investigadores y a continuación las describiré:

- **Comunmente**, es la técnica matemática para determinar la mejor asignación de los recursos limitados de la empresa.
- **Un Matemático**, es el método de solución de problemas en el que una función objetivo debe maximizarse o minimizarse cuando se consideran ciertas restricciones.
- **Un Economista**, método para la asignación de los recursos limitados en tal forma que satisfagan las leyes de la oferta y la demanda de los productos de la empresa.
- **Un Hombre de negocios**, consideraría que son instrumentos de la administración para buscar las soluciones de los problemas de acuerdo a los objetivos claramente definidos por la empresa.

Independientemente de la forma de que definimos la programación Lineal, se necesitan ciertos requerimientos básicos (cinco), antes de que esta técnica pueda emplearse en la solución de los problemas de negocios.

- **El primer requerimiento**, es que se defina claramente una función en forma matemática. Esto con el fin de poder servir para maximizar la contribución, utilizando los recursos disponibles, o bien poder producir el costo más bajo posible.
- **Segundo requerimiento**, debe haber otros cursos alternativos de acción. Por ejemplo, puede ser posible hacer una selección entre el empleo de diversas combinaciones de fuerza de trabajo y maquinaria automática. En un problema de Programación Lineal, debe ser posible escoger una solución que satisfaga la función objetivo.
- **El tercer requerimiento**, exige que los objetivos de la empresa y sus restricciones se expresen con ecuaciones o desigualdades lineales. En la Programación Lineal, la linealidad es un término matemático que se usa para la descripción de sistemas de ecuaciones simultáneas de grado uno, que satisfagan tanto la función objetivo como las restricciones. Las restricciones (o limitaciones), se expresan matemáticamente con ecuaciones o desigualdades.
- **El cuarto requerimiento**, consiste en que las variables del problema deben interrelacionarse.

- **El quinto requerimiento**, consiste en que haya un suministro limitado de recursos. Cada fábrica tiene una cantidad limitada de horas disponibles en cada departamento. Hay que considerar el tiempo extra y el segundo y tercer turno si pueden aplicarse.

Ventajas de los Métodos de Programación Lineal

Existen muchas ventajas al utilizar la Programación Lineal. A continuación mencionaré algunas de ellas.

- **La utilización óptima de los factores productivos dentro de la empresa.** La programación Lineal indica la forma en que un administrador puede emplear más eficazmente sus factores productivos, seleccionando y distribuyendo más eficazmente esos elementos. La fuerza Humana y la Máquinaria como solución a un problema de Programación Lineal bien estructurado.
- **La mejor calidad de las decisiones.** Se hace que el administrador sea más objetivo (mediante la Programación Lineal), y no subjetivo (cómo piensa en virtud de las condiciones existentes). El individuo que emplea métodos de la programación Lineal, debe analizar los problemas de negocios como son realmente, y obtener tan sólo los datos pertinentes que puedan ser útiles para la formulación matemática.
- La programación Lineal ofrece un medio substancial para mejorar los conocimientos y pericias de los administradores del mañana.
- El hecho de que el método de Programación Lineal permita modificar su solución matemática en favor de la conveniencia.
- El señalamiento de los cuellos de botella en las operaciones actuales, ya que influye en el punto de vista del contador para escoger aquellos productos que ofrece la mayor contribución lo que puede dar por resultado la promoción de productos indebidos, en términos de una maximización de la contribución total de la firma.

Precauciones al utilizar los Métodos de Programación Lineal.

Hay algunas precauciones o dificultades asociadas con cualquier método matemático, por grandes que sean sus méritos, y la Programación Lineal no es una excepción. El grupo de investigación de operaciones debe definir la función objetivo y las restricciones, que pueden cambiar de la noche a la mañana, debido a factores tanto internos como externos. Debe conocer exactamente la cantidad de recursos productivos de la empresa, tales como mano de obra, materias primas y maquinaria, expresados en forma de medidas que puedan utilizarse. Es necesario que los datos se mantengan al corriente, para que siempre estén disponibles y pueda confiarse en ellos cuando se necesiten.

Cuando la función objetivo y las restricciones no son lineales, hay que ser exactamente precavidos cuando se aplique la Programación Lineal, porque su aplicación incorrecta en condiciones no lineales, ordinariamente da por resultado una solución incorrecta.

La última limitación se refiere al costo relacionado con el mantenimiento de las soluciones de la Programación Lineal. debido a que los factores de costo, las restricciones, etc., cambian constantemente.

Cabe aclarar que las técnicas de Programación Lineal, como otras muchos instrumentos matemáticos, ayudan al administrador en la tarea de decidir cuál es la solución más apropiada en un problema de negocios, pero no substituye al administrador.

Solución Gráfica de la Programación Lineal

Dentro de éste método nos concentraremos en la intersección de líneas para obtener un enfoque Gráfico bidimensional, debido a que no puede usarse cuando hay más de tres variables, por la dificultad que implica dibujar más de tres dimensiones.

Ejemplo 1

Supóngase una compañía de muebles que fabrica únicamente 2 tipos de productos: mesas y sillas. La compañía ha limitado recursos de madera, mano de obra y capacidad de terminado con los cuales producirá estos artículos. A la administración de la compañía le gustaría determinar la mejor mezcla de productos para fabricar: puras sillas, puras mesas o una mezcla de sillas y mesas. La administración define la mejor mezcla de productos como aquella que maximice la contribución total a la utilidad sujeta a la disponibilidad limitada de recursos.

El problema de mezcla de productos se puede formular en términos matemáticos de la siguiente manera:

X1 = El número total de mesas producidas.

X2 = El número total de sillas producidas.

Ambas **X1** y **X2** son variables desconocidas que son determinadas por la solución del problema de Programación Lineal. También supóngase que se da la siguiente matriz unitaria de tecnología de producción. Esta matriz describe el proceso de transformación utilizada para convertir los escasos recursos, (madera, mano de obra y capacidad de terminado), en mesas y silla. Por ejemplo se requiere 30 pies de tabla para fabricar una mesa y 20 Pies de tabla para fabricar una silla. También supóngase que se da la cantidad de recursos escasos disponibles: 120 pies de tabla, 9 de horas de mano de obra y 24 horas de capacidad de terminado.

La utilidad por producir estos dos productos es el siguiente \$ 10 por mesa y \$ 8 por la silla.

