



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ingeniería

**PLANEACION INTEGRAL APLICADA A UNA
INDUSTRIA TEXTIL**

T E S I S

Que para obtener el título de:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P r e s e n t a n :

Marisela Estrada García

Nicolás Rafael Flores Carreón

Roberto Eugenio López Infante

Eduardo Silverio



México, D. F.

1983



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E .

	HOJA
INTRODUCCION	1
CAPITULO I : PRODUCTIVIDAD	5
I.1 : NECESIDAD DE ELEVAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA INDUSTRIA NACIONAL	5
I.2 : LA INDUSTRIA TEXTIL EN MEXICO	9
I.3 : EL PAPEL DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL	11
CAPITULO II : PLANEACION INTEGRAL	14
II.1 : DEFINICION Y OBJETIVOS	14
II.2 : METODOS DE SOLUCION AL PROBLEMA DE PLANEACION	19
II.2.1 : METODOS DE SOLUCION QUE GARANTIZAN SO- LUCIONES MATEMATICAMENTE OPTIMAS RES- PECTO AL MODELO	19
II.2.2 : REGLAS DE DECISION HEURISTICAS CON RESPECTO AL MODELO PUEDEN SER DE DOS TIPOS	20
II.3 : CASOS Y TIPOS DE EMPRESAS DONDE ES FACTIBLE APLICAR LA PLANEACION IN- TEGRAL	22
CAPITULO III : LA REGLA DE DECISION POR BUSQUEDA (SDR)	25
III.1 : CONCEPTOS GENERALES	25
III.2 : FORMULACION DEL MODELO DE DECISION	26
III.3 : SISTEMA DE PROGRAMACION DEL SDR	28

	HOJA
III.4 : VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SDR	36
CAPITULO IV : METODOLOGIA DE APLICACION DEL SDR	39
IV.1 : PRONOSTICOS DE DEMANDA	39
IV.2 : MODELADO Y OBTENCION DE LAS CONSTANTES	42
IV.3 : RESULTADOS OBTENIDOS	53
CAPITULO V : SIMULACION	56
V.1 : OBJETIVO DE LA SIMULACION	56
V.2 : DESARROLLO DEL MODELO DE SIMULACION	58
CAPITULO VI : PERSPECTIVAS DE LA PLANEACION INTEGRAL	63
CONCLUSIONES	66
APENDICE 1	71
BIBLIOGRAFIA	72

INTRODUCCION.

PANORAMICA ECONOMICA NACIONAL.

La década de los 80's se distinguió por marcar el inicio de una etapa crítica en la economía del país, debido a una creciente inflación.

Sin embargo, cabe preguntarse porqué México fué hasta 1982 el décimo país no socialista más grande en su producto interno bruto generado en su industria manufacturera y a su vez porqué éste crecimiento fué alcanzado a costa de provocar un proceso inflacionario que, a fines de 1982 alcanzó el 100%.

Se podrían seguir ennumerando interrogantes que contrastasen con la situación prevaleciente en ese momento. Sin embargo, es necesario presentar las causas que llevaron al país, al actual estado de crisis; el más grave de su historia.

Durante el periodo 1976-1982, el entonces Presidente de la República, el Sr. Lic. José López Portillo, mantuvo una política de expansión basada únicamente, en la riqueza petrolera del país y en la capacidad de financiamiento del gasto público.

En su sexto informe de gobierno, se dijo que no había existido despilfarro y que cada programa, incluidos los -

criticados edificios de Pemex y el Banco de México en la magnitud del problema prácticamente no contaban, teniendo éstos su propia explicación. Sin embargo basta saber sumar, restar y haber conocido los ingresos y egresos del gobierno en esos años, para detectar en el creciente desequilibrio de las finanzas públicas, una de las principales causas que provocaron la crisis a la que llegó la nación. (Tabla A.1)

INGRESOS Y GASTOS PRESUPUESTALES BRUTOS DEL GOBIERNO FEDERAL		
MILES DE MILLONES DE PESOS		
CONCEPTO	1980	1981
INGRESOS TOTALES	681.9	938.9
GASTOS TOTALES	804.2	1309.6
DEFICIT PRESUPUESTAL	122.3	370.7

FUENTE: Dirección General de Planeación Hacendaria (SHyCP)

TABLA A.1

Según la estrategia de crecimiento que se había planteado el ex-presidente de la República al principio de su mandato, ésta debía llevarse a cabo en tres etapas: recuperación, consolidación y crecimiento. Pero los planes gubernamentales no culminaron en la etapa de crecimiento acelerado, sino en una de las crisis económicas más graves por las que

México haya atravesado desde que logró su Independencia.

