Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

Calendarización de la Producción Usando el Paquete Tempo

T E S I S

Que para obtener el Título de

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P r e s e n t a n

Alejandro Zuñiga Ocaña

Luis Alberto Gordillo Gálvez

ASESOR: ING. ANTONIO MEJIA JUAREZ

Cuautitlán Izcalli, Estado de México 1985

I N D I C E

		PAG.
INTRODUCCION		
PREFACIO		
CAPITULO I.	METODOS PARA PRONOSTICAR LA DEMANDA	9
CAPITULO II.	METODOS USADOS PARA LA PROGRAMACION DE LA PRODUCCION	29
CAPITULO III.	INTRODUCCION A LA PROGRAMACION LI-- NEAL COMO UN CAMINO MAS VIABLE PARA LA SOLUCION DE PROBLEMAS DE PROGRA- MACION DE LA PRODUCCION	44
CAPITULO IV.	EXPLICACION DE LA LINEALIZACION DE LAS VARIABLES	65
CAPITULO V.	INTRODUCCION AL PAQUETE DE COMPUTA- CION TEMPO	80
CAPITULO VI.	SOLUCION DEL PROBLEMA DE MINIMIZA-- CION DE COSTOS POR MEDIO DEL PAQUE- TE TEMPO	90
CAPITULO VII.	CONCLUSIONES	116
BIBLIOGRAFIA		118
INDICE DE TABLAS		119
INDICE DE GRAFICAS		121

		PAG.
APENDICE A.	PROGRAMA DE SERIES DE TIEMPO	123
APENDICE B.	SOLUCION DEL PROBLEMA PROPUESTO EN EL CAPITULO IV HACIENDO USO DEL PAQUETE TEMPO	137

I N T R O D U C C I O N

Es muy frecuente que en las pequeñas empresas, y aún en gran parte de las medianas, no se cuente con un adecuado sistema de planeación y control de la producción. Es necesario que estas empresas se den cuenta de que existen métodos de los cuales pueden valerse para sacar adelante su producción sin incurrir en un elevado costo de almacenaje por una gran existencia de artículos en inventario como tampoco en costo por escasez, ya que la empresa pierde por no vender un artículo que se le demanda.

Partiendo de un estudio de pronóstico de ventas se puede obtener la información necesaria de los meses pico, es decir aquellos en que se incrementa la demanda y por consiguiente se debe intensificar la producción a fin de cubrir dicha demanda. Es precisamente en estos meses y en general durante todo el año cuando surge la toma de decisiones por parte del empresario el cual se enfrenta a las siguientes alternativas: 1) Contratar y despedir personal en respuesta a las fluctuaciones de la demanda para ajustar el tamaño de la fuerza de trabajo a ésta; 2) Trabajar más o menos con la misma fuerza de trabajo ajustando la tasa de producción; 3) Absorber las fluctuaciones de la demanda mediante fluctuaciones de los inventarios, del número de pedidos pendientes y mediante la pérdida de algunas ventas; 4) Aumentar o disminuir la cantidad total de subcontrataciones, para absorber las fluctuaciones de la demanda; 5) Variar la asignación de los recursos, en función del mercado, para aumentar las fluctuaciones de la demanda; 6) Combinar las cinco alternativas durante el año para obtener el mínimo costo. Estas son las alternativas que debe resolver el empresario a fin de que los costos tiendan a ser mínimos.

Se incluirá el mayor número posible de estas alternativas en un modelo de programación lineal, al cual se le -- aplicarán las reglas que el paquete TEMPO marca para obtener la solución. De esta forma se proporcionarán las aplicaciones prácticas y las limitaciones del método de programación lineal.

Regularmente cuando un empresario quiere optimizar -- los costos de planeación y control de su producción con el fin de maximizar sus utilidades tiene necesariamente que auxiliarse de los pronósticos de ventas de los períodos en -- los cuales se va a programar la producción a fin de obtener la matriz de distribución del problema y la solución por medio del método simplex, aunque la aplicación de este método se dificulta a medida que la cantidad de variables aumenta. Ante este problema surge como alternativa el uso del paquete TEMPO que ofrece técnicas de cómputo para la solución de problemas de programación lineal. El paquete TEMPO es un paquete de cómputo que debido a sus dimensiones debe ser utilizado en sistemas de cómputo de gran capacidad tales como el sistema Burroughs B6700 que forma parte del sistema operativo del Programa Universitario de Cómputo, en donde en forma general se elaboró y corrió el presente estudio y en donde, por medio de la adquisición de una clave se le proporcionarán al público en general las facilidades necesarias para - su utilización.

P R E F A C I O

El propósito fundamental de este trabajo es determinar la validez de la aplicación del paquete Tempo para la solución de problemas de programación de la producción.

La metodología que se sigue en esta tesis para programar la producción es la siguiente:

1. En el capítulo I se obtienen los pronósticos de producción por medio de series de tiempo (se seleccionó este método debido a que es el más exacto a nuestro alcance).

2. En el capítulo II se selecciona el método a seguir para programar la producción.

3. Ya que el método seleccionado para programar la producción es el de la programación lineal, en el capítulo III se incluye un breve análisis de ésta enfocándolo hacia la teoría del método símplex, que es la base del paquete Tempo.

4. Uno de los principios de la programación lineal es justamente la linealidad de las variables que en ella se utilizan, por lo tanto en el capítulo IV se justifica la linealidad de las variables que intervienen en este problema.

5. En el capítulo V se da la información correspondiente a los diferentes parámetros y rutinas utilizados por el paquete de computación Tempo.

6. En el capítulo VI se plantea el problema, se obtienen las ecuaciones que en él intervienen y se resuelve por medio del paquete Tempo.

CAPITULO I

METODOS PARA PRONOSTICAR LA DEMANDA

Para poder planear la producción es necesario tener una idea de las cantidades del producto que serán requeridas en el mercado en el siguiente ciclo. Esto se logra utilizando el método de pronóstico que mejor se ajuste a las necesidades del usuario para "pronosticar" esas cantidades.

Se empezará este estudio partiendo de la suposición de que la empresa X no cuenta, actualmente, con una adecuada planeación y control de su sistema de producción, por lo cual es necesario recopilar la información sobre las ventas en años anteriores y a partir de estos datos determinar en una forma precisa el pronóstico de nuestras ventas a futuro.

Existen varios métodos con los que se puede contar para pronosticar la pronosticar la producción, algunos de los cuales son:

a) Promedio móvil
b) Promedio pesado
c) Ajuste exponencial
d) Regresión lineal
e) Series de tiempo

Se tratará en forma general el método de series de tiempo para obtener la información de los pronósticos de venta del año a analizar ya que entre los métodos antes mencionados éste es el que toma en cuenta el mayor número de factores.

Una serie de tiempo es un conjunto de observaciones hechas en momentos determinados, normalmente a intervalos - regulares.

La teoría de series de tiempo consiste en dividir una serie cronológica en cuatro factores llamados: 1) Tendencia (T), 2) Fluctuación cíclica (C), 3) Variación estacional -- (S) y 4) Movimientos irregulares (I), este último factor -- también es llamado componente aleatorio o residual, pues -- reúne todas aquellas causas de la serie que no pueden identificarse en los componentes restantes ya que no obedecen a ninguna ley.

Existen dos modelos básicos en la teoría de series de tiempo que son el aditivo y el multiplicativo, siendo este último el que se empleará en este caso; la ecuación básica para el modelo multiplicativo es la siguiente:

$$y = T\ C\ S\ I$$

La tendencia se considera como aquella parte de la serie cronológica que causa un movimiento uniforme o regular durante un período de tiempo bastante extenso. En algunos - casos resulta posible describir estas variaciones por medio de una recta o alguna otra función matemática.

El componente estacional de una serie cronológica se concibe como aquel que muestra una configuración repetida - a intervalos regulares durante subperíodos de cualquier lapso especificado. Por ejemplo: Las ventas de un supermercado pueden presentar de una semana a otra un esquema diario bastante regular o el empleo rural puede ofrecer de año en año un esquema mensual bastante regular. La denominación de --- "componente estacional" se utiliza independientemente de la relación que las variaciones que describe puedan tener con las estaciones del año.

El componente cíclico de una serie cronológica se considera como aquella parte de la serie que presenta un movimiento alrededor de la tendencia que en general es de largo plazo pero no necesariamente regular y que cuantifica variaciones de más corto plazo que la tendencia pero de mas largo plazo que las estacionales. Casi siempre resulta necesario tratar al componente cíclico de una serie cronológica como a un residuo que se estima después de haber identificado los componentes de tendencia y estacionalidad y luego de haber eliminado los movimientos irregulares por promediación.

El componente irregular de una serie cronológica es aquella parte del modelo que varía en forma esporádica y que no sigue ninguna ley; por lo tanto no es posible cuantificarlo.

Para explicar mejor el método de series de tiempo se partirá de un problema particular que se resolverá sin utilizar un sistema de computación y se finalizará aplicando el lenguaje de programación Fortran IV para obtener la misma solución.

PROBLEMA:

Usando el método de series de tiempo calcular la producción de todos los meses de 1984:

En la compañía The Sidney Ross se desea determinar la producción para el año de 1984 del Mejoral Adultos 500, si se tiene la demanda de los cinco años anteriores expresada en billones de unidades (Tabla I-1), además, la demanda pre senta una tendencia lineal T = 30.944 - 0.062t, en donde t representa a cada uno de los meses que contemplan los datos (t = 1,2,3, ..., 60).

	1979	1980	1981	1982	1983
Enero t=1	29	25	27	25	21
Febrero	24	25	27	26	21
Marzo	24	32	35	34	27
Abril	24	27	29	26	21
Mayo	33	37	38	35	27
Junio	27	30	31	29	24
Julio	32	30	23	27	26
Agosto	34	38	37	37	31
Septiembre	34	31	31	28	25
Octubre	36	32	32	29	27
Noviembre	26	37	37	32	24
Diciembre	25	26	26	22	28 — t=60

TABLA I-1. DATOS PARA SERIES DE TIEMPO.

Para obtener una solución a partir de la información proporcionada, será necesario seguir la siguiente metodología:

1) Obtener la tendencia: Se aplica el método de regresión lineal para ajustar una recta $T = a_0 + a_1 t$.

2) Encontrar los ínidces estacionales.

a) Encontrar la media de la demanda original anual $\bar{x}$
b) Calcular el índice estacional para cada mes.

S = Demanda de cada mes / Demanda media anual

3) Desestacionalizar y obtener de la información el - índice de tendencia.

$Y = T \times S \times C \times I$, de donde $CI = Y/T \times S$

a) Se obtiene la tendencia y se sustituye en

$$T = a_0 + a_1 t$$

b) Se obtiene $C \times I = Y/T \times S$

Y representa a los datos originales.

4) Eliminar las irregularidades con un movimiento medio (generalmente de cinco períodos).

5) Graficar los índices cíclicos y proyectarlos al futuro.

6) Obtener los pronósticos.

Siguiendo el proceso anteriormente descrito para los datos del problema, se tiene:

1) Tendencia $T = 30.944 - 0.062t$, se calcula la tendencia para cada uno de los períodos (Ver Tabla I-2).

	1979	1980	1981	1982	1983
Enero	30.88	30.13	29.39	28.65	27.90
Febrero	30.82	30.07	29.33	28.58	27.84
Marzo	30.75	30.01	29.27	28.52	27.78
Abril	30.69	29.95	29.20	28.46	27.72
Mayo	30.63	29.89	29.14	28.40	27.65
Junio	30.57	29.82	29.08	28.34	27.59
Julio	30.51	29.76	29.02	28.27	27.53
Agosto	30.44	29.70	28.96	28.21	27.47
Septiembre	30.38	29.64	28.89	28.15	27.41
Octubre	30.32	29.58	28.83	28.09	27.34
Noviembre	30.26	29.51	28.77	28.03	27.28
Diciembre	30.20	29.45	28.71	27.96	27.22

TABLA I-2. TENDENCIAS CALCULADAS PARA TODOS LOS PERIODOS.

2) Encontrar los índices estacionales.

a) Demanda anual: se obtiene el promedio por año (Tabla I-3)

AÑO	Σx	$\bar{x}$
1979	348	29.00
1980	370	30.83
1981	373	31.08
1982	350	29.16
1983	302	25.16

TABLA I-3. PROMEDIO DE DEMANDAS (DATOS).

b) Indice estacional $S = Y / \bar{x}$ (Ver Tabla I-4).

	1979	1980	1981	1982	1983	X'
Enero	1.00	0.81	0.87	0.85	0.83	0.87
Febrero	0.83	0.81	0.87	0.89	0.83	0.84
Marzo	0.83	1.03	1.12	1.16	1.07	1.04
Abril	0.83	0.88	0.93	0.89	0.83	0.87
Mayo	1.14	1.20	1.22	1.19	1.07	1.16
Junio	0.93	0.97	1.00	0.99	0.95	0.96
Julio	1.10	0.97	0.74	0.92	1.03	0.95
Agosto	1.17	1.23	1.19	1.26	1.23	1.21
Septiembre	1.17	1.00	1.00	0.95	0.99	1.02
Octubre	1.24	1.03	1.03	0.99	1.07	1.07
Noviembre	0.89	1.20	1.19	1.09	0.95	1.06
Diciembre	0.86	0.84	0.83	0.75	1.10	0.87
X' $= \sum$ S/Número de años (se obtiene para cada mes).						

TABLA I-4. INDICES ESTACIONALES.

3) $CI = Y / T \times S$. Los valores de los índices cíclicos para cada períodos se encuentran en la tabla I-5.

	1979	1980	1981	1982	1983
Enero	1.08	0.95	1.05	1.00	0.86
Febrero	0.93	0.99	1.09	1.08	0.90
Marzo	0.75	1.02	1.15	1.15	0.93
Abril	0.90	1.04	1.14	1.05	0.87
Mayo	0.93	1.07	1.12	1.06	0.84
Junio	0.92	1.05	1.11	1.06	0.90
Julio	1.10	1.06	0.83	1.00	0.99
Agosto	0.92	1.06	1.06	1.08	0.93
Septiembre	1.10	1.02	1.05	0.97	0.89
Octubre	1.11	1.01	1.04	0.96	0.92
Noviembre	0.81	1.18	1.21	1.08	0.83
Diciembre	0.95	1.01	1.04	0.90	1.18

TABLA I-5. INDICES CICLICOS.

4) Eliminación de las irregularidades de los períodos de CI por promediación de cinco períodos (Tabla I-6).

	1979	1980	1981	1982	1983
Enero		0.94	1.10	1.10	0.93
Febrero		0.99	1.09	1.06	0.89
Marzo	0.92	1.01	1.11	1.07	0.88
Abril	0.88	1.03	1.12	1.08	0.89
Mayo	0.92	1.05	1.07	1.06	0.91
Junio	0.95	1.05	1.05	1.05	0.91
Julio	0.99	1.05	1.03	1.04	0.90
Agosto	1.03	1.04	1.02	1.02	0.93
Septiembre	1.01	1.07	1.04	1.02	0.91
Octubre	0.98	1.07	1.08	1.00	0.95
Noviembre	0.98	1.06	1.07	0.96	
Diciembre	0.96	1.07	1.07	0.94	

TABLA I-6. INDICES CICLICOS "SIN RUIDO".

5) Graficar los índices cíclicos: En la gráfica I-1 aparecen los índices cíclicos "sin ruido" y su proyección hacia el futuro según el número de períodos necesarios.

6) Demanda (pronósticos); En la tabla I-7 aparecen los valores de las tendencias para los períodos que necesitan pronosticarse (t = 61,62, ..., 72), y los respectivos índices estacionales y cíclicos, además de los valores calculados de los pronosticos.

MES	TENDENCIA	IND. EST.	IND. CIC.*	PRONOSTICOS
Enero	27.162	0.87	1.015	23.98
Febrero	27.100	0.84	0.990	22.53
Marzo	27.038	1.04	0.960	26.99
Abril	26.976	0.87	0.913	21.42
Mayo	26.914	1.16	0.940	29.34
Junio	26.852	0.96	0.950	24.49
Julio	26.790	0.95	0.970	24.71
Agosto	23.728	1.21	0.983	31.79
Septiembre	26.666	1.02	0.997	27.11
Octubre	26.604	1.07	1.007	28.66
Noviembre	26.542	1.06	1.014	28.53
Diciembre	26.480	0.87	1.021	23.52

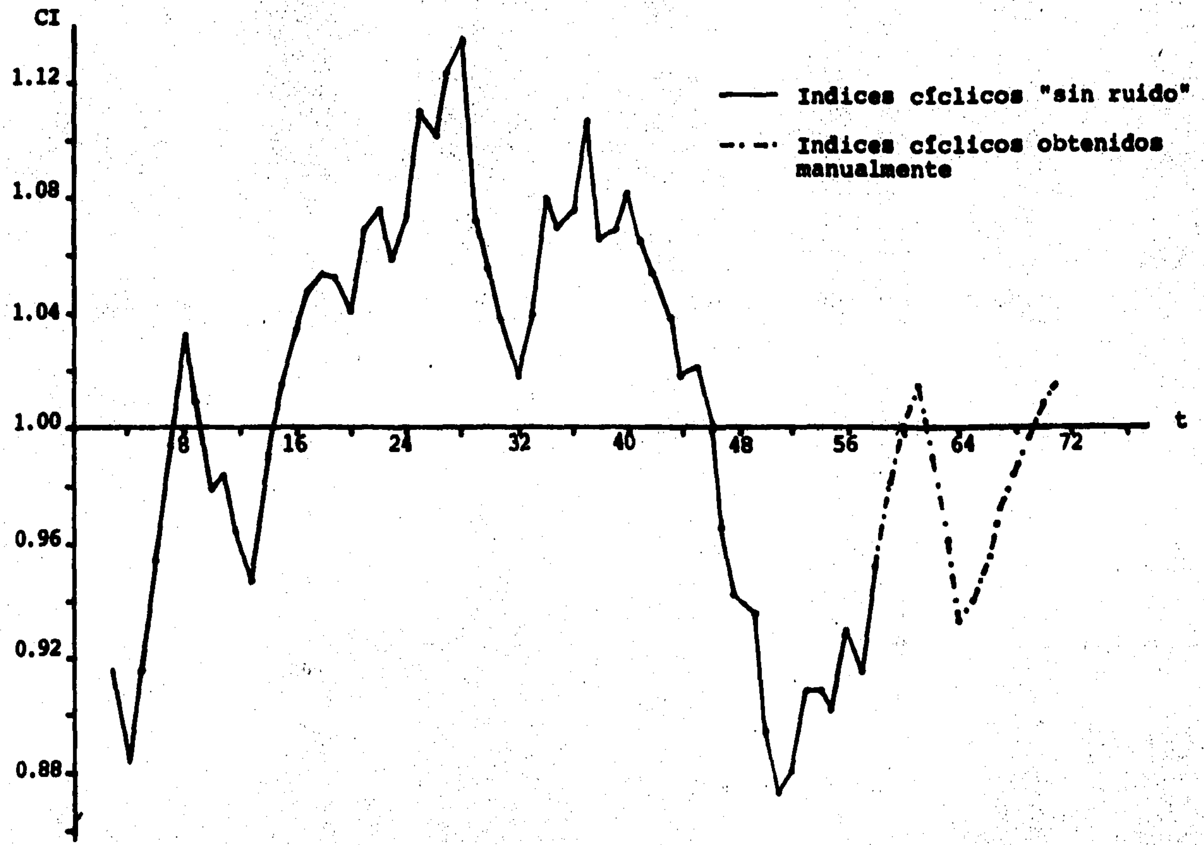
TABLA I-7. PRONOSTICOS

El ahorro de tiempo y la confiabilidad de los resultados es de importancia, por lo que se ha creado un programa que utiliza el lenguaja Fortran IV para la solución de problemas de series de tiempo. Se resolverá el problema anterior utilizando este programa y se compararán los resultados obtenidos por ambas técnicas. El programa completo de series de tiempo se incluye en el apéndice A y su diagrama de flujo simplificado aparece en la gráfica I-2.

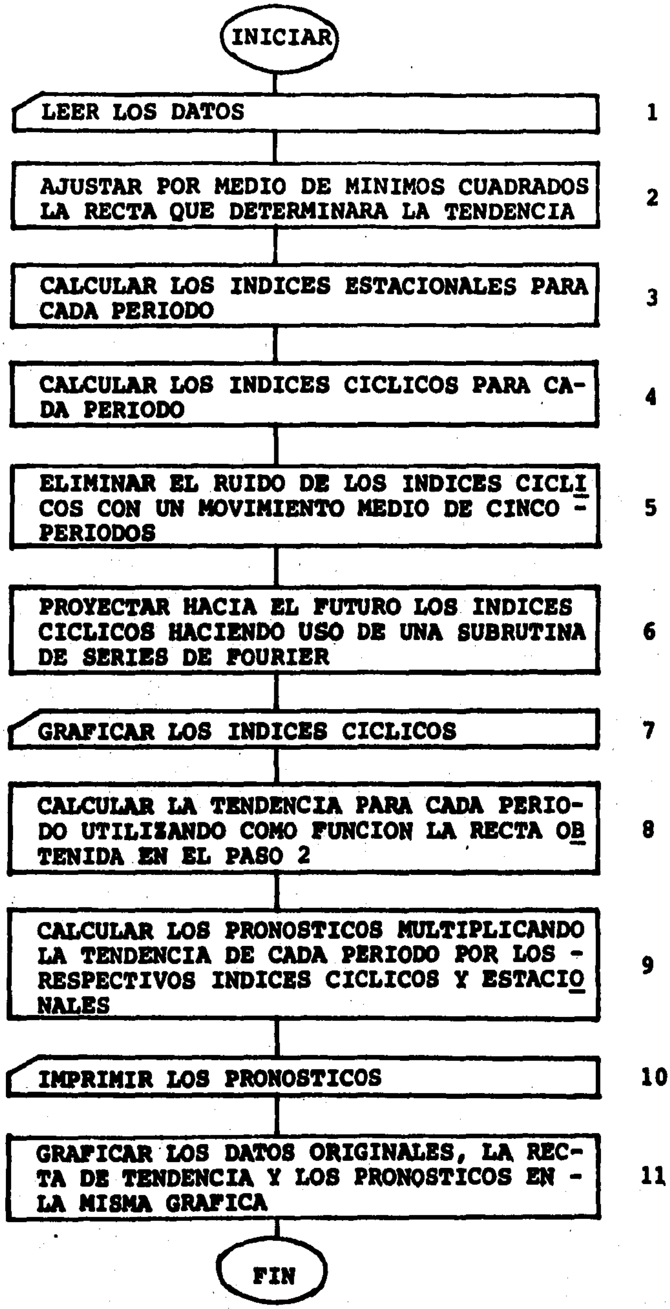
En la gráfica I-3 se comparan las proyecciones de los índices cíclicos que se han obtenido resolviendo el problema manualmente y los que se han obtenido utilizando el programa de series de tiempo.

* Estos índices cíclicos son las proyecciones hacia el futuro obtenidos en la gráfica de los índices cíclicos "sin ruido" (Gráfica I-1).

En la gráfica I-4 se hace una comparación entre los - pronósticos obtenidos manualmente y los que se obtuvieron - utilizando el programa de serie de tiempo; además, en las - siguientes cinco páginas aparece el listado de resultados - del programa.

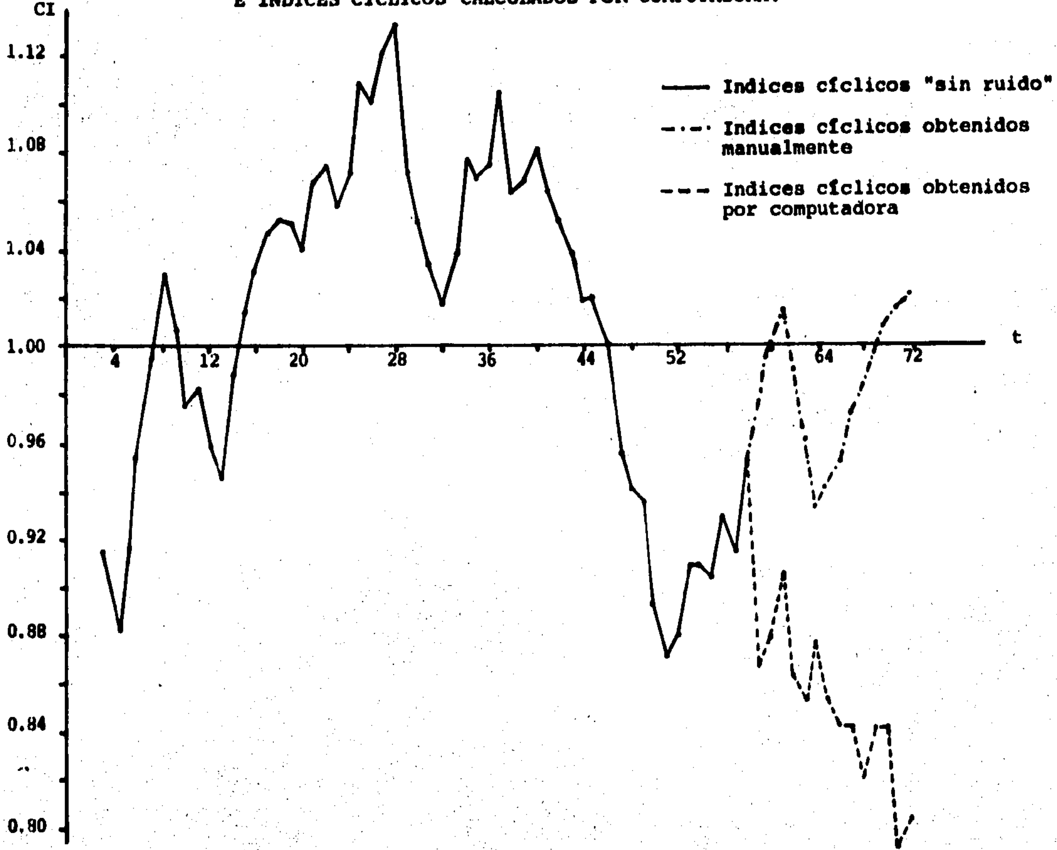


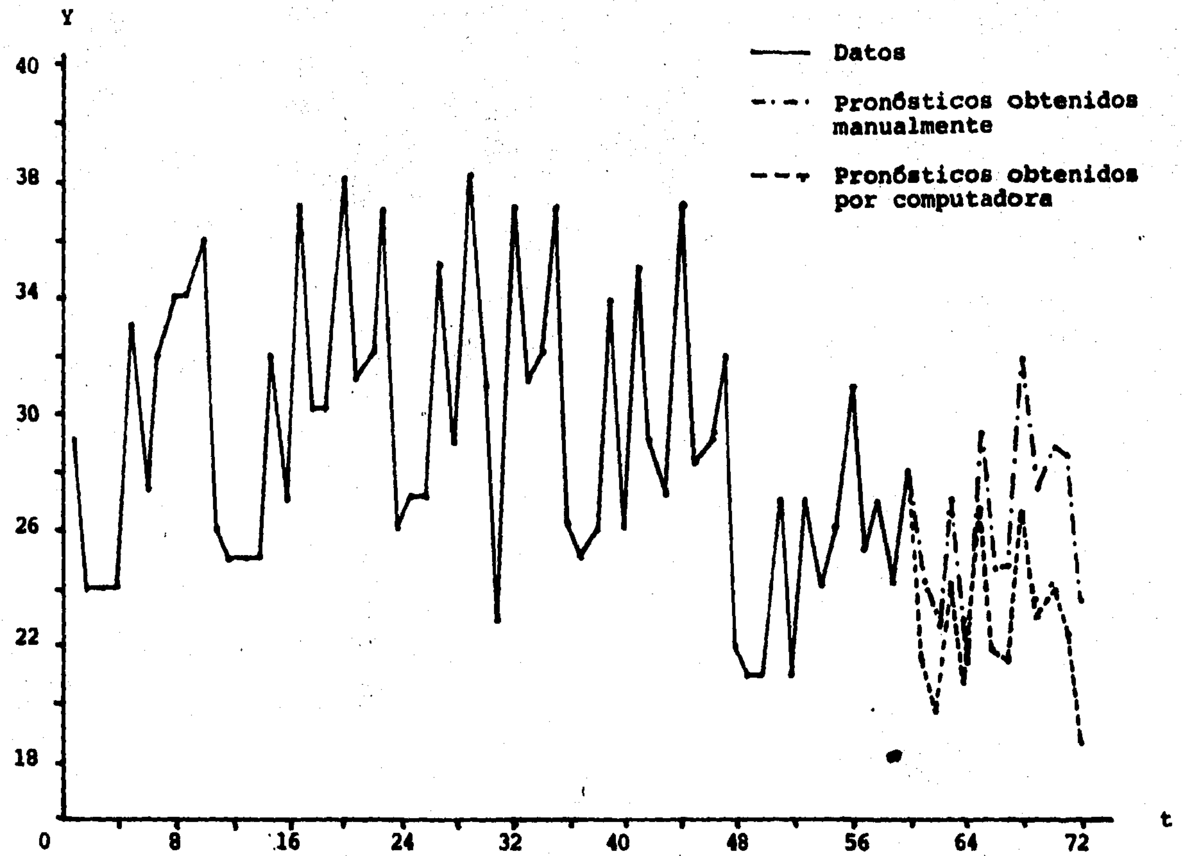
GRAFICA I-1. GRAFICA DE INDICES CICLICOS.



GRAFICA I-2. DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL PROGRAMA DE SERIES DE TIEMPO

GRAFICA I-3. COMPARACION ENTRE INDICES CICLICOS CALCULADOS MANUALMENTE E INDICES CICLICOS CALCULADOS POR COMPUTADORA.





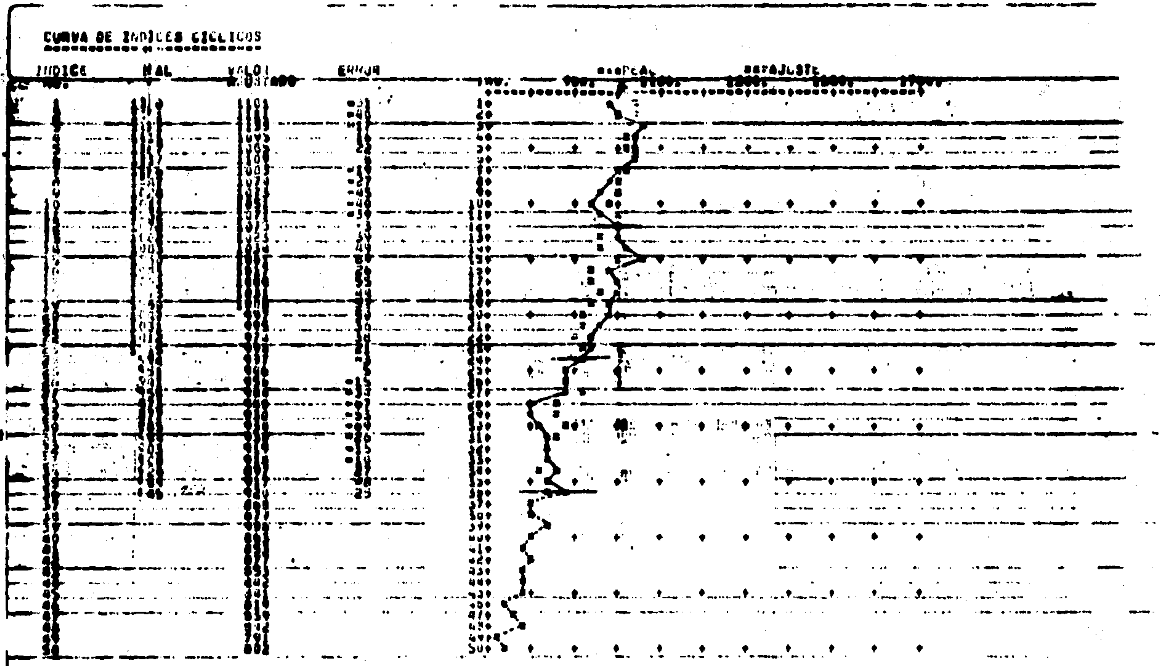
GRAFICA I-4. COMPARACION ENTRE LOS PRONOSTICOS CALCULADOS MANUALMENTE Y LOS CALCULADOS POR COMPUTADORA.