Si se multiplican los valores en la matriz unitaria de tecnología de producción por el número de unidades producidas y se suman ambos productos se obtendrán los recursos totales requeridos de cada tipo. Estos requerimientos deben ser menores que la cantidad de recursos disponibles.

Entonces se tiene:

$$\textcircled{1} \quad 30 X1 + 20 X2 \leq 120$$

$$\textcircled{2} \quad 2 X1 + 2 X2 \leq 9$$

$$\textcircled{3} \quad 4 X1 + 6 X2 \leq 24$$

① Restricción se refiere a las limitaciones para producir una mesa y una silla sin excederse de 120 pies de madera o materia prima.

② Restricción se refiere a las limitaciones para producir una mesa y una silla en un tiempo menor o igual a 9 horas.

③ Restricción se refiere a las limitaciones en cuanto al terminado de una mesa y una silla que debe ser menor o igual a 24 horas de capacidad de terminado.

Para encontrar la contribución de la utilidad o la función objetivo de la ganancia es la siguiente.

$$Z_{\max} = 10 X_1 + 8 X_2$$

Finalmente se requiere que X_1 y X_2 no sean valores negativos, dado que no se puede producir un número negativo de mesas y sillas. Reuniendo restricciones y la función objetivo el problema de la mezcla de productos se puede resumir de la siguiente manera.

Objetivo:	$Z_{\max} = 10 X_1 + 8 X_2$
Sujeto a:	① $30 X_1 + 20 X_2 \leq 120$
	② $2 X_1 + 2 X_2 \leq 9$
	③ $4 X_1 + 6 X_2 \leq 24$

Solución:

Ya que se esta en la pantalla que muestra todos los tipos de problemas que se pueden resolver con este paquete, la opción número 1 es la de **Programación Lineal** por lo tanto debemos oprimir la flecha de desplazamientos hacia abajo ó la tecla ↓ y se oprime la tecla (↵), para aceptar esta opción.

Se observará una pantalla de opciones desde el número 1 hasta el número 0, (Salida del Paquete) mismas que se definen a continuación (se llama opción 1, opción 2, etc., al procedimiento que se tendría al teclear el número correspondiente):

- **OPCION 1.** Si se tecllea el número 1 aparece una pantalla en la que se muestran las características de este paquete para Programación en Lineal.
- **OPCION 2.** Si se tecllea el número 2 o se presiona la tecla de desplazamiento hacia la opción 2 y se oprime la tecla (↵). Se entra en la opción para crear (dar de alta un problema), el problema de **Programación Lineal** al que se quiere resolver, por lo que se debe dar el nombre con el

que se quiere identificar el problema. Después de asignar el nombre al problema debe oprimir la tecla (↵).

Descripción de la pantalla para dar de alta la información del problema

Al haber tecleado el nombre con el cual se va a identificar el problema aparecerá una pantalla de diálogo donde se tendrá que responder a las siguientes preguntas que aparecen a la mitad de la pantalla.

Quiere Maximizar (1) o Minimizar (2) ? Seleccionar 1 y (↵).

Cuántas variables diferentes tiene el problema? (hasta 500) se teclea el número 2 porque se tiene las variables **X1** y **X2**, enseguida presionar (↵).

Cuántas restricciones tiene el problema? (hasta 500) se teclea el número 3 (porque existen 3 restricciones), enseguida presionar (↵).

Cuántas restricciones \geq hay en el problema? se teclea el número 0, enseguida presionar (↵).

Quiere usar por default las variables **X1, X2,...Xn**? se teclea (Y), y enseguida (↵).

Después de teclear las respuestas a las preguntas anteriores, presionar la barra espaciadora si la información es correcta, de lo contrario oprimir (↵) para que se puedan cambiar el(los) dato(s) equivocado(s) simplemente tecleando el valor correcto y oprimir (↵) en la parte final de la pantalla.

Si se oprime la barra espaciadora aparece, en la pantalla el esqueleto del problema. Para introducir los datos solo se teclea la cantidad correcta en cada espacio (campo) y oprimir (↵) después de cada valor correcto para que pase al siguiente valor (campo).

Como las restricciones pueden ser \geq ó \leq el cursor se detendrá en ese espacio (campo). Si se quiere cambiar el símbolo que aparece, se teclea primero el $>$ ó $<$ y después = , si ésta correcto oprima la tecla (↵).

Si están correctos los datos presionar la barra espaciadora y enseguida (↵) de lo contrario oprima la tecla <Esc> con la cual se regresa el cursor a la tabla y teclear (↵) va pasando un espacio (campo) a otro (al llegar al que tiene el error solo teclear la cantidad ó símbolo correcto después teclear (↵) hasta llegar al último campo).

Al oprimir la barra espaciadora y dar (\downarrow), automáticamente se regresará al Menú Principal y aquí se teclea el número de la opción con la que se desea continuar (se explica en seguida):

- **OPCION 4.** Si se teclea el numero 4 (muestra los datos de entrada), aparece una pantalla en la cual según el número que se teclee se observa:

- 1) Al teclear el número 1 para desplegar los datos.
- 2) Al teclear el numero 2 para imprimir los datos de entrada.
- 3) Al teclear el número 3 para enviar lo datos a un archivo.
- 4) Al teclear el número 4 para regresar a la pantalla anterior (Menú Principal).

- **OPCION 5.** Si se teclea el número 5 aparece una pantalla en la que se muestran formas en que se pueda resolver el problema:

1) Al teclear el número 1 se resuelve y muestra la tabla inicial (aparece después otra pantalla de opciones, se deberá oprimir el número 7 para regresar al Menú principal).

2) Al teclear el número 2 se resuelve y muestra la tabla final, (oprimiendo el número 7 en la siguiente pantalla para regresar al Menú Principal).

3) Al teclear el número 3 se resuelve y muestra la última tabla.

4) Al teclear el número 4 se resuelve y muestra todas las tablas, así como también qué variable entra y cual sale en cada paso (con negritas).

5) Al teclear el número 5 se muestra solo la solución teniendo que pasar a una segunda pantalla y entrando a la opción número 1 de esta nueva pantalla.

6) Al teclear el número 6 se resuelve el problema con el Método Gráfico (solo con problemas con 2 variables), la computadora pregunta por la escala de la gráfica, si se oprime "N" se colocará por default la escala.

7) Al teclear el número 7 regresa al Menú Principal.

- **OPCION 6.** Se utiliza para salvar (grabar) en el disquete el problema que se está resolviendo.