Fué así, como al ex-presidente se le presentaron dos alternativas: aceptar la culpa de la crisis y reconocer que dichos planes de desarrollo fueron mal fundamentados o el buscar a algún culpable, convenciendo al pueblo mexicano que el gobierno no tenía responsabilidad sobre la crisis.

Desde luego se optó por la segunda alternativa y para - ello se buscaron dos chivos expiatorios. El primero y el de mayor peso, resultó ser el factor externo en el cual estaban incluidos: la baja del petróleo, la escasez de materias primas, los altos intereses internacionales y el desorden económico mundial. Por otra parte, fueron los banqueros mexicanos en complicidad con los sacadólares el segundo factor.

Y así se podría continuar mencionando causas que orillaron al país a llegar a tal situación, sin embargo, la causa principal de ésta se podría resumir en una administración altamente improductiva, la cual no supo aprovechar los recur--sos de que disponía, llevándonos a una inflación interna que llegó a alcanzar a fines de 1982 el 100%, la cual hizo necesario cada día un mayor endeudamiento externo.

Por lo tanto, es clara la necesidad de un mejor aprove-chamiento de los recursos (humanos, tecnológicos, energéti--cos, etc.) con que cuenta un país para poder mantener el equilibrio social y económico.

Lo anterior se logra siendo más productivo ya que con -

ello se obtiene un mejor nivel de vida.

CAPITULO I : PRODUCTIVIDAD.

I.1 NECESIDAD DE ELEVAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA INDUSTRIA NACIONAL.

Una vez presentado en breve un panorama de la situación económica que prevaleció en el periodo 1976-1982 y con ello planteado la necesidad de elevar la productividad de los sistemas de producción, contenidos dentro del gran sistema que es la economía nacional se presentará como una alternativa viable para elevar la productividad a la "PLANEACION INTEGRAL".(Cap. II), haciéndolo todo con un enfoque sistémico.

Antes de hablar de ésta alternativa es necesario presentar las tres etapas fundamentales por las que ha pasado la Ingeniería Industrial y con ésto darse cuenta que su objetivo central es, elevar la productividad.

La Ingeniería Industrial nace en el seno de la Ingeniería Mecánica y Eléctrica y hasta la fecha ha pasado por tres etapas fundamentales, que a saber son:

- 1a. 1920 con Taylor, Gantt y Gilbreth; los cuales con sus métodos de estudio del trabajo, se enfocaron a elevar la productividad de la mano de obra.
- 2a. 1950 con la aparición de la computadora digital, naciendo así una poderosa herramienta que es la investigación de operaciones, que sostiene como postulado principal:

"Todo aquello que atañe a problemas del mundo real, es susceptible de ser modelado matemáticamente con el objetivo de ser optimizado".

3a. 1970 con el enfoque de la Ingeniería de Sistemas, que sostiene como postulado principal: "La parte sólo puede ser comprendida en el conjunto del todo".

Es decir, para poder diseñar cualquier metodología de solución, aplicable a los diversos problemas que afronta un ingeniero, se debe tener presente lo que se afectará con dicha solución; así mismo, ver que interrelaciones guarda nuestro sistema con el medio ambiente que lo rodea.

Antes de que se tuviera conocimiento de ésta forma de pensar, regía el criterio analítico, que consistía en un proceso mental mediante el cual se descomponía cualquier problema que se deseaba explicar, en sus componentes más simples. Así, las explicaciones y comportamiento de los todos se obtenían a través de las explicaciones del comportamiento y las propiedades de sus partes, de una manera individual e independiente.

Un sistema es un conjunto de dos o más elementos interrelacionados de cualquier especie, que persiguen un objetivo común y además poseen las siguientes características:

1. Las propiedades o el comportamiento de cada elemento del conjunto, tiene un efecto en las propiedades o el comportamiento del conjunto tomado como el todo.