21.00	24.00	24.00	24.00	33.00	27.00	32.00	34.00	34.00	35.00	26.[illegible]	[illegible]
21.00	25.00	32.00	27.00	37.00	31.00	30.00	34.00	41.00	36.00	37.00	[illegible]
27.00	27.00	33.00	29.00	30.00	31.00	[illegible]	37.00	31.00	32.00	37.00	20.00
25.00	26.00	34.00	26.00	35.00	29.00	27.00	37.00	23.00	29.00	32.00	32.00
21.00	21.00	27.00	21.00	27.00	[illegible]	[illegible]	31.00	25.00	27.00	[illegible]	20.0

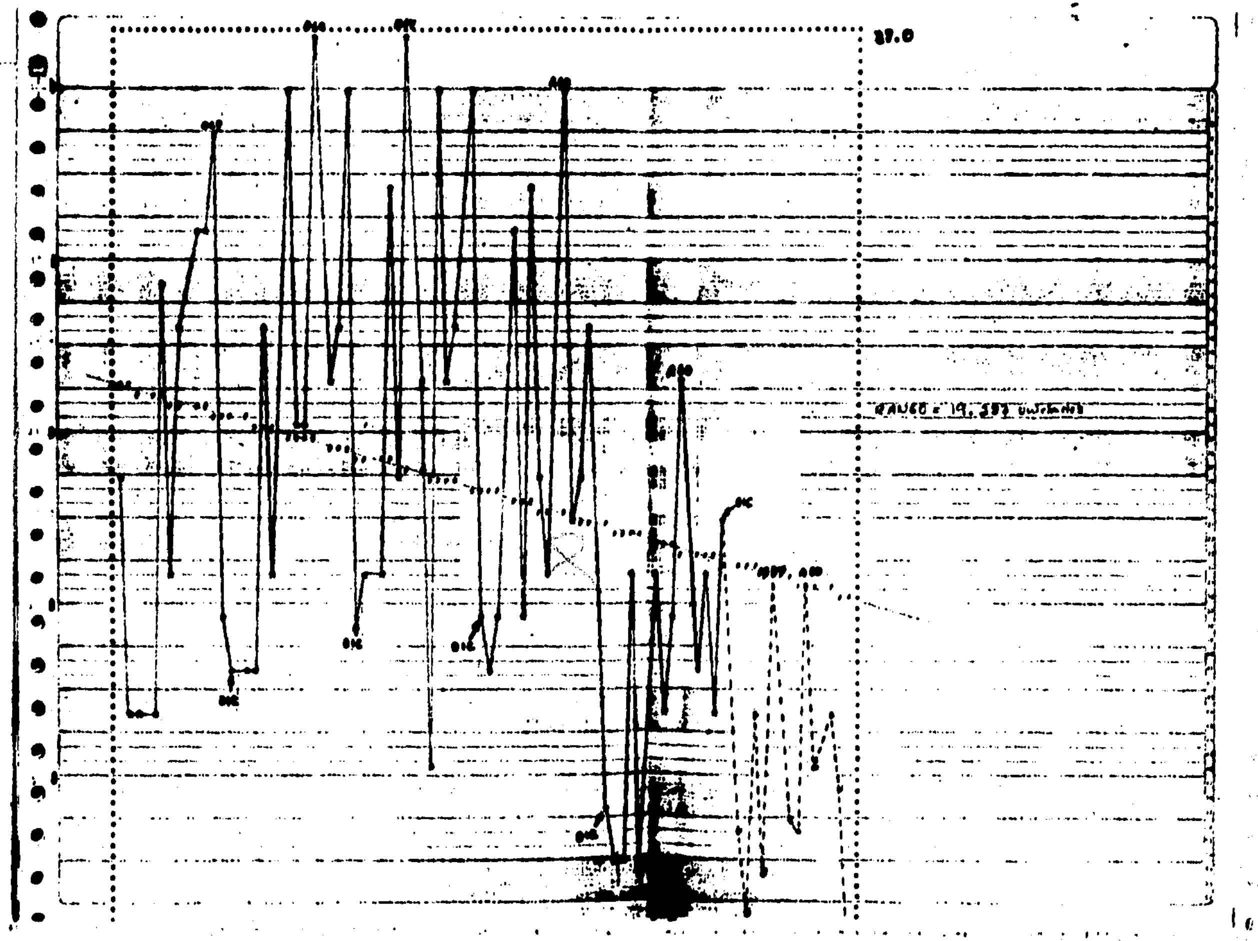
[illegible] DE TENDENCIA

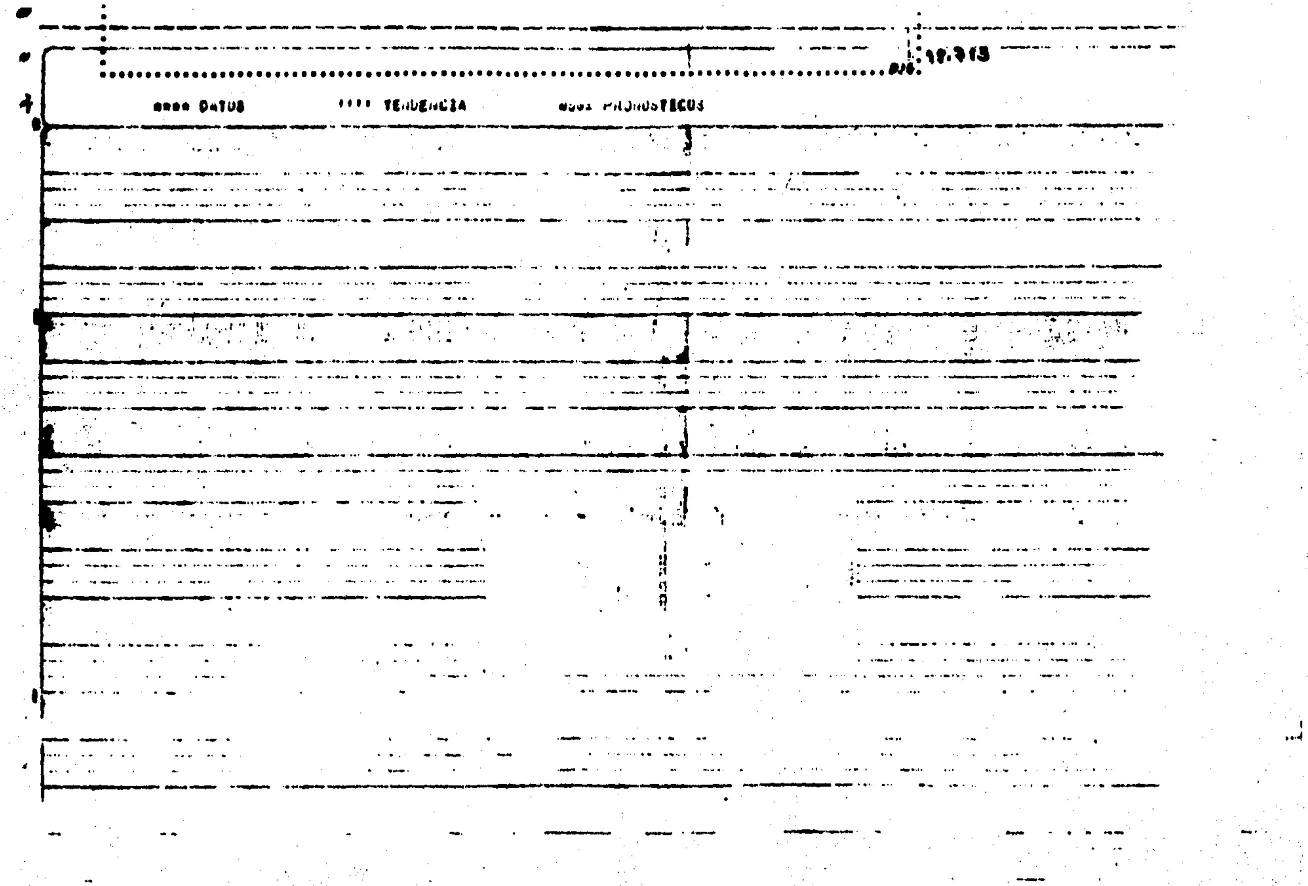
[illegible] = [illegible]

COEFICIENTE DE CORRELACION = -0.2[illegible]870


CURVA DE INDICES CICLICOS
INDICE
REAL
VALOR AJUSTADO
ERROR

	61.00	62.00	63.00	64.00	65.00	66.00	67.00	68.00	69.00	70.00	71.00	72.00
TENDENCIA PARA CADA PERIODO	27.156	27.094	27.032	26.970	26.908	26.[illegible]	26.783	26.721	26.659	26.597	26.535	26.473
INDICES CICLICOS	0.986	0.865	0.853	0.877	0.853	0.842	0.841	0.819	0.819	0.842	0.791	0.802
INDICES ESTACIONALES PARA CADA PERIODO	0.876	0.887	1.046	0.872	1.167	0.970	0.955	1.217	1.046	1.075	1.368	0.882
PRONOSTICOS	21.514	19.766	24.119	20.626	26.7[illegible]	21.918	21.503	26.686	22.948	24.891	22.408	18.713




DATOS
TENDENCIA
PRONOSTICOS

CONCLUSIONES: Al hacer una comparación entre los resultados obtenidos por ambas técnicas (Ver Figura III-4) se notarán las diferencias que pueden existir entre ellos, pudiendo explicar parte de las diferencias a errores de redondeo al resolverlos manualmente; el resto de estas diferencias se atribuye a errores de criterio al proyectar los índices cíclicos (la computadora utiliza únicamente los últimos treinta y seis índices cíclicos para hacer la proyección hacia el futuro y en seguida la gráfica: para lograrlo hace uso de una subrutina de Series de Fourier).

C A P I T U L O   I I

METODOS USADOS PARA LA PROGRAMACION DE LA PRODUCCION

Planear y controlar un sistema de producción es tarea propia de la gerencia, la cual podrá optimizar sus utilidades si logra programar la producción eficazmente. Para definir la planeación de la producción se han utilizado indistintamente los siguiente términos: calendarización, planeación y programación, y el significado de cada uno de ellos dentro de este texto es el mismo.

Partiendo de los pronósticos de producción obtenidos en el capítulo anterior se procede a planear la producción por medio de cualquiera de los siguientes métodos[1]:

A) Método Gráfico
B) Método de Programación Lineal

Cada uno de los cuales se tratará a continuación.

A) METODO GRAFICO.

Una empresa trabaja a un 80% de su capacidad y para aumentar ésta necesita hacer un estudio de los diversos factores con los cuales puede lograrlo. El primer factor a analizar es la posibilidad de comprar maquinaria nueva, de costo elevado, a la par que capacitar personal competente para su manejo. Como se nota, la empresa incurrirá en un elevado costo para la ampliación de su capacidad.

1. Se seleccionaron estos dos métodos ya que se consideró que son los más representativos.

Un segundo factor, más aconsejable, es obtener una mediación, es decir, contratar personal no calificado creando con esto únicamente costos por selección y capacitación de personal. Es recomendable como tercer factor el análisis de la posibilidad de incrementar la capacidad por el pago de horas extras de trabajo a empleados ya capacitados.

En el caso de la empresa que trabaja al 100% de su capacidad, si quisiera incrementarla tendría la necesidad de contratar poco personal o incurrir en el pago de horas extras de trabajo. Más aún, si una empresa trabaja a un 120% de su capacidad y quisiera aumentarla podría optar por crear un nuevo turno de trabajo.

Estos son los principales problema a los que se enfrenta la gerencia y es a partir de estas decisiones que se pueden obtener grandes reducciones en los costos de producción por el hecho de haber tomado la decisión adecuada.

Para mejorar la comprensión de las alternativas expuestas, se ejemplificará con un problema tipo y se analizarán con base en una gráfica los distintos factores que intervienen en un problema de planeación y control de la producción. La gráfica mencionada permitirá proponer varias soluciones, de las cuales se considerará idónea aquella que implique el menor costo. Cabe aclarar que este método es difícil de aplicar debido a su laboriosidad.

PROBLEMA:

Dados los pronósticos de requerimientos de un producto estacional, obtener las diversas políticas a seguir por parte de la gerencia para aumentar la capacidad productiva de la empresa y a su vez reducir los costos de producción.

Considérese que el costo de mantenimiento de los inventarios es de $240 por unidad al año.

Un cambio en el nivel de producción de diez unidades por día (sin incluir el aumento de la tasa de producción con tiempo extra de trabajo), requiere la contración o separación de cien hombres a un costo de $ 200 por hombre por concepto de contratación, entrenamiento y separación.

Las unidades producidas con tasas extras de trabajo tienen un costo de $ 20 por unidad adicional.

Las unidades producidas por subcontratación cuestan $ 25 por unidad adicional.

Las unidades producidas en tiempo regular tienen un costo de $ 15 cada una.

En la tabla II-1 se encuentran los requerimientos mínimos para este problema.

MES	REQUERIMIENTOS ESPERADOS	REQUERIMIENTOS ACUMULADOS	INVENTARIO CONTINGENCIA	DIAS DE PRODUCC.	DIAS ACUM.
Enero	700	700	300	22	22
Febrero	900	1,600	340	18	40
Marzo	1,100	2,700	375	22	62
Abril	900	3,600	340	21	83
Mayo	650	4,250	290	22	105
Junio	600	4,850	275	21	126
Julio	550	5,400	265	21	147
Agosto	400	5,800	230	13	160
Septiembre	400	6,200	230	20	180
Octubre	300	6,500	195	23	203
Noviembre	300	6,800	195	21	224
Diciembre	400	7,200	230	20	244

TABLA II-1. REQUERIMIENTOS MINIMOS

Las unidades por día de trabajo se obtienen al dividir los requerimientos esperados de cada mes entre los días de producción del mismo, como se muestra en la tabla II-2.

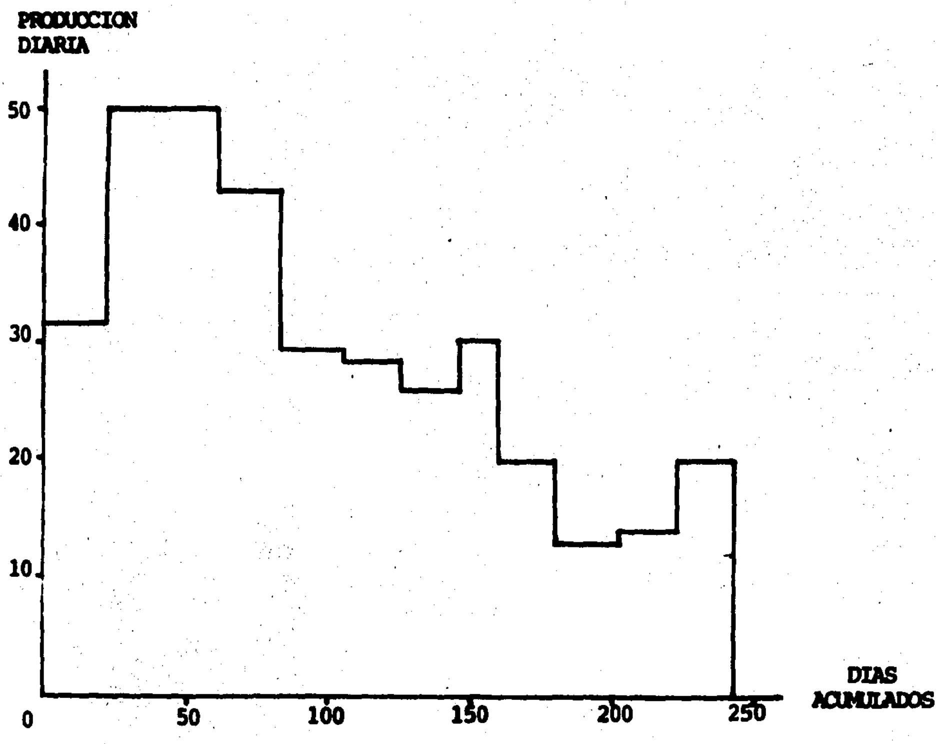
MES	UNIDADES POR DIA DE TRABAJO		
Enero	700/22	=	31.82
Febrero	900/18	=	50.00
Marzo	1100/22	=	50.00
Abril	900/21	=	42.85
Mayo	650/22	=	29.54
Junio	600/21	=	28.57
Julio	550/21	=	26.19
Agosto	400/13	=	30.76
Septiembre	400/20	=	20.00
Octubre	300/23	=	13.04
Noviembre	300/21	=	14.28
Diciembre	400/20	=	20.00

TABLA II-2. REQUERIMIENTOS DIARIOS

Con esta información y teniendo en el eje de las abscisas a los días acumulados de producción y en el eje de las ordenadas a las unidades por día de trabajo se obtiene la gráfica II-1.

Ahora surgen las diversas alternativas con las cuales puede contar el productor para sacar adelante la producción pronosticada para cada mes y no incurrir en costos por escasez o almacenaje. El nivel máximo se presenta en el mes de marzo y es de 1,100 y el mínimo en los meses de octubre y noviembre con un valor de 300.

Para la elaboración de planes favorables existe la ne cesidad de auxiliarnos de otra gráfica que contenga en el eje de las abscisas a los días acumulados de producción y en el de las ordenadas a las unidades acumuladas. Esta es la gráfica II-2, en la cual se sitúan primeramente los puntos de los requerimientos acumulados de producción y luego la curva de los requerimientos máximos acumulados (éstos se obtienen al sumar los inventarios de contingencia de cada mes a los requerimientos acumulados). Con estas dos curvas se establece una comparación de tal manera que se obtenga una que satisfaga los requerimientos. Generalmente esto se logra trabajando por encima de la curva de los requerimientos máximos acumulados.



GRAFICA II-1. REQUERIMIENTOS DIARIOS.

Para obtener la solución idónea se representan curvas sobre la gráfica de los requerimientos acumulados y únicamente se representarán tres alternativas que satisfagan los requerimientos máximos. Se optará por aquella que resulte tener el menos costo.

POLITICA No. 1

Mantener la producción uniforme en todo el año con un inventario inicial de 1,650 unidades y una tasa de producción de 28 unidades por día. Esta política generará altos costos en inventarios pero tendrá la ventaja de crear costos mínimos por concepto de rotación de la fuerza de trabajo y de subcontratación.

POLITICA No. 2

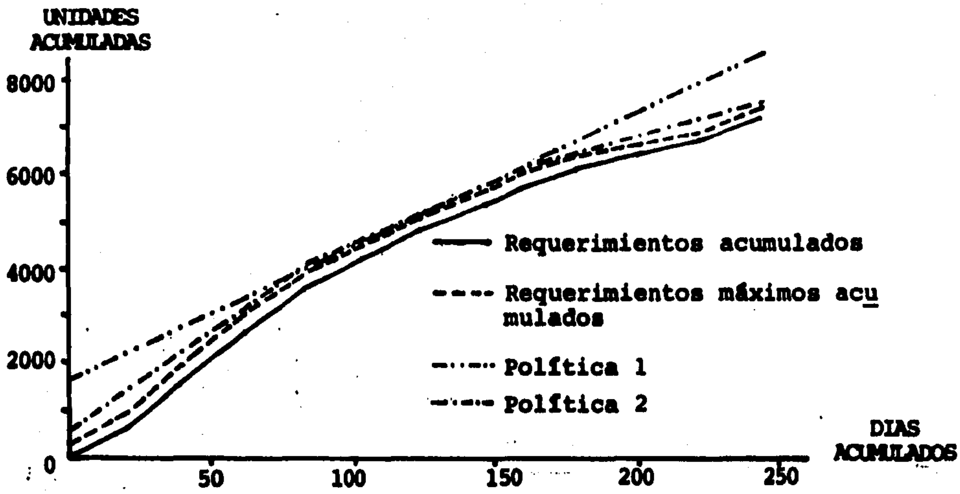
Esta política requiere de un inventario inicial de 500 unidades y presenta tres cambios en su tasa de producción durante el año (de 0 a 83 días = 41 unidades por día; de 83 a 160 días = 28 unidades por día y de 161 a 244 días = 15.5 unidades por día). La gran desventaja de esta política es la creación de costos por la necesidad de contratar y liquidar personal, pagar horas extras y algunas cantidades por concepto de subcontratación.

POLITICA No. 3

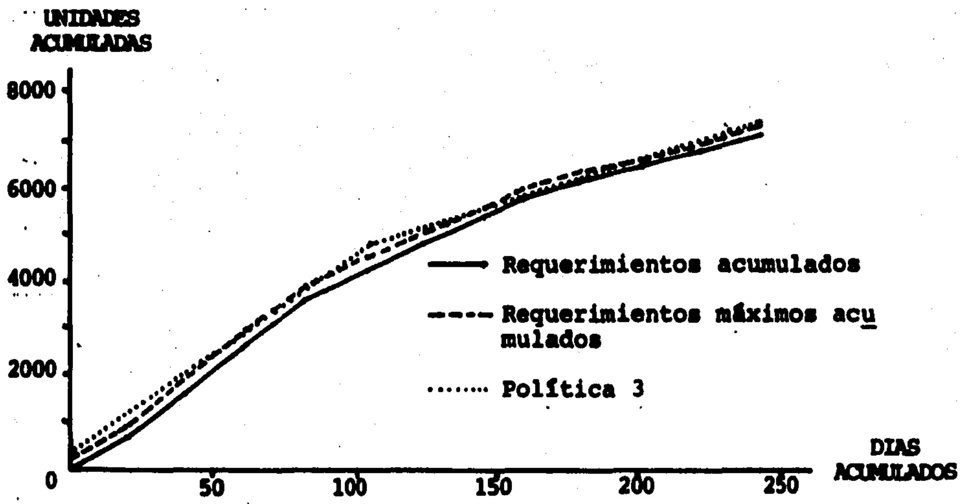
Supone dos cambios en la tasa de producción durante el año y requiere de un inventario inicial de 500 unidades. Los cambios de la tasa son: de 0 a 105 días = 41 unidades por día y de 106 a 244 días = 19 unidades por día. Estos cambios se efectúan al principio o al final del año pues es donde se acumulan mayores inventarios estacionales.

Las políticas antes mencionadas pueden ser expresadas por una curva en una gráfica; en las gráficas II-2 (a) y II-2 (b) aparecen las curvas para cada una de ellas y también la curva de requerimientos máximos acumulados; en estas gráficas en el eje de las abscisas se encuentran los días acumulados y en el eje de las ordenadas las unidades acumuladas. Las tres políticas se representan también en la gráfica II-3, en donde el eje de las abscisas corresponde a los días acumulados y el de las ordenadas a la tasa de producción diaria. En la gráfica II-3 se analizarán los cambios de las tasas de producción en los distintos meses del año; además se incluirá la capacidad normal (30 unidades por día) y la capacidad máxima con tiempo extra de trabajo (36 unidades por día). Los requerimientos mensuales que excedan a 36 deberán satisfacerse con los inventarios estacionales acumulados o recurriendo a subcontratistas.

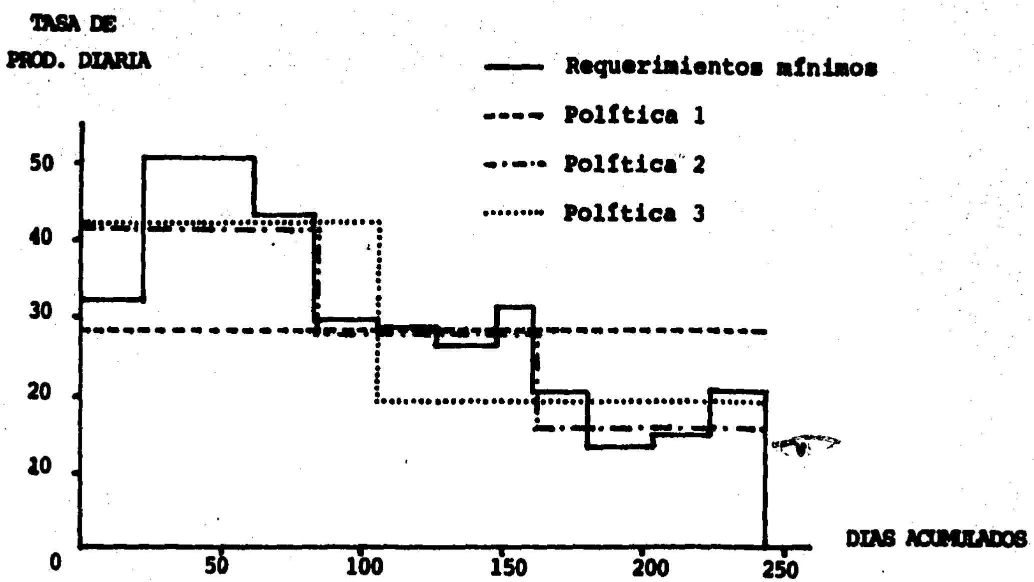
En las tablas II-4, II-5 y II-6 se expresan los costos en que incurre cada una de las políticas tomando en cuenta los costos unitarios que aparecen en la tabla II-3.



GRAFICA II-2 (a). REQUERIMIENTOS MAXIMOS ACUMULADOS



GRAFICA II-2 (b). REQUERIMIENTOS MAXIMOS ACUMULADOS



GRAFICA II-3. REQUERIMIENTOS DIARIOS.

COSTOS.

Cambiar el nivel de producción en 10 unidades/día requiere la contratación o separación de 100 hombres a un costo de $200/hombre:

Costo de producción en horas regulares = $15/unidad

Costo de cambio de nivel de producción en 10 unidades.	=	$200 x 100 = $ 20,000
Costo de cambio de nivel de producción en 1 unidad.	=	$20,000/10 = $ 2,000
Costo de producción por horas extras.	=	$20/unidad
Costo de producción por subcontratación.	=	$25/unidad
Costo de mantenimiento de inventario	=	$240/(unidad/año)
	=	$ 20/(unidad/mes)

TABLA II-3. COSTOS UNITARIOS.

Si se analiza cada una de las políticas a seguir se obtienen los siguientes cuadros; después de analizar éstos se determinará cuál política es las más conveniente.

Cada cuadro incluye los siguientes conceptos por columna:

I Producción mensual a la tasa indicada para ese mes.

II Producción máxima para ese mes en horas de turno regular.

III Producción máxima en horas extras para ese mes.

IV Cantidad producida por subcontratación.

V Tasa diaria de producción por subcontratación.

VI Costo mensual de producción en horas regulares.

VII Costo mensual de producción en horas extras.

VIII Costo mensual de producción por subcontratación.

IX Requerimientos.

X Diferencia entre lo producido y lo requerido: (-) Sobrantes, (+) Faltantes.

XI I_o - Diferencia = cantidad almacenada mensualmente.

XII Costo mensual de almacenamiento.

XIII Faltantes de inventario de contigencia (inv. de cont. - almacen).

XIV Cantidad producida en horas extras del faltante de inventario de contingencia (tasa de producción diaria).

XV Tasa de producción diaria por subcontratación para completar invnetario de contingencia.

XVI Costo mensual de producción en horas extras de faltantes de inventario de contingencia.

XVII Costo mensual de producción de faltantes de inventario de contingencia por subcontratación.

COSTO TOTAL = COSTO DE CAMBIO DE TASA DE PRODUCCION + COSTO (VI) + COSTO (VII) + COSTO (XII) + (COSTO XVI) + COSTO (XVII)

POLITICA No. 1 PROD., CTE. TODO EL AÑO = 28 unidades/día I_o = 1650 unidades

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	INV. CONT.
ENE	616	0	0	0	0	9240	0	0	700	+ 84	1266	31320	0	0	0	0	0	300
FEB	504	0	0	0	0	7560	0	0	900	+396	1170	23400	0	0	0	0	0	340
MAR	616	0	0	0	0	9240	0	0	1100	+484	686	13720	0	0	0	0	0	375
ABR	588	0	0	0	0	8820	0	0	900	+312	374	7480	0	0	0	0	0	340
MAY	616	0	0	0	0	9240	0	0	650	+ 34	340	6800	0	0	0	0	0	290
JUN	588	0	0	0	0	8820	0	0	600	+ 12	328	6560	0	0	0	0	0	275
JUL	588	0	0	0	0	8820	0	0	550	- 38	366	7320	0	0	0	0	0	265
AGO	364	0	0	0	0	5460	0	0	400	+ 36	330	6600	0	0	0	0	0	230
SEP	560	0	0	0	0	8400	0	0	400	-160	490	9800	0	0	0	0	0	230
OCT	644	0	0	0	0	9660	0	0	300	-344	834	16680	0	0	0	0	0	195
NOV	588	0	0	0	0	8820	0	0	300	-288	1122	22440	0	0	0	0	0	195
DIC	560	0	0	0	0	8400	0	0	400	-160	1282	25640	0	0	0	0	0	230
TOTAL						102480	0	0				177760				0	0	

COSTO TOTAL = 0 + 102480 + 0 + 0 + 177760 + 0 + 0 = $ 280,240.00

TABLA II-4. COSTOS EN QUE INCURRE LA POLITICA 1.

POLITICA No. 2

Tasa de producción 1 = 41 u/día de 0 a 83 días — I_o = 500 unidades

Tasa de producción 2 = 28 u/día de 84 a 160 días — COSTO = $26,000 - cambio de 1 a 2

Tasa de producción 3 = 15.5 u/día de 161 a 244 días — COSTO = $25,000 - cambio de 2 a 3

$51,000

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	I.C.
ENE	902	660	132	110	5	9900	2640	2750	700	-202	702	14040	0	0	0	0	0	300
FEB	738	540	108	90	5	8100	2160	2250	900	+162	540	10800	0	0	0	0	0	340
MAR	902	660	132	110	5	9900	2640	2750	1100	+198	342	6840	33	0	1.5	0	825	375
ABR	861	630	126	105	5	9450	2520	2625	900	+ 39	303	6060	37	0	1.76	0	925	340
MAY	616	0	0	0	0	9240	0	0	650	+ 34	269	5380	21	0.95	0	420	0	290
JUN	588	0	0	0	0	8820	0	0	600	+ 12	257	5140	18	0.85	0	360	0	275
JUL	588	0	0	0	0	8820	0	0	550	- 38	295	5900	0	0	0	0	0	265
AGO	364	0	0	0	0	5460	0	0	400	+ 36	259	5180	0	0	0	0	0	230
SEP	310	0	0	0	0	4650	0	0	400	+ 90	169	3380	61	3.05	0	1220	0	230
OCT	356	0	0	0	0	5347	0	0	300	- 56	225.5	4510	0	0	0	0	0	195
NOV	325	0	0	0	0	4482.5	0	0	300	- 25	251	5020	0	0	0	0	0	195
DIC	310	0	0	0	0	4650	0	0	400	+ 90	161	3220	69	3.45	0	1380	0	230
TOTAL						89220	9960	10375				75470				3380	1750	

COSTO TOTAL = 51,000 + 89,220 + 9,960 + 10,375 + 75,470 + 3,380 + 1,750 = $ 241,155.00

TABLA II-5. COSTOS EN QUE INCURRE LA POLITICA 2.