- **OPCION 7.** Esta opción se utiliza cuando se quiere modificar algo del problema. Si se oprime el número 7 aparece una pantalla en donde se muestra todo lo que se puede modificar.

1) Al teclear el número 1 se puede modificar los coeficientes del problema (modelo).

2) Al teclear el número 2 se puede modificar una restricción (pide cuál).

- 3) Al teclear el número 3 se puede agregar una restricción.
 - 4) Al teclear el número 4 se puede borrar una restricción.
 - 5) Al teclear el número 5 se puede agregar una variable.
 - 6) Al teclear el número 6 se puede borrar una variable.
 - 7) Al teclear el número 8 muestra los datos nuevos del problema con las modificaciones realizadas.
 - 8) Al teclear el número 8 se regresa al Menú Principal.
- **OPCION 8.** Muestra la solución final (aparece una segunda pantalla con opciones para que se vea la solución final).
 - **OPCION 9.** Se tecldea para salir de **Programación Lineal** y se regresa a la primera pantalla en donde aparece todos los tipos de problemas que se pueden resolver con **QSB**.
 - **OPCION 0.** Se tecldea cuando se quiere salir del paquete.
 - **OPCION 3.** Se utiliza cuando se quiere cargar algún problema que ya se tiene grabado en el disco.

Solución:

$$Z_{\max} = 42$$

$$X_1 = 3$$

$$X_2 = 1.5$$

CAPITULO II

PROGRAMACION EN ENTEROS

Introducción

Un problema de **Programación en Enteros** es igual a un problema de Programación Lineal, a excepción de que las variables que aparezcan en la solución final deben ser números enteros y positivos (0, 1, 2, ...). La importancia de ésta técnica debe ser evidente, ya que existen recursos indivisibles, tales como maquinaria, camiones y la asignación de trabajadores a las tareas.

Posiblemente se piense que redondeando soluciones no enteras a recursos indivisibles sea la solución a muchos problemas, sobre todo cuando los redondeamientos sean pequeños. Sin embargo, al hacer el redondeamiento puede caerse en el error de soluciones muy alejadas de la solución óptima en enteros.

Existen diferentes pasos involucrados en la solución de un problema de Programación en Enteros:

Primer Paso: Consiste en "integrar" las restricciones originales de la Programación Lineal, lo que requiere la transformación de las mismas, de modo que todos los coeficientes sean números enteros.

Segundo Paso: El siguiente paso consiste en resolver el problema empleando el método Simplex de programación lineal, lo que da una solución óptima para el problema que no es de enteros.

Tercer Paso: Como ya se ha obtenido la mejor solución en el segundo paso, el Tercero consiste en escoger la ecuación del cuadro final correspondiente a la variable que tenga la mayor parte fraccionaria.

Cuarto Paso: Consiste en sumar la nueva restricción como renglón debajo del correspondiente cuadro modificado.

Ejemplo:

Una compañía fabrica tres máquinas (**A**, **B** y **C**) donde su contribución unitaria es de \$200, \$400 y \$300 respectivamente. Cada uno de esos productos pasa por tres centros de manufactura. El tiempo requerido en cada centro para producir una unidad de cada uno de los tres productos es el siguiente:

Producto	Centro de Prod. # 1	Centro de Prod. # 2	Centro de Prod. # 3
A	30 hrs/unid.	20 hrs/unid.	10 hrs/unid.
B	40 hrs/unid.	10 hrs/unid.	30 hrs/unid.
C	20 hrs/unid.	20 hrs/unid.	20 hrs/unid.
Tiempo Disponible	600	400	800

El tiempo disponible en los tres centros de producción para la semana siguiente es: 1. 600 hrs., 2. 400 hrs. y 3. 800 hrs. respectivamente para cada centro de producción. Cuántas máquinas de cada centro se requiere para aumentar al máximo la contribución en la siguiente semana, si no hay limitaciones de ventas.

Objetivo: $Z(\text{Maximiza}) = \$200 A + \$400 B + \$300 C$

Sujeto a:
 $30 A + 40 B + 20 C \leq 600 \text{ Hrs.}$
 $20 A + 10 B + 20 C \leq 400 \text{ Hrs.}$
 $10 A + 30 B + 20 C \leq 800 \text{ Hrs.}$

Solución:

Ya que se esta en la pantalla que muestra todos los tipos de problemas que se pueden resolver con este paquete, la opción número 2 es la de **Programación en Enteros** por lo tanto debemos oprimir la flecha de desplazamientos hacia abajo ó la tecla 2 para aceptar esta opción.

Se observará una pantalla de opciones desde el número 1 hasta el número 0 (Salida del Paquete) mismas que se definen a continuación (se llama opción 1, opción 2, etc., al procedimiento que se tendría al teclear el número correspondiente):

- **OPCION 1.** Si se teclaea el número 1 aparece una pantalla en la que se muestran las características de este paquete para **Programación en Enteros**.
- **OPCION 2.** Si se teclaea el número 2 o se presiona la tecla de desplazamiento hacia la opción 2 y se oprime la tecla (↓). Se entra en la opción para crear (dar de alta un problema), el problema de Programación en Enteros al que se quiere resolver, por lo que se debe dar el nombre con el que se quiere identificar el problema. Después de asignar el nombre al problema debe oprimir la tecla (↓).

Descripción de la pantalla para dar de alta la información del problema

Al haber teclado el nombre con el cual se va a identificar el problema aparecerá una pantalla de diálogo donde se tendrá que responder a las siguientes preguntas que aparecen a la mitad de la pantalla.

Quiere Maximizar (1) o Minimizar (2) ? Seleccionar 1 y (↓).

Cuantas variables diferentes tiene el problema? (hasta 500) se teclaea el número 3 porque se tiene las variables **A, B, C**, enseguida presionar (↓).

Cuantas restricciones tiene el problema? (hasta 500) se teclaea el número 3 (porque existen 3 restricciones), enseguida presionar (↓).

Quiere usar por default, las variables X_1, X_2, \dots, X_n ? se teclaea (N) y enseguida (↓).

Despues de teclear las respuestras a las preguntas anteriores, presionar la barra espaciadora si la información es correcta, de lo contrario oprimir (↓) para que se puedan cambiar el(los) dato(s) equivocado(s) simplemente tecleando el valor correcto y oprimir (↓) en la parte final de la pantalla.

Debido a que no se escogen las variables de default aparecerá una pantalla para que se escriban las variables que se desean usar, después de teclear cada variable se debe precionar la tecla (↵).