2. Las propiedades o el comportamiento de cada elemento y la forma en que afectan al todo, dependen de las propiedades y el comportamiento al menos de otro elemento del conjunto; en consecuencia, no hay parte alguna que tenga un efecto independiente en el todo.
3. No se puede descomponer el total en subconjuntos independientes, no se puede subdividir un sistema en subsistemas independientes.

Lo anterior refuerza la idea de que cualquier metodología de solución a un problema específico, afecta directa o indirectamente al medio ambiente (o al sistema); además, se deberá tener especial cuidado, con la relación que guardan las distintas partes involucradas, el problema que se está analizando.

"La productividad es la relación entre producción e insumos"; definición válida para una empresa, una industria o toda la economía. Entendiéndose por insumos, los recursos que se hayan empleado en la producción de bienes y servicios que requiere la sociedad y que pueden ser: tierra, materiales instalaciones, máquinas, herramientas y mano de obra. Dando origen a los distintos índices de productividad de los siguientes elementos: tierra, materiales, máquinas, etc., como son: productividad de la tierra, productividad de los materiales, productividad de las máquinas, productividad de la mano de obra, productividad de los recursos financieros o

rentabilidad, etc.

Sin embargo, cabe aclarar que un determinado índice de productividad por sí solo pudiera carecer de validez, lo importante es el establecimiento de metodologías para la elevación del mismo, dentro de un sistema económico nacional. De aquí que la existencia de la Ingeniería Industrial se justifique a través de éste punto; la sociedad requiere una actitud encaminada a elevar la productividad de los sistemas de producción, ya que de lo contrario es la misma sociedad -- quien tendrá que pagar los altos costos que implica su ineficiencia.

Por nivel de vida se entiende el grado de bienestar material de que dispone una persona, clase social o comunidad para sustentarse y disfrutar de su existencia. He aquí las cinco necesidades esenciales que deben satisfacerse, para que el nivel de vida alcance un mínimo decoroso: alimentación, vestido, alojamiento, seguridad y servicios esenciales.

Si se produce más al mismo costo o se consigue la misma cantidad de producción a un costo inferior, la sociedad en conjunto obtiene beneficios que pueden ser utilizados por sus miembros, para adquirir más bienes y servicios de mejor calidad y a un precio accesible, elevando de ésta manera su nivel de vida. Más aún, se puede decir que incrementando la productividad, se estaría en posibilidad de satisfacer otro tipo de necesidades, que vayan más allá de las esenciales so

lamente, ya que surgiría la necesidad de crear otro tipo de sistemas productivos y de incrementar la capacidad de los ya existentes, con la consecuente generación de empleos, que tanto benefician a una sociedad en continuo crecimiento. En pocas palabras: aumentar la demanda, para aumentar la oferta de una manera altamente productiva.

Es por ésto, que se sostiene como alternativa viable de solución a gran parte de los problemas económicos, a nivel país, la elevación sistemática de la relación productividad/calidad de todos los bienes y servicios producidos en el país, en las empresas públicas, paraestatales y privadas para que México pueda ser un país competidor en cuanto a los productos ofrecidos al mercado internacional, además debe brindar calidad producida de una manera eficiente. "La calidad se produce, no se controla".

I.2 LA INDUSTRIA TEXTIL EN MEXICO.

Como se ha visto, los satisfactores esenciales para lograr un nivel de vida decoroso son: alimentación, vestido, alojamiento, seguridad y servicios esenciales. Por lo tanto, dos de las industrias más importantes en cualquier país son: la alimenticia y la textil, ya que constituyen una necesidad básica para cualquier sociedad.

Para recalcar la enorme importancia que representa la -

industria textil en México, basta mencionar su representación dentro del P.I.B. en el periodo comprendido entre 1979-1980. Según datos del anuario de la Cámara Nacional de la Industria Textil (CANAINTEX) y de Canapro, el P.I.B. en éste periodo fué de 8.3 y a su vez la intervención de la industria textil y de la confección fué de 1.6%.

En la actualidad la industria textil ha registrado grandes avances tecnológicos, los cuales han hecho necesaria la participación de la Ingeniería Industrial para hacer de éstas industrias, sistemas altamente productivos.

Es por ello que éste breve estudio se aplicó a una empresa de éste ramo: Industrias Polifil, S.A. (Grupo Pliana) y concretamente a la Dirección de Planeación y Control de la Producción, para aplicar la metodología de la planeación integral, que más adelante se explicará en detalle.