POLITICA No. 3

Tasa de producción 1 = 41 u/día de 0 a 105 días — I_o = 500 unidades

Tasa de producción 2 = 19 u/día de 106 a 244 días — COSTO = $44,000 - cambio de 1 a 2

MES	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII
ENE	902	660	132	110	5	9900	2640	2750	700	-202	702	14040	0	0	0	0	0
FEB	738	540	108	90	5	8100	2160	2250	900	+162	540	10800	0	0	0	0	0
MAR	902	660	132	110	5	9900	2640	2750	1100	+198	342	6840	.33	0	1.5	0	825
ABR	861	630	126	105	5	9450	2520	2625	900	+ 39	303	6060	.37	0	1.7	0	925
MAY	902	660	132	110	5	9900	2640	2750	650	-252	555	11100	0	0	0	0	0
JUN	399	0	0	0	0	5895	0	0	600	+201	354	7080	0	0	0	0	0
JUL	399	0	0	0	0	5985	0	0	550	+151	203	4060	62	3	0	1240	0
AGO	247	0	0	0	0	3705	0	0	400	+153	50	1000	180	6	5.1	1560	2550
SEP	380	0	0	0	0	5700	0	0	400	+ 20	30	600	200	6	6.1	2400	2000
OCT	437	0	0	0	0	6555	0	0	300	-137	167	3340	28	1.3	0	560	0
NOV	399	0	0	0	0	5985	0	0	300	- 99	266	5320	0	0	0	0	0
DIC	380	0	0	0	0	5700	0	0	400	+ 20	246	4920	0	0	0	0	0
TOTAL						86865	12600	13125				75160				5760	6300

COSTO TOTAL = 44,000 + 86,865 + 12,600 + 13,125 + 75,160 + 5,670 + 6,300 = $ 243,810.00

TABLA II-6. COSTOS EN QUE INCURRE LA POLITICA 3.

CONCLUSIONES.

Del análisis de los datos que aparecen en las tablas II-4, II-5 y II-6 se puede concluir que la política más conveniente, ya que es la que incurre en menos gastos, es la - política número dos.

La gran cantidad de cálculos realizados ha sido únicamente para tres políticas, pero existe una cantidad indefinida de políticas que podrían seguirse sin poder saber cual de ellas es la óptima. Tomando en cuenta estas consideraciones, se optará por buscar un método que a ciencia cierta -- proporcione una solución óptima; se plantea que dicho método es el de la programación lineal, mismo que será analizado en el siguiente capítulo.

C A P I T U L O   I I I

INTRODUCCION A LA PROGRAMACION LINEAL COMO UN CAMINO MAS VIABLE PARA LA SOLUCION DE PROBLEMAS DE PROGRAMACION DE LA PRODUCCION

La programación lineal asigna recursos limitados entre actividades competidoras de la mejor forma posible para optimizar los resultados. (Maximizar utilidades o minimizar costos).

El método de programación lineal tiene la siguiente secuencia:

1. Planteamiento del problema.
2. Formulación de un modelo matemático.
3. Deducción de una solución.
4. Prueba del modelo.
5. Implementación.

Después de haber planteado un problema determinado será necesario formular un modelo matemático que contenga las siguientes partes:

a) Función objetivo a optimizar. Esta puede utilizarse para maximizar utilidades o para minimizar costos

F.O. MAX. O MIN. $Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + C_nX_n$

b) Conjunto de restricciones a las que quedará sujeto.

$$
\begin{array}{llllllll}
\text{S.A.} & a_{11}X_1 & + & a_{12}X_2 & + & \cdots\cdots & + & a_{1,n}X_n \leq b_1 \\
 & a_{21}X_1 & + & a_{22}X_2 & + & \cdots\cdots & + & a_{2,n}X_n \leq b_2 \\
 & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \quad \vdots \\
 & a_{n1}X_1 & + & a_{n2}X_2 & + & \cdots\cdots & + & a_{n,n}X_n \leq b_n
\end{array}
$$

Donde:

a_{ij} representa la magnitud del recurso consumido.
X_j representan los recursos.
b_i representan la disponibilidad de recursos.

c) Condición de no negatividad.

$$X_j \geq 0 \quad \text{para} \quad j = 1,2,3, \ldots, n$$

Cabe señalar que tanto la función objetivo como las restricciones deben estar representadas por ecuaciones estrictamente lineales.

Un problema de programación lineal se podrá resolver por cualquiera de los siguientes métodos:

1. Método gráfico de programación lineal.
2. Método simplex.

Para la aplicación de cualquiera de estos métodos, la programación lineal requiere de las siguientes suposiciones[1]:

PROPORCIONALIDAD: En el caso de recursos limitados a

1. Esta sección se basa en el libro "Introducción a la investigación de operaciones", Hillier, Lieberman, Ed. Mc. Graw Hill, Capítulo II.

actividades competidoras entre sí, se supone que: 1) La medida de efectividad Z es igual a $C_j X_j$ (se consideran las actividades individualmente, independientes de las otras); 2) El uso de cada recurso b_i es igual a $_{ij}X_j$, es decir, las dos cantidades son directamente proporcionales al nivel de cada actividad X_j conducida por sí misma ($j = 1,2, \ldots, n$). Esto implica en particular que no se tiene carga extra de arranque con el inicio de la actividad y que se cumple la proporcionalidad sobre el intervalo completo de niveles de la actividad.

ADITIVIDAD: La suposición de proporcionalidad no es suficiente para garantizar que la función objetivo y las funciones de restricción sean lineales. Surgirán términos de productos cruzados si se tienen interacciones entre las actividades. Por lo tanto, la suposición de aditividad requiere que, dados dos niveles cualquiera de actividad ($X_1, X_2, \ldots, X_n$), el uso total de cada recurso y la medida total resultante de la efectividad es igual a la "suma" de las cantidades correspondientes generadas por cada actividad conducida por sí misma (los modelos que comprenden funciones no lineales están en el dominio de la programación no lineal).

DIVISIBILIDAD: A veces las variables de decisión tendrían significado físico solamente si tienen valores enteros. Sin embargo, con frecuencia la solución obtenida por medio de la programación lineal no es entera; por lo tanto, la suposición de divisibilidad permite que las unidades de actividad puedan dividirse en niveles fraccionarios cualesquiera, de modo que puedan permitirse valores no enteros para las variables de decisión.

Frecuentemente se aplica la programación lineal cuando se requiere una solución entera. Si la solución obtenida no es entera entonces las variables no enteras se redondean simplemente a valores enteros. Esto puede resultar satisfactorio (sobre todo si las variables de decisión son grandes), pero existen algunos problemas que es necesario analizar. - Si no puede aplicarse este punto de vista, entonces se está en el dominio de la programación lineal entera. Sin embargo debe hacerse notar que la programación lineal obtendrá automáticamente soluciones enteras para ciertos tipos especiales de problemas.

CERTEZA: La suposición de certeza es que todos los parámetros del problema (los valores a_{ij}, b_i y c_j) son constantes conocidas. En problemas reales esta suposición rara vez se satisface con precisión. Por lo común, los modelos de programación lineal se formulan para seleccionar algún curso de acción a futuro. En consecuencia, los parámetros usados se basarían en una predicción de condiciones futuras, lo cual inevitablemente introduce cierto grado de incertidumbre.

Por esta razón, en general es importante conducir un análisis de sensibilidad completo, después de hallar la solución por medio de la programación lineal con los valores supuestos de los parámetros. El propósito general es identificar los parámetros relativamente sensibles (es decir, aquellos que no pueden cambiarse mucho sin cambiar la solución óptima), con el fin de estimarlos con mayor precisión y seleccionar entonces una solución que siga siendo buena sobre los intervalos de valores probables de los parámetros sensibles (ocasionalmente el grado de incertidumbre de algunos es tan grande que es necesario tratarlos como variables aleatorias)*.

* Esta sección se basa en el libro de Introducción a la Investigación de Operaciones; Hillier Lieberman, Ed. Mc. Graw Hill, Capítulo II.

Dadas las suposiciones básicas a las que quedará sujeto un problema de programación lineal nuestro paso inmediato será resolver el problema por cualquiera de los métodos citados con anterioridad:

1. METODO GRAFICO DE PROGRAMACION LINEAL: Cuando se cuenta con un máximo de dos variables de decisión y a fin de visualizar gráficamente el comportamiento de las restricciones lineales, será necesario usar un plano cartesiano (bidimensional) y a partir de él obtener una solución idónea junto con su respectiva representación gráfica. Para su mejor comprensión, este método se ejemplificará con el siguiente problema:

PROBLEMA III-1.

Una industria produce bancos y sillas metálicas. La elaboración de un banco requiere de $ 20.00 de mano de obra y $ 10.00 la de una silla, cada banco consume $ 10.00 de materia prima y cada silla $ 30.00, el desgaste del equipo que es proporcional a la producción es de $ 5.00 por banco y de $ 1.00 por silla; el beneficio unitario es de $ 8.00 por banco y de $ 5.00 por cada silla. Si solamente se cuenta con $ 100,000.00 para salarios, $ 180,000.00 para materia prima y no se desea que el desgaste de los equipos exceda los $ 40,000.00 ¿Cuál es la cantidad que se debe producir de bancos y sillas para obtener la máxima utilidad?

Con el problema planteado se hace un modelo matemático, se asigna la variable X_1 al número de bancos y la variable X_2 al número de sillas y se forma la tabla III-1.

	BANCOS	SILLAS	DISPONIBILIDAD
Mano de Obra	20.0	10.0	100,000.00
Materia Prima	10.0	30.0	180,000.00
Desgaste de Equipo	5.0	1.0	40,000.00
Utilidad	8.0	5.0	

TABLA III-1. DISPONIBILIDAD DE RECURSOS DEL PROBLEMA III-1.

Función objetivo del modelo matemático a maximizar:

F.O. $\quad$ $MAX.\ Z = 8X_1 + 5X_2$

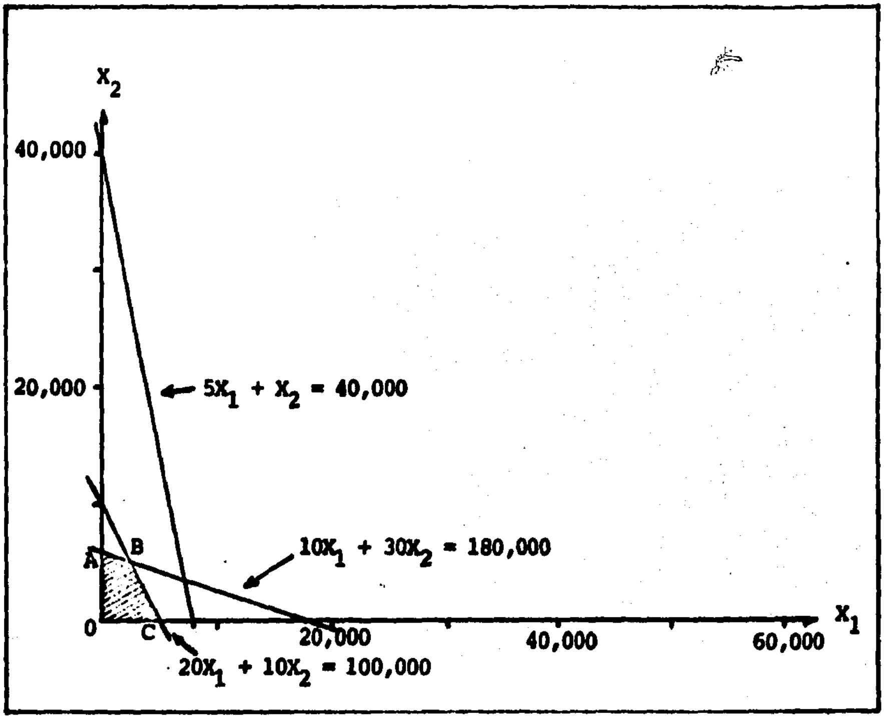
SUJETO A:

$$20X_1 + 10X_2 \leq 100,000.00$$
$$10X_1 + 30X_2 \leq 180,000.00$$
$$5X_1 + X_2 \leq 40,000.00$$

CONDICION DE NO NEGATIVIDAD:

$$X_1, X_2 \geq 0$$

Se traza un sistema cartesiano con las dos variables de decisión X_1 y X_2 como ejes. Como las restricciones de no negatividad $X_1 \geq 0$, $X_2 \geq 0$ requieren que (X_1 y X_2) se en--- cuentren en el lado positivo. Unicamente se trabaja con la parte positiva de la gráfica, tal y como se muestra en la - gráfica III-1.



GRAFICA III-1. RESTRICCIONES Y FUNCION OBJETIVO DE LOS PROBLEMAS III-1 y III-2.

Las restricciones se trabajan como igualdades dando con ello rectas. Para poder graficar esas rectas es necesario localizar los puntos de intersección con los ejes.

$$
\begin{array}{llcl}
\text{Para} & 20X_1 + 10X_2 & = & 100,000 \\
\text{Si } X_1 = 0 & 10X_2 & = & 100,000 \\
 & X_2 & = & 10,000 \\
 & & & \\
\text{Si } X_2 = 0 & 20X_1 & = & 100,000 \\
 & X_1 & = & 5,000 \\
 & & & \\
\text{Para} & 10X_1 + 30X_2 & = & 180,000 \\
\text{Si } X_1 = 0 & 30X_2 & = & 180,000 \\
 & X_2 & = & 6,000
\end{array}
$$

$$\text{Si } X_2 = 0 \qquad 10X_1 = 180{,}000$$
$$X_1 = 18{,}000$$

$$\text{Para } 5X_1 + X_2 = 40{,}000$$
$$\text{Si } X_1 = 0 \qquad X_2 = 40{,}000$$

$$\text{Si } X_2 = 0 \qquad 5X_1 = 40{,}000$$
$$X_1 = 8{,}000$$

Para obtener la solución se procede por tanteos trazando una familia de rectas paralelas que contengan al menos un punto de la región permisible y seleccionando la que se encuentre más alejada del origen. Una alternativa en el método gráfico de programación lineal consiste en considerar los puntos frontera. Estos puntos se valúan en la Función Objetivo y la solución se obtiene donde se encuentre el valor máximo.

Punto A (0,6000) Sustituyendo en la función objetivo

$$MAX\ Z = 5\ (6{,}000)$$
$$MAX\ Z = 30{,}000.00$$

Punto B. Para obtener su acotación se trabaja con las ecuaciones de las rectas que intersectan dicho punto.

$$20X_1 + 10X_2 = 100{,}000 \quad \ldots\ldots \quad (1)$$
$$10X_1 + 30X_2 = 180{,}000 \quad \ldots\ldots \quad (2)$$

Dividiendo entre 10 y aplicando el método de solución de ecuaciones por suma y resta se obtiene:

$$2X_1 + X_2 = 10{,}000$$
$$X_1 + 3X_2 = 18{,}000 \quad \text{multiplicar por } (-2)$$
$$-5X_2 = -26{,}000$$
$$X_2 = 5{,}200 \quad \ldots\ldots \quad (3)$$

Sustituyendo (3) en (1) se tiene:

$$2X_1 + 5{,}200 = 10{,}000$$
$$2X_1 = 10{,}000 - 5{,}200$$
$$X_1 = 2{,}400 \quad \ldots\ldots \quad (4)$$

Los puntos (3) y (4) representan los valores del punto B.

Sustituyendo estos valores en la función objetivo a - maximizar se obtiene:

$$\text{MAX } Z = 8\ (2400) + 5\ (5200)$$
$$\text{MAX } Z = 45{,}200 \quad \ldots\ldots \quad (B)$$

La acotación del punto C esta dada por (5000,0)

Sustituyendo estos valores en la función objetivo a - maximizar se obtiene:

$$\text{MAX } Z = 8\ (5000) + 5\ (0)$$
$$\text{MAX } Z = 40{,}000 \quad \ldots\ldots \quad (C)$$

La función objetivo a maximizar es máxima en el punto (2,400, 5,200) con un valor de 45,200' Por consiguiente se deduce que se deben producir 2,400 bancos y 5,200 sillas si se quiere que se incremente la utilidad.

La solución de este problema se ha obtenido fácilmente debido a que el número de variables que en él intervienen es pequeño. pero trata de encontrar la solución a un -- problema de mayores dimensiones se complica, ya que un problema con mayor cantidad de variables genera curvas en el - espacio n dimensional y es imposible representarlo gráficamente y obtener su solución por el método gráfico de Programación Lineal.

El Método Símplex es una alternativa viable para obtener una solución confiable. Se procederá a buscar la solución a estos problemas por dicho metodo.

METODO SIMPLEX

Los problemas de Programación Lineal se pueden resolver de una forma general a partir del método símplex, siendo éste un algoritmo (un proceso iterativo de solución).

La estructura del algoritmo es la siguiente:

1) PASO DE INICIALIZACION: Formular el arreglo para principiar las iteración.

2) PASO ITERATIVO: Repetir el proceso tantas veces como sea necesario.

3) REGLA DE DETENCION: En donde se formula la pregunta: ¿Se há obtenido el resultado deseado? Si es afirmativo parar, en caso contrario volver al paso 2.

ESTABLECIMIENTO DEL METODO SIMPLEX

Es más fácil tratar con ecuaciones que con relaciones de desigualdad. Por lo tanto el primer paso para establecer el método símplex es convertir las restricciones funcionales de desigualdad en restricciones equivalentes de igualdad (las restricciones de no negatividad se pueden dejar ya que sólo intervienen en forma indirecta en el algoritmo). Esto se hace introduciendo variables de holgura.

Para comprender de una forma clara las iteraciones -- del método símplex se trabajará sobre el problema planteado con anterioridad y se le designará como problema III-2.

PROBLEMA III-2.

FUNCION OBJETIVO:

$$\text{MAX } Z = 8x_1 + 5x_2$$

SUJETO A:

$$\begin{aligned} 2x_1 + x_2 &\leq 10{,}000 \\ x_1 + 3x_2 &\leq 18{,}000 \\ 5x_1 + x_2 &\leq 40{,}000 \end{aligned}$$

CONDICION DE NO NEGATIVIDAD:

$$x_1 , x_2 \geq 0$$

También es conveniente manipular la función objetivo de tal forma que quede como sigue:

$$Z - 8x_1 - 5x_2 = 0$$

El sistema de ecuaciones resultante es el siguiente:

$$\begin{aligned} Z - 8x_1 - 5x_2 \qquad\qquad\qquad &= 0 \\ 2x_1 + x_2 + x_3 \qquad\qquad &= 10{,}000 \\ x_1 + 3x_2 + \quad + x_4 \qquad &= 18{,}000 \\ 5x_1 + x_2 + \qquad\quad + x_5 &= 40{,}000 \end{aligned}$$

en donde x_3, x_4 y x_5 son las variables de holgura.

Este sistema puede resolverse si se asigna un valor - dado a dos variables indistintas. El método símplex usa el cero para ese valor arbitrario. Las variables que se hacen igual a cero se llaman variables no básicas y las otras son las variables básicas. Si todas las variables básicas son - no negativas es una solución básica factible.

BOSQUEJO DEL METODO SIMPLEX

PASO DE INICIALIZACION: Identifíquese una solución - básica factible inicial.

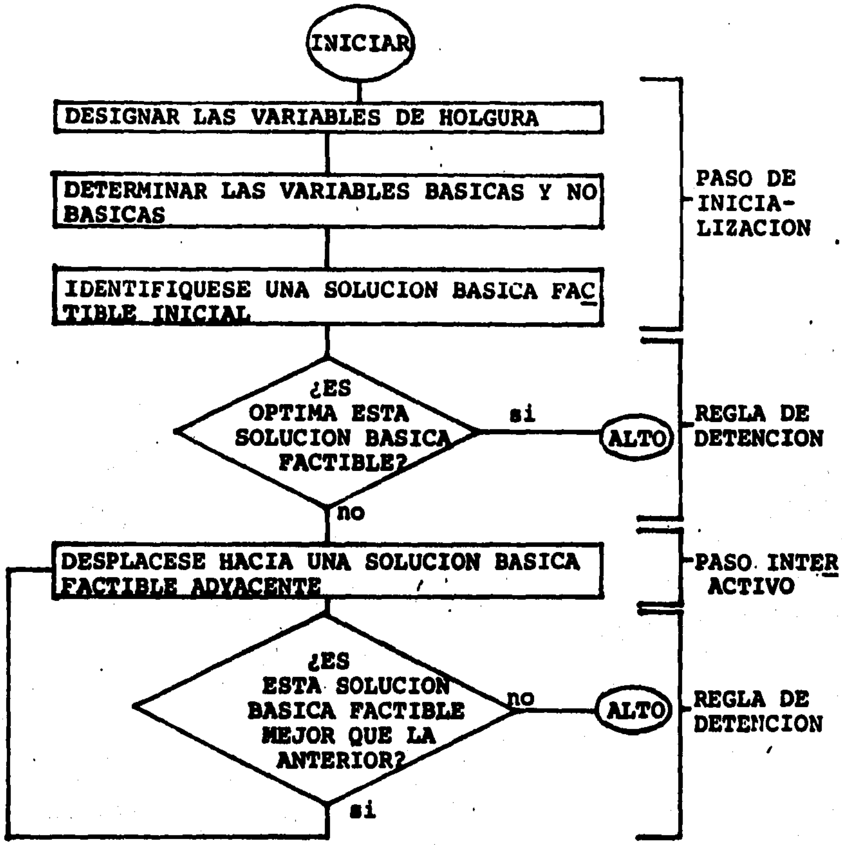
PASO ITERATIVO[1]: Desplácese hacia una solución básica factible adyacente[2] que sea mejor.

REGLA DE DETENCION: Suspéndase el procedimiento cuando ninguna solución básica factible adyacente sea mejor.

El algoritmo del método símplex se podrá comprender - mejor si se ejemplifica con el diagrama de flujo que aparece en la gráfica III-2, asimismo este diagrama servirá para tener una idea de los conceptos básicos que debe manejar el paquete TEMPO.

1. Comúnmente se aplica la regla de detención después del paso de inicialización para ver si es necesaria alguna iteración.

2. Dos soluciones básicas factibles adyacentes sólo difieren por un - solo cambio de variables básicas y no básicas.



GRAFICA III-2. DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL METODO SIMPLEX

Paso de inicialización. Se seleccionan las variables originales (x_1 , x_2) como las variables no básicas iniciales, las cuales se igualan a cero y las variables de holgura como las variables básicas iniciales. Los problemas de programación lineal se resuelven comúnmente usando una computadora. Sin embargo los problemas pequeños se pueden resolver manualmente y para ello es necesario utilizar un cuadro conocido como cuadro símplex.

Se aplicará directamente el cuadro símplex al problema III-2 quedando la siguiente: (Tabla III-2).

VARIABLE BASICA	EC. No.	COEFICIENTE						SEGUNDO MIEMBRO
		Z	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	
Z	0	1	-8	-5	0	0	0	0
x_3	1	0	2	1	1	0	0	10,000
x_4	2	0	1	3	0	1	0	18,000
x_5	3	0	5	1	0	0	1	40,000

TABLA III-2. CUADRO SIMPLEX INICIAL.

RREGLA DE DETENCION. La solución básica factible inicial es óptima si y sólo si todos los coeficientes en el renglón de la ecuación (0) son no negativos. Si se cumple lo anterior deténgase; en caso contrario regrese al paso iterativo con el fin de obtener la siguiente solución básica factible, lo que comprende cambiar una variable básica por una no básica.

PASO ITERATIVO:

1.- Determínese la variable básica que entra seleccionando la variable con el coeficiente negativo más grande en el renglón de la ecuación (0).

Póngase un cuadro en la columna del coeficiente más negativo. Esta columna será la columna pivote y determinará la nueva variable no básica que se convertirá en básica.

2.- Determínese la variable básica que sale. Se selecciona cada coeficiente de la columna encerrada en el cuadro que sea estrictamente positivo.

Divídase el "segundo miembro" de cada renglón entre el correspondiente coeficiente de su renglón, el renglón en el que el resultado de esta operación tenga el valor más pequeño será llamado renglón pivote y se encerrará en un cuadro; el número que se encuentre en la intersección de los dos cuadros (el de la columna pivote y el del renglón pivote) se llamára número pivote, este segundo paso se realiza en la tabla III-3 a).

3) Determínese la nueva solución básica factible construyendo un nuevo cuadro símplex debajo del presente (tabla III-3 b).

Cambiar en la primera columna la variable básica que sale por la variable básica que entra. El coeficiente de la nueva variable básica se debe cambiar a +1; para hacerlo se divide el renglón pivote completo (incluyendo el segundo miembro) entre el número pivote:

$$\text{NUEVO RENGLON PIVOTE} = \frac{\text{RENGLON PIVOTE ANTERIOR}}{\text{NUMERO PIVOTE}}$$

	VARIABLE BASICA	EC. No.	Z	COEFICIENTE DE x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	SEGUNDO MIEMBRO	
a)	Z	0	1	-8	-5	0	0	0	0	
	x_3	1	0	2	1	1	0	0	10,000	10,000/2 5,000
	x_4	2	0	1	3	0	1	0	18,000	18,000/1 18,000
	x_5	3	0	5	1	0	0	1	40,000	40,000/5 8,000
b)	Z	0	1							
	x_1	1	0	1	½	½	0	0	5,000	Nuevo Renglón Pivote
	x_4	2	0							
	x_5	3	0							

TABLA III-3. CUADRO DE LA PRIMERA ITERACION.

En el nuevo cuadro símplex es necesario eliminar de - todos los renglones (incluyendo la ecuación [0]), exceptuando el nuevo renglón pivote la nueva variable básica utili-- zando la siguiente fórmula:

NUEVO RENGLON = RENGLON ANTERIOR - (COEFICIENTE DE LA COLUMNA PIVOTE) X (NUEVO RENGLON PIVOTE)

en la que el coeficiente de la columna pivote es el número de este renglón que está en la columna pivote.

A continuación se ejemplifica este proceso aplicándoselo al renglon (0).

$$
\begin{array}{rrrrrrr}
 & (-8 & -5 & 0 & 0 & 0 & 0) \\
-(-8) & 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 & 0 & 5{,}000 \\
\hline
 & 1 & -1 & 4 & 0 & 0 & 40{,}000
\end{array}
$$

En la tabla III-4 aparecen todos los nuevos renglones después de haber seguido el proceso anteriormente descrito para calcular cada uno de ellos.

VARIABLE BASICA	EC. No.	COEFICIENTE DE						SEGUNDO MIEMBRO
		z	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	
z	0	1	0	-1	4	0	0	40,000
x_1	1	0	1	½	½	0	0	5,000
x_4	2	0	0	5/2	-½	1	0	13,000
x_5	3	0	0	-3/2	-5/2	0	1	15,000

TABLA III-4. SEGUNDO CUADRO SIMPLEX.

Una vez completa la primera iteración, es necesario regresar a la regla de detención y comprobar si la solución expresada en la tabla III-4 es óptima, si se observa la ecuación (0) se podrá notar que en ella todavía existe un factor con signo negativo, lo que significa que esta solución no es óptima. por lo tanto es preciso hacer una segunda iteración.

En la tabla III-5 se observan la primera y la segunda partes de la segunda iteración.

Después de completar el paso iterativo, el resultado se expresa en el tercer cuadro símplex que aparece en la tabla III-6.

VARIABLE BASICA	EC. No.	COEFICIENTE DE						SEGUNDO MIEMBRO	
		Z	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5		
Z	0	1	0	-1	4	0	0	40,000	
x_1	1	0	1	½	½	0	0	5,000	5,000/½= 10,000
x_4	2	0	0	5/2	-½	1	0	13,000	13,000/5/2= 5,200 VALOR MINIMO
x_5	3	0	0	-3/2	-5/2	0	1	15,000	
Z	0	1							
x_1	1	0							
x_2	2	0	0	1	-1/5	2/5	0	5,200	
x_5	3	0							

TABLA III-5. CUADRO SIMPLEX DE LA SEGUNDA ITERACION.

VARIABLE BASICA	EC. No.	COEFICIENTE DE						SEGUNDO MIEMBRO
		Z	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	
Z	0	1	0	0	19/5	2/5	0	45,200
x_1	1	0	1	0	3/5	-1/5	0	2,400
x_2	2	0	0	1	-1/5	2/5	0	5,200
x_5	3	0	0	0	-14/5	3/5	1	22,800

TABLA III-6. TERCER CUADRO SIMPLEX.

Ya que se ha completado la tercera iteración se comprueba si la presente es una solución óptima. Como todos los factores de la nueva ecuación (0) son no negativos ésta es la solución óptima.

De la tabla III-6 se obtienen los valores de las variables x_1 y x_2 que son:

$$x_1 = 2,400$$
$$x_2 = 5,200$$

Lo que quiere decir que se deben producir 2,400 bancos y 5,200 sillas a fin de maximizar la utilidad, siendo este valor máximo el de \$ 45,200.00.

PRECIOS SOMBRA: Debido a que existe cierta libertad en la asignación de los recursos (b_i) para las diversas actividades que intervienen en un problema de programación lineal se considera útil la propiedad de los precios sombra ya que proporcionan una idea de la cantidad en que se puede incrementar la ganancia Z si se incrementa ligeramente el recurso b_i [1].

1. El incremento en los b_i debe ser lo suficientemente pequeño como para que el conjunto actual de variables básicas siga siendo óptimo, puesto que esta tasa de cambio (valor marginal) cambia si el conjunto de variables básicas cambia.

A continuación se ejemplifica con los resultados del problema III-2 expresados en la tabla III-6.

y^*_1 = 19/5 - precio sombra para el recurso 1
y^*_2 = 2/5 - precio sombra para el recurso 2
y^*_3 = 0 - precio sombra para el recurso 3

En donde cada uno de los recursos representa la cantidad disponible en cada caso (b_1 = 10,000, b_2 = 18,000, --- b_3 = 40,000) respectivamente. En la gráfica III-1 se puede observar que estos valores son correctos, se notará que al incrementar individualmente cada b_i en uno, el valor óptimo de Z aumentará en y^*_i.

VARIANTES EN EL METODO SIMPLEX.

Cuando dos o más cantidades en el renglón (0) tienen el mismo valor negativo, se escoje cualquiera de las variables para entrar a la base. Cuando se presenta esta situación al estar analizando la variable que sale de la base se procede de la misma manera.