Si se oprime la barra espaciadora aparece, en la pantalla el esqueleto del problema. Para introducir los datos solo se tecldea la cantidad correcta en cada espacio (campo) y oprimir (↵) despues de cada valor correcto para que pase al siguiente valor (campo).

Como las restricciones pueden ser \geq ó \leq el cursor se detendra en ese espacio (campo). Si se quiere cambiar el símbolo que aparece, se tecldea primero el $>$ ó $<$ y despues = , si está correcto oprima la tecla (↵).

Si están correctos los datos presionar la barra espaciadora y enseguida (↵) de lo contrario oprima la tecla <Esc> con la cual se regresa el cursor a la tabla y teclear (↵) va pasando un espacio (campo) a otro (al llegar al que tiene el error solo teclear la cantidad ó símbolo correcto después teclear (↵) hasta llegar al último campo).

Al oprimir la barra espaciadora aparece una pantalla en la que se debe de contestar 3 preguntas.

Todas son variables enteras (Y/N)?. Se contesta con Y (Si).

Que si las variables tienen 0 y 1 (Y/N)?. Se contesta con N (No).

Están delimitads las variables (Y/N)?. Se contesta con N (No).

Al terminar de contestar la última respuesta automáticamente se regresará al Menú Principal y aquí se tecldea el número de la opción con la que se desea continuar (se explica en seguida):

- **OPCION 4.** Si se tecldea el numero 4 (muestra los datos de entrada) aparece una pantalla en la cual según el número que se teclee se observa:
 - 1) Al teclear el número 1 para desplegar los datos
 - 2) Al teclear el numero 2 para imprimir los datos de entrada
 - 3) Al teclear el número 3 para enviar lo datos a un archivo
 - 4) Al teclear el número 4 para regresar a la pantalla anterior (Menú Principal)
- **OPCION 5.** Si se tecldea el número 5 aparece una pantalla en la que se muestran formas en que se pueda resolver el problema:

1) Al teclear el número 1 se resuelve y muestra la primera interacción (aparece después otra pantalla de opciones, se deberá oprimir el número 4 para regresar al Menú Principal).

2) Al teclear el número 2 se resuelve y muestra cada interacción. Se tiene la opción de ir viendo cada interacción una por una o bien oprimir **G** y directamente se va hasta la última interacción (oprimiendo el número 4 en la siguiente pantalla para regresar al Menú Principal).

3) Al teclear el número 3 se resuelve y muestra la última tabla (se presiona dos veces (↵) y aparece una pantalla con opciones de como desplegar la tabla de soluciones).

4) Al teclear el número 4 pide la tolerancia del entero (la tolerancia por default es 0.001).

5) Al teclear el número 5 se regresa al Menú Principal.

- **OPCION 6.** Se utiliza para salvar (grabar) en el disquete el problema que se está realizando.
- **OPCION 7.** Esta opción se utiliza cuando se quiere modificar algo del problema. Si se oprime el número 8 aparece una pantalla en donde se muestra todo lo que se puede modificar.

1) Al teclear el número 1 se puede modificar los coeficientes del problema.

2) Al teclear el número 2 se puede modificar una restricción (pide cuál).

3) Al teclear el número 3 se puede agregar una restricción.

4) Al teclear el número 4 se puede borrar una restricción.

5) Al teclear el número 5 se puede agregar una variable.

6) Al teclear el número 6 se puede borrar una variable.

7) Al teclear el número 7 modifica al entero y al límite.

8) Al teclear el número 8 muestra los datos nuevos del problema con las modificaciones realizadas.

9) Al teclear el número 9 se regresa al Menú Principal.

- **OPCION 8.** Muestra la solución final (aparece una segunda pantalla con opciones para que se vea la solución final).

- **OPCION 9.** Se tecllea para salir de **Programación en Enteros** y se regresa a la primera pantalla en donde aparece todos los tipos de problemas que se pueden resolver con **QSB**.
- **OPCION 0.** Se tecllea cuando se quiere salir del paquete.
- **OPCION 3.** Se utiliza cuando se quiere cargar algún problema que ya se tiene grabado en el disco.

SOLUCION:

La funcion objetivo es la siguiente **Zmax.** = 7,600.00

Se requieren 7 máquinas del producto **B**, 16 máquinas del **C** y 0 máquinas del producto **A**.

CAPITULO III

METODO DEL TRANSPORTE

Antecedentes

Los estudios realizados por Hitchcock en 1941 y los de Koopmans en 1947, han contribuido a los desarrollos de los Modelos de Transporte que reflejan en sus actividades muchos sitios de embarque y muchos puntos de destino; considerando que una fábrica tiene cierta capacidad de almacenamiento de costo del punto de origen al destino. La función objetivo de este método consiste en reducir al mínimo el costo de transporte satisfaciendo las bodegas dentro de las limitaciones en capacidad de las fábricas.

Una consideración muy importante que hay que tener en cuenta con cualquier método que se utilice, es que el problema de transporte no siempre puede aislarse y resolverse dentro de sus propios límites. El transporte es tan sólo una parte de todo el sistema de distribución de la compañía. Es muy difícil resolver el mejor programa de transporte en términos de servicio y bajo costo. Esa área de la empresa requiere una constante atención para incorporar los cambios que constituyan una difícil tarea para cualquier grupo de investigaciones de negocios.

Muchos de los diferentes problemas que refleja las actividades han podido ser resueltos tal como la colocación óptima de los pedidos.

Introducción

La importancia de la distribución de la empresa.

Cuando una empresa decide revisar su sistema de distribución, lo primero que hace es preparar un modelo matemático de la empresa. A pesar del costo, es más fácil y económico que encontrarse con un sistema que no puede funcionar. El modelo debe mostrar no sólo el orden del procedimiento, y los costos de empaque, embargue y almacenamiento, sino que debe averiguar cuales son los productos que se venden, cuáles son las demandas y dónde se originan. Debe llegar también a las fábricas a fin de averiguar cuáles son las líneas de producción más eficientes para cada producto. La construcción del modelo puede requerir un año, y dependiendo de la complejidad de la organización, podría ser de mas tiempo.

Cuando el modelo está completo, el paso siguiente consiste en establecer los objetivos de la compañía. Es muy importante recordar que las

tarifas de transporte no son fijas, sino que varían de una compañía a otra, así como el tamaño de la carga. A menudo puede reducirse mediante negociaciones.