En éste sentido, éste trabajo pretende ser un pequeño aporte para elevar la productividad de la industria textil en México, en lo concerniente a la toma de decisiones gerenciales con respecto a: mano de obra, tasa de producción, nivel de inventarios, contrataciones y despidos; con el único fin de hacer una combinación óptima de tales elementos para lograr un costo anual mínimo y al mismo tiempo satisfacer la demanda estacional pronosticada en ese año.

I.3 EL PAPEL DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL.

"La Ingeniería Industrial es la rama de la Ingeniería - que se relaciona con el diseño, desarrollo e instalación de sistemas integrados por hombres, materiales y equipo. Se basa en el conocimiento especializado de las ciencias matemáticas, físicas, sociales y administrativas; junto con los principios del análisis y diseño ingenieril para especificar, - predecir y evaluar los resultados que se desean obtener con la aplicación de tales sistemas" (Organización Académica de la Facultad de Ingeniería, UNAM).

Lo anterior no deja de ser una definición "sui-géneris" de una profesión que va más allá de lo establecido. En esencia, cualquier rama de la ingeniería aplicada a la industria productora de bienes o servicios se ve menos limitada de lo que se pudiera suponer y la Industrial no es la excepción. De hecho se cuenta con las siguientes herramientas:

Matemáticas,

Física,

Administración,

Finanzas,

Contabilidad,

Economía,

Sociología,

Diseño Mecánico,

Diseño Eléctrico
Diseño Industrial
Evaluación Económica,
Informática,
Relaciones Humanas,
Estudio del Trabajo,
Planeación y Control de la Producción,
Gestión de Proyectos,
Ingeniería de Sistemas e
Investigación de Operaciones.

Las cuales constituyen las ciencias y técnicas, que en conjunto se fusionan en el profesionista, para que éste a su vez las aplique con su propio arte (arte= la manera personal e individual de aplicar una técnica, partiendo de una base científica). De esto se concluye que ésta profesión no tiene más límites que : la imaginación, la iniciativa y la motivación.

Como se expuso en el inciso I.1, la sociedad en conjunto requiere para satisfacer sus necesidades la oferta de bienes y servicios que reunan las características de productividad y calidad, para poder obtenerlos al menor precio posible Pero es materialmente imposible el brindar satisfactores baratos, si en las empresas que los producen no adoptan medidas eficaces encaminadas a reducir costos de producción, aumentar eficiencia. Dentro de éste concepto, la Ingeniería In

dustrial queda plenamente justificada como una profesión encaminada a elevar la productividad y calidad en la producción de bienes y servicios, obtenidos en industrias privadas públicas o paraestatales; dentro de un contexto económico nacional y apoyado por supuesto, por programas gubernamentales sistemáticos, donde se obtengan apoyos para el logro de éstos objetivos.

En éste contexto, el papel del Ingeniero Industrial se deberá enfocar a: "La preocupación constante de elevar dicha productividad en la empresa para la que trabaje", como un compromiso social serio que asume desde el momento en que egresa de una Universidad y además hacerlo como causa de orgullo íntimo proporcionado por el ejercicio de su profesión. Basta como ejemplo el pueblo japonés que se siente orgulloso de lo que produce; y además lo hace con la plena convicción de que esforzándose por ser mejor en su trabajo, ayuda de manera decisiva a engrandecer a su país.

CAPITULO II. PLANEACION INTEGRAL.

II.1 DEFINICION Y OBJETIVOS.

La planeación integral es un método de planeación de la producción, propuesto por: Holt, Modigliani y Simon en el año de 1955; y persigue como objetivo principal lograr una mejor utilización de las instalaciones productivas, sujetas a restricciones impuestas por políticas que rigen la contratación y liquidación de personal, los niveles de inventarios y el empleo de la capacidad externa para subcontratación.

Siendo de especial importancia el que la planeación integral se aplique sobre todo a sistemas con alto volúmen de producción y en sistemas cerrados de talleres de trabajo, que registren FLUCTUACIONES EN SU DEMANDA. Ya que si la empresa en estudio, está trabajando a capacidad plena carecería de sentido determinar cambios en la tasa de producción y/o cambios en la fuerza de trabajo. Situaciones que prácticamente no se dan en la vida real ya que la mayoría de las empresas registran cambios en sus niveles de producción, originados por fluctuaciones en su demanda.