PROBLEMA DE MINIMIZACION: Cuando se quiere minimizar la función objetivo en el problema (minimización de costos por ejemplo) la metodología a seguir es la siguiente:

La variable que entra al sistema es aquella que tiene el valor más positivo. La solución óptima se alcanza cuando en el renglón (0) todos los términos son negativos o ceros, si alguna de las restricciones es una relación de igualdad, se introduce una variable de holgura y una variable artificial y se resuelve el problema por el método de la gran M.

Casos que se pueden presentar cuando se incluyen va--

riables artificiales en un problema de programación lineal:

a) La variable artificial no debe aparecer en la última tabla del programa en la solución.
b) La variable artificial puede aparecer en la solución final pero no a nivel cero.
c) Si la variable artificial aparece al final del programa a nivel positivo quiere decir que el problema no está planteado correctamente o que se está tratando de hacer algo que no es posible hacer con los recursos disponibles.

En el método símplex se puede obtener la misma solución siguiendo dos caminos diferentes:

1. Problema Primal
2. Problema Dual

La metodología que se ha seguido hasta el momento en el método símplex se conoce como problema primal, las diferencias existentes entre el problema primal y el dual se plantean en seguida:

1. Las variables que se utilizan en el problema dual son de la forma Y_i.
2. Los términos independientes del problema primal son los coeficientes de las variables de la función objetivo del problema dual.
3. Si el problema primal es de maximización, el problema dual es de minimización y viceversa.
4. Los coeficientes de las variables de la función objetivo del problema primal pasan a ser términos independientes del problema dual.

5. Las desigualdades cambian de sentido al pasar del problema primal al dual.

La solución obtenida por medio del problema primal y la obtenida por el problema dual son equivalentes ya que -- los resultados obtenidos son iguales entre sí.

La forma del método símplex utilizada en la solución del problema de programación lineal que aparece en este capítulo es el problema primal.

C A P I T U L O I V

EXPLICACION DE LA LINEALIZACION DE LAS VARIABLES

INTRODUCCION

Uno de los supuestos de la programación lineal es el de que las variables que en ella intervienen se comportan linealmente. Las variables que intervienen en un problema de programación de la producción son los diversos costos que la afectan (costos de producción en horas regulares, costos de producción en horas extras, costos de almacenamiento, costos de escasez, costo de variar la tasa de producción, costos de la producción por subcontratación, etc.). El comportamiento real de estos costos generalmente es no lineal; sin embargo, para ciertos intervalos pueden ser considerados lineales. En el presente capítulo se analiza el comportamiento de cada uno de los costos y se justifica la linealidad de los mismos.

COSTOS DEL CAMBIO DE LOS NIVELES DE PRODUCCION

En el cambio de los niveles de producción se considera como independientes a la tasa de la producción y la fuerza de trabajo; se procede de esta manera para poder analizar los efectos que se originan sobre los costos marginales, Los costos marginales se dividen en dos costos fundamentales:

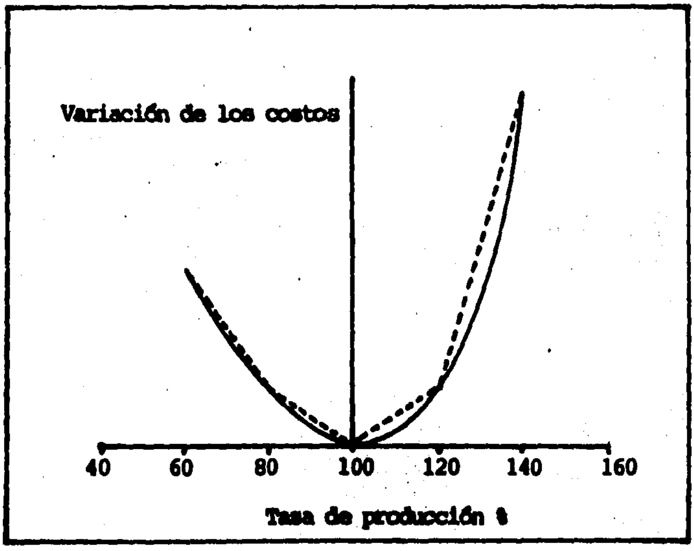
1) Costo instántaneo de la ejecución y de la decisión.
2) Costo marginal directo durante el período que esté vigente el nuevo nivel de producción.

Existen tres factores que son fundamentales en el cambio de los niveles de producción y empleo,estos son:

1. El punto de partida; esto es, el nivel de la tasa de producción y los inventarios en el momento del cambio de nivel de producción.
2. La magnitud del cambio en el nivel de producción, en uno de los inventarios o en alguno de los dos.
3. La duración del período del programa de producción.

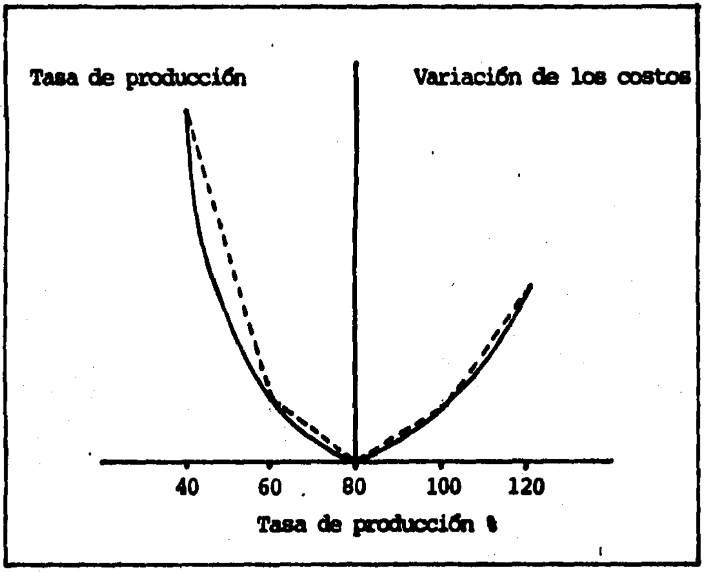
El punto de partida así como la magnitud del cambio - se pueden representar en diversas gráficas aprovechando distintos niveles de producción, por ejemplo:

a) A una producción del 100% de capacidad normal para la operación de un turno regular, tal y como se muestra en la gráfica IV-1, la curva se hace más cóncava a medida que la magnitud del cambio en la tasa de producción es mayor.



GRAFICA IV-1. OPERACION NORMAL AL 100% DE LA CAPACIDAD EN HORAS DE TURNO REGULAR.

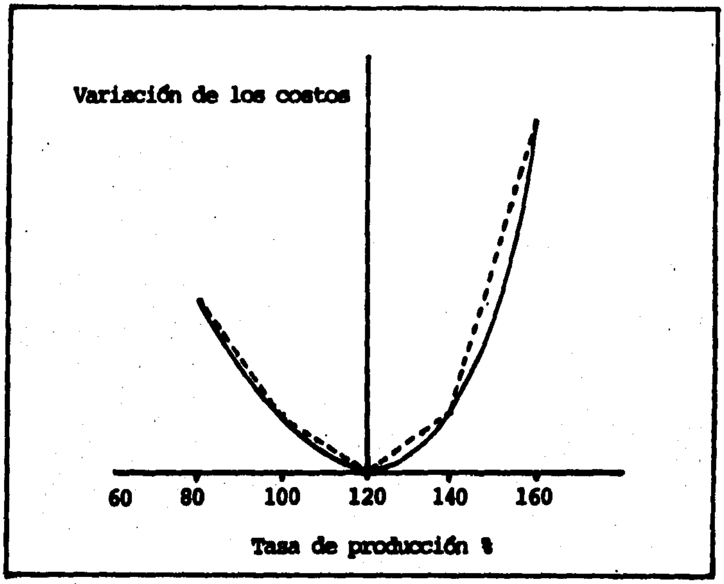
b) Para aumentar la capacidad hasta un 105% a partir de un 80% de operación normal es probable que se tenga que recurrir a la contratación de horas extras tal y como se representa en la gráfica IV-2.



GRAFICA IV-2. OPERACION NORMAL AL 80% DE LA CAPACIDAD, REQUERIMIENTO DE HORAS EXTRAS.

c) A partir de un 120% de capacidad en producción normal se podría tener la necesidad de contratar un segundo -- turno para incrementar la producción. La representación gráfica a esta tasa de producción queda expresada en la gráfica IV-3.

Las discontinuidades de estas curvas se harán más o - menos pronunciadas dependiendo de la capacidad y naturaleza del sistema de producción. Los segmentos lineales pueden representar aproximaciones bastante buenas en intervalos limi tados para las curvas de los cambios de nivel, las gráficas IV-1, IV-2 y IV-3 contienen su aproximación lineal.



GRAFICA IV-3. OPERACION NORMAL AL 120% DE LA CAPACIDAD, CONTRATACION DE UN SEGUNDO TURNO.

Se ha supuesto la linealidad por las siguientes razones:

1a) Por la capacidad limitada para medir exactamente los costos de intervalos limitados.

2a) Para la solución de estos problemas es aconsejable la programación lineal y por consiguiente es necesario la linealidad.

Las consecuencias fundamentales de un aumento o una disminución en el nivel de producción son las siguientes:

AUMENTO:

1. Ocupación y entrenamiento:
   a) Entrevistas y selección.
   b) Nuevo registro de personal, exámenes físicos, modificación de la nómina.
   c) Entrenamiento de nuevos trabajadores.

2. Funciones de servicio y asesoría:
   a) Control de la producción e inventarios.
   b) Compra, recepción, inspección y manejo de materiales.

3. Turnos adicionales:
   a) Supervisión.
   b) Primas por cambio de turno.

4. Costos de trabajos extras por el aumento del nivel.

5. Costos por subcontratación.

DISMINUCION:

1. Compensación por despido, gastos por liquidación.

2. Contribuciones a los fondos sindicales.

3. Costos de transferencia y reentrenamiento de empleados.

4. Efectos intangibles sobre la imagen pública.

5. Costos de producción e inventarios, de la revisión de calendarios, puntos de despido, etc.

6. Costos de tiempo ocioso por retardos entre las decisio-- nes y la acción.

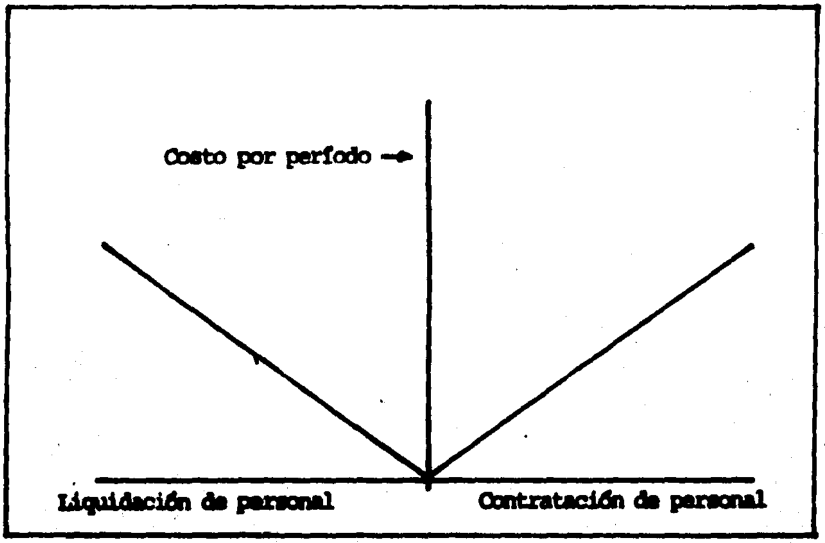
Por consiguiente un cambio de nivel de producción requiere de la contratación, despido de empleados, o pago de horas extras a empleados ya existentes y la producción por subcontratación.

COSTOS MARGINALES

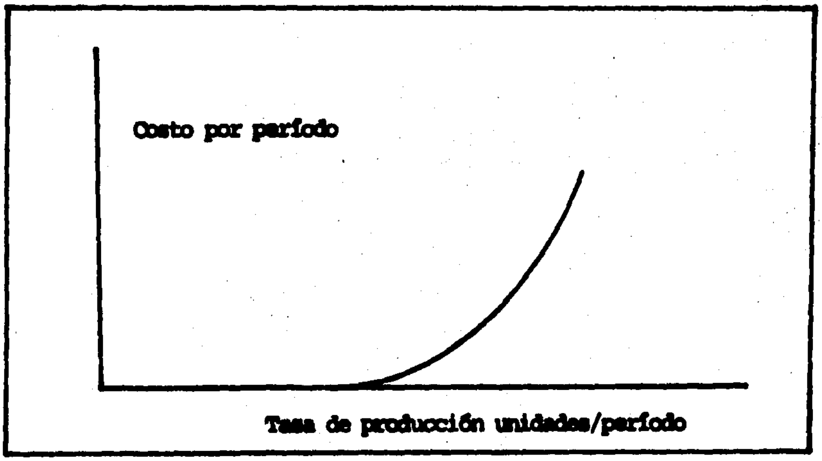
Debido a que es difícil de medir el comportamiento de un cambio de costo marginal total éste se analizará por partes dando sus divisiones y respectivas representaciones gráficas.

1.- Costos de las contrataciones y despidos o separaciones. Incluye los costos en el cambio de la magnitud de - la fuerza de trabajo positivas y negativas, es decir, a medida que aumente el número de contrataciones y despidos el costo correspondiente tambien aumentará. Para mayores detalles ver la gráfica IV-4.

2.- Costo del tiempo extra. Cerca del talón de la curva de la gráfica IV-5 se aprecia el máximo que se puede producir con una fuerza de trabajo sin tiempo extra y a costo bajo. A medida que se aproxima al límite de la producción - con la fuerza de trabajo asignada, se señalan horas extras a algunos trabajadores de las operaciones que constituyen - el cuello de botella. Más allá de ese punto el costo de las horas extras se hace a una tasa creciente.

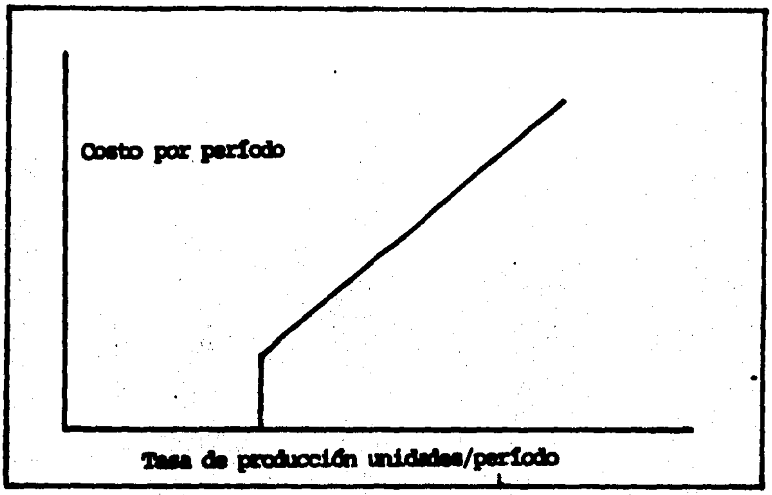


GRAFICA IV-4. COSTO DE LAS CONTRATACIONES Y DESPIDOS O SEPARACIONES.



GRAFICA IV-5. COSTOS DEL TIEMPO EXTRA.

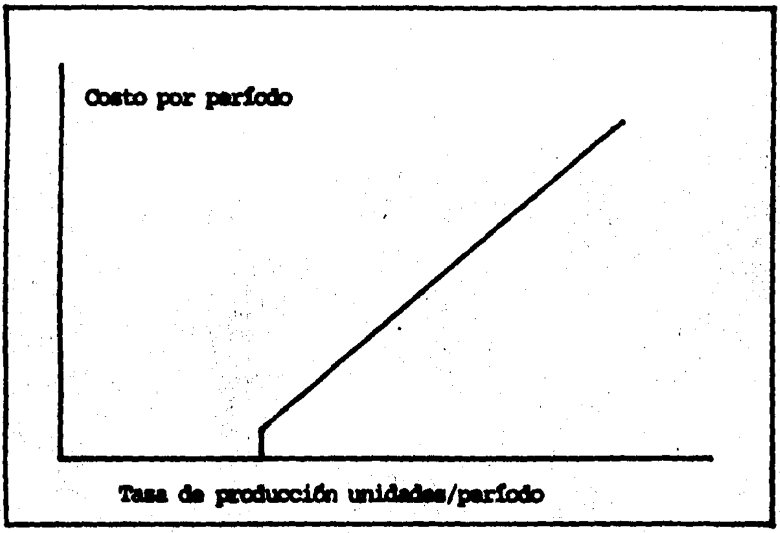
3.- Costo de turnos adicionales. En la gráfica IV-6, el escalón de la curva representa el costo de una nueva supervisión y otros costos indirectos que se requieren para instalar un nuevo turno. La porción variable de la curva se refiere a los costos de nómina a tasas aumentadas de varios turnos.



GRAFICA IV-6. COSTOS DE TURNOS ADICIONALES.

4.- Costo de subcontratación. El escalón de la gráfica IV-7 representa un aumento brusco, por la razón de los nuevos costos administrativos de supervisión y coordinación de la subcontratación y una porción variable que puede no ser lineal.

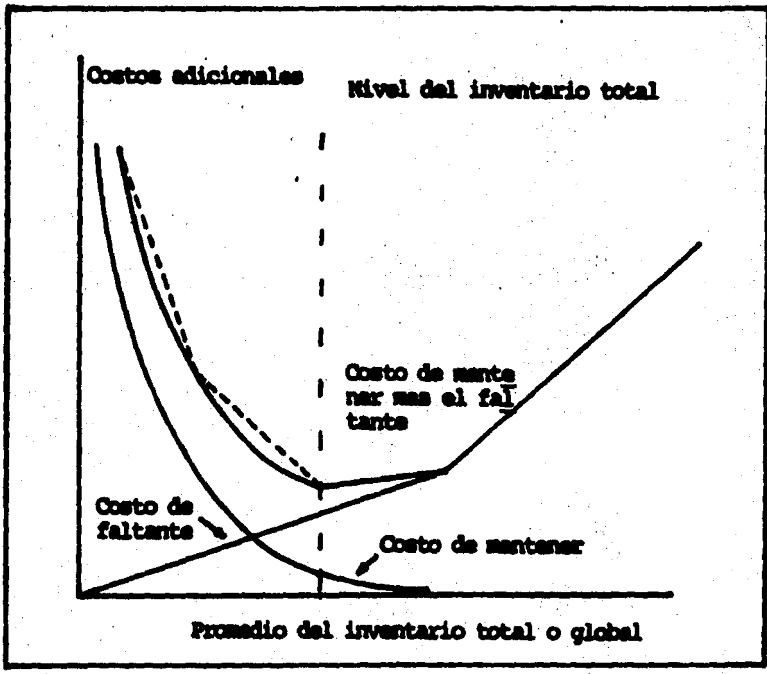
Es conveniente que cada empresa considere la conveniencia de pagar los servicios del personal ajeno a ella para que cubra las demandas de partes específicas que puedan formar cuellos de botella dentro de la línea y utilizar los costos obtenidos como base parametral en relación con los costos indirectos. Si en forma general los costos de subcontratar personal extra es menor que los costos internos actuales de producción de aquellos componentes que forman el ramo principal de producción, la empresa andará funcionando mal y requerirá un ajuste para incrementar el nivel de producción reduciendo al máximo los costos internos.



GRAFICA IV-7. COSTOS DE SUBCONTRATACION.

5.- Costos de inventario y escasez. Los costos del mantenimiento del inventario tienen un comportamiento lineal en un intervalo muy grande. Pueden existir discontinuidades a posibles niveles muy altos de los inventarios, cuando la dirección debe conformarse con una capacidad de almacenamiento o ubicación de almacenes para acomodar inventarios grandes.

La gráfica IV-8 representa los costos de mantenimiento de inventario. En la gráfica se aprecia la discontinuidad para los niveles altos del inventario, el declive rápido del costo faltante a medida que aumentan los niveles del inventario medio y se acerca a cero, reflejando los efectos del nivel del inventario en relación con las curvas de la - demanda. El interés de la gráfica está dado por la suma del costo marginal total de mantenimiento del inventario y el - costo de escasez ya que el mínimo de está curva definirá el inventario total ideal u óptimo. Los niveles de inventario que están debajo de este óptimo dan costos de faltante, ago tamiento de existencias o pedidos pendientes. Aproximando - la curva en un modelo de programación lineal se consigue -- con el empleo de líneas rectas tal y como queda representa- do en la gráfica.



GRAFICA IV-8. INVENTARIO TOTAL IDEAL U OPTIMO.

Dada la explicación del comportamiento particular de cada costo y a fin de evitar la construcción de un modelo - muy realista e imposible de computar será de vital importancia que exista una gran habilidad y conocimientos varios -- por parte del programador. Es labor del Ingeniero Industrial la elaboración del programa de producción.

CONSTRUCCION DEL MODELO

En la construcción de un modelo se deben tomar una serie de decisiones, acerca del comportamiento del problema, éstas son:

1. El problema es lineal o no lineal.
2. Estático o dinámico.
3. Continuo o discreto en el tiempo.
4. Continuo o discreto en valores.
5. Determinístico o estocástico.

Es conveniente que el modelo se estructure una vez -- que se han tomado estas decisiones, se puede estructurar como:

a) Un conjunto de funciones matemáticas, utilizando - para esto ecuaciones matemáticas de forma cerrada para describir el sistema que se estudia obteniéndose con ésto soluciones rápidas y óptimas.

b) Un algoritmo de computación, esto es válido únicamente cuando existe una expresión analítica o la que existe es demasiado complicada para manipularla. A medida que aumenta la complejidad del problema menor será la probabilidad de encontrar el óptimo mediante este procedimiento.

Análisis y decisiones de un problema real. Un problema real requiere de las siguientes decisiones:

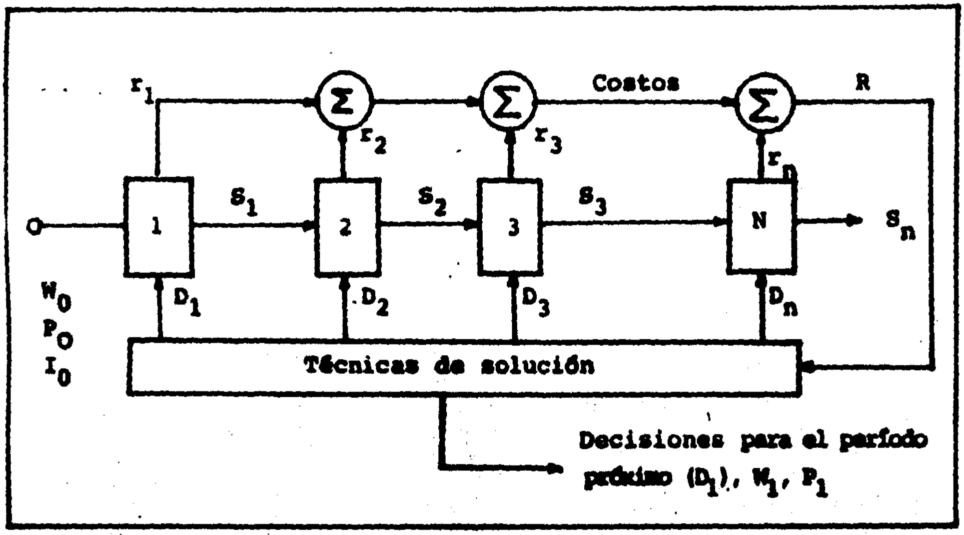
1. Iteraciones de oferta y demanda.
2. Descuentos por cantidades grandes.
3. Efectos de la curva de aprendizaje.
4. Aumentos de los costos al añadir un nuevo turno.
5. Cambios de la tecnología y la productividad.
6. Disminución de la fuerza de trabajo.

Estas decisiones hacen que el problema real se comporte de una forma no lineal en relación con los costos. También es dinámico o incierto en los pronósticos de ventas y en la ejecución de las decisiones. La variable de tiempo es continua aunque normalmente es discreta. Las variables de valor son continuas ya que las relaciones y decisiones básicas de costo se pueden expresar con mayor naturalidad y, por último, la toma de decisiones en períodos discretos de tiempo, tal como al principio de un mes, se presta a ser presentada según un modelo de etapas múltiples.

MODELO DE ETAPAS MULTIPLES

En una etapa múltiple intervienen varios períodos de tiempo, la etapa representa cualquier entidad real o abstracta en la cual ocurre una transformación. El modelo de etapas múltiples se representa en el diagrama IV-9.

El vector de entrada $S_o = (S_{01}, S_{o2}, \ldots, S_{oj})$ sirve para describir la transformación del sistema al principio de la etapa.



GRAFICA IV-9. MODELO DE ETAPAS MULTIPLES.

El vector de salida $S_1 = (S_{11}, S_{12}, \ldots, S_{1j})$ transmite la información a la etapa 2 y sirve para describir la transformación del sistema al final de la etapa 1 de tal manera que $S_1 = t_1\ (S_0, D_1, P_1)$ donde:

t_1 representa la transformación univalente para unir la etapa número 1 a la siguiente.

P_1 representa el vector de parámetros con i componentes $P_1 = (P_{11}, P_{12}, \ldots, P_{1i})$ integrado por los factores que afectan el rendimiento de la etapa r_1 y el vector del estado de salida S_1. Contiene factores que afectan a la salida pero no son controlables, se omiten en el diagrama para evitar una mayor complicación del modelo.

D_1 es el vector de decisión $D_1 = (d_{11}, d_{12}, \ldots, d_{1k})$ --

con k componentes que controlan la etapa 1 dados S_0 y P_1, a los componentes del vector de decisión se les llaman variables independientes.

r_1 es el rendimiento, mide la utilidad de la etapa como una función de los vectores del estado de entrada de parámetros y decisiones, $r_1 = f_1 (S_0, D_1, P_1)$.

Este modelo exige la toma de decisiones intermedias en cada etapa a fin de que se produzca un conjunto de decisiones para el período siguiente, la decisión se traduce a un costo de las N etapas.

Las decisiones para el período siguiente son firmes mientras que las decisiones intermedias para períodos futuros son provisionales y es posible que se modifiquen de acuerdo con los pronósticos diarios de la demanda.

Para la solución de los problemas reales existen métodos con los cuales se garantizan reglas de decisión matemáticamente óptimas con respecto al modelo; estos métodos son:

1. Método de distribución.
2. Cálculo diferencial.
3. Programación dinámica.
4. Programación lineal (se usará el método símplex de programación lineal para la solución del problema).

CONCLUSIONES.

Ya que se ha comprobado que es válido considerar las diversas variables que intervienen en el problema como variables lineales, se determina la validez de la aplicación del método de la programación lineal símplex para la solu--

ción de problemas de programación de la producción, y, por consiguiente, se necesita de un paquete de computación que utilice el método símplex para resolver el problema de programación lineal; este paquete de computación es el paquete TEMPO.

En el siguiente capítulo se explicarán los parámetros y rutinas principales del paquete Tempo necesarias para obtener la solución a nuestro problema.

CAPITULO V

INTRODUCCION AL PAQUETE DE COMPUTACION TEMPO

INTRODUCCION

Debido a que el método de programación lineal se ha considerado como un método válido para la solución de problemas de optimización, se han creado diversos paquetes de computación para la solución de este tipo de problemas.

El paquete Tempo es un sistema de programación matemática (paquete de programación) que se encuentra implementado en el sistema Burroughs B-6000/B7000 del programa universitario del cómputo y ofrece al usario técnicas idóneas para la solución de problemas de programación lineal (método símplex).

Las rutinas de las que consta Tempo son las siguientes:

I) Rutina de entrada
II) Rutina de salida
III) Rutina de arranque
IV) Rutina post-óptima
V) Rutina de preservación de bases
VI) Rutina de optimización
VII) Rutina utilitaria

Cada rutina es mandada llamar por su nombre y por una serie de modificadores los cuales van separados por comas y éstas corresponden a rutinas específicas. La cantidad de rutinas que se utilizan en cada problema dependen del tipo de problema del que se trate; estos pueden ser: programación -

lineal o transporte.

Además de las rutinas, Tempo necesita de parámetros - los cuales empiezan con la letra Z y sirven para dar nombre al problema, datos, función objetivo, términos independientes, rangos y cotas. El paquete Tempo no únicamente se puede correr por tarjetas sino también desde una terminal remota.

TARJETAS DE CONTROL DEL PAQUETE TEMPO.

Las tarjetas de control e instrucciones del paquete - Tempo son las siguientes:

? JOB EJEMPLO	? representa un carácter inválido o multiperforación.
? USER = CLAVE	CLAVE es la que previamente se ha asignado al usuario.
? CLASS = 4	4 representa la dificultad del -- problema.
? BEGIN	
? RUN *SERVICIO/TEMPO	Con esta instrucción se pone en - linea al paquete Tempo para su -- utilización.
? FILE ZPROF = EJEMPLO	EJEMPLO es el nombre del archivo que se ha escogido para que Tempo guarde en él una representación - binaria de los datos que se introducirán.

? DATA CARD	Indica que las siguientes tarje-- tas serán propiamente del programa Tempo.
%DATA = "DATOS"	Este parámetro define el nombre - de los datos como "DATOS".
%NAME = "PROBLEMA"	Este parámetro identifica el problema, debe empezar con letra y - usar hasta ocho caracteres y no - incluir caracteres especiales.
INPUT (CARD, SUMMARY)	Lee los datos de entrada de CARDIN y crea, si ha sido especificado, un archivo en %PROF. El modificador CARD inidca que los datos serán dados en tarjetas y SUMMARY - proporciona estadísticas como: número de elementos por renglón y - columna, número de elementos distintos de cero, etc.
BCDOUT	Rutina opcional de salida que imprime los datos a imagen de tarjeta.
%OBJ = "FUNC OBJ"	Con este parámetro se da un nom-- bre a la función objetivo.
%RHS = "TERM IND"	Con este parámetro se asigna un - nombre a los términos independientes.
%RNGST = "RANGO"	En este parámetro se asigna un -- nombre al rango de las restricciones.

SETUP (MIN)	Rutina de entrada que reserva el espacio necesario para resolver el problema. El modificador MAX indicará que se maximizará la función objetivo. El modificador MIN indicará que se minimizará la función objetivo.
PRIMAL	Rutina de optimización que resuelve el problema.
OUTPUT	Rutina de salida que imprime los resultados.

ENTRADA DE DATOS

Los datos se introducen después de la tarjeta DATA -- CARDIN y se dividen en cinco secciones:

ROWS Sirve para indicar el tipo de restricciones que se -- usarán así como la función objetivo.

Los tipos de restricciones que existen son los siguientes:

N - Renglón neutro o no calculable, es el tipo asociado a la función objetivo.

L - Menor o igual.

E - Igualdad.

G - Mayor o igual.

COLUMNS Dentro de esta sección se dan nombres a las va-- riables, los coeficientes de las variables en la función objetivo (C^t) y los coeficientes de las variables en cada una de las restricciones. El campo de uso de cada tarjeta queda representado en la tabla V-1. (En ella se describen las columnas que puede ocupar cada uno de los datos en cada tarjeta).

Col.	1	5	15	(25	36)	40	(50	61)
		X1	FUNC OBJ	3		R1	6	

TABLA V-1. CAMPO DE USO DE LA SECCION COLUMNS.

RHS Se da el vector de términos independientes. La tabla V-2 presenta una forma en la que se introducirán los datos.