Cuando se ha formulado correctamente el modelo, en términos de los objetivos de la empresa, puede descubrir que hay bodegas que dan servicio a territorios que no son apropiados, territorios con linderos equivocados, y productos que se manufacturan en fábricas que no son decuadas. Puede impedir que una compañía adopte un sistema de distribución que su cliente no pueda utilizar. Si un cliente no puede almacenar productos en cantidades de carro por entero, no tiene objeto organizar un sistema de distribución bajo esa base. Cuando el modelo de computadora determine los desechos y compromisos que casi seguramente permitan el logro de los objetivos a largo plazo de la empresa, ésta puede comenzar a poner en practica el nuevo sistema.

En casi todos los casos, es preferible cambiar un sistema fisico completo de distribución, en una serie de etapas cortas. Si se intenta hacerlo de un vez, se producirán muchas interrupciones, se trastornarán muchas de las inversiones de capital existentes, se multiplicarán las posibilidades de error, y se pondrá en peligro el éxito de toda la empresa. Cuando se establecen finalmente los objetivos a largo plazo y el sistema de distribución de mejor servicio a los clientes a un costo más bajo, muchas empresas comprueban que hay necesidad de comenzar de nuevo, porque la distribución física necesita una atención y renovación constante. Además, ningún negocio próspero puede permanecer inactivo. El crecimiento puede trastornar aun al sistema de distribución mejor diseñado, debido a cambios en los productos, las salidas, la diversificación y las adquisiciones.

Aunque algunas empresas han examinado concienzudamente sus sistemas de distribución, otras han examinado algunas de las fases principales de la misma. Algunas empresas han encontrado que un cambio en la distribución puede reducir los costos de transporte.

Diferentes métodos de solución de problemas del Método de Transporte

En la actualidad existen varios métodos para la solución del problema de transporte:

- Método de Distribución Modificada (**MODI**).
- Método del Cruce del Arroyo, empleando la regla Esquina Noreste.
- Método del Cruce del Arroyo, empleando la regla Esquina Noreste y la inspección.
- Método del Valor Clave.
- Método Simplex.

Para entender mejor los conceptos de este método presentaremos una de las principales bases que se utiliza para resolver un problema de transporte (señalado que no es el más óptimo) el **Método Mutuamente Predefinido**. Presentando sus principales limitaciones para resolver los problemas del transporte. A fin de mostrar claramente sus ventajas y desventajas para la solución de un problema de transporte, a continuación describiremos un problema:

Ejemplo:

A continuación se dará un ejemplo del **Método del Transporte** para explicar el uso del paquete **QSB**.

Una compañía tiene cuatro plantas localizadas en Nueva York, San Francisco, Denver y Phoenix. Embarcan a cuatro almacenes nacionales en Chicago, Atlanta, Kansas y Los Angeles. Los costos unitarios de transportación, la disponibilidad de artículos y los requerimientos se indican en seguida.

Costo de embarque por unidad de almacén

CIUDAD DE ORIGEN	CHICAGO	ATLANTA	KANSAS CITY	LOS ANGELES	UNIDADES DISPONIBLES
Nueva York	\$ 6	\$ 3	\$ 5	\$ 7	100
San Francisco	5	9	7	2	150
Denver	3	5	2	4	150
Phoenix	5	7	3	2	150
Unidades requeridas	75	100	125	100	

Para minimizar los costos de transportación de que planta se debe transportar a que almacén (en que cantidades y cual sería el costo total).

Ya que se esta en la pantalla que muestra todos los tipos de problemas que se pueden resolver con este paquete, la opción número 3 es el **Método de Transporte** por lo tanto debemos oprimir la flecha de desplazamientos hacia abajo ó la tecla 3 para aceptar esta opción.

Se observará una pantalla de opciones desde el número 1 hasta el número 0 (Salida del Paquete) mismas que se definen a continuación (se llama opción 1, opción 2, etc., al procedimiento que se tendría al teclear el número correspondiente):

- **OPCION 1.** Si se teclaea el número 1 aparece una pantalla en la que se muestran las características de este paquete para **Método del Transporte**.
- **OPCION 2.** Si se teclaea el número 2 o se presiona la tecla de desplazamiento hacia la opción 2 y se oprime la tecla (↓). Se entra en la

opción para crear (dar de alta un problema), el problema de **Método del Transporte** al que se quiere resolver, por lo que se debe dar el nombre con el que se quiere identificar el problema. Después de asignar el nombre al problema debe oprimir la tecla (↵).

Descripción de la pantalla para dar de alta la información del problema

Al haber tecleado el nombre con el cual se va a identificar el problema aparecerá una pantalla de diálogo donde se tendrá que responder a las siguientes preguntas que aparecen a la mitad de la pantalla.

Quiere Maximizar (1) o Minimizar (2) ? Seleccionar 2 y (↵).

Cuántos proveedores hay en el problema? (hasta 500) se teclea el número 4, enseguida presionar (↵).

Cuántos destinatarios tiene el problema? (hasta 500) se teclea el número 4, enseguida presionar (↵).

Cuántos puntos de transbordo hay en el problema? se teclea el número 0, y presionar (↵).

Quiere usar por default, las variables $\langle S_1, \dots, S_n; T_1, \dots, T_n \rangle \langle Y/N \rangle$? se teclea (N) y enseguida (↵).

Después de teclear las respuestas a las preguntas anteriores, presionar la barra espaciadora si la información es correcta, de lo contrario oprimir (↵) para que se puedan cambiar el(los) dato(s) equivocado(s) simplemente tecleando el valor correcto y oprimir (↵) en la parte final de la pantalla.

Debido a que no se escogen las variables de default aparecerá una pantalla para que se escriban los proveedores, destinatarios y si existen los trasbordos que se desean usar. Después de teclear cada variable se debe presionar la tecla (↵).

Si se oprime la barra espaciadora aparece en la pantalla en la que se tiene que introducir la unidades disponibles o capacidades de los proveedores y de los destinatarios. Para introducir los datos solo se teclea la cantidad correcta en cada espacio (campo) y oprimir (↵) despues de cada valor correcto para que pase al siguiente valor (campo).

Al presionar la barra espaciadora en la pantalla aparece la pregunta que si se desea usar formato libre (Y/N) se contestará con N (No). En seguida dar

(↵), Para introducir los datos solo se tecléa la cantidad correcta en cada espacio (campo) y oprimir (↵) después de cada valor correcto para que pase al siguiente valor (campo).