Dentro de la planeación y control de la producción se tienen tres tipos de planeación en cuanto al tiempo:

- A) Planeación a corto plazo. Este tipo de planeación también llamado programación responde a las siguientes pre

guntas:

¿Cuándo hacerlo?

¿En qué máquina?

¿En qué secuencia?

¿Por quienes se hará?

Y sí puede ser diaria, semanal o mensual.

- B) Planeación a mediano plazo. Este tipo de planeación es para los próximos 1 a 3 años y determina principalmente la mezcla óptima de productos, selección del mercado y clientes, determinación del nivel de producción y de los inventarios, etc.

Es en éste último caso donde queda englobada la planeación integral, concentrándose en el análisis de los siguientes aspectos:

Nivel de Producción

Nivel de Inventarios

Tiempo Extra

Subcontratación (maquila)

Contratación y despido de obreros.

- C) Planeación a largo plazo. Es para los próximos 4 a 10 años y se enfoca a los siguientes aspectos:

Localización de planta

Aumento de la capacidad productiva

Innovación de productos y/o maquinaria

Como se mencionó en el Capítulo I, los problemas que involucran los sistemas productivos deben ser visualizados con un enfoque sistémico; esto es, analizar las interrelaciones e interferencias que tiene cada subsistema dentro de una empresa como son:

Producción

Compras

Personal

Ventas

Finanzas

Mercadotecnia

Cobranzas.

Por un lado Ventas desearía un nivel alto de inventarios para satisfacer a sus clientes; pero por otro, finanzas se opone debido al capital invertido en ello; también ventas desearía plazos de fabricación muy cortos, lo que haría ineficiente la planeación de la producción; a su vez producción desearía máquinas más modernas, lo que exigiría una fuerte inversión por parte de finanzas; producción podría decidir fabricar lotes muy grandes, lo que afectaría los plazos de entrega de pedidos, etc.

Como se hará notar más adelante los modelos de solución de la planeación integral consideran sólo algunas de éstas interdependencias y en particular a las siguientes preguntas:

1.- ¿Hasta qué punto deberán los inventarios absorber las -

fluctuaciones de la demanda?

- 2.- ¿Cuando se deberán utilizar tiempo extra o turnos extras para absorber las fluctuaciones de la misma?
- 3.- ¿Hasta qué punto deberán estas fluctuaciones ser absorbidas mediante la variación del personal directo contratado?
- 4.- ¿En qué casos se debe mantener el nivel de producción más o menos constante, incluso un bajo nivel de inventarios perdiendo algunos clientes cuando la demanda sea excesiva?
- 5.- ¿En qué casos se debe dejar que aumente el número de pedidos pendientes? ¿Se deben dilatar los pedidos de entrega si la demanda es elevada?

CUALQUIERA DE ESTAS CINCO ALTERNATIVAS LLEVAN IMPLICITAS COSTOS ASOCIADOS:

- 1.- El empleo de los inventarios implica costos de mantener inventarios mayores o costos de faltante que derivan de una posible pérdida de ventas si los inventarios son reducidos.
- 2.- El ajustar la tasa de producción implica el pago de horas extras por una parte y por otra el costo de trabajo ocioso cuando no se trabaja a capacidad plena.
- 3.- Cambios en la magnitud de la fuerza de trabajo requieren de costos correspondientes a contratación y liquidación más aún si se contempla un cambio grande como lo es eli

minar o adicionar un turno de trabajo que lleva implícito costos de magnitud más compleja.

4.- La subcontratación supone costos que estarán en función de la eficiencia del subcontratista con respecto al contratista principal, además de costos de supervisión y coordinación del trabajo subcontratado.

5.- Finalmente la función de comercialización podría ocasionar variación en la utilidad por unidad producida si se recurre a variaciones de precios.