Col.	1	5	15	(25	36)	40	(50	61)
		TERM IND	R1	15		REST2	5.6	

TABLA V-2. CAMPO DE USO DE LA SECCION RHS.

RANGES Rangos de las restricciones. La Tabla V-3 da una especificación de las columnas que se deben usar para introducir la información.

Col.	1	5	15	(25	36)
	RANGES		REST 5	15	

TABLA V-3. CAMPO DE USO DE LA SECCION RANGES.

BOUNDS Contiene las cotas de las variables; se utilizan para restricciones del tipo $X_i \leq A$ ó $X_j \leq B$ y se designan por:

UP: UPPER (Cota superior)
LO: LOWER (Cota inferior)

La tabla V-4 contiene las columnas que usa para introducir la información.

Col.	1	5	15	(25	36)
	BOUNDS				
	UP	COTA	X1	15	
	LO	COTA	X2	10	

TABLA V-4. CAMPO DE USO DE LA SECCION BOUNDS.

RUTINAS DEL PROBLEMA SIMPLEX

Las rutinas que utiliza Tempo para resolver problemas de programación lineal con el método símplex, son las siguientes:

I.- RUTINAS DE ENTRADA: Tienen como finalidad definir el problema de programación lineal y obtener una representación que pueda procesarse eficientemente.

Como rutinas de entrada tenemos:

A) INPUT, lle los datos que definen el modelo o el problema de programación lineal. Sus modificadores son:

1. CARD, los datos se van a leer por tarjetas.
2. REMOTE, los datos serán leídos de la terminal.
3. DISK, los datos serán leídos de un archivo en disco.
4. TAPE, los datos serán leidos de cinta.
5. SUMMARY, imprime para cada renglón;

a) Número interno del renglón.
b) Tipo de restricción.
c) Nombre del renglón.
d) Número de elementos distintos de cero para cada -- renglón.

e imprime para cada columna:

a) Número interno.
b) Nombre de la variable.
c) Número de elementos distintos de cero.
d) Número total de variables y la densidad de la ma-- triz.

La rutina INPUT necesita de los parámetros ZNAME y - ZDATA.

B) SETUP, define la memoria óptima para resolver el problema. Contiene los siguientes modificadores:

1. MIN indica que la función objetivo será minimizada.
2. MAX indica que la función objetivo será maximizada.

Si se omitiera el modificador automáticamente se minimiza la función objetivo.

Imprime para cada renglón y columna:

a) El tipo de restricción o variable que puede ser:

- FREE (- ∞ , ∞)
- FIXED (a , a)
- BOUNDED (0 , a)
- NORMAL (0 , ∞)

II.- RUTINAS DE SALIDA: Dentro de las rutinas de sali̲da tenemos:

A) OUTPUT, imprime los resultados y divide el reporte en tres secciones:

1) Identificación.
2) Renglones.
3) Columnas.

1) La sección de identificación imprime:

a) Nombre del problema.
b) Nombre del lado derecho.
c) Nombre del rango.
d) Nombre de la cota.
e) Nombre de la función objetivo.
f) Tipo de solución.
g) Número de iteraciones.
h) Valor de la función objetivo.

2) La sección de renglones imprime:

a) Número interno.
b) Nombre de la variable.
c) Tipo de renglón: BS (en la base y factible).
** (en la base y no factible).
FR (no básica, libre)
EQ (no básica, artificial o fija)

UL (no básica, actividad en el límite superior)

LL (no básica, actividad en el límite inferior)

IV (no básica)

d) Actividad, valor del renglón.

e) Holgura.

f) Límite inferior.

g) Límite superior.

h) Actividad dual.

3) La sección de columnas imprime:

a) Número interno.

b) Nombre de la variable.

c) Tipo de columna (BS, **, FR, EQ, UL, LL, IV)

d) Valor de la variable.

e) Valor de los costos de la función objetivo.

f) Límite inferior.

g) Límite superior.

h) Costos reducidos.

III.- RUTINAS DE OPTIMIZACION: Estas rutinas tienen como finalidad resolver el problema de programación lineal. Estas rutinas son:

A) PRIMAL, resuelve el problema por el método símplex; esta rutina necesita de PRESOLVE para tratar de obtener una representación equivalente a la original pero que resulte más fácil de resolver.
Llama también a la rutina CRASH para que resuelva el problema; no tiene modificadores y necesita de los parámetros ZOBJ y ZRHS.

Imprime:

1) Número de iteraciones necesarias para resolver el problema.

2) Tipo de solución; OPTIMAL
FEASIBLE
INFEASIBLE

3) El valor de la función objetivo.

B) DUAL, resuelve el problema por el método del DUAL SIMPLEX.

Las siguientes rutinas no se utilizan en el programa:

1) Rutinas de arranque.
2) Rutinas pos-óptimas.
3) Rutinas de preservación de bases.

Ya que se ha explicado brevemente el funcionamiento de las distintas rutinas que intervienen en el paquete Tempo, se procederá a plantear la función objetivo y el conjunto de restricciones a las que se sujetarán los problemas de planeación y control de la producción.

CONCLUSIONES.

La importancia de este capítulo esta dada por la aplicación del paquete Tempo a problemas de programación lineal que contengan una gran cantidad de variables. Es conveniente que el encargado del departamento de producción conosca las reglas generales para que haga un buen uso del paquete de computación obteniendo con esto resultados matemáticamente óptimos.

C A P I T U L O   V I

SOLUCION DEL PROBLEMA DE MINIMIZACION DE COSTOS POR MEDIO DEL PAQUETE TEMPO

INTRODUCCION

Para que un problema se pueda resolver utilizando la programación lineal es necesario plantear la función objetivo y el conjunto de restricciones a la que se sujetará (expresándose cada una de ellas como una función de costos, requerimientos y capacidad disponible). Estas funciones se obtendrán tomando como base el método de distribución para la planeación agregada.

METODO DE DISTRIBUCION PARA LA PLANEACION AGREGADA

Por medio de este método se asigna la capacidad disponible por un período a:

a) Las ventas agregadas pronosticadas cuando las fuentes son regulares;
b) La capacidad de producción con turno extra, y
c) Los inventarios.

El modelo de distribución de la programación lineal para la planeación agregada tiene una estructura sencilla y su objetivo fundamental es asignar las unidades de capacidad productiva en forma tal que se reduzcan al mínimo los costos combinados de producción y almacenaje para satisfacer las ventas dentro de las restricciones de la capacidad disponible. No se permiten asignaciones negativas de producción.

La notación de la matriz de distribución es la siguiente:

1. I_i inventario al final del período i.

2. R_i número máximo de unidades que se pueden producir durante el período i con tiempo de trabajo regular.

3. O_i número máximo de unidades que se pueden producir durante el período i con horas extras.

4. S número de unidades del producto terminado que se venderán durante el período i.

5. C_r costo de producción unitario en tiempo regular.

6. C_o costo de producción unitario en horas extras.

7. C_i costo de almacenamiento.

La tabla VI-1 presenta el modelo generalizado de la matriz de distribución con todos los componentes mencionados.

Leyendo renglón por renglón en la matriz de distribución tenemos: Inventario (0), en el período de ventas (1) con un valor de 0; en el período de ventas (2) tenemos un costo de almacenaje acumulado el cual se expresa como C_I. El inventario inicial que se mantiene para las asignaciones del período de ventas (3) habrá acumulado los períodos de costos de almacenaje anteriores y en general para (n) períodos se habrán acumulado $(n - 1)C_I$

Para el renglón del costo regular (1) indicará que en el período de ventas (1) habrá acumulado un costo de producción C_R para ese período, en el período de ventas (2) se --

PERIODOS DE PRODUCCION (FUENTE)	PERIODOS DE VENTA (DESTINO)														
	(1)	(2)	(3)	..	..	..	..	..	..	..	..	(12)	Inventario	S_o	CAPACIDADES TOTALES
Inventario (0)	0	CI	2CI	..	..	..	..	..	..	..	..	(n-1)CI	nCI	0	I_o
Regular (1)	CR	CR+CI	CR+2CI	.	..	..	..	..	..	..	..	CR+(n-1)CI	CR+nCI	0	R_1
H. Extras (1)	Co	Co+CI	Co+2CI	.	..	..	..	..	..	..	..	Co+(n-1)CI	Co+nCI	0	O_1
Regular (2)	M	CR	CR+CI	.	..	..	..	..	..	..	..	CR+(n-2)CI	CR+(n-1)CI	0	R_2
H. Extras (2)	M	Co	Co+CI	.	..	..	..	..	..	..	..	Co+(n-2)CI	Co+(n-1)CI	0	O_2
Regular (3)	M	M	CR	.	..	..	..	..	..	..	..	CR+(n-3)CI	CR+(n-2)CI	0	R_3
H. Extras (3)	M	M	Co	.	..	..	..	..	..	..	..	Co+(n-3)CI	Co+(n-2)CI	0	O_3
"	.	.	.	.	..	..	..	..	..	..	..	..	..	.	.
"	.	.	.	.	..	..	..	..	..	..	..	..	..	.	.
"	.	.	.	.	..	..	..	..	..	..	..	..	..	.	.
"	.	.	.	.	..	..	..	..	..	..	..	..	..	.	.
"	.	.	.	.	..	..	..	..	..	..	..	..	..	.	.
Regular (12)	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	CR	CR+CI	0	R_n
H. Extras (12)	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	Co	Co+CI	0	O_n
Requerimientos Totales.	S_1	S_2	S_3	.	.	.	.	.	.	.	.	S_n	I_n		

TABLA VI-1. MATRIZ DE DISTRIBUCION.

acumulará un costo de producción de $C_R + C_I$ ya que se produce en el período (1) para consumir en el (2) y, por tanto, se crearán costos de almacenaje, para (n) períodos se tendrá un costo de almacenaje de $(n - 1)C_I$ más el costo de producción en horas regulares. El renglón (1) en horas extras supone las mismas características que el renglón (1) en horas de turno regulares.

En el renglón de costo regular (2) y en el período de ventas (1) se tiene un valor de M el cual es prohibitivo, se asigna un valor grande para evitar la producción y ventas en esos períodos ya que esto implicaría producir en un período para que se vendiese en el período anterior lo cual no es posible.

La matriz de distribución es de gran importancia ya que a partir de ella se deducirá el modelo matemático para optimizar el sistema de producción. Se aplicará el método de distribución para la planeación agregada a un problema específico de artículos domésticos.

PROBLEMA

Dado el resumen de requerimientos, tasas de producción por período y los costos de inventario de un fabricante de artículos domésticos, obtener la matriz de distribución y la producción óptima de estos artículos a fin de que se maximicen las utilidades. Se sabe además que:

Costo de producción por unidad, tiempo regular	C_R = \$ 40.00
Costo de producción por unidad, horas extras	C_O = \$ 60.00
Costo de almacenamiento por unidad de tiempo	C_I = \$ 20.00
Inventario inicial	I_o = 1000 unidades
Inventario final	I_f = 700 unidades

PERIODOS	DIAS EN EL PERIODO	REQUERIMIENTOS UNIDADES	TIEMPO REG.	TIEMPO HRS. EXTRAS
1.	21	700	630	126
2	21	1000	630	126
3	21	1000	630	126
4	21	900	630	126
5	20	600	600	120
6	20	600	600	120
7	20	500	600	120
8	20	600	600	120
9	20	300	600	120
10	20	300	600	120
11	20	300	600	120
12	20	400	600	120
	244	7200	7320	1464

Para obtener la matriz de distribución con respecto a horas (extras y regulares) e inventario se forma una matriz de distribución origen-destino, se toma como fuente a los - períodos de producción y como destino a los períodos de venta.

Con la ayuda de la tabla VI-1 e introduciendo los valores de los diversos costos, se obtiene la tabla VI-2.

El problema particular contiene constantes y variables mismas que intervienen en cualquier problema relacionado con la planeación y control de un sistema de producción, por lo cual será necesario conocer e identificar a cada una para deducir posteriormente el modelo matemático.

Las variables que intervienen en la matriz de distri-

PERIODO DE PRODUCCION (FUENTE)	PERIODOS DE VENTA (DESTINO)														
	(1)	(2)	(3)	..	..	..	..	..	..	..	..	(12)	Inventario (12)	Sobrante	Capacidades totales
Inventario (0)	0	20	40	..	..	..	..	..	..	..	..	220	240	0	1000
Regular (1)	40	60	80	..	..	..	..	..	..	..	..	260	280	0	630
H. Extras (1)	60	80	100	..	..	..	..	..	..	..	..	280	300	0	126
Regular (2)	M	40	60	..	..	..	..	..	..	..	..	240	260	0	630
H. Extras (2)	M	60	80	..	..	..	..	..	..	..	..	260	280	0	126
Regular (3)	M	M	40	..	..	..	..	..	..	..	..	220	240	0	630
H. Extras (3)	M	M	60	..	..	..	..	..	..	..	..	240	260	0	126
Regular (4)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
"	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
"	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
"	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
"	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
"	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
"	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
"	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Regular (12)	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	40	60	0	600
H. Extras (12)	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	60	80	0	120
Requerimientos Totales	700	1000	1000	.	.	.	.	.	.	.	.	400	700	1884	9784

TABLA VI-2. MATRIZ DE DISTRIBUCION PRODUCTOS DOMESTICOS.

bución son las siguientes:

VARIABLES:

X_{ij} Cantidad de productos producidos en el origen i para ser consumidos en el destino o mes j, horas de turno regular.

Y_{ij} Cantidad de productos producidos en horas extras, en el origen i para ser consumidos en el destino j.

X_{oj} Cantidad del inventario inicial que se distribuirá en el destino j.

$X_{i,13}$ Cantidad de productos producidos en el período i, para ser llevados al inventario final (i = 1,2,3, ...,12) horas de turno regular.

$Y_{i,13}$ Cantidades de productos producidos en horas extras en el período i para ser llevados al inventario final.

Las constantes que intervienen en la matriz de distribución son las siguientes:

CONSTANTES:

I_o Inventario inicial.

I_f Inventario final.

D_j Demanda en el período j.

R_i Capacidad máxima en horas de turno regular en el período i.

O_i Capacidad máxima en horas extras en el período i.

a_{ij} Costo de producir un producto en el período i de turno regular para ser consumido en el destino j.

b_{ij} Costo de producir un producto en el período i de turno extra para ser consumido en el período j.

C Costo de almacenar un producto por período.

E Costo de variar la tasa de producción en el período i.

PLANTEAMIENTO DEL MODELO MATEMATICO.

Ya que se han distinguido las constantes de las variables y con el objetivo de seguir la secuencia de un modelo de programación lineal, será necesario obtener la función - objetivo así como el conjunto de restricciones.

La función objetivo para cualquier tipo de problema - de programación de la producción queda representado por la siguiente ecuación matemática:

FUNCION OBJETIVO:

$$
\begin{aligned}
\text{MIN } f = & \sum_{i=1}^{12} \sum_{j=1}^{12} a_{ij} \, X_{ij} + \sum_{i=1}^{12} \sum_{j=1}^{12} b_{ij} \, Y_{ij} + \\
& + \sum_{j=1}^{12} C(j) \; X_{oj} + \sum_{i=1}^{12} \sum_{j=1}^{12} C(13-j) \; [\, (X_{ij} + \\
& + Y_{ij} + X_{oj}) - D_j \,] + \sum_{i=1}^{12} \sum_{j=1}^{12} E_i \, (X_{i+1,j} - X_{ij}) \\
& + \sum_{i=1}^{12} \sum_{j=1}^{12} C(j-i) \; [X_{ij} + Y_{ij}]
\end{aligned}
$$

Donde:

$\sum_{i=1}^{12} \sum_{j=1}^{12} a_{i,j} \; X_{i,j}$ — Es el costo total de la producción en horas de turno regular durante todo el año.

$\sum_{i=1}^{12} \sum_{j=1}^{12} b_{i,j} \; Y_{i,j}$ — Costo total de la producción en horas extras.

$\sum_{j=1}^{13} C(j) \; X_{o,j}$ — Costo total de distribuir los artículos del inventario inicial a lo largo de todo el año.

$\sum_{i=1}^{12} \sum_{j=1}^{12} C(13-j) \; [(X_{i,j} + Y_{i,j} + X_{o,j}) - D_j]$

Costo total de almacenar todos los productos que se vayan a reservar para el inventario final.

$\sum_{i=1}^{12} \sum_{j=1}^{12} E_i (X_{i+1,j} - X_{i,j})$*

Costo total de las variaciones de la tasa de producción que se programen durante al año.

$\sum_{i=1}^{12} \sum_{j=1}^{12} C(j-1) \; [X_{i,j} + Y_{i,j}]$

Costo total de almacenar los productos desde que se producen hasta que se venden.

El conjunto de restricciones al que queda sujeto el problema de programación es el siguiente:

* Ya que el costo de cambiar el nivel de producción varía dependiendo del monto del cambio, no es exacto asignar a E un valor constante, a menos que en un sistema de producción determinado el costo de cambiar el nivel de producción no dependa del monto de ese cambio.

a) Inventario inicial:

$$I_o \geq \sum_{j=1}^{13} X_{o,j}$$

b) Capacidad en turno regular:

$$\sum_{j=1}^{13} X_{i,j} \leq R_i \quad \text{para } i = (1,2,\ \ldots,\ 12)$$

c) Capacidad en turno extra:

$$\sum_{j=1}^{13} Y_{i,j} \leq O_i \quad \text{para } i = (1,2,\ \ldots,\ 12)$$

d) Demanda:

$$X_{o,j} + \sum_{i=1}^{12} X_{i,j} + \sum_{i=1}^{12} Y_{i,j} \geq D_j$$

e) Inventario final:

$$X_{o,13} + \sum_{i=1}^{12} X_{i,13} + \sum_{i=1}^{12} Y_{i,13} = I_f$$

A partir de las ecuaciones obtenidas y aplicándolas - al problema particular se obtiene la siguiente función objetivo:

FUNCION OBJETIVO:

$$\text{MIN } Z = 0X_{01} + 20X_{02} + 40X_{03} + 60X_{04} + 80X_{05} + 100X_{06} + 120X_{07} + 140X_{08} + 160X_{09} + 180X_{10}$$

$$+\ 200X_{11} + 220X_{12} + 240X_{13} + 40X_{14} + 60X_{15} + \cdots$$

$$\cdots\cdots\cdots + 280X_{26} + 60X_{27} + 80X_{28} + \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$+\ 300X_{39} + 10000X_{40} + 40X_{41} + \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$+\ 260X_{52} + 10000X_{53} + 60X_{54} + \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$+\ 280X_{65} + 10000X_{66} + 10000X_{67} + 40X_{68} + \cdots\cdots\cdots$$

$$\cdots\cdots\cdots + 240X_{78} + 10000X_{79} + 10000X_{80} + 60X_{81} +$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots + 260X_{91} + MX_{92} + MX_{93} + MX_{94} +$$

$$+\ 40X_{95} + \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots + 220X_{104} + MX_{105} + \cdots$$

$$+\ MX_{106} + MX_{107} + 60X_{108} + \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$+\ 240X_{117} + MX_{118} + MX_{119} + MX_{120} + MX_{121} + 40X_{122}$$

$$+ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots + 200X_{130} + MX_{131} + MX_{132} + MX_{133}$$

$$+\ MX_{134} + 60X_{135} + \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$+\ 220X_{143} + MX_{144} + MX_{145} + MX_{146} + MX_{147} + MX_{148}$$

$$+\ 40X_{149} + \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots + 180X_{156}$$

$$+\ MX_{157} + MX_{158} + MX_{159} + MX_{160} + MX_{161} + 60X_{162}$$

$$+ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots + 200X_{169} + MX_{170} + MX_{171}$$

$$+\ MX_{172} + MX_{173} + MX_{174} + MX_{175} + 40X_{176} + \cdots$$

$$\ldots\ldots + 160X_{182} + MX_{183} + MX_{184} + MX_{185} + MX_{186}$$

$$+ MX_{187} + MX_{188} + 60X_{189} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$+ 180X_{195} + MX_{196} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + MX_{202}$$

$$+ 40X_{203} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + 140X_{208} +$$

$$+ MX_{209} + \ldots\ldots\ldots\ldots + MX_{215} + 60X_{216} + \ldots\ldots\ldots$$

$$\ldots\ldots\ldots + 160X_{221} + MX_{222} + \ldots\ldots\ldots\ldots + MX_{229}$$

$$+ 40X_{230} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + 140X_{247} + MX_{248} +$$

$$+ \ldots\ldots\ldots\ldots + MX_{256} + 40X_{257} + 60X_{258} +$$

$$+ 80X_{259} + 100X_{260} + MX_{261} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$+ MX_{269} + 60X_{270} + 80X_{271} + 100X_{272} + 120X_{273} +$$

$$+ MX_{274} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + MX_{283} + 40X_{284} +$$

$$+ 60X_{285} + 80X_{286} + MX_{287} + \ldots\ldots\ldots + MX_{296} +$$

$$+ 60X_{297} + 80X_{298} + 100X_{299} + MX_{300} + \ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$+ MX_{310} + 40X_{311} + 60X_{312} + MX_{313} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$+ MX_{323} + 60X_{324} + 80X_{325}$$

El valor de M es igual a 10,000, se asigna este valor para evitar que el programa asigne la producción en un pe-- ríodo para vender en el anterior, ya que esto es imposible. Todos los costos debajo de la diagonal tendrán el valor de M.

Las restricciones obtenidas son las siguientes:

a) En base al inventario inicial.

$R_1 \quad 1000 \geq X_{01} + X_{02} + \ldots\ldots\ldots\ldots + X_{13}$

b) Capacidad máxima en horas de turno regular.

$R_2 \quad 630 \geq X_{14} + X_{15} + \ldots\ldots\ldots\ldots + X_{26}$

c) Capacidad máxima en horas de turno extra.

$R_3 \quad 126 \geq X_{27} + X_{28} + \ldots\ldots\ldots\ldots + X_{39}$

La siguiente secuencia de restricciones será: primero en horas de turno regular y segundo en horas de turno extra.

$R_4 \quad 630 \geq X_{40} + X_{41} + \ldots\ldots\ldots\ldots + X_{52}$ H.T.R.

$R_5 \quad 126 \geq X_{53} + X_{54} + \ldots\ldots\ldots\ldots + X_{65}$ H.T.E.

$R_6 \quad 630 \geq X_{66} + X_{67} + \ldots\ldots\ldots\ldots + X_{78}$ H.T.R.

$R_7 \quad 126 \geq X_{79} + X_{80} + \ldots\ldots\ldots\ldots + X_{91}$ H.T.E.

$R_8 \quad 630 \geq X_{92} + X_{93} + \ldots\ldots\ldots\ldots + X_{104}$ H.T.R.

$R_9 \quad 126 \geq X_{105} + X_{106} + \ldots\ldots\ldots\ldots + X_{117}$ H.T.E.

$R_{10} \quad 600 \geq X_{118} + X_{119} + \ldots\ldots\ldots\ldots + X_{130}$

$R_{11} \quad 120 \geq X_{131} + X_{132} + \ldots\ldots\ldots\ldots + X_{143}$

$R_{12} \quad 600 \geq X_{144} + X_{145} + \ldots\ldots\ldots\ldots + X_{156}$

R_{13} $120 \geq X_{157} + X_{158} + \dots\dots\dots\dots + X_{169}$

R_{14} $600 \geq X_{170} + X_{171} + \dots\dots\dots\dots + X_{182}$

R_{15} $120 \geq X_{183} + X_{184} + \dots\dots\dots\dots + X_{195}$

R_{16} $600 \geq X_{196} + X_{197} + \dots\dots\dots\dots + X_{208}$

R_{17} $120 \geq X_{209} + X_{210} + \dots\dots\dots\dots + X_{221}$

R_{18} $600 \geq X_{222} + X_{223} + \dots\dots\dots\dots + X_{234}$

R_{19} $120 \geq X_{235} + X_{236} + \dots\dots\dots\dots + X_{247}$

R_{20} $600 \geq X_{248} + X_{249} + \dots\dots\dots\dots + X_{260}$

R_{21} $120 \geq X_{261} + X_{262} + \dots\dots\dots\dots + X_{273}$

R_{22} $600 \geq X_{274} + X_{275} + \dots\dots\dots\dots + X_{286}$

R_{23} $120 \geq X_{287} + X_{288} + \dots\dots\dots\dots + X_{299}$

R_{24} $600 \geq X_{300} + X_{301} + \dots\dots\dots\dots + X_{312}$

R_{25} $120 \geq X_{313} + X_{313} + \dots\dots\dots\dots + X_{325}$

d) Las siguientes restricciones se refieren a los requerimientos totales o demandas por período.

$$R_{26} \quad 700 \leq X_{01} + X_{14} + X_{27} + X_{40} + X_{53} + X_{79} + X_{92} + X_{105} + X_{118} + X_{131} + X_{144} + X_{157} + X_{170} + X_{183} + X_{196} + X_{209} + X_{222} + X_{235} + X_{248} + X_{261} + X_{274} + X_{287} + X_{300} + X_{313}$$

$$R_{27} \quad 1000 \leq X_{02} + X_{15} + X_{28} + X_{41} + X_{54} + X_{67} + X_{80} + X_{93} + X_{106} + X_{119} + X_{132} + X_{145} + X_{158} + X_{171} + X_{184} + X_{197} + X_{210} + X_{223} + X_{236} + X_{249} + X_{262} + X_{275} + X_{288} + X_{301} + X_{314}.$$

$$R_{28} \quad 1000 \leq X_{03} + X_{16} + X_{29} + X_{42} + X_{55} + X_{68} + X_{81} + X_{94} + X_{107} + X_{120} + X_{133} + X_{146} + X_{159} + X_{172} + X_{185} + X_{198} + X_{211} + X_{224} + X_{237} + X_{250} + X_{263} + X_{276} + X_{289} + X_{302} + X_{315}.$$

$$R_{29} \quad 900 \leq X_{04} + X_{17} + X_{30} + X_{43} + X_{56} + X_{69} + X_{82} + X_{95} + X_{108} + X_{121} + X_{134} + X_{147} + X_{160} + X_{173} + X_{186} + X_{199} + X_{212} + X_{225} + X_{238} + X_{251} + X_{264} + X_{277} + X_{290} + X_{303} + X_{316}$$

$$R_{30} \quad 600 \leq X_{05} + X_{18} + X_{31} + X_{44} + X_{57} + X_{70} + X_{83} + X_{96} + X_{109} + X_{122} + X_{135} + X_{148} +$$

$$X_{161} + X_{174} + X_{187} + X_{200} + X_{213} + X_{226} +$$
$$X_{239} + X_{252} + X_{265} + X_{278} + X_{291} + X_{304} +$$
$$X_{317}$$

$$R_{31} \quad 600 \leq X_{06} + X_{19} + X_{32} + X_{45} + X_{58} + X_{71} +$$
$$X_{84} + X_{97} + X_{110} + X_{123} + X_{136} + X_{149} +$$
$$X_{162} + X_{175} + X_{188} + X_{201} + X_{214} + X_{227} +$$
$$X_{240} + X_{253} + X_{266} + X_{279} + X_{292} + X_{305} +$$
$$X_{318}.$$

$$R_{32} \quad 500 \leq X_{07} + X_{20} + X_{33} + X_{46} + X_{59} + X_{72} +$$
$$X_{85} + X_{98} + X_{111} + X_{124} + X_{137} + X_{150} +$$
$$X_{163} + X_{176} + X_{189} + X_{202} + X_{215} + X_{228} +$$
$$X_{241} + X_{254} + X_{267} + X_{280} + X_{293} + X_{306} +$$
$$X_{319}$$

$$R_{33} \quad 600 \leq X_{08} + X_{21} + X_{34} + X_{47} + X_{60} + X_{73} +$$
$$X_{86} + X_{99} + X_{112} + X_{125} + X_{138} + X_{151} +$$
$$X_{164} + X_{177} + X_{190} + X_{203} + X_{216} + X_{229} +$$
$$X_{242} + X_{255} + X_{268} + X_{281} + X_{294} + X_{307} +$$
$$X_{320}$$

$$
\begin{aligned}
R_{34} \quad 300 \leq\ & X_{09} + X_{22} + X_{35} + X_{48} + X_{61} + X_{74} + \\
& X_{87} + X_{100} + X_{113} + X_{126} + X_{139} + X_{152} + \\
& X_{165} + X_{178} + X_{191} + X_{204} + X_{217} + X_{230} + \\
& X_{243} + X_{256} + X_{269} + X_{282} + X_{295} + X_{308} + \\
& X_{321}
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
R_{35} \quad 300 \leq\ & X_{10} + X_{23} + X_{36} + X_{49} + X_{62} + X_{75} + \\
& X_{88} + X_{101} + X_{114} + X_{127} + X_{140} + X_{153} + \\
& X_{166} + X_{179} + X_{192} + X_{205} + X_{218} + X_{231} + \\
& X_{244} + X_{257} + X_{270} + X_{283} + X_{296} + X_{309} + \\
& X_{322}
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
R_{36} \quad 300 \leq\ & X_{11} + X_{24} + X_{37} + X_{50} + X_{63} + X_{76} + \\
& X_{89} + X_{102} + X_{115} + X_{128} + X_{141} + X_{154} + \\
& X_{167} + X_{180} + X_{193} + X_{206} + X_{219} + X_{232} + \\
& X_{245} + X_{258} + X_{271} + X_{284} + X_{297} + X_{310} + \\
& X_{323}
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
R_{37} \quad 400 \leq\ & X_{12} + X_{25} + X_{38} + X_{51} + X_{64} + X_{77} + \\
& X_{90} + X_{103} + X_{116} + X_{129} + X_{142} + X_{154} +
\end{aligned}
$$

$$X_{168} + X_{181} + X_{194} + X_{207} + X_{220} + X_{233} +$$

$$X_{246} + X_{259} + X_{272} + X_{285} + X_{298} + X_{311} +$$

$$X_{324}$$

e) Requerimientos del inventario final.

$$R_{38} \quad 700 = X_{13} + X_{26} + X_{39} + X_{52} + X_{65} + X_{78} +$$

$$X_{91} + X_{104} + X_{117} + X_{130} + X_{143} + X_{155} +$$

$$X_{169} + X_{182} + X_{195} + X_{208} + X_{221} + X_{234} +$$

$$X_{247} + X_{260} + X_{273} + X_{286} + X_{299} + X_{312} +$$

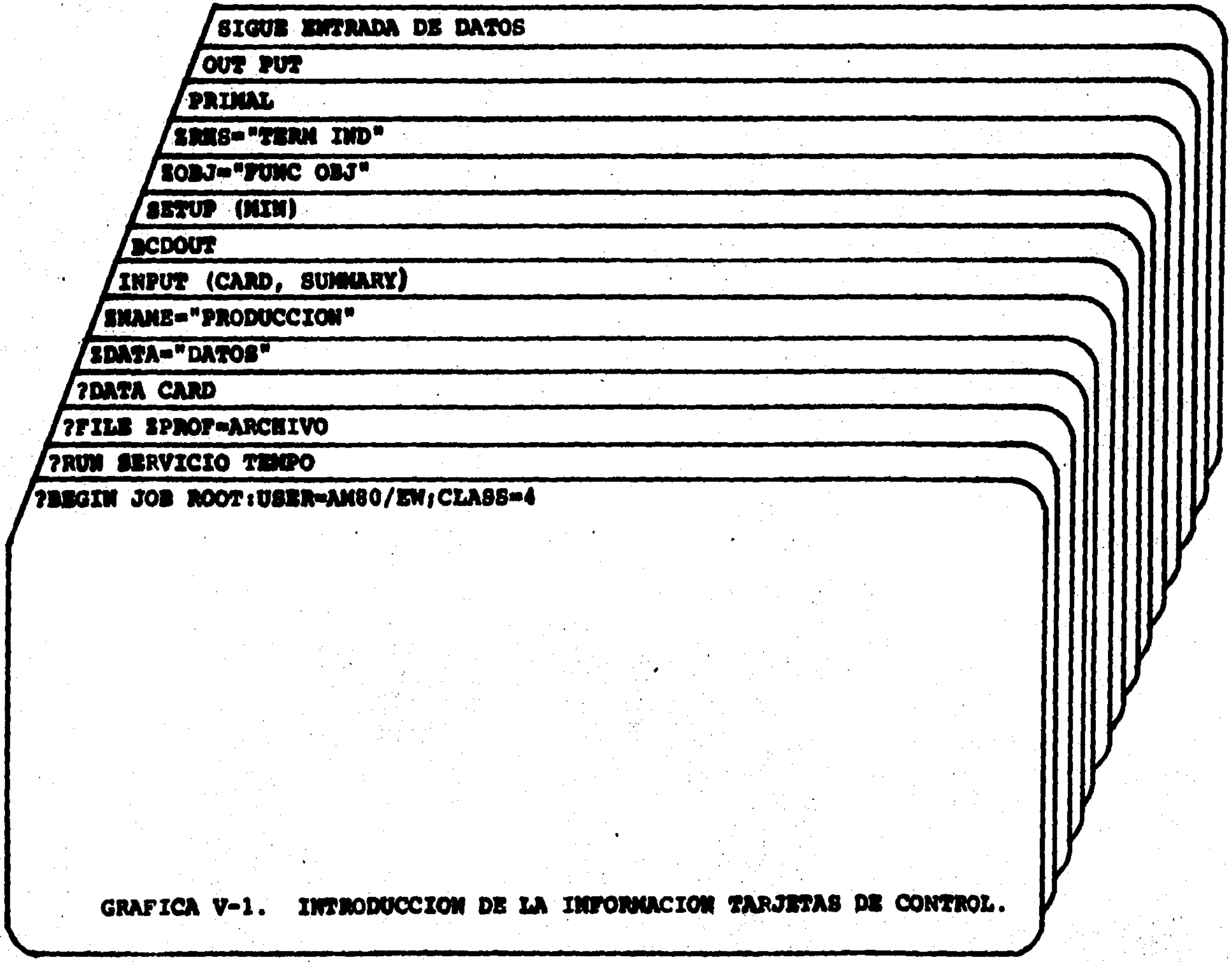
$$X_{325}$$

Una vez planteada la función objetivo y el conjunto de restricciones, se proc ederá a hacer uso del paquete de computación Tempo.