Si están correctos los datos presionar la barra espaciadora y enseguida (↵) de lo contrario oprima la tecla <Esc> con la cual se regresa el cursor a la tabla y tecléar (↵), va pasando un espacio (campo) a otro (al llegar al que tiene el error solo tecléar la cantidad correcta y después oprimir (↵) hasta llegar al último campo). Al presionar (↵) automáticamente se regresará al Menú Principal y aquí se tecléa el número de la opción con la que se desea continuar (se explica en seguida).

- **OPCION 4.** Si se tecléa el número 4 (muestra los datos de entrada) aparece una pantalla en la cual según el número que se teclée se observa:

- 1) Al tecléar el número 1 para desplegar los datos
- 2) Al tecléar el número 2 para imprimir los datos de entrada
- 3) Al tecléar el número 3 para enviar los datos a un archivo
- 4) Al tecléar el número 4 para regresar a la pantalla anterior (Menú Principal)

- **OPCION 5.** Si se tecléa el número 5 aparece una pantalla en la que se muestran formas en que se pueda resolver el problema:

1) Al tecléar el número 1 se resuelve y muestra la primera tabla (aparece después otra pantalla de opciones, se deberá oprimir el número 4 para regresar al Menú Principal).

2) Al tecléar el número 2 se resuelve y muestra cada interacción. Se tiene la opción de ir viendo cada interacción una por una o bien oprimir G y directamente se va hasta la última interacción (oprimiendo el número 4 en la siguiente pantalla para regresar al Menú Principal).

3) Al tecléar el número 3 se resuelve y muestra la última tabla (oprimiendo el número 4 en la siguiente pantalla para regresar al Menú Principal).

4) Al tecléar el número 4 muestra solo la solución teniendo que pasar a una segunda pantalla y entrando a la opción número 1 de esta nueva pantalla.

5) Al tecléar el número 5 se debe seleccionar en la siguiente pantalla el Método de solución inicial que se desee.

6) Al tecléar el número 6 se regresa al Menú Principal.

- **OPCION 6.** Se utiliza para salvar (grabar) en el disquete el problema que se está realizando.
- **OPCION 7.** Esta opción se utiliza cuando se quiere **modificar algo del problema**. Si se oprime el número 9 aparece una pantalla en donde se muestra todo lo que se puede modificar.
 - 1) Al teclear el número 1 se puede modificar la capacidad y la demanda del problema.
 - 2) Al teclear el número 2 se puede agregar un proveedor.
 - 3) Al teclear el número 3 se puede borrar un proveedor.
 - 4) Al teclear el número 4 se puede agregar un destinatario.
 - 5) Al teclear el número 5 se puede borrar un destinatario.
 - 6) Al teclear el número 6 se puede agregar un punto de trasborde.
 - 7) Al teclear el número 7 se puede borrar un punto de trasborde.
 - 8) Al teclear el número 8 se puede modificar los coeficientes de los costos.
 - 9) Al teclear el número 9 se muestran los datos nuevos del problema con las modificaciones realizadas.
 - 10) Al teclear el número 10 se regresa al Menú Principal.
- **OPCION 8.** Muestra la solución final (aparece una segunda pantalla con opciones para que se vea la solución final).
- **OPCION 9.** Se tecléa para salir del **Método de Transporte** y se regresa a la primera pantalla en donde aparece todos los tipos de problemas que se pueden resolver con **QSB**.
- **OPCION 0.** Se tecléa cuando se quiere salir del paquete.
- **OPCION 3.** Se utiliza cuando se quiere cargar algún problema que ya se tiene grabado en el disco.

CAPITULO IV

METODO DE ASIGNACION

Introducción

El **Método de Asignación** es muy parecido al Método del Transporte; utiliza un formato similar, pero a diferencia del segundo; el primero no maneja ofertas ni demandas.

El método de Asignación se puede realizar en la práctica por 2 Métodos diferentes:

- Método Húngaro.
- Método Branch & Bound.

Ejemplo:

A continuación se dará un ejemplo del **Método de Asignación** para explicar el uso del paquete **QSB**.

Existen tres trabajadores **W1**, **W2** y **W3** que pueden realizar tres trabajos distintos **J1**, **J2** y **J3**. Cada trabajador tiene un costo diferente para cada trabajo, que aparece en la siguiente tabla.

TRABAJOS	TRABAJADOR		
	W1	W2	W3
J1	4.00	3.60	3.75
J2	4.40	3.50	4.00
J3	4.60	4.48	4.60

Cual es el trabajo que se debe elegir para minimizar el costo?

Ya que se está en la pantalla que muestra todos los tipos de problemas que se pueden resolver con este paquete, la opción número 4 es el **Método de Asignación** por lo tanto debemos oprimir la flecha de desplazamientos hacia abajo ó la tecla 4 para aceptar esta opción.

Se observará una pantalla de opciones desde el número 1 hasta el número 0 (Salida del Paquete) mismas que se definen a continuación (se llama opción 1, opción 2, etc., al procedimiento que se tendría al teclear el número correspondiente):

- **OPCION 1.** Si se teclaea el número 1 aparece una pantalla en la que se muestran las características de este paquete para **Método de Asignación**.
- **OPCION 2.** Si se teclaea el número 2 o se presiona la tecla de desplazamiento hacia la opción 2 y se oprime la tecla (↓). Se entra en la opción para crear (dar de alta un problema), el problema del **Método de Asignación** al que se quiere resolver, por lo que se debe dar el nombre con el que se quiere identificar el problema. Después de asignar el nombre al problema debe oprimir la tecla (↓).

Descripción de la pantalla para dar de alta la información del problema

Al haber tecleado el nombre con el cual se va a identificar el problema aparecerá una pantalla de diálogo donde se tendrá que responder a las siguientes preguntas que aparecen a la mitad de la pantalla.

Quiere Maximizar (1) o Minimizar (2) ? Seleccionar 2 y (↵).

Cuántos Objetos hay en el problema? (hasta 500) se teclea el número 3, enseguida presionar (↵).

Cuántos Trabajos hay en el problema? (hasta 500) se teclea el número 3, enseguida presionar (↵).

Quiere usar por default, las variables $\langle S_1, \dots, S_n; T_1, \dots, T_n \rangle$ $\langle Y/N \rangle$? se teclea (N) No y enseguida (↵).

Después de teclear las respuestas a las preguntas anteriores, presionar la barra espaciadora si la información es correcta, de lo contrario oprimir (↵) para que se puedan cambiar el(los) dato(s) equivocado(s) simplemente tecleando el valor correcto y oprimir (↵) en la parte final de la pantalla.