De una forma general la experiencia ha demostrado que ninguna de éstas políticas aplicadas en forma independiente es la mejor; la solución óptima es siempre una combinación de dos o más de éstas políticas. En otras palabras cada una de estas alternativas reduce unos costos aumentando otros, por tanto sólo se obtendrá una solución de costo mínimo si se aplican simultáneamente algunas o todas éstas alternativas

Unos de los aspectos más relevantes del problema de la planeación integral es su naturaleza dinámica, la decisión tomada en el presente es sólo una entre una secuencia de decisiones; por lo tanto, no constituye un compromiso permanente. Esto es, la compensación de un error del pronóstico de demanda en el pasado, puede ser compensado con una decisión para el periodo en curso.

II.2 METODOS DE SOLUCION AL PROBLEMA DE PLANEACION.

El desarrollo de los métodos de solución para la planeación integral ha sido uno de los principales avances logrados en el campo de las ciencias de administración, después de la Segunda Guerra Mundial.

El impulso inicial de éste trabajo lo proporcionó la utilización de técnicas de optimización matemática como:

El cálculo diferencial

La programación lineal,

que resolvían modelos muy simplificados de costos en la planeación integral, es decir se obtenían resultados matemáticamente óptimos o modelos bastante alejados de la realidad. Lo que originó nuevas propuestas de solución que se basan en enfoques heurísticos con la finalidad de que los modelos que se construyan correspondan mejor a la realidad de costos involucrados. Este enfoque fué ampliamente apoyado con el uso de las computadoras digitales capaces de simular distintas alternativas de solución en un tiempo que se encuentra en el orden de segundos de procesamiento.

II.2.1 METODOS DE SOLUCION QUE GARANTIZAN SOLUCIONES MATEMATICAMENTE OPTIMAS CON RESPECTO AL MODELO.

La programación lineal

La programación dinámica

El cálculo diferencial

y una aplicación del principio máximo discreto y continuo.

La programación no lineal podría ser aplicada en función de los avances que se registren en ese campo; la enumeración o método de fuerza bruta es también otra posibilidad pero resultaría humanamente imposible a menos que el problema sea muy simple.

II.2.2 REGLAS DE DECISION HEURISTICAS CON RESPECTO AL MODELO PUEDEN SER DE DOS TIPOS:

- 1) Supone que las reglas de decisión se pueden representar mediante ecuaciones derivadas heurísticamente, los valores numéricos de las constantes de estas ecuaciones se obtienen en dos formas:
 - 1.1 Los coeficientes de dirección de Bowman, que hace un análisis de regresión de los datos históricos para obtenerlos.
 - 1.2 Y el enfoque de planeación paramétrica de Jones que construye un modelo de costos de múltiples etapas que explora y simula hacia futuro la operación del modelo, asignando valores de prueba a las constantes.
- 2) Esta metodología no postula la forma de las ecuaciones de la regla de decisión sino que obtiene los valores numéricos específicos de las decisiones investigando en -

una respuesta matemática superficial, formada por la -- función de criterio del modelo. Este enfoque combina la ventaja de la representación realista del modelo mediante un algoritmo de cómputo, que busca un punto o puntos óptimos en una superficie de respuestas matemáticas. Este enfoque es el exámen de la regla de decisión. La Figura 2.1 compara las distintas metodologías de solución del problema.