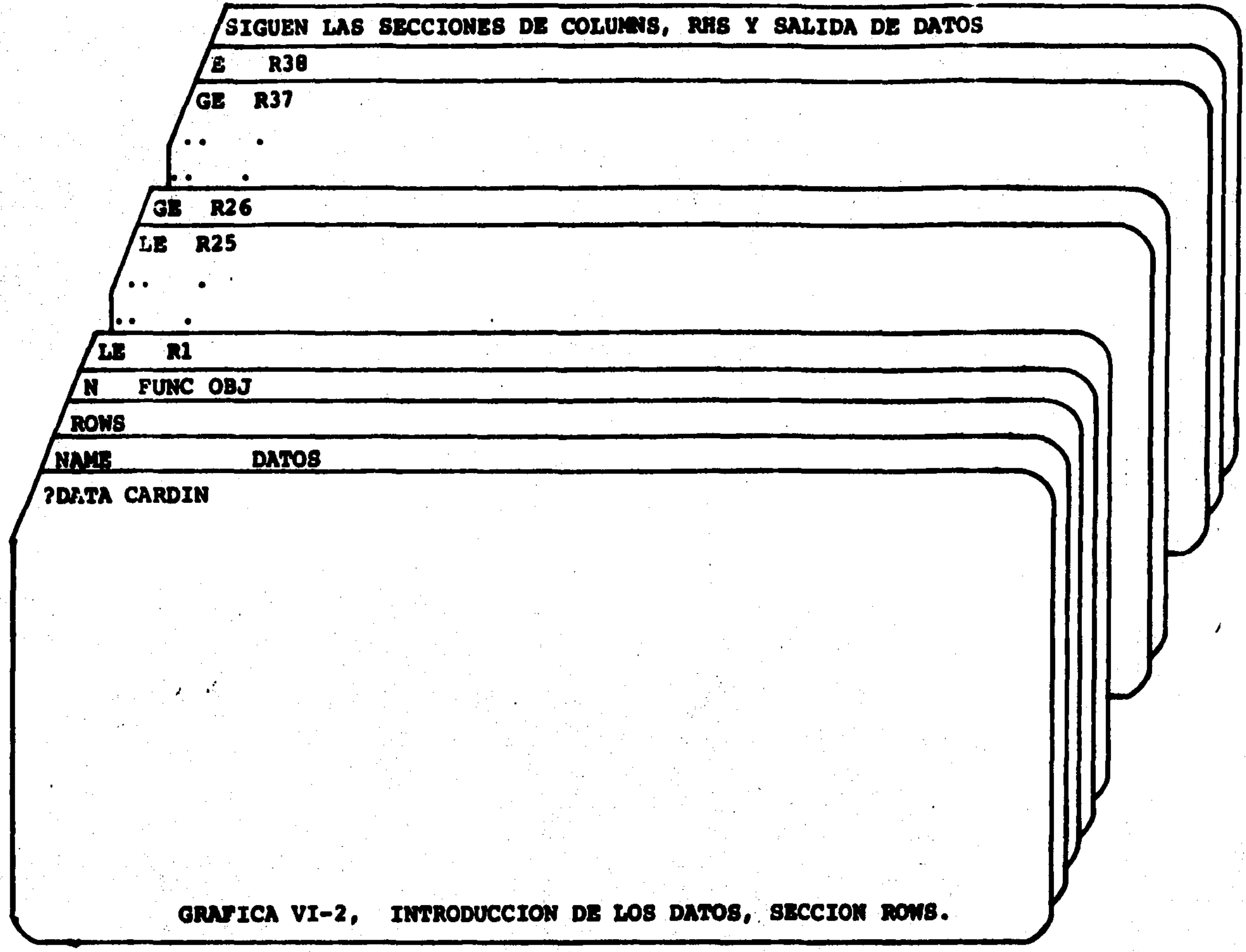
La introducción de los datos se hace en base a las reglas que marca Tempo para los problemas de programación lineal, es decir, se perforan las tarjetas de:

1. Control.
2. Entrada de datos.
3. Optimización.
4. Salida de la información.

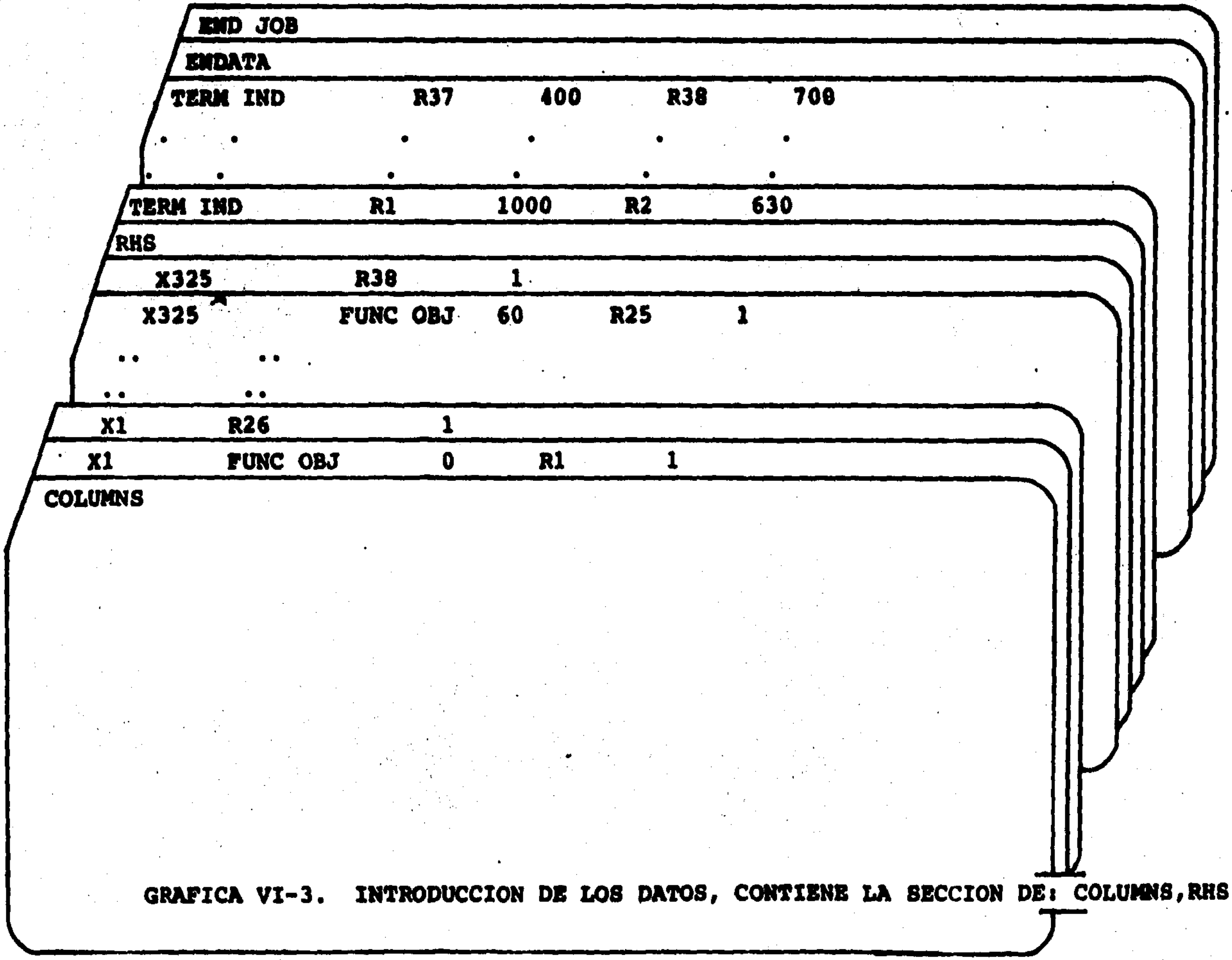
Algunas de las tarjetas de control que se necesitan aparecen reflejadas en las gráficas VI-1, VI-2 y VI-3. En el apéndice B aparecen a imagen de tarjeta los datos que debe contener cada una de las tarjetas de control.



GRAFICA V-1. INTRODUCCION DE LA INFORMACION TARJETAS DE CONTROL.



GRAFICA VI-2, INTRODUCCION DE LOS DATOS, SECCION ROWS.



GRAFICA VI-3. INTRODUCCION DE LOS DATOS, CONTIENE LA SECCION DE: COLUMNS,RHS.

Las secciones de Rangos y Cotas no se incluyen dado - que en este problema particular no intervienen.

La rutina de salida OUTPUT se encarga de imprimir los resultados de: la función objetivo, las variables de la función objetivo, etc.

Un resumen de la información obtenida se detalla en - la tabla VI-3, los resultados presentados en este cuadro -- pueden ser verificados en el Apéndice B.

La interpretación de la tabla VI-3 es la siguiente:

El inventario inicial de 1000 sirve para satisfacer - los requerimientos máximos de los períodos 1 y 2. La producción del período 1 en horas de turno regular se utiliza en el período 2 junto con la parte de la producción en tiempo regular del período 2, esto se debe fundamentalmente a que el inventario inicial cubre toda la producción del período 1 y el complemento de dicho inventario se usará para satisfacer las demandas de otros períodos. Pueden existir otras soluciones que sean óptimas dado que el costo de conservar las 630 unidades de un período al siguiente es el mismo y - por consiguiente las 630 unidades del período 1 no serán -- usadas sino hasta el período 2.

El ejemplo no requiere de la subcontratación ya que - el inventario inicial cubre toda la demanda de los meses -- con requerimientos máximos. Sin embargo si la cantidad del inventario inicial fuera de 500 unidades la producción en - horas de turno regular no hubiera sido suficiente para cu-- brir los requerimientos por lo que sería necesario recurrir a alguna fuente externa tal como la subcontratación, y así evitar las pérdidas por escases.

PERIODO DE PRODUCCION (FUENTE)	PERIODO DE VENTA (DESTINO)														
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	Inventario Total	So	Capacidades Totales
Inventario (0)	700	300												-	1000
Regular (1)		332												298	630
H. Extras (1)														-	126
Regular (2)		368	262											-	630
H. Extras (2)			126											-	126
Regular (3)			486	144										-	630
H. Extras (3)			126											-	126
Regular (4)				630										-	630
H. Extras (4)				126										-	126
Regular (5)					600									-	600
H. Extras (5)														120	120
Regular (6)						600								-	600
H. Extras (6)														120	120
Regular (7)							500							100	600
H. Extras (7)														120	120
Regular (8)								600						-	600
H. Extras (8)														120	120
Regular (9)									300					300	600
H. Extras (9)														-	120
Regular (10)										300	80			220	600
H. Extras (10)														120	120
Regular (11)											220		380	-	600
H. Extras (11)														120	120
Regular (12)												280	320	-	600
H. Extras (12)												120		-	120
Requerimientos Totales	700	1000	1000	900	600	600	500	600	300	300	300	400	700	1638	9784

TABLA VI-3. RESUMEN DE RESULTADOS

El uso de horas extras es aplicado hasta los períodos 2, 3, 4 y 12 cuando el inventario inicial se agota a principios del período 3.

En el período 7 y 8 se da un aumento en el nivel de producción de 100 unidades. Es presumible que esto se logre con la contratación de personal, aunque inmediatamente se tenga en el período 9 una reducción en el nivel de producción de 300 unidades, lo que implicaría el despido de personal o el pago al mismo personal pero con grandes pérdidas por tiempo ocioso. Este cambio tan pronunciado del nivel de producción representa una desventaja, ya que aumentarán los costos en gran medida, y el hecho de que el programa no los estime restringe su utilidad en cierta medida.

La desventaja mencionada anteriormente se reduce si en el modelo, en la función objetivo se incluye un factor que estime los costos del cambio en el nivel de producción (en el ejemplo que se presentó en esta tesis no se incluyó este factor) aunque se deberá asumir que este factor es lineal, siendo esto cierto sólo para cambios que se encuentren en intervalos reducidos, ya que los costos del cambio del nivel de producción tienden a aumentar al aumenter el monto en el cambio del nivel de producción.

La utilidad de la tabla VI-3 radica en la facilidad para leer e interpretar la información.

En el apéndice B aparece que el valor mínimo de la función de costos (función objetivo) es de $ 332,440.00, lo que se puede comprobar llevando a cabo lo siguiente:

$$\text{MIN } Z = 20(300) + 60(X_{15}) + 40(X_{41}) + 60(X_{42}) + 80(X_{55}) + 40(X_{68}) + 60(X_{69}) + 60(X_{81}) + 40(X_{95}) + 60(X_{108}) + 40(X_{122}) + 40(X_{149}) + 40(X_{176}) + 40(X_{203}) + 40(X_{230}) + 40(X_{257}) + 60(X_{258}) + 40(X_{284}) + 80(X_{286}) + 40(X_{311}) + 60(X_{312}) + 60(X_{324})$$

$$\text{MIN } Z = 20(300) + 40\,(368 + 486 + 630 + 600 + 600 + 500 + 600 + 300 + 300 + 220 + 280) + 60\,(332 + 262 + 144 + 126 + 126 + 80 + 320 + 120) + 80\,(126 + 380) = 195{,}360 + 90{,}600 + 40{,}480 + 6{,}000 = 332{,}440$$

Con lo cual queda comprobado el costo mínimo obtenido.

Este costo es mínimo; sin embargo, el empresario debe tomar en cuenta los costos indirectos que ocasiona la aplicación del paquete Tempo, a saber:

- El salario del ingeniero encargado de la planeación y control de la producción durante el tiempo necesario para aplicar el paquete Tempo.

- El costo de capacitar a esa persona para utilizar el paquete Tempo.

- La adquisición de una clave de usario en alguna institución donde se pueda hacer uso del paquete Tempo (el Programa Universitario de Cómputo, por ejemplo).

Una vez que se ha determinado todos los coeficientes que han de intervenir en el problema, el tiempo estimado -- que se necesita para resolver un problema de planeación de la producción haciendo uso del paquete Tempo es de una semana.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

Ya que en el estudio realizado se justifica la linealidad de las variables que intervienen en un problema de programación de la producción, se llega a la conclusión de que es válido aplicar las técnicas de la programación lineal, tales como las que se utilizan en el paquete de programación Tempo, para reducir los costos o aumentar las ganancias de la empresa obteniendo un resultado matemáticamente óptimo.

Los resultados obtenidos a través de esta técnica deberán utilizarse solamente como una guía ya que difícilmente se basarán en un modelo que refleje la realidad en su totalidad.

El analista deberá utilizar su criterio para ajustar los resultados a la realidad tomando en cuenta las demandas reales y las diferencias existentes entre los costos estimados y los respectivos valores reales de los mismos.

Las principales ventajas de la utilización del paquete Tempo son:

1) Se obtiene un resultado matemáticamente óptimo.
2) Los resultados obtenidos son confiables desde el punto de vista matemático; se obtienen rápidamente.
3) Se puede considerar un gran número de variables.
4) Existe la posibilidad de incluir diversos tipos de restricciones.
5) Los resultados se interpretan con facilidad.

El paquete Tempo se aplica principalmente a sistemas de producción de productos estandarizados con alto volumen de producción para uno o más artículos, aunque el modelo matemático se vuelve más complicado a medida que aumenta el número de artículos. Para un sistema de producción de taller de orden abierta, sería difícil poder construir un modelo matemático que reflejara la realidad con la suficiente veracidad debido a la variabilidad de muchos de los factores que en el intervienen, por lo tanto, no es conveniente aplicar el paquete Tempo para la programación de la producción en este tipo de sistemas de producción.

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

1) ELWOOD S. BUFFA — SISTEMAS DE PRODUCCION E INVENTARIO: PLANEACION Y CONTROL.

2) RUBEN CHAVEZ MISRAHI — INSTRUCTIVO BASICO PARA LA UTILIZACION DEL PAQUETE TEMPO EN RUTINAS DE PROGRAMACION LINEAL

3) MANUAL — TEMPO/NETWORK

4) HILLIER Y LIEBERMAN — INTRODUCCION A LA INVESTIGACION DE OPERACIONES

5) WILLIAM MERRILL Y KARL FOX — INTRODUCCION A LA ESTADISTICA ECONOMICA

6) MC. CRACKEN — PROGRAMACION FORTRAN IV

7) ARNOLID, HILL Y NICHOLS — SISTEMA MODERNO DE PROCESAMIENTO DE DATOS

INDICE DE TABLAS

PAG.

CAPITULO I.

TABLA I-1. DATOS PARA SERIES DE TIEMPO 12
TABLA I-2. TENDENCIAS CALCULADAS 14
TABLA I-3. PROMEDIO DE DEMANDAS 14
TABLA I-4. INDICES ESTACIONALES 15
TABLA I-5. INDICES CICLICOS 15
TABLA I-6. INDICES CICLICOS "SIN RUIDO" 16
TABLA I-7. PRONOSTICOS 17

CAPITULO II.

TABLA II-1. REQUERIMIENTOS MINIMOS 31
TABLA II-2. REQUERIMIENTOS DIARIOS 32
TABLA II-3. COSTOS UNITARIOS 38
TABLA II-4, COSTOS DE LA POLITICA 1 40
TABLA II-5, COSTOS DE LA POLITICA 2 41
TABLA II-6, COSTOS DE LA POLITICA 3 42

CAPITULO III.

TABLA III-1, DISPONIBILIDAD DE RECURSOS 49
TABLA III-2, CUADRO SIMPLEX INICIAL 57
TABLA III-3, CUADRO DE LA PRIMERA ITERACION 58
TABLA III-4, SEGUNDO CUADRO SIMPLEX 59
TABLA III-5. CUADRO DE LA SEGUNDA ITERACION 60
TABLA III-6. TERCER CUADRO SIMPLEX 61

PAG.

CAPITULO V.

TABLA V-1. CAMPO DE USO DE LA SECCION COLUMNS.... 84

TABLA V-2. CAMPO DE USO DE LA SECCION RHS 84

TABLA V-3. CAMPO DE USO DE LA SECCION RANGES 84

TABLA V-4. CAMPO DE USO DE LA SECCION BOUNDS 85

CAPITULO VI.

TABLA VI-1. MATRIZ DE DISTRIBUCION 92

TABLA VI-2. MATRIZ DE DISTRIBUCION DE PRODUCTOS DOMESTICOS 95

TABLA VI-3. RESUMEN DE RESULTADOS 112

INDICE DE GRAFICAS

PAG.

CAPITULO I.

GRAFICA I-1.	GRAFICA DE INDICES CICLICOS	19
GRAFICA I-2.	DIAGRAMA DE FLUJO DE SERIES DE TIEMPO	20
GRAFICA I-3.	COMPARACION ENTRE INDICES CICLICOS.	21
GRAFICA I-4.	COMPARACION ENTRE PRONOSTICOS	22

CAPITULO II.

GRAFICA II-1.	REQUERIMIENTOS DIARIOS	33
GRAFICA II-2 (a)	REQUERIMIENTOS MAXIMOS ACUMULADOS.	36
GRAFICA II-2 (b)	REQUERIMIENTOS MAXIMOS ACUMULADOS.	36
GRAFICA II-3.	REQUERIMIENTOS DIARIOS	37

CAPITULO III.

GRAFICA III-1.	RESTRICCIONES Y FUNCION OBJETIVO ..	50
GRAFICA III-2.	DIAGRAMA DE FLUJO DEL METODO SIMPLEX	56

CAPITULO IV.

GRAFICA IV-1.	OPERACION NORMAL AL 100% DE CAPACIDAD	66
GRAFICA IV-2.	OPERACION NORMAL AL 80% DE CAPACIDAD	67
GRAFICA IV-3.	OPERACION NORMAL AL 120% DE CAPACIDAD	68
GRAFICA IV-4.	COSTOS DE CONTRATACION Y DESPIDO ..	71
GRAFICA IV-5.	COSTOS DE TIEMPO EXTRA	71
GRAFICA IV-6.	COSTOS DE TURNOS ADICIONALES	72

PAG.

GRAFICA IV-7. COSTOS DE SUBCONTRATACION 73

GRAFICA IV-8. INVENTARIO OPTIMO 74

GRAFICA IV-9. MODELO DE ETAPAS MULTIPLES 77

CAPITULO VI.