Debido a que no se escogen las variables de default aparecerá una pantalla para que se escriban los Objetos y Trabajos que se desean usar. Después de teclear cada variable se debe presionar la tecla (↵).

Al presionar la barra espaciadora en la pantalla aparece la pregunta que si se desea usar formato libre (Y/N) se contestará con N (No). En seguida dar (↵), Para introducir los datos solo se teclea la cantidad correcta en cada espacio (campo) y oprimir (↵) después de cada valor correcto para que pase al siguiente valor (campo).

Si están correctos los datos presionar la barra espaciadora y enseguida (↵) de lo contrario oprima la tecla <Esc> con la cual se regresa el cursor a la tabla y teclear (↵) va pasando un espacio (campo) a otro (al llegar al que tiene el error solo teclear la cantidad correcta y después oprimir (↵) hasta llegar al último campo). Al presionar (↵) automáticamente se regresara al Menú Principal y aquí se teclea el número de la opción con la que se desea continuar (se explica en seguida).

- **OPCION 4.** Si se teclea el numero 4 (muestra los datos de entrada) aparece una pantalla en la cual según el número que se teclee se observa:

- 1) Al teclear el número 1 para desplegar los datos
- 2) Al teclear el numero 2 para imprimir los datos de entrada
- 3) Al teclear el número 3 para enviar lo datos a un archivo
- 4) Al teclear el número 4 para regresar a la pantalla anterior (Menú Principal)

- **OPCION 5.** Si se teclaea el número 5 aparece una pantalla en la que se muestran formas en que se pueda resolver el problema:

1) Al teclear el número 1 se resuelve y muestra la primera tabla (aparece después otra pantalla de opciones, se deberá oprimir el número 4 para regresar al Ménu Principal).

2) Al teclear el número 2 se resuelve y muestra cada interacción. Se tiene la opción de ir viendo cada interacción una por una o bien oprimir **G** y directamente se va hasta la última interacción (oprimiendo el número 4 en la siguiente pantalla para regresar al Menú Principal).

3) Al teclear el número 3 se resuelve y muestra la última tabla (oprimiendo el número 4 en la siguiente pantalla para regresar al Menú Principal).

4) Al teclear el número 4 muestra solo la solución teniendo que pasar a una segunda pantalla y entrando a la opción número 1 de esta nueva pantalla.

5) Al teclear el número 5 se regresa al Menú Principal.

- **OPCION 6.** Se utiliza para salvar (grabar) en el disquete el problema que se está realizando.

- **OPCION 7.** Esta opción se utiliza cuando se quiere **modificar algo del problema**. Si se oprime el número 6 aparece una pantalla en donde se muestra todo lo que se puede modificar.

1) Al teclear el número 1 se puede modificar los coeficientes de costos del problema.

2) Al teclear el número 2 se puede agregar un objeto.

3) Al teclear el número 3 se puede borrar un objeto.

4) Al teclear el número 4 se puede agregar un trabajo.

5) Al teclear el número 5 se puede borrar un trabajo.

6) Al teclear el número 6 se muestran los datos nuevos del problema con las modificaciones realizadas.

7) Al teclear el número 7 se regresa al Menú Principal.

- **OPCION 8.** Muestra la solución final (aparece una segunda pantalla con opciones para que se vea la solución final).
- **OPCION 9.** Se tecldea para salir del **Método de Asignación** y se regresa a la primera pantalla en donde aparece todos los tipos de problemas que se pueden resolver con **QSB**.
- **OPCION 0.** Se tecldea cuando se quiere salir del paquete.
- **OPCION 3.** Se utiliza cuando se quiere cargar algún problema que ya se tiene grabado en el disco.

CAPITULO V

CADENAS DE MARKOV

Introducción.

Los orígenes de los estudios sobre los **Análisis de Markov** datan desde 1906, basadas en secuencias de los experimentos conectados en cadena, y en los intentos para descubrir matemáticamente los fenómenos físicos conocidos como movimientos browniano.

El **Análisis de Markov** es una forma de analizar el movimiento actual de alguna variable, a fin de pronosticar el movimiento futuro de la misma. Este método ha comenzado a usarse en los últimos años como instrumento de investigaciones de mercadotecnia, para examinar y pronosticar el comportamiento de los clientes desde el punto de vista de su lealtad a una marca y de sus formas de cambio a otras marcas.

Su utilidad dentro de la Administración

El análisis de Markov no se limita en modo alguno a determinar las participaciones de mercado a corto y largo plazo. Muchas compañías están usando Cadenas de Markov como ayuda para el análisis de las necesidades de mano de obra de su grupo de vendedores. Cada año, hay empresas que esperan perder una porción de su grupo de vendedores debido a renunciaciones, retiros o muertes. Los vendedores actuales tienen diferentes niveles de experiencia, instrucción y capacidad. Una empresa tiene que controlar nuevos elementos para remplazar los que se van, y otros más para satisfacer sus crecientes requerimientos. La alta gerencia se enfrenta al problema de calcular las futuras necesidades de mano de obra, de acuerdo con la edad y la clase de servicio, en vista de las características del movimiento de personal y del crecimiento planeado de las ventas.

El primer paso consiste en calcular los porcentajes de retención de los vendedores en las diversas clases de servicio y de edad. Esos porcentajes calculados se utilizan en el **Análisis de Markov** para proyectar las futuras características de la fuerza de vendedores, si no se controlan nuevos elementos. Se analizan los patrones alternativos de reclutamiento con respecto a su efecto en la composición de la futura fuerza de ventas y probable nivel de ventas. Para cierta meta de ventas, puede recomendarse a la administración superior la calidad mínima y el tipo de vendedores que haya que reclutar cada año. El **Análisis de Markov** también puede aplicarse a las demás funciones principales de la empresa, desde el punto de vista de las necesidades de personal.

Otras áreas donde se han aplicado las Cadenas de Markov, son la estimación de las tolerancias para cuentas dudosas en el campo de contabilidad, y la introducción de un nuevo producto. En realidad, los matemáticos de la empresa tendrán que expresar la lealtad de los clientes o la carencia de ella, mediante la construcción de modelos de Cadenas de Markov que muestran el comportamiento de intercambio de los clientes.

Ejemplo:

A continuación se dará un ejemplo de **Cadenas de Markov** para explicar el uso del paquete **QSB**.