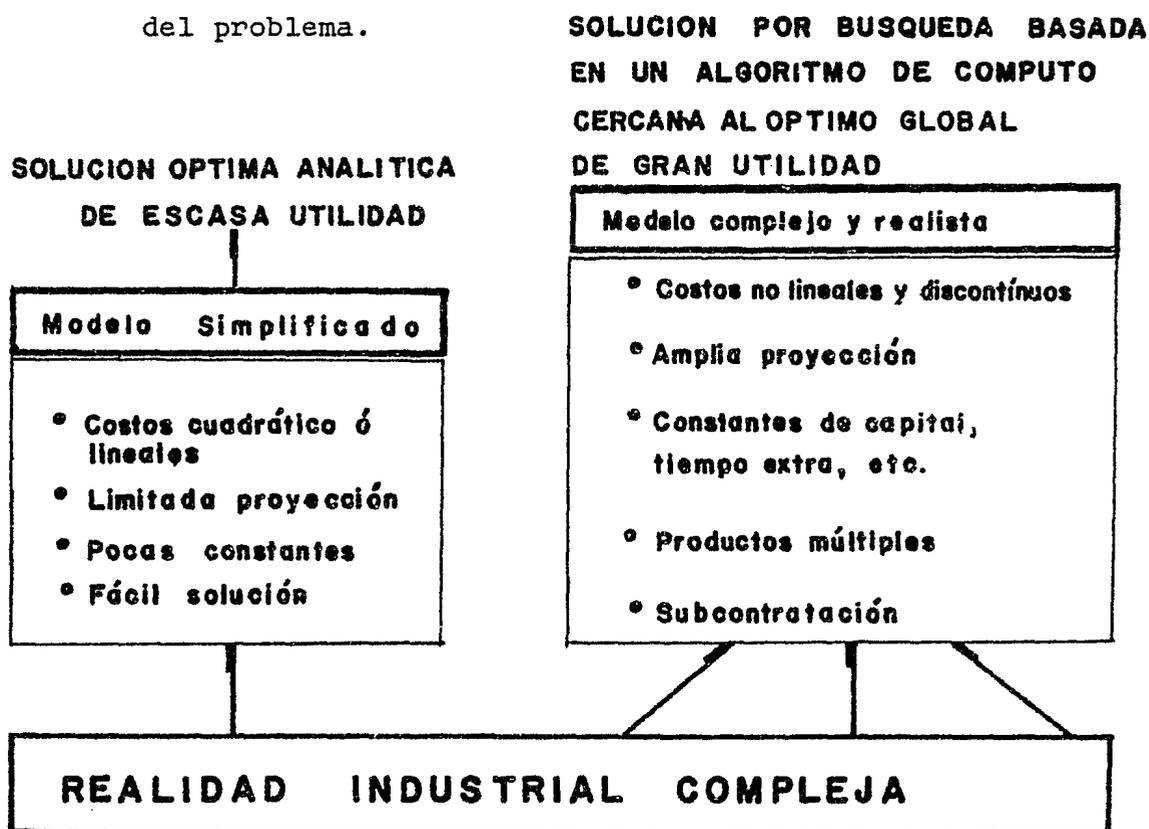


FIGURA 2.1 COMPARACION DE LA REGLA DE DECISION POR BUSQUEDA vs. MODELOS ANALITICOS.

Es evidente que sirve poco el optimizar un modelo matemático que no describa ampliamente a la realidad en estudio, pero paralelamente si se aplica un enfoque heurístico, esto implicará un cuidadoso ensamble del mundo real, el modelo y la metodología de solución.

II.3 CASOS Y TIPOS DE EMPRESAS DONDE ES FACTIBLE APLICAR LA PLANEACION INTEGRAL.

Como se mencionó al principio de éste Capítulo, esta metodología está restringida sólo a empresas que tengan fluctuaciones en su demanda, que prácticamente son la mayoría.

Por otra parte resulta sumamente complicado tratarla de aplicar a empresas que manejen una alta diversidad de productos ya que la metodología de solución resultaría muy compleja aunque no imposible. Cabe señalar que una manera de aplicar esta metodología a empresas de una alta variedad de productos sería a aquel sector minoritario que represente la mayoría de los ingresos, utilidad o importancia. Esto es seleccionar unos cuantos productos basándonos en un análisis de inventarios ABC (Figura 2.2) o la Ley del 80-20 para reducir la magnitud del problema.

La Ley del 80-20 o Inventarios ABC es una práctica de la experiencia que dice que en lo general el 80% de la variedad de los productos manufacturados en una empresa represen-

tan el 20% de importancia en cuanto a facturación, utilidad por unidad producida o costos de producción. Y análogamente el 20% de la variedad de los productos representa el 80% de importancia como se ve en la Figura 2.2. Claro está que se - aplicarí­a este criterio sólo si la empresa estuviera intere- sada en realizar estudios muy concienzudos sobre éste 20% de los productos mostrados en la zona A de la Figura 2.2. Enton- ces la planeación integral se podría aplicar aunque de una - manera parcial a este tipo de sistemas productivos.