GRAFICA VI-1. INTRODUCCION DE LA INFORMACION EN - TARJETAS DE CONTROL 108

GRAFICA VI-2. INTRODUCCION DE DATOS DE LA SECCION ROWS 109

GRAFICA VI-3. INTRODUCCION DE DATOS DE LAS SECCIO NES COLUMNS Y RHS 110

A P E N D I C E   A

PROGRAMA DE SERIES DE TIEMPO *

* Este programa pudo ser elaborado y corrido gracias a las facilidades proporcionadas por la unidad de cómputo de la FES-C.

```
      COMENTARIOS ACERCA DEL USO DEL PROGRAMA
; C
; C   EL OBJETIVO  DEL PROGRAMA ES OBTENER LOS PRONOSTICOS DE PRODUCCION DE UN
; C   DETERMINADO PRODUCTO PARA  "N" PERIODOS EN EL FUTURO USANDO COMO DATOS LAS
; C   DEMANDAS OBSERVADAS EN "ENE" PERIODOS ANTERIORES
; C
; C   N=NUMERO DE PERIODOS CONTENIDOS EN CADA CICLO (CADA CICLO SE CONSIDERA GE-
; C     NERALMENTE DE UN A&O; N<=12)
; C   ENE=NUMERO TOTAL DE DATOS ; ENE=N*M (ENE<=60)
; C
;
; C   M=NUMERO DE CICLOS QUE ABARCARAN LOS DATOS (NUMERO DE A&OS)
; C   PARA UNA DESCRIPCION DETALLADA DEL METODO  VER "INTRODUCCION A LA ESTADISTI
; C   CA ECONOMICA" WILLIAM MERRILL Y KARL FOX, AMORRORTU EDITORES
; C
; C   LOS DATOS SE DEBEN INTRODUCIR DE LA SIGUIENTE MANERA:
; C
; C - EN LA PRIMERA TARJETA LOS VALORES DE M YN (VER FORMATO 100)
; C - EN LAS SIGUIENTES M TARJETAS LOS VALORES DE LA MATRIZ QUE CONTIENE LOS
; C     VALORES DE LAS DEMANDAS (VER FORMATO 90)
; C
; C
;         DIMENSION CI(5,12),D(5,12),EST(5,12),FIC(12),NG(3),NO(30),PIE(12)
;         DIMENSION PRO(20),PROB(30),RUIDO(5,12),T(5,12),X(150),Y(150)
;         DIMENSION Z(12),ZE(60),TEND(6,12)
;         DOUBLE PRECISION X3(60),X2(36),F(80)
;         INTEGER O,P1,N,R,L,S,U,W,Z1,G,C2,C1,ENE,EN,ENE2
;         CALL FOPEN(12,"STTO")
;         CALL FOPEN(10,"DAT.DT")
;         READ(10,100)M,N
;         N1=N
;         N5=0
;         DO 1 I=1,M
;         DO 1 J=1,N
;         N5=N5+1
;       1 T(I,J)=N5
;         WRITE(12,105)
;         DO 2 I=1,M
;         READ(10,90)(D(I,J),J=1,N)
;       2 WRITE(12,104)(D(I,J),J=1,N)
;         ENE=M*N
;         J7=0
;         DO 32 I=1,M
;         DO 32 J=1,N
;         J7=J7+1
;         X(J7)=T(I,J)
;      32 Y(J7)=D(I,J)
; C
; C   EN ESTA SECCION SE HACEN LOS CALCULOS NECESARIOS PARA AJUSTAR UNA LINEA
; C   RECTA A LOS DATOS POR EL METODO DE LOS MINIMOS CUADRADOS
```

```
C
      SUMT=0
      SUMYI=0
      SYT=0
      SYCU=0
      STCU=0
      DO 3 I=1,N
      DO 3 J=1,N
      SUMT=SUMT+T(I,J)
      SYCU=SYCU+D(I,J)**2
      SUMYI=SUMYI+D(I,J)
      STCU=STCU+T(I,J)**2
    3 SYT=SYT+D(I,J)*T(I,J)
      DET=ENE*STCU-SUMT**2
      ACERO=(SUMYI*STCU-SYT*SUMT)/DET
      AUNO=(ENE*SYT-SUMT*SUMYI)/DET
      WRITE(12,103)ACERO,AUNO
C
C  COEFICIENTE DE CORRELACION (MEDIDA ESTADISTICA)
C
C  LOS DATOS NO(I) Y PROB(I) CONFIGURAN UNA TABLA CON EL NUMERO DE DATOS (NO(I
C  Y EL VALOR CORRESPONDIENTE DEL COEFICIENTE DE CORRELACION  QUE NOS INDICA
C  CON UN 95% DE CONFIANZA QUE EL AJUSTE DE LA LINEA RECTA A LOS DATOS ES
C  CORRECTO
C  EN CASO DE QUE EL COEFICIENTE SEA MENOR QUE EL REQUERIDO, NO ES CONFIABLE L
C  REGRESION LINEAL Y EL PROGRAMA ES ABORTADO
C
      CC1=ENE*SYT-SUMT*SUMYI
      CC2=(ENE*STCU-SUMT**2)**0.5
      CC3=(ENE*SYCU-SUMYI**2)**0.5
      COC=CC1/(CC2*CC3)
      WRITE(12,115)COC
      NO(1)=10
      NO(2)=12
      NO(3)=14
      NO(4)=16
      NO(5)=18
      NO(6)=20
      NO(7)=22
      NO(8)=24
      NO(9)=26
      NO(10)=28
      NO(11)=30
      NO(12)=32
      NO(13)=34
      NO(14)=36
      NO(15)=38
      NO(16)=40
      NO(17)=42
      NO(18)=44
      NO(19)=46
```

```
      NO(20)=40
      NO(21)=50
      NO(22)=60
      NO(23)=70
      NO(24)=80
      NO(25)=100
      NO(26)=150
      PROB(1)=.632
      PROB(2)=.537
      PROB(3)=.532
      PROB(4)=.497
      PROB(5)=0.468
      PROB(6)=.444
      PROB(7)=.423
      PROB(8)=.404
      PROB(9)=.388
      PROB(10)=.374
      PROB(11)=.361
      PROB(12)=.349
      PROB(13)=.339
      PROB(14)=.329
      PROB(15)=.320
      PROB(16)=.312
      PROB(17)=.304
      PROB(18)=.297
      PROB(19)=.291
      PROB(20)=.281
      PROB(21)=.279
      PROB(22)=.251
      PROB(23)=.235
      PROB(24)=.220
      PROB(25)=.197
      PROB(26)=.161
      DO 37 III=1,26
   37 CONTINUE
      JS=ENE
      DO 11 I=1,M
      DO 11 J=1,N
      TEND(I,J)=ACERO+AUNO*T(I,J)
      JS=JS+1
      X(JS)=T(I,J)
   11 Y(JS)=TEND(I,J)
C
C     EN ESTA SECCION SE CALCULAN LOS INDICES ESTACIONALES
C
      DO 4 I=1,M
      PIE(I)=0
      DO 5 J=1,N
    5 PIE(I)=PIE(I)+D(I,J)
      PIE(I)=PIE(I)/N
    4 CONTINUE
```

```
;       DO 6 I=1,M
;       DO 7 J=1,N
;     7 EST(I,J)=D(I,J)/PIE(I)
;     6 CONTINUE
;       DO 8 J=1,N
;       FIC(J)=0
;       DO 9 I=1,M
;     9 FIC(J)=FIC(J)+EST(I,J)
;     8 FIC(J)=FIC(J)/M
; C     EN ESTA SECCION SE CALCULAN LAS TENDENCIAS PARA CADA PERIODO
; C
; C   A CONTINUACION SE CALCULAN LOS INDICES CICLICOS
; C
;       J2=ENE
;       DO 13 I=1,M
;       DO 13 J=1,N
;       J2=J2+1
;    13 CI(I,J)=D(I,J)/(Y(J2)*FIC(J))
; C
; C EN ESTA SECCION SE ELIMINA EL RUIDO CON UN MOVIMIENTO MEDIO DE CINCO PERIODO
; C
;       J1=0
;       DO 14 I=1,M
;       R=N-2
;       DO 15 J=3,R
;       RU=0
;       O=J-2
;       P1=J+2
;       L=J
;       DO 16 L=O,P1
;       CIN=CI(I,L)
;    16 RU=RU+CIN
;       J1=J1+1
;       RUIDO(I,J)=RU/5
;       X3(J1)=RUIDO(I,J)
;    15 CONTINUE
;       IF(I.EQ.M)GO TO 14
;       H=J
;       G=R-1
;       DO 17 H=G,N
;       RU=0
;       Z1=H
;       DO 18 Z1=H,N
;       CIN=CI(I,Z1)
;    18 RU=RU+CIN
;       U=4-N+H
;       I=I+1
;       W=H
;       DO 19 W=1,U
;       CIN=CI(I,U)
;    19 RU=RU+CIN
```

```
;        I=I-1
;        RUIDO(I,J)=RU/5
;        J1=J1+1
;        X3(J1)=RUIDO(I,J)
;     17 CONTINUE
;     14 CONTINUE
;        ENE=ENE-4
; C
; C    A CONTINUACION SE DETERMINAN LOS PARAMETROS NECESARIOS PARA UTILIZARLOS EN
; C   LA SUBRUTINA SERIES DE FOURIER; ESTA SUBRUTINA SOLO PUEDE UTILIZAR UN MAXIM
; C   DE 36 ELEMENTOS PARA SUS CALCULOS, POR LO QUE SE EMPLEAN UNICAMENTE LOS ULT
; C   MOS 36 VALORES QUE SE TIENEN.
; C
; C ***EL RESTO DE LAS SUBRUTINAS EMPLEADAS EN EL PROGRAMA  SON DE USO INTERNO D
; C      LA SUBRUTINA SERIES DE FOURIER.
; C
;        MONH=ENE
;        ENE2=1
;        IF(ENE.LE.36)GO TO 22
;        ENE2=ENE-35
;        MONH=36
;     22 J1=0
;        DO 23 J=ENE2,ENE
;        J1=J1+1
;     23 X2(J1)=X3(J)*1000
;        MONX=MONH+N+2
;        IPER=N
;        CALL SERIES DE FOURIER(X2,MONH,MONX,IPER,F)
;        J1=0
;        MONH=MONH+3
;        DO 24 J=MONH,MONX
;        J1=J1+1
;     24 ZE(J1)=F(J)/1000
;        I=M+1
;        ENE=ENE+4
;        NG(1)=ENE
;        NG(2)=ENE+N
;        NG(3)=N
; C
; C    A PARTIR DE AQUI SE CALCULAN LOS PRONOSTICOS
; C
;        ENE3=ENE
;        DO 21 J=1,N
;        ENE=ENE+1
;        Z(J)=ENE
;        TEND(I,J)=ACERO+AUNO*Z(J)
;        J5=J5+1
;        X(J5)=Z(J)
;        Y(J5)=TEND(I,J)
;     21 PRO(J)=TEND(I,J)*FIC(J)*ZE(J)
;        DO 25 J=1,N
```

```
;        J5=J5+1
;        ENE3=ENE3+1
;        X(J5)=ENE3
;     25 Y(J5)=PRO(J)
;        WRITE(12,101)
;        WRITE(12,102)(Z(J),J=1,N)
;        WRITE(12,110)
;        WRITE(12,113)(TEND(I,J),J=1,N)
;        WRITE(12,112)
;        WRITE(12,109)(ZE(J)J=1,N)
;        WRITE(12,108)
;        WRITE(12,109)(FIC(J),J=1,N)
;        WRITE(12,526)
;        WRITE(12,113)(PRO(J)J=1,N)
; C
; C  LLAMADO A LA SUBRUTINA GRAF1 CON LA CUAL SE GRAFICARAN LOS DATOS,  LA TENDE
; C CIA Y LOS PRONOSTICOS   (ESTA SUBRUTINA FORMA PARTE DEL ARCHIVO VESP.LB QUE
; C ENCUENTRA EN EL SISTEMA OPERATIVO DE LA UNIDAD DE COMPUTO DE LA FESC)
; C
;        CALL GRAF1(X,Y,NG,3)
;        WRITE(12,99)
;        GO TO 39
;     39 CONTINUE
;     98 FORMAT(12F6.2)
;     99 FORMAT(//,10X,"8888 DATOS",10X,"'''' TENDENCIA",10X,"@@@@ PRONOSTICOS",/
;    100 FORMAT(2I2)
;    101 FORMAT(1H1,60X,"PERIODOS",//)
;    102 FORMAT(15X,12F8.2,//)
;    103 FORMAT(50X,"INDICE DE TENDENCIA",///,50X,"Y=",F10.3,"+",F10.3,"T",///)
;   104 FORMAT(15X,12F8.2,//)
;    105 FORMAT(1H1,60X,"DEMANDAS",//)
;        NO(14)=36
;    108 FORMAT(35X,"INDICES ESTACIONALES PARA CADA PERIODO",///)
;    109 FORMAT(12X,12F8.3,//)
;    110 FORMAT(40X,"TENDENCIA PARA CADA PERIODO",///)
;    112 FORMAT(40X,"INDICES CICLICOS",///)
;    113 FORMAT(3X,12F10.3,//)
;    115 FORMAT(10X,//,"COEFICIENTE DE CORRELACION = ",F8.5,//)
;    526 FORMAT(//,50X,"PRONOSTICOS",//)
;        STOP
;        END
;        COMPILER DOUBLE PRECISION
;        SUBROUTINE SERIES DE FOURIER (X2,MONN,MONX,IPER,F)
;        DIMENSION A(196),ERROR(36),F(100),X(36),X2(36),Z(14,36)
;        DOUBLE PRECISION C(14,14)
; C
; C   ESTA SURUTINA SE OBTUVO DEL LIBRO SISTEMAS DE PRODUCCION E INVENTARIO, BUF
; C  S. ELWOOD Y W. H. TAUBERT ED. LIMUSA, 1981 Y SE EMPLEA PARA PROYECTAR LOS
; C  INDICES CICLICOS  AJUSTANDOLES A LOS YA OBTENIDOS  UNA CURVA DE LA FORMA
; C  F=A1+A2T+A3SENWT+A4COSWT+.......+A9SENWT+A10COSWT
; C
```

```
      N=10
      DO 1 J=1,MONH
      X(J)=0.0
    1 X(J)=X2(J)
      PERIOD=IPER
      IF(N.LT.4.OR.N.GT.14)GO TO 999
      IF(MONH.LE.0.OR.MONH.GT.36)GO TO 999
      IF(MONX.LE.0.OR.MONX.GT.100)GO TO 999
      IF(N.LT.4)GO TO 999
      IF(MONH.GT.36)GO TO 999
      DO 100 K=1,MONH
      T=K
      Z(1,K)=1.0
      Z(2,K)=T
      YY=6.28318531*T/PERIOD
      XX=YY
      Z(3,K)=SEN(XX)
      Z(4,K)=COZ(XX)
      IF(N.LT.6)GO TO 100
      XX=YY*2.0
      Z(5,K)=SEN(XX)
      Z(6,K)= COZ(XX)
      IF(N.LT.8)GO TO 100
      XX=YY*3.0
      Z(7,K)=SEN(XX)
      Z(8,K)=COZ(XX)
      IF(N.LT.10)GO TO 100
      XX=YY*4.0
      Z(9,K)=SEN(XX)
      Z(10,K)=COZ(XX)
      IF(N.LT.12)GO TO 100
      XX=YY*5.0
      Z(11,K)=SEN(XX)
      Z(12,K)=COZ(XX)
      IF(N.LT.14)GO TO 100
      XX=YY*6.0
      Z(13,K)=SEN(XX)
      Z(14,K)=COZ(XX)
  100 CONTINUE
      DO 200 I=1,N
      DO 200 J=1,N
      SUM=0.0
      DO 250 K=1,MONH
  250 SUM=SUM+Z(I,K)*Z(J,K)
      C(I,J)=SUM
  200 CONTINUE
      KOUNT=0
      DO 105 I=1,N
      DO 105 J=1,N
      KOUNT=KOUNT+1
  105 A(KOUNT)=C(I,J)
```

```
      CALL INVERT(A,N,D)
      IF(D.EQ.0.0)WRITE(12,904)
      IF(D.EQ.0.0)GO TO 900
      KOUNT=0
      DO 205 I=1,N
      DO 205 J=1,N
      KOUNT=KOUNT+1
  205 C(I,J)=A(KOUNT)
      CALL FCST(C,A,ERROR,X,N,MONH,MONX,PERIOD,F)
      GO TO 903
  999 WRITE(12,900)
  900 CONTINUE
  904 FORMAT(//,"LA MATRIZ C ES SINGULAR (D=0.0) -PROGRAMA ABORTADO")
  900 FORMAT(//," PARAMETROS DE CONTROL DE LA SUBRUTINA SERIES DE FOURIER FUER
     1DE RANGO, EJECUCION TERMINADA")
      RETURN
      END
      COMPILER DOUBLE PRECISION
      SUBROUTINE INVERT(A,N,D)
      DIMENSION A(196),L(196),M(196)
      D=1.0
      NK=-N
      DO 80 K=1,N
      NK=NK+N
      L(K)=K
      M(K)=K
      KK=NK+ K
      BIGA=A(KK)
      DO 20 J=K,N
      IZ=N*(J-1)
      DO 20 I=K,N
      IJ=IZ+I
      IF(ABS(BIGA)-ABS(A(IJ)))15,20,20
   15 BIGA=A(IJ)
      L(K)=I
      M(K)=J
   20 CONTINUE
      J=L(K)
      IF(J-K)35,35,25
   25 KI=K-N
      DO 30 I=1,N
      KI=KI+N
      HOLD=-A(KI)
      JI=KI-K+J
      A(KI)=A(JI)
   30 A(JI)=HOLD
   35 I=M(K)
      IF(I-K)45,45,38
   38 JP=N*(I-1)
      DO 40 J=1,N
      JK=NK+J
```

```
      JI=JP+J
      HOLD=-A(JK)
      A(JK)=A(JI)
   40 A(JI)=HOLD
   45 IF(BIGA)48,46,48
   46 D=0.0
      RETURN
   48 DO 55 I=1,N
      IF(I-K)50,55,50
   50 IK=NK+I
      A(IK)=A(IK)/(-BIGA)
   55 CONTINUE
      DO 65 I=1,N
      IK=NK+I
      HOLD=A(IK)
      IJ=I-N
      DO 65 J=1,N
      IJ=IJ+N
      IF(I-K)60,65,60
   60 IF(J-K)62,65,62
   62 KJ=IJ-I+K
      A(IJ)=HOLD*A(KJ)+A(IJ)
   65 CONTINUE
      KJ=K-N
      DO 75 J=1,N
      KJ=KJ+N
      IF(J-K)70,75,70
   70 A(KJ)=A(KJ)/BIGA
   75 CONTINUE
      D=D*BIGA
      A(KK)=1.0/BIGA
   80 CONTINUE
      K=N
  100 K=K-1
      IF(K)150,150,105
  105 I=L(K)
      IF(I-K)120,120,108
  108 JQ=N*(K-1)
      JR=N*(I-1)
      DO 110 J=1,N
      JK=JQ+J
      HOLD=A(JK)
      JI=JR+J
      A(JK)=-A(JI)
  110 A(JI)=HOLD
  120 J=M(K)
      IF(J-K)100,100,125
  125 KI=K-N
      DO 130 I=1,N
      KI=KI+N
      HOLD=A(KI)
```

```
      JI=KI-K+J
      A(KI)=-A(JI)
  130 A(JI)=HOLD
      GO TO 100
  150 RETURN
      END
      COMPILER DOUBLE PRECISION
      SUBROUTINE FCST(C,A,ERROR,X,N,MONH,MONX,PERIOD,F)
      DIMENSION LINE(50),HCLASS(50),HHEAD(6),X(36),C(14,14)
      DIMENSION B(14),G(14),F(100),ERROR(36),A(196)
      DO 100  I=1,N
      G(I)=0.0
  100 B(I)=0.0
      DO 110 I=1,MONH
      T=I
      G(1)=G(1)+X(I)
      G(2)=G(2)+X(I)*T
      YY=6.28318531*T/PERIOD
      XX=YY
      G(3)=G(3)+X(I)*SEN(XX)
      G(4)=G(4)+X(I)*COZ(XX)
      IF(N.LT.6) GO TO 110
      XX=YY*2.0
      G(5)=G(5)+X(I)*SEN(XX)
      G(6)=G(6)+X(I)*COZ(XX)
      IF(N.LT.8) GO TO 110
      XX=YY*3.0
      G(7)=G(7)+X(I)*SEN(XX)
      G(8)=G(8)+X(I)*COZ(XX)
      IF(N.LT.10) GO TO 110
      XX=YY*4.0
      G(9)=G(9)+X(I)*SEN(XX)
      G(10)=G(10)+X(I)*COZ(XX)
      IF(N.LT.12) GO TO 110
      XX=YY*5.0
      G(11)=G(11)+X(I)*SEN(XX)
      G(12)=G(12)+X(I)*COZ(XX)
      IF(N.LT.14) GO TO 110
      XX=YY*6.0
      G(13)=G(13)+X(I)*SEN(XX)
      G(14)=G(14)+X(I)*COZ(XX)
  110 CONTINUE
      DO 120 I=1,N
      DO 120 J=1,N
  120 B(I)=B(I)+C(I,J)*G(J)
      DO 310 I=1,MONX
      T=I
      YY=6.28318531*T/PERIOD
      XX=YY
      F(I)=B(1)+B(2)*T
      F(I)=F(I)+B(3)*SEN(XX)+B(4)*COZ(XX)
```

```
      IF(N.LT.6) GO TO 310
      XX=YY*2.0
      F(I)=F(I)+B(5)*SEN(XX)+B(6)*COZ(XX)
      IF(N.LT.8) GO TO 310
      XX=YY*3.0
      F(I)=F(I)+B(7)*SEN(XX)+B(8)*COZ(XX)
      IF(N.LT.10)GO TO 310
      XX=YY*4.0
      F(I)=F(I)+B(9)*SEN(XX)+B(10)*COZ(XX)
      IF(N.LT.12)GO TO 310
      XX=YY*5.0
      F(I)=F(I)+B(11)*SEN(XX)+B(12)*COZ(XX)
      IF(N.LT.14)GO TO 310
      XX=YY*6.0
      F(I)=F(I)+B(13)*SEN(XX)+B(14)*COZ(XX)
  310 CONTINUE
      JBLANK="  "
      JSTAR="* "
      JPLUS="+ "
      JEQUAL="= "
      UMIN=2.0**15-1
      UMAX=-UMIN
      DO 400 I=1,MONX
      IF(F(I).GT.UMAX)UMAX=F(I)
      IF(F(I).LT.UMIN)UMIN=F(I)
      IF(I.GT.MONN) GO TO 400
      IF(X(I).GT.UMAX) UMAX=X(I)
      IF(X(I).LT.UMIN) UMIN=X(I)
  400 CONTINUE
      IUMIN=UMIN+.5
      IUMAX=UMAX+.5
      CI=ABS((UMAX-UMIN)/49.0)
      JINT=CI+.999
      KINT=JINT
      DO 405 I=1,10
      INULT=I-1
      JTEST=KINT/10
      IF(JTEST.LE.0)GO TO 410
  405 KINT=JTEST
  410 IF(KINT-1)411,411,412
  411 JSCALE=1
      GO TO 420
  412 IF(KINT-2)413,413,415
  413 JSCALE=2
      GO TO 420
  415 IF(KINT-5)416,416,417
  416 JSCALE=5
      GO TO 420
  417 JSCALE=10
  420 HCI=JSCALE*(10**INULT)
      HIMIT=0
```

```
      DO 425 I=1,50
      HINIT=HINIT+HCI
      IF(HINIT.GE.IVMIN)GO TO 430
  425 CONTINUE
  430 HSTART=HINIT-HCI
      HEND=HSTART+50*HCI
      IF(IVMAX.LE.HEND)GO TO 440
      IF(JSCALE.EQ.20)JSCALE=50
      IF(JSCALE.EQ.10)JSCALE=20
      IF(JSCALE.EQ.5) JSCALE=10
      IF(JSCALE.EQ.2) JSCALE=5
      IF(JSCALE.EQ.1) JSCALE=2
      GO TO 420
  440 CONTINUE
      WRITE(12,950)
      WRITE(12,951)
      HVAL=HSTART
      DO 450 I=1,6
      HHEAD(I)=HVAL
  450 HVAL=HVAL+10*HCI
      WRITE(12,952)(HHEAD(I),I=1,6)
      WRITE(12,953)
      HVAL=HSTART
      DO 455 I=1,50
      HVAL=HVAL+HCI
  455 HCLASS(I)=HVAL
      DO 500 I=1,MONX
      IF1=F(I)+.5
      RIF=IF1
      IF(I.GT.MONH)GO TO 601
      IX=X(I)+.5
      RIX=IX
      IE=IX-IF1
      RIE=IE
      ERROR(I)=X(I)-F(I)
  601 DO 501 J=1,50
  501 LINE(J)=JBLANK
      IF(MOD(I,3))516,514,516
  514 DO 515 J=5,50,5
  515 LINE(J)=JPLUS
  516 CONTINUE
      IF(I.GT.MONH)GO TO 505
      DO 502 J=1,50
      JSAVE=J
      IF(IX.LE.HCLASS(J))GO TO 503
  502 CONTINUE
      GO TO 505
  503 LINE(JSAVE)=JSTAR
  505 DO 506 J=1,50
      JSAVE=J
      IF(IF1.LE.HCLASS(J))GO TO 507
```

```
;    506 CONTINUE
;        GO TO 510
;    507 LINE(JSAVE)=JEQUAL
;    510 CONTINUE
;        IF(I.LE.MONN)WRITE(12,954)I,IX,IF1,IE,I,LINE
;        IF(I.GT.MONN)WRITE(12,955)I,IF1,I,LINE
;    500 CONTINUE
;        DO 600 I=1,MONN
;    600 A(I)=ERROR(I)
;    950 FORMAT(1H1,///,"  CURVA DE INDICES CICLICOS ",/,2X,25(1H-))
;    951 FORMAT(/," INDICE        REAL        VALOR          ERROR",
;      125X,"***REAL",10X,"===AJUSTE")
;    952 FORMAT("  NO.                     AJUSTADO",15X,6(3X,F7.0))
;    953 FORMAT( 53X,"+",10("-----+"))
;    954 FORMAT(I4,I12,I12,I12,10X,I3,1H+,50A1)
;    955 FORMAT(I4,12X,I12,22X,I3,1H+,50A1)
;        RETURN
;        END
; C
; C   TANTO ESTA SUBRUTINA COMO LA SUBRUTINA SEN FUERON IMPLEMENTADAS PARA EVITA
; C  LOS PROBLEMAS DERIVADOS DE L HECHO DE QUE  LOS ARGUMENTOS PARA LAS FUNCIONE
; C  SIN Y COS SEAN DEMASIADO GRANDES , REDUCIENDOLOS A VALORES ENTRE 0 Y 360 GR
; C  DOS.
; C
;        DOUBLE PRECISION FUNCTION COZ(X)
;        DOUBLE PRECISION X,DPI
;        DPI=2*3.1415926
;        IF(X.LE.DPI)GO TO 10
;        X=DMOD(X,DPI)
;     10 COZ=DCOS(X)
;        RETURN
;        END
;        DOUBLE PRECISION FUNCTION SEN(X)
;        DOUBLE PRECISION X,DPI
;        DPI=2*3.1415926
;        IF(X.LE.DPI)GO TO 10
;        X=DMOD(X,DPI)
;     10 SEN=DSIN(X)
;        RETURN
;        END
```

A P E N D I C E B

Solución del problema propuesto como ejemplo en el Capítulo VI haciendo uso del paquete Tempo.

AM80
** 3644 **
ROOT

DATE: OCT 28, 1983 11:46:02, SYSTEM SERIAL: 212, B7800 MCP: SYSTEM/MCP. 33.320.2327

W O R K   F L O W   S T A T E M E N T S

```
00000100  ?BEGIN JOB ROOT;USER=AM80;CLASS=3
00000200  ?RUN *SERVICIO/TIEMPO
00000300  ?FILE ZPROF=SECUENCIA
00000400  ?DATA CARD
00001400  ? DATA CARDIN
00072000  ?END JOB
```

J O B   S U M M A R Y

```
OCT 28, 1983
   11:22:07     BOJ  3644  ROOT.
                           JOB ENTERED SYSTEM: OCT 28, 1983 11:22:07 FROM WFL 33.320
                           QUEUE: 3
                           ORIGINATING UNIT: 10
                           PRIORITY: 50
                           USERCODE: AM80.
```

```
11:22:11    EOT  3446  SERVICIO/TEMPO.
                       CODE COMPILED MAR 6, 1983 13:41:25 BY ALGOL 33.320
                       TASK TYPE: COROUTINE(CALL)
                       PRIORITY: 50
                       USERCODE = AHBD.
11:23:04         3646  PRINT START [illegible] RECORD F (34778000):
11:23:05         3446  HISTORY: [illegible] (34739000), (38:046E0:2 (27506000), 021:0018:1, 050:0CA8:2, 1F8:00F3:6, 2
                       [illegible]
11:23:04    R=01 3446  [illegible]
                       PROCESSOR TIME: 00:00:08.075  USERCODE: AHBD.
                       I/O       TIME: 00:00:13.231  [illegible] 722
                       READYQ    TIME: 00:00:05.481  [illegible] 1601.
                       INITPBIT  TIME: 00:00:02.042  AVERAGE MEMORY USAGE: CODE=11362, DATA=7324
                       ELAPSED   TIME: 00:00:55.035  MEMORY INTEGRAL: CODE=[illegible], DATA=[illegible]
                                                     DATA & CODE ALLOWED IN & OCCUPIED: GLOBAL.
                                                     INITIAL PBITS: 1302.
11:23:04    EOJ  3644  HOOT.
                       PROCESSOR TIME: 00:00:00.088  USERCODE: AHBD.
                       I/O       TIME: 00:00:00.102  AVERAGE MEMORY USAGE: CODE=46, DATA=1164
                       READYQ    TIME: 00:00:00.014  MEMORY INTEGRAL: CODE=0.009, DATA=0.216
                       INITPBIT  TIME: 00:00:00.047  DATA & CODE ALLOWED IN & OCCUPIED: GLOBAL.
                       ELAPSED   TIME: 00:00:57.245  INITIAL PBITS: 31.
```

B 6 0 0 0 / B 7 0 0 0   T E M P O

(D780(: 212:C)

VERSION : 31.720.C00

RELEASED: DEC. 79

DATE : 10/28/83

TIME : 11:22:12

```
$DATA="DATOS"                    0000
$[illegible]="HOST"              0001
$[illegible](C/RD,SUMMARY)       0002
[illegible]CUT                   0003
$[illegible]="[illegible]"       0004
$[illegible]="[illegible]"       0005
[illegible]P(MIN)                0006
[illegible]                      0007
OUTPUT                           0008
```

431517

```
APEXC TIMES                                   ROOT                               PAGE   1    10/2
VERSION: 31.720.00C

INPUT      TIME--PROCESSOR =     0.01    ELAPSED =     0.01

NAME = ROOT
1-ROW SECTION.
2-COLUMNS SECTION.
3-RHS SECTION.
RUN ENTRY ROOT      ENTERED ON ZPHOF (OR ZSOLF)
```

NUMBER OF ELEMENTS BY COLUMN ORDER

49	X1	******2	X2	******3	X3	******3	X4	******3	X5	******3	X6	******3
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
331	X283	[illegible]	X284	[illegible]	X285	[illegible]	X286	[illegible]	X287	[illegible]	X288	[illegible]

337	X289	••••••3	X290	••••••3	X291	••••••3	[illegible]	••••••3	[illegible]	••••••3	X294	[illegible]
[illegible]	[illegible]	••••••3	[illegible]	••••••3	[illegible]	••••••3	[illegible]	••••••3	[illegible]	••••••3	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	••••••3	X302	••••••3	[illegible]	••••••3	[illegible]	••••••3	[illegible]	••••••3	[illegible]	••••••3
[illegible]	[illegible]	••••••3	[illegible]	••••••3	[illegible]	••••••3	[illegible]	••••••3	[illegible]	••••••3	[illegible]	••••••3
[illegible]	[illegible]	••••••3	[illegible]	••••••3	[illegible]	••••••3	[illegible]	••••••3	[illegible]	••••••3	[illegible]	••••••3
[illegible]	[illegible]	••••••3	X320	••••••3	X321	••••••3	X322	••••••3	X323	••••••3	X324	••••••3
375	X325	••••••3										

NUMBER OF ELEMENTS BY ROW ORDER, EXCLUDING RHS, INCLUDING SLACK ELEMENT

1	N FUNC OBJ	325	L R1	14	L R2	14	L R3	14	L R4	14	L R5	14
7	L R6	14	L R7	14	L R8	14	L R9	14	L R10	14	L R11	14
13	L R12	14	L R13	14	L R14	14	L R15	14	L R16	14	L R17	14
19	L R18	14	L R19	14	L R20	14	L R21	14	L R22	14	L R23	14
25	L R24	14	L R25	14	G R26	26	G R27	26	G R28	26	G R29	26
31	G R30	26	G R31	26	G R32	26	G R33	26	G R34	26	G R35	26
37	G R36	26	G R37	26	G R38	26						

PROBLEM STATISTICS: 39 ROWS, 364 VARIABLES, [illegible] ELEMENTS, DENSITY = 7.[illegible] PERCENT.
THESE STATISTICS INCLUDE ONE SLACK VARIABLE FOR EACH ROW.

C MINOR ERRORS, 0 MAJOR ERRORS.

RDOUT TIME--PROCESSOR = 0.04 ELAPSED = 0.50

NAME DATOS
ROWS
N FUNC OBJ
L R1
L R2
L R3
L R4
L R5
L R6
L R7
L R8
L R9
L R10
L R11
L R12
L R13
L R14
L R15
L R16
L R17
L R18
L R19
L R20
L R21
L R22
L R23
L R24
L R25
G R26

431517

ERRED TIMED
[illegible] 59.720.OCC

R27
R28
R29
R30
R31
R32
R33
R34
R35
R36
R37
R38
COLUMNS

X1	R1	1.00000	R26	1.00000
X2	FUNC OBJ	20.00000	R1	1.00000
X3	FUNC OBJ	40.00000	R1	1.00000
X4	FUNC OBJ	60.00000	R1	1.00000
X5	FUNC OBJ	80.00000	R1	1.00000
X6	FUNC OBJ	100.00000	R1	1.00000
X7	FUNC OBJ	120.00000	R1	1.00000
X8	FUNC OBJ	140.00000	R1	1.00000
X9	FUNC OBJ	160.00000	R1	1.00000
X10	FUNC OBJ	180.00000	R1	1.00000
X11	FUNC OBJ	200.00000	R1	1.00000
X12	FUNC OBJ	220.00000	R1	1.00000
X13	FUNC OBJ	240.00000	R1	1.00000
X14	FUNC OBJ	40.00000	R2	1.00000
X15	FUNC OBJ	60.00000	R2	1.00000
X16	FUNC OBJ	80.00000	R2	1.00000
X17	FUNC OBJ	100.00000	R2	1.00000
X18	FUNC OBJ	120.00000	R2	1.00000
X19	FUNC OBJ	140.00000	R2	1.00000

X20	FUNC OBJ	160.00000	R2	1.00000
[illegible]	[illegible]	1.00000	FUNC OBJ	180.00000
[illegible]	FUNC OBJ	200.00000	R2	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	220.00000	R2	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	240.00000	R2	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	260.00000	R2	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	280.00000	R2	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	60.00000	R3	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	80.00000	R3	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	100.00000	R3	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	120.00000	R3	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	140.00000	R3	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	160.00000	R3	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	180.00000	R3	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	200.00000	R3	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	220.00000	R3	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	240.00000	R3	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	260.00000	R3	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	280.00000	R3	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	300.00000	R3	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R4	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	40.00000	R4	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	60.00000	R4	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	80.00000	R4	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	100.00000	R4	1.00000
X44	R30	1.00000		

431517

X45	FUNC OBJ	120.00000	R4	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	140.00000	R4	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	160.00000	R4	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	180.00000	R4	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	200.00000	R4	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	220.00000	R4	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	240.00000	R4	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	260.00000	R4	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R5	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	60.00000	R5	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	80.00000	R5	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	100.00000	R5	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	120.00000	R5	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	140.00000	R5	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	160.00000	R5	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	180.00000	R5	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	230.00000	R5	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	220.00000	R5	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	240.00000	R5	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	260.00000	R5	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	280.00000	R5	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R6	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R6	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	40.00000	R6	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	60.00000	R6	1.00000

X70	FUNC OBJ	80.00000	R6	1.00000
X71	FUNC OBJ	100.00000	R6	1.00000
X72	FUNC OBJ	120.00000	R6	1.00000
X73	FUNC OBJ	140.00000	R6	1.00000
X74	FUNC OBJ	160.00000	R6	1.00000
X75	FUNC OBJ	180.00000	R6	1.00000
X76	FUNC OBJ	200.00000	R6	1.00000
X77	FUNC OBJ	220.00000	R6	1.00000
X78	FUNC OBJ	240.00000	R6	1.00000
X79	FUNC OBJ	10000.00000	R7	1.00000
X80	FUNC OBJ	10000.00000	R7	1.00000
X81	FUNC OBJ	60.00000	R7	1.00000
X82	FUNC OBJ	80.00000	R7	1.00000
X83	FUNC OBJ	100.00000	R7	1.00000
X84	FUNC OBJ	120.00000	R7	1.00000
X85	FUNC OBJ	140.00000	R7	1.00000
X86	FUNC OBJ	160.00000	R7	1.00000
X87	FUNC OBJ	180.00000	R7	1.00000
X88	FUNC OBJ	200.00000	R7	1.00000
X89	FUNC OBJ	220.00000	R7	1.00000
X90	FUNC OBJ	240.00000	R7	1.00000
X91	FUNC OBJ	260.00000	R7	1.00000
X92	FUNC OBJ	10000.00000	R3	1.00000
X93	FUNC OBJ	10000.00000	R5	1.00000
X94	FUNC OBJ	10000.00000	R3	1.00000
X94	R28	1.00000		

431516

[illegible] 31,720.000

ROOT

PAGE 9 10/2[illegible]

X95	FUNC OBJ	40.00000	R8	1.00000
X96	FUNC OBJ	60.00000	R8	1.00000
X97	FUNC OBJ	3[illegible].00000	R1	1.00000
X98	FUNC OBJ	100.00000	R8	1.00000
X99	FUNC OBJ	120.00000	R8	1.00000
X100	FUNC OBJ	140.00000	R8	1.00000
X101	FUNC OBJ	160.00000	R8	1.00000
X102	FUNC OBJ	1[illegible]0.00000	R5	1.00000
X103	FUNC OBJ	200.00000	R8	1.00000
X104	FUNC OBJ	220.00000	R8	1.00000
X105	FUNC OBJ	10000.00000	R9	1.00000
X106	FUNC OBJ	10000.00000	R9	1.00000
X107	FUNC OBJ	10000.00000	R9	1.00000
X108	FUNC OBJ	60.00000	R9	1.00000
X109	FUNC OBJ	80.00000	R9	1.00000
X110	FUNC OBJ	100.00000	R9	1.00000
X111	FUNC OBJ	120.00000	R9	1.00000
X112	FUNC OBJ	140.00000	R9	1.00000
X113	FUNC OBJ	160.00000	R9	1.00000
X114	FUNC OBJ	1[illegible]0.00000	R9	1.00000
X115	FUNC OBJ	200.00000	R9	1.00000
X116	FUNC OBJ	220.00000	R9	1.00000
X117	FUNC OBJ	240.00000	R9	1.00000
X118	FUNC OBJ	10000.00000	R10	1.00000
X119	FUNC OBJ	10000.00000	R10	1.00000