El primero de este año, las panaderías Klosman controlaban el 40 % de su mercado local, mientras que las otras dos panaderías Gonzales y La Popular, tenían el 40 % y 20 %, respectivamente, del mercado. Basándose en un estudio de una empresa de investigaciones de mercado, se compilaron los siguientes datos: La panadería Klosman retiene el 90 % de sus clientes, y gana el 5 % de los clientes de panadería Gonzales y el 10 % de los clientes de La Popular. La panadería Gonzales retiene el 85 % de sus clientes y gana el 5 % de los clientes de Klosman y el 7 % de La Popular. La panadería La popular retiene el 83 % de sus clientes y gana el 5 % de los clientes de la Klosman y el 10 % de la Gonzales. Cuál será la participación de cada empresa el primero de Enero del año siguiente?

	KLOSMAN	GONZALES	LA POPULAR
KLOSMAN	0.90	0.05	0.05
GONZALES	0.05	0.85	0.10
LA POPULAR	0.10	0.07	0.83

Ya que se esta en la pantalla que muestra todos los tipos de problemas que se pueden resolver con este paquete, la opción **D** es **Cadenas de Markov** por lo tanto debemos oprimir la flecha de desplazamientos hacia abajo ó la tecla **D** para aceptar esta opción.

Se observará una pantalla de opciones desde el número 1 hasta el número 0 (Salida del Paquete) mismas que se definen a continuación (se llama opción 1, opción 2, etc., al procedimiento que se tendría al teclear el número correspondiente):

- **OPCION 1.** Si se teclea el número 1 aparece una pantalla en la que se muestran las características de este paquete para Cadenas de Markov.
- **OPCION 2.** Si se teclea el número 2 o se presiona la tecla de desplazamiento hacia la opción 2 y se oprime la tecla (↓). Se entra en la opción para crear (dar de alta un problema), el problema de Cadenas de Markov al que se

quiere resolver, por lo que se debe dar el nombre con el que se quiere identificar el problema. Después de asignar el nombre al problema debe oprimir la tecla (↵).

Descripción de la pantalla para dar de alta la información del problema

Al haber tecleado el nombre con el cual se va a identificar el problema aparecerá una pantalla de diálogo donde se tendrá que responder a las siguientes preguntas que aparecen a la mitad de la pantalla.

Cuantos estados hay en el problema? (hasta 50) se teclea el número 3 y enseguida presionar (↵).

Se conoce el vector de probabilidad del estado inicial <Y/N>? se teclea Y (Si), enseguida presionar (↵).

Quiere usar por default, las variables < S1,..., Sn> <Y/N>? se teclea (N) No y enseguida presionar (↵).

Después de teclear las respuestas a las preguntas anteriores, presionar la barra espaciadora si la información es correcta, de lo contrario oprimir (↵) para que se puedan cambiar el(los) dato(s) equivocado(s) simplemente tecleando el valor correcto y oprimir (↵) en la parte final de la pantalla.

Debido a que no se escogen las variables de default aparecerá una pantalla para que se escriban los Estados y el Vector Inicial de Probabilidad que se desean usar. Después de teclear cada variable se debe presionar la tecla (↵).

Al presionar la barra espaciadora aparece otra pantalla en la que se deben de dar las probabilidades del Estado Inicial (deben ser menores a 1).

Enseguida de oprimir (↵), aparecerá en la pantalla el formato para introducir la Matriz de Probabilidad de Transición, Para llenar los datos solo se teclea la cantidad correspondiente en cada espacio (como) y oprimir la tecla (↵) para que pase al siguiente espacio (campo).

Si están correctos los datos presionar la barra espaciadora y enseguida (↵) de lo contrario oprima la tecla <Esc> con la cual se regresa el cursor a la tabla y teclear (↵) va pasando un espacio (campo) a otro (al llegar al que tiene el error solo teclear la cantidad correcta y después oprimir (↵) hasta llegar al último campo). Al presionar (↵) automáticamente se regresara al Menú

Principal y aquí se teclea el número de la opción con la que se desea continuar (se explica en seguida).

- **OPCION 4.** Si se teclea el numero 4 (muestra los datos de entrada) aparece una pantalla en la cual según el número que se teclee se observa:

- 1) Al teclear el número 1 para desplegar los datos
- 2) Al teclear el numero 2 para imprimir los datos de entrada
- 3) Al teclear el número 3 para enviar lo datos a un archivo
- 4) Al teclear el número 4 para regresar a la pantalla anterior (Menú Principal)

- **OPCION 5.** Si se teclea el número 5 aparece una pantalla en la que se muestran formas en que se pueda resolver el problema:

1) Al teclear el número 1 se resuelve y muestra la primera tabla, se tiene la opción de ir directamente a la tabla final oprimiendo G y directamente se va a la ultima tabla (aparece después otra pantalla de opciones, se deberá oprimir el número 4 para regresar al Menú Principal).

2) Al teclear el número 2 se resuelve y muestra la ultima tabla. (Oprimiendo el número 4 en la siguiente pantalla para regresar al Menú Principal).

3) Al teclear el número 3 muestra solo la solución teniendo que pasar a una segunda pantalla y entrando a la opción número 1 de esta nueva pantalla.

4) Al teclear el número 4 se regresa al Menú Principal.

- **OPCION 6.** Se utiliza para salvar (grabar) en el disquete el problema que se está realizando.

- **OPCION 7.** Esta opción se utiliza cuando se quiere **modificar algo del problema**. Si se oprime el número 6 aparece una pantalla en donde se muestra todo lo que se puede modificar.

1) Al teclear el número 1 se puede modificar la probabilidad del vector inicial.

2) Al teclear el número 2 se puede modificar las probabilidades en la matriz de transición.

3) Al teclear el número 3 se puede agregar un estado.

4) Al teclear el número 4 se puede borrar un estado.

5) Al teclear el número 5 se muestran los datos nuevos del problema con las modificaciones realizadas.

6) Al teclear el número 6 se regresa al Menú Principal.

- **OPCION 8.** Muestra la solución final (aparece una segunda pantalla con opciones para que se vea la solución final).
- **OPCION 9.** Se tecllea para salir del **Método de Cadenas de Markov** y se regresa a la primera pantalla en donde aparece todos los tipos de problemas que se pueden resolver con **QSB**.
- **OPCION 0.** Se tecllea cuando se quiere salir del paquete.
- **OPCION 3.** Se utiliza cuando se quiere cargar algún problema que ya se tiene grabado en el disco.