X120	FUNC OBJ	10000.00000	R10	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R10	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	40.00000	R10	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	60.00000	R10	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	80.00000	R10	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	100.00000	R10	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	120.00000	R10	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	140.00000	R10	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	160.00000	R10	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	180.00000	R10	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	200.00000	R10	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R11	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R11	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R11	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R11	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	60.00000	R11	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	80.00000	R11	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	100.00000	R11	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	120.00000	R11	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	140.00000	R11	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	160.00000	R11	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	180.00000	R11	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	200.00000	R11	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	220.00000	R11	1.00000
X144	FUNC OBJ	10000.00000	R12	1.00000

431516

X145	FUNC OBJ	10000.00000	R12	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R12	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R12	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R12	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	40.00000	R12	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	60.00000	R12	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	80.00000	R12	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	100.00000	R12	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	120.00000	R12	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	140.00000	R12	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	160.00000	R12	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	180.00000	R12	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R13	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R13	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R13	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R13	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R13	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	40.00000	R13	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	80.00000	R13	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	100.00000	R13	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	120.00000	R13	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	140.00000	R13	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	160.00000	R13	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	180.00000	R13	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	200.00000	R13	1.00000

EZ... VALUE 51,720.000 ROOT

X170	FUNC OBJ	10000.00000	R14	1.00000
X171	FUNC OBJ	10000.00000	R14	1.00000
X172	FUNC OBJ	10000.00000	R14	1.00000
X173	FUNC OBJ	10000.00000	R14	1.00000
X174	FUNC OBJ	10000.00000	R14	1.00000
X175	FUNC OBJ	10000.00000	R14	1.00000
X176	FUNC OBJ	40.00000	R14	1.00000
X177	FUNC OBJ	60.00000	R14	1.00000
X178	FUNC OBJ	80.00000	R14	1.00000
X179	FUNC OBJ	100.00000	R14	1.00000
X180	FUNC OBJ	120.00000	R14	1.00000
X181	FUNC OBJ	140.00000	R14	1.00000
X182	FUNC OBJ	160.00000	R14	1.00000
X183	FUNC OBJ	10000.00000	R15	1.00000
X184	FUNC OBJ	10000.00000	R15	1.00000
X185	FUNC OBJ	10000.00000	R15	1.00000
X186	FUNC OBJ	10000.00000	R15	1.00000
X187	FUNC OBJ	10000.00000	R15	1.00000
X188	FUNC OBJ	10000.00000	R15	1.00000
X189	FUNC OBJ	60.00000	R15	1.00000
X190	FUNC OBJ	80.00000	R15	1.00000
X191	FUNC OBJ	100.00000	R15	1.00000
X192	FUNC OBJ	120.00000	R15	1.00000
X193	FUNC OBJ	140.00000	R15	1.00000
X194	FUNC OBJ	160.00000	R15	1.00000

X195	FUNC OBJ	100.00000	R15	1.00000
X196	FUNC OBJ	10000.00000	R16	1.00000
X197	FUNC OBJ	10000.00000	R16	1.00000
X198	FUNC OBJ	10000.00000	R16	1.00000
X199	FUNC OBJ	10000.00000	R16	1.00000
X200	FUNC OBJ	10000.00000	R16	1.00000
X201	FUNC OBJ	10000.00000	R16	1.00000
X202	FUNC OBJ	10000.00000	R16	1.00000
X203	FUNC OBJ	40.00000	R16	1.00000
X204	FUNC OBJ	60.00000	R16	1.00000
X205	FUNC OBJ	80.00000	R16	1.00000
X206	FUNC OBJ	100.00000	R16	1.00000
X207	FUNC OBJ	120.00000	R16	1.00000
X208	FUNC OBJ	140.00000	R16	1.00000
X209	FUNC OBJ	10000.00000	R17	1.00000
X210	FUNC OBJ	10000.00000	R17	1.00000
X211	FUNC OBJ	10000.00000	R17	1.00000
X212	FUNC OBJ	10000.00000	R17	1.00000
X213	FUNC OBJ	10000.00000	R17	1.00000
X214	FUNC OBJ	10000.00000	R17	1.00000
X215	FUNC OBJ	10000.00000	R17	1.00000
X216	FUNC OBJ	60.00000	R17	1.00000
X217	FUNC OBJ	80.00000	R17	1.00000
X218	FUNC OBJ	100.00000	R17	1.00000
X219	FUNC OBJ	120.00000	R17	1.00000

[illegible] 51,720.000 ROOT

X220	FUNC OBJ	140.00000	R17	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	160.00000	R17	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R18	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R18	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R18	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R18	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R18	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R18	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R18	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R18	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	40.00000	R18	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	60.00000	R18	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	80.00000	R18	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	100.00000	R18	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	120.00000	R18	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	13000.00000	R19	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	13000.00000	R19	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	13000.00000	R19	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R19	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R19	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10030.00000	R19	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10030.00000	R19	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10707.00000	R19	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	60.00000	R19	1.00000
X244	FUNC OBJ	80.00000	R19	1.00000

X245	FUNC OBJ	100.00000	R19	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	120.00000	R19	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	140.00000	R19	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R20	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R20	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R20	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R20	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R20	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R20	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R20	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R20	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R20	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	40.00000	R20	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	60.00000	R20	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	80.00000	R20	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	100.00000	R20	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R21	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R21	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R21	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R21	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R21	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R21	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R21	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R21	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R21	1.00000
X269	R34			1.00000

[illegible] 51.720.000 ROOT

X270	FUNC OBJ	60.00000	R21	1.00000
X271	FUNC OBJ	80.00000	R21	1.00000
X272	FUNC OBJ	100.00000	R21	1.00000
X273	FUNC OBJ	120.00000	R21	1.00000
X274	FUNC OBJ	10000.00000	R22	1.00000
X275	FUNC OBJ	10000.00000	R22	1.00000
X276	FUNC OBJ	10000.00000	R22	1.00000
X277	FUNC OBJ	10000.00000	R22	1.00000
X278	FUNC OBJ	10000.00000	R22	1.00000
X279	FUNC OBJ	10000.00000	R22	1.00000
X280	FUNC OBJ	10000.00000	R22	1.00000
X281	FUNC OBJ	10000.00000	R22	1.00000
X282	FUNC OBJ	10000.00000	R22	1.00000
X283	FUNC OBJ	10000.00000	R22	1.00000
X284	FUNC OBJ	40.00000	R22	1.00000
X285	FUNC OBJ	60.00000	R22	1.00000
X286	FUNC OBJ	30.00000	R22	1.00000
X287	FUNC OBJ	10000.00000	R23	1.00000
X288	FUNC OBJ	10000.00000	R23	1.00000
X289	FUNC OBJ	10000.00000	R23	1.00000
X290	FUNC OBJ	10000.00000	R23	1.00000
X291	FUNC OBJ	10000.00000	R23	1.00000
X292	FUNC OBJ	10000.00000	R23	1.00000
X293	FUNC OBJ	10000.00000	R23	1.00000
X294	FUNC OBJ	10000.00000	R23	1.00000

X295	FUNC OBJ	10000.00000	R23	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R23	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	60.00000	R23	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	80.00000	R23	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	100.00000	R23	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R24	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R24	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R24	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R24	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R24	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R24	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R24	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R24	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R24	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R24	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R24	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	40.00000	R24	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	60.00000	R24	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R25	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R25	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R25	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R25	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R25	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R25	1.00000
[illegible]	FUNC OBJ	10000.00000	R25	1.00000

[illegible] 39,720.000

X320	FUNC OBJ	10000.00000	R25	1.00000	
X321	FUNC OBJ	10000.00000	R25	1.00000	
X322	FUNC OBJ	10000.00000	R25	1.00000	
X323	FUNC OBJ	10000.00000	R25	1.00000	
X324	FUNC OBJ	60.00000	R25	1.00000	
X325	FUNC OBJ	30.00000	R25	1.00000	
X325	R38	1.00000			

RHS

TERM IND	R1	1000.00000	R2	630.00000	
TERM IND	R3	120.00000	R4	[illegible]	
TERM IND	R5	120.00000	R6	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
TERM IND	R37	400.00000	R38	700.00000	

ENDATA

SETUP TIME--PROCESSOR = 0.06 ELAPSED = 0.55

PROBLEM STATISTICS

	NUMBER	FREE	FIXED	BOUNDED	NORMAL
ROWS :	40	1	1	0	38
COLUMNS:	325	0	0	0	325

MATRIX ON DISK : RECORD LENGTH = 2536 WORDS. NUMBER OF RECORDS = 0
INVERSE: MEMORY ALLOCATION = 3360 WORDS. RECORD LENGTH = 1680 WORDS.

PRIMAL TIME--PROCESSOR = 0.06 ELAPSED = 0.58

ICBJ = FUNC OBJ ZRHS = TERM IND

431515

```
STORE TIMES
SESSION 31.720.000

PRESOL    TIME--PROCESSOR =    0.06   ELAPSED =    0.59
PROBLEM MODIFIED TO :
              NUMBER      FREE     FIXED   BOUNDED    NORMAL
  ROWS    :      35          1         1         0        33
  COLUMNS :     325          0         0         0       325
  NUMBER OF ELEMENTS =   1012.  DENSITY EXCLUDING ROWS =   7.65  PERCENT.

BALANC    TIME--PROCESSOR =    0.07   ELAPSED =    0.62
  ***MATRIX SCALED***
CRASH     TIME--PROCESSOR =    0.07   ELAPSED =    0.63

INVERT    TIME--PROCESSOR =    0.07   ELAPSED =    0.64
CURRENT INVERSE :            ETA RECORDS =    1.  ETA VECTORS =    0.  ELEMENTS =    0.
CURRENT BASIS   : FEASIBILITY =  1.  SLACKS =   37.  STRUCTURALS =    0.  ELEMENTS =   37.
                  FUNCTION VALUE =     0.00000

     AT START
        NUMBER OF INFEAS =    13
        SUM OF INFEAS    =    -7900.00000
PASSII    TIME--PROCESSOR =    0.07   ELAPSED =    0.65

     AFTER PASSII
        NUMBER OF INFEAS =     4
        SUM OF INFEAS    =    -3600.00000

     COMPLETED
PRIMAL    TIME--PROCESSOR =    0.08   ELAPSED =    0.67
```

TYPE	ITERATION NUMBER	2COL = FUNC OBJ NUMBER INFEAS	SUM OF INFEAS	7RHS = TERM IND NUMBER NEG DJ	REDUCED COST	PIVOT INDEX	VECTOR OUT	VECTOR IN	FUNCTION VALUE
P 4	1	4	-3570.0000	100	-1.00000	31	31	43	334800.00000
4	2	4	-3570.0000	100	-1.00000	27	27	50	334800.00000
P 4	3	4	-3444.0000	25	-1.00000	4	4	75	331800.00000
P 2	4	4	-3314.0000	25	-1.00000	33	33	118	331800.00000

ITERATION TYPE NUMBER		NUMBER INFEAS	SUM OF INFEAS	NUMBER NEG DJ	REDUCED COST	PIVOT INDEX	VECTOR OUT	VECTOR IN	FUNCTION VALUE
	5	[illegible]	-315[illegible].0000	25	-1.00000	[illegible]	0	127	1.[illegible] 06
[illegible]	6	[illegible]	-3[illegible].0000	25	-1.00000	16	16	107	1.[illegible] 06
[illegible]	7	[illegible]	-3[illegible].0000	25	-1.00000	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible] 06
[illegible]	8	[illegible]	-2[illegible].6200	25	-1.00000	17	17	[illegible]	[illegible] 06
[illegible]	9	[illegible]	-2[illegible].0000	25	-1.00000	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible] 06
F	10	[illegible]	-1700.0000	25	-1.00000	18	18	263	[illegible] 06
[illegible]	11	[illegible]	-1[illegible].0000	25	-1.00000	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1.[illegible] 07
F	12	[illegible]	-1[illegible].0000	25	-1.00000	20	20	90	1.[illegible] 07
[illegible]	13	[illegible]	-1[illegible].0000	25	-1.00000	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1.[illegible] 07
F	14	[illegible]	-1[illegible].0300	25	-1.00000	5	65	225	1.[illegible] 07

INVERSION DUE TO CLOCK CONTROL

INVERT   TIME--PROCESSOR =   0.08   ELAPSED =   0.69

CURRENT INVERSE : ETA RECORDS = 1. ETA VECTORS = 33. ELEMENTS = [illegible]
CURRENT BASIS : EQUALITY = 0. SLACKS = 1[illegible]. STRUCTURALS = 2[illegible]. ELEMENTS = [illegible]
NEW INVERSE : [illegible] = 22. [illegible] = 0. SPIKES = 0. ELEMENTS = [illegible]
FUNCTION VALUE = 16249000.00000

PRIMAL   TIME--PROCESSOR =   0.09   ELAPSED =   0.70

ZCBJ = FUNC OBJ   ZRHS = TERM IND

ITERATION TYPE NUMBER		NUMBER INFEAS	SUM OF INFEAS	NUMBER NEG DJ	REDUCED COST	PIVOT INDEX	VECTOR OUT	VECTOR IN	FUNCTION VALUE
[illegible]	15	[illegible]	-[illegible].0300	135	-1.00000	[illegible]	18	347	1.[illegible] 07
[illegible]	16	[illegible]	-[illegible].0300	135	-1.00000	19	19	3[illegible]	[illegible] 07
F	17	1	-74[illegible].0000	25	-1.00000	21	21	[illegible]	2.[illegible] 07
[illegible]	18	[illegible]	-278.0000	25	-1.00000	29	[illegible]	[illegible]	2.[illegible] 07
F	19	0	.	25	-1.00000	27	[illegible]	334	2.[illegible] 07

SOLUTION FEASIBLE

INVERT   TIME--PROCESSOR =   0.09   ELAPSED =   0.70

CURRENT INVERSE : ETA RECORDS = 1. ETA VECTORS = 31. ELEMENTS = [illegible]
CURRENT BASIS : EQUALITY = 0. SLACKS = 12. STRUCTURALS = 2[illegible]. ELEMENTS = [illegible]
NEW INVERSE : [illegible] = 24. [illegible] = 0. SPIKES = 0. ELEMENTS = [illegible]
FUNCTION VALUE = 2[illegible]0.00000

PRIMAL   TIME--PROCESSOR =   0.09   ELAPSED =   0.71

ZCBJ = FUNC OBJ   ZRHS = TERM IND

ITERATION TYPE NUMBER		NUMBER INFEAS	SUM OF INFEAS	NUMBER NEG DJ	REDUCED COST	PIVOT INDEX	VECTOR OUT	VECTOR IN	FUNCTION VALUE
P 5	20	0	.	1[illegible]	-10000.00000	35	57	252	2.[illegible] 07

ITERATION TYPE	ITERATION NUMBER	NUMBER INFEAS	SUM OF INFEAS	NUMBER NEG DJ	REDUCED COST	PIVOT INDEX	VECTOR OUT	VECTOR IN	FUNCTION VALUE
[illegible]	21	0	0.	111	-12[illegible].00000	11	142	171	[illegible] 07
[illegible]	22	0	0.	111	-12120.00000	18	16	162	[illegible] 07
[illegible]	23	0	0.	111	-19940.00000	30	30	210	[illegible] 07
[illegible]	24	0	0.	25	-19860.00000	14	202	151	1.810[illegible] 07
[illegible]	25	0	0.	25	-[illegible].00000	4	127	153	[illegible] 07
[illegible]	26	0	0.	25	-10020.00000	35	[illegible]	191	[illegible] 07
[illegible]	27	0	0.	25	-12[illegible].00000	32	223	238	[illegible] 07
[illegible]	28	0	0.	25	-[illegible].00000	[illegible]	[illegible]	241	[illegible] 07
[illegible]	29	0	0.	25	-[illegible].00000	23	23	[illegible]	[illegible] 07
[illegible]	30	0	0.	25	-15120.00000	16	243	121	[illegible] 07
[illegible]	31	0	0.	25	-15120.00000	8	132	251	[illegible] 07
[illegible]	32	0	0.	25	-10060.00000	29	239	9	[illegible] 07
[illegible]	33	0	0.	25	-10080.00000	17	249	143	[illegible] 07

INVERSION DUE TO CLOCK CONTROL

INVERT TIME—PROCESSOR = 0.10 ELAPSED = 0.72

CURRENT INVERSE : ETA RECORDS = 1. ETA VECTORS = 43. ELEMENTS = 181.
CURRENT [illegible] : EQUALITY = 0. SLACKS = 0. STRUCTURALS = 2[illegible]. ELEMENTS = [illegible].
NEW INVERSE : [illegible] = 29. [illegible] = 0. SPIKES = 0. ELEMENTS = 87.
FUNCTION VALUE = 13[illegible]2800.00000

PRIMAL TIME—PROCESSOR = 0.10 ELAPSED = 0.72

ZOBJ = FUNC OBJ ZRHS = TERM IND

ITERATION TYPE	ITERATION NUMBER	NUMBER INFEAS	SUM OF INFEAS	NUMBER NEG DJ	REDUCED COST	PIVOT INDEX	VECTOR OUT	VECTOR IN	FUNCTION VALUE
[illegible]	34	0	0.	72	-10080.00000	32	142	303	1.[illegible] 07
[illegible]	35	0	0.	72	-10[illegible].00000	37	244	26	[illegible] 07
[illegible]	36	0	0.	25	-15040.00000	34	173	176	[illegible] 06
[illegible]	37	0	0.	25	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	38	0	0.	25	[illegible]	10	142	210	[illegible]
[illegible]	39	0	0.	25	[illegible]	[illegible]	276	280	[illegible]
[illegible]	40	0	0.	25	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	41	0	0.	25	-10080.00000	31	68	306	[illegible]
[illegible]	42	0	0.	25	[illegible]	7	138	117	[illegible]
[illegible]	43	0	0.	25	[illegible]	21	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	44	0	0.	25	[illegible]	[illegible]	[illegible]	20	[illegible]
[illegible]	45	0	0.	25	[illegible]	10	10	[illegible]	[illegible]
[illegible]	46	0	0.	25	[illegible]	[illegible]	[illegible]	178	[illegible]
[illegible]	47	0	0.	25	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	48	0	0.	25	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	49	0	0.	25	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	50	0	0.	25	[illegible]	[illegible]	[illegible]	237	[illegible]
[illegible]	51	0	0.	25	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	52	0	0.	25	[illegible]	[illegible]	[illegible]	320	[illegible]
[illegible]	53	0	0.	25	-[illegible].00000	14	230	3	41[illegible].00000

ITERATION TYPE NUMBER	NUMBER INFEAS	SUM OF INFEAS	NUMBER NEG DJ	REDUCED COST	PIVOT INDEX	VECTOR OUT	VECTOR IN	FUNCTION VALUE
[illegible]	[illegible]	[illegible]	14	-120.00000	[illegible]	120	26	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	14	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	12	[illegible]	4	320	350	[illegible]

INVERSION DUE TO CLOCK CONTROL

INVERT TIME--PROCESSOR = 0.11 ELAPSED = 0.74

CURRENT INVERSE : ETA RECORDS = 1. ETA VECTORS = 32. ELEMENTS = 28[illegible]
CURRENT BASIS : EQUALITY = 0. SLACKS = 10. STRUCTURALS = [illegible] ELEMENTS = [illegible]
NEW INVERSE : TRI-VECS = 28. BLK-VECS = 0. SPIKES = 0. ELEMENTS = 83.
FUNCTION VALUE = 376040.00000

FRIPAL TIME--PROCESSOR = 0.11 ELAPSED = 0.74

ICOBJ = FUNC OBJ IRHS = TERM IND

ITERATION TYPE NUMBER	NUMBER INFEAS	SUM OF INFEAS	NUMBER NEG DJ	REDUCED COST	PIVOT INDEX	VECTOR OUT	VECTOR IN	FUNCTION VALUE
[illegible] 57	[illegible]	[illegible]	16	[illegible]	[illegible]	[illegible]	19	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	10	[illegible]	[illegible]	[illegible]	18	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	14	[illegible]	[illegible]	[illegible]	349	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	345	[illegible]
[illegible] 61	[illegible]	[illegible]	9	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	332	[illegible]
[illegible] 63	[illegible]	[illegible]	5	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible] 64	[illegible]	[illegible]	3	[illegible]	[illegible]	232	[illegible]	[illegible]
[illegible] 65	[illegible]	[illegible]	2	-20.00000	[illegible]	26	372	332440.00000

CREATE TIME--PROCESSOR = 0.11 ELAPSED = 0.75

PROBLEM RESTORED.

INVERT TIME--PROCESSOR = 0.12 ELAPSED = 0.78

CURRENT INVERSE : ETA RECORDS = 1. ETA VECTORS = 32. ELEMENTS = 13[illegible]
CURRENT BASIS : EQUALITY = 0. SLACKS = 1[illegible] STRUCTURALS = [illegible] ELEMENTS = [illegible]
NEW INVERSE : TRI-VECS = 25. BLK-VECS = 0. SPIKES = 0. ELEMENTS = 74.
FUNCTION VALUE = 332440.00000

FRIPAL TIME--PROCESSOR = 0.12 ELAPSED = 0.79

ICOBJ = FUNC OBJ IRHS = TERM IND

EXIT CONDITION: OPTIMAL SOLUTION.

FUNCTION VALUE = 332440.00000

431515

OUTPUT TIME--PROCESSOR = 0.12 ELAPSED = 0.79

O U T P U T

PROBLEM IDENTIFICATION
PROBLEM NAME = ROOT

FUNCTIONAL NAME = FUNC OBJ
RESTRAINT NAME = TERM IND

SOLUTION STATUS = OPTIMAL
ITERATION NUMBER = 45
FUNCTIONAL VALUE = 332440.00000

ROWS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	SLACK ACTIVITY	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	DUAL ACTIVITY
1	FUNC OBJ	BS	332440.00000	-332440.00000	NONE	NONE	1.00000
2	R1	UL	1000.00000	.	NONE	1000.00000	40.00000
3	R2	BS	332.00000	[illegible]	NONE	[illegible]	.
4	R3	BS	.	120.00000	NONE	120.00000	.
5	R4	UL	630.00000	.	NONE	630.00000	20.00000
6	R5	UL	120.00000	.	NONE	120.00000	.
7	R6	UL	630.00000	.	NONE	630.00000	[illegible]
8	R7	UL	120.00000	.	NONE	120.00000	[illegible]
9	R8	UL	630.00000	.	NONE	630.00000	[illegible]
10	R9	UL	120.00000	.	NONE	120.00000	[illegible]
11	R10	BS	600.00000	.	NONE	600.00000	.
12	R11	BS	.	120.00000	NONE	120.00000	.
13	R12	UL	600.00000	.	NONE	600.00000	20.00000
14	R13	BS	.	120.00000	NONE	120.00000	.
15	R14	BS	500.00000	[illegible]	NONE	600.00000	.
16	R15	BS	.	120.00000	NONE	120.00000	.
17	R16	UL	600.00000	.	NONE	600.00000	20.00000
18	R17	BS	.	120.00000	NONE	120.00000	.
19	R18	BS	300.00000	300.00000	NONE	600.00000	.
20	R19	BS	.	120.00000	NONE	120.00000	.
21	R20	BS	380.00000	[illegible]	NONE	600.00000	.
22	R21	BS	.	120.00000	NONE	120.00000	.
23	R22	UL	600.00000	.	NONE	600.00000	20.00000
24	R23	BS	.	120.00000	NONE	120.00000	.
25	R24	UL	600.00000	.	NONE	600.00000	[illegible]
26	R25	UL	120.00000	.	NONE	120.00000	[illegible]
27	R26	LL	700.00000	.	700.00000	NONE	[illegible]
28	R27	LL	1000.00000	.	1000.00000	NONE	[illegible]
29	R28	LL	[illegible]	.	1000.00000	NONE	[illegible]
30	R29	LL	900.00000	.	900.00000	NONE	-100.00000
31	R30	LL	600.00000	.	600.00000	NONE	[illegible]
32	R31	LL	600.00000	.	600.00000	NONE	[illegible]
33	R32	LL	500.00000	.	500.00000	NONE	[illegible]
34	R33	LL	600.00000	.	600.00000	NONE	[illegible]
35	R34	LL	300.00000	.	300.00000	NONE	[illegible]
36	R35	LL	300.00000	.	300.00000	NONE	[illegible]
37	R36	LL	300.00000	.	300.00000	NONE	[illegible]
38	R37	LL	400.00000	.	400.00000	NONE	[illegible]
39	R38	[illegible]	700.00000	.	700.00000	700.00000	-100.00000

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
49	[illegible]	BS	[illegible]	[illegible]	.	NONE	.
50	[illegible]	BS	300.00000	[illegible]	.	NONE	.
51	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	.
52	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	.
53	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	80.00000
54	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
55	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
56	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
57	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
58	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
59	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
60	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
61	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
62	[illegible]	[illegible]	.	[illegible]	.	NONE	.
63	[illegible]	BS	332.00000	[illegible]	.	NONE	.
64	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	.
65	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	.
66	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	80.00000
67	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
68	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
69	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
70	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
71	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
72	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
73	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
74	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
75	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
76	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
77	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
78	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
79	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
80	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
81	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
82	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
83	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
84	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
85	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
86	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
87	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
88	[illegible]	LL	.	1000.00000	.	NONE	9980.00000
89	[illegible]	BS	364.00000	[illegible]	.	NONE	.
90	[illegible]	BS	282.00000	[illegible]	.	NONE	.
91	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	.
92	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	80.00000
93	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	80.00000

STECO TEMPO   ROOT   PAGE 27   10/2

VERSION: 31.720.000

COLUMNS SECTION

	NUMBER	NAME.	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
	94	346	LL	.	140.00000	.	NONE	120.00000
	95	347	LL	.	160.00000	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	100	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
A	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	BS	126.00000	[illegible]	.	NONE	.
*	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	9980.00000
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	486.00000	[illegible]	.	NONE	.
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	144.00000	[illegible]	.	NONE	.
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	BS	126.00000	[illegible]	.	NONE	.
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
	138	390	LL	.	240.00000	.	NONE	180.00000

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
139	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
140	[illegible]	LL	.	1000.00000	.	NONE	[illegible]
141	[illegible]	LL	.	1000.00000	.	NONE	[illegible]
142	[illegible]	LL	.	1000.00000	.	NONE	[illegible]
143	[illegible]	BS	630.00000	[illegible]	.	NONE	.
144	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
145	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
146	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
147	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
148	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
149	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
150	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
151	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
152	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
153	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
154	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
155	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
156	[illegible]	BS	126.00000	[illegible]	.	NONE	.
157	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
158	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
159	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
160	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
161	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
162	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
163	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
164	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
165	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
166	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
167	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
168	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
169	[illegible]	LL	.	1000.00000	.	NONE	[illegible]
170	[illegible]	BS	600.00000	[illegible]	.	NONE	.
171	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
172	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
173	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
174	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
175	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
176	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
177	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
178	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
179	[illegible]	LL	.	1000.00000	.	NONE	[illegible]
180	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
181	[illegible]	LL	.	1000.00000	.	NONE	[illegible]
182	[illegible]	LL	.	1000.00000	.	NONE	[illegible]
183	[illegible]	LL	.	60.00000	.	NONE	20.00000

431514

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
184	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	20.00000
185	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
186	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
187	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
188	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
189	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
190	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
191	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
192	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
193	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
194	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
195	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
196	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
197	[illegible]	BS	600.00000	[illegible]	.	NONE	.
198	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
199	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
200	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
201	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
202	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
203	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
204	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
205	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
206	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
207	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
208	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
209	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
210	[illegible]	BS	.	[illegible]	.	NONE	.
211	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
212	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
213	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
214	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
215	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
216	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
217	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
218	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
219	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
220	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
221	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
222	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
223	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
224	[illegible]	BS	500.00000	[illegible]	.	NONE	.
225	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
226	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
227	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
228	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
229	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
230	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
231	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
232	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
233	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
234	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
235	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
236	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
237	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
238	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
239	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
240	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
241	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
242	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
243	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
244	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
245	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
246	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
247	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
248	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
249	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
250	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
251	[illegible]	BS	600.00000	[illegible]	.	NONE	.
252	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
253	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
254	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
255	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
256	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
257	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
258	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
259	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
260	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
261	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
262	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
263	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
264	[illegible]	BS	.	[illegible]	.	NONE	.
265	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
266	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
267	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
268	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
269	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
270	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
271	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
272	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
273	3225	LL	.	10000.00000	.	NONE	9000.00000

431514

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
274	3226	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
275	3227	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
276	3228	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
277	3229	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
278	3230	BS	300.00000	[illegible]	.	NONE	.
279	3231	LL	.	[illegible]	.	NONE	20.00000
280	3232	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
281	3233	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
282	3234	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
283	3235	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
284	3236	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
285	3237	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
286	3238	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
287	3239	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
288	3240	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
289	3241	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
290	3242	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
291	3243	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
292	3244	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
293	3245	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
294	3246	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
295	3247	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
296	3248	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
297	3249	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
298	3250	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
299	3251	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
300	3252	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
301	3253	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
302	3254	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
303	3255	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
304	3256	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
305	3257	BS	300.00000	[illegible]	.	NONE	.
306	3258	BS	80.00000	[illegible]	.	NONE	.
307	3259	LL	.	[illegible]	.	NONE	.
308	3260	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
309	3261	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
310	3262	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
311	3263	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
312	3264	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
313	3265	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
314	3266	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
315	3267	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
316	3268	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
317	3269	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
318	3270	LL	.	60.00000	.	NONE	20.00000

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
318	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	BS	220.00000	[illegible]	.	NONE	.
[illegible]	[illegible]	[illegible]	.	[illegible]	.	NONE	.
[illegible]	[illegible]	BS	380.00000	[illegible]	.	NONE	.
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	.
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	.
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	BS	240.00000	[illegible]	.	NONE	.
[illegible]	[illegible]	BS	320.00000	[illegible]	.	NONE	.
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
[illegible]	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]
363	[illegible]	LL	.	[illegible]	.	NONE	[illegible]

431514

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
364	D316	LL	.	10000.00000	.	NONE	[illegible]
365	[illegible]	LL	.	10000.00000	.	NONE	[illegible]
366	[illegible]	LL	.	10000.00000	.	NONE	[illegible]
367	[illegible]	LL	.	10000.00000	.	NONE	[illegible]
368	[illegible]	LL	.	10000.00000	.	NONE	[illegible]
369	[illegible]	LL	.	10000.00000	.	NONE	[illegible]
370	[illegible]	LL	.	10000.00000	.	NONE	[illegible]
371	[illegible]	LL	.	10000.00000	.	NONE	[illegible]
372	[illegible]	BS	120.00000	[illegible]	.	NONE	.
373	D325	LL	.	[illegible]	.	NONE	.

END : 3644

END : 3644