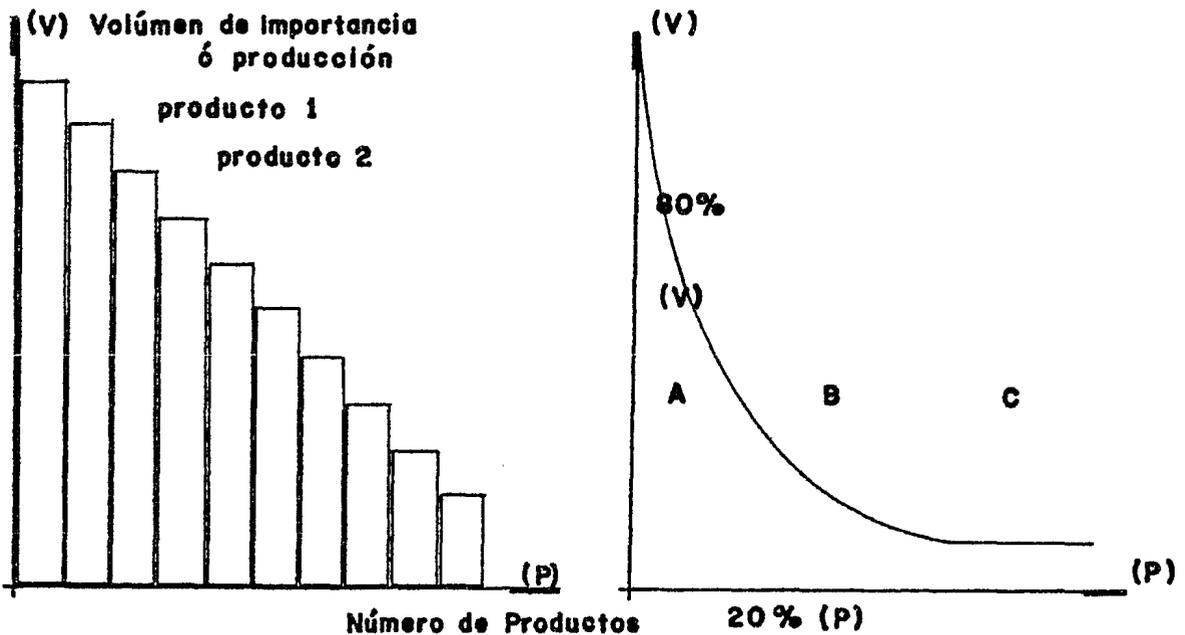


FIGURA 2.2 LEY DEL 80-20 O INVENTARIOS ABC.

Finalmente cabe resaltar que de ninguna manera la planeación integral arrojará como resultados un programa detallado de producción, en otras palabras los resultados obtenidos deberán ser y constituir un programa agregado de producción (un programa general) que servirá como base importante en la elaboración de programas detallados de producción y además una base fidedigna para las decisiones de los ejecutivos directamente involucrados en el sector productivo.

Cabe mencionar, que la decisión final siempre será tomada por el sentido común, la experiencia y los conocimientos de las personas familiarizadas con el problema y no de los resultados heurísticos de un algoritmo de cómputo. Esto es - la metodología de solución será siempre la parte cuantitativa del problema y la parte cualitativa será de los directores de producción.

CAPITULO III : LA REGLA DE DECISION POR BUSQUEDA (SDR)

III.1 CONCEPTOS GENERALES

Gracias al desarrollo de más y mejores elementos de cómputo, ha sido posible crear algoritmos heurísticos iterativos en busca de cercanos a un óptimo para resolver problemas de producción.

William H. Taubert en 1971, desarrolló una metodología básica de la regla de decisión por búsqueda SDR (Search Decision Rule), utilizando como funciones objetivo las ecuaciones de costos de una fábrica de pinturas, las cuales fueron optimizadas por la técnica de la regla de decisión lineal y posteriormente con la SDR usando una subrutina de optimización en una superficie matemática hiperespacial.

En esencia, el enfoque propone la construcción del modelo de costos o beneficios de la manera más realista posible, expresándolo en la forma de una subrutina de computadora que tenga la capacidad de calcular el costo asociado a cualquier conjunto dado de valores, de las variables de decisión; matemáticamente la subrutina define una superficie de respuestas de costos multidimensional, cuya dimensión está determinada por el número de variables de decisión y el número de periodos de tiempo incluidos en el horizonte de planeación.

III.2 FORMULACION DEL MODELO DE DECISION.

La Figura 3.1 representa el modelo de un sistema de producción de una etapa donde se tiene que tomar una serie de decisiones (D_1), dado un conjunto de restricciones (P_1), -- unas condiciones iniciales (S_0); además esta etapa se tendrá que relacionar con la inmediata posterior (S_1).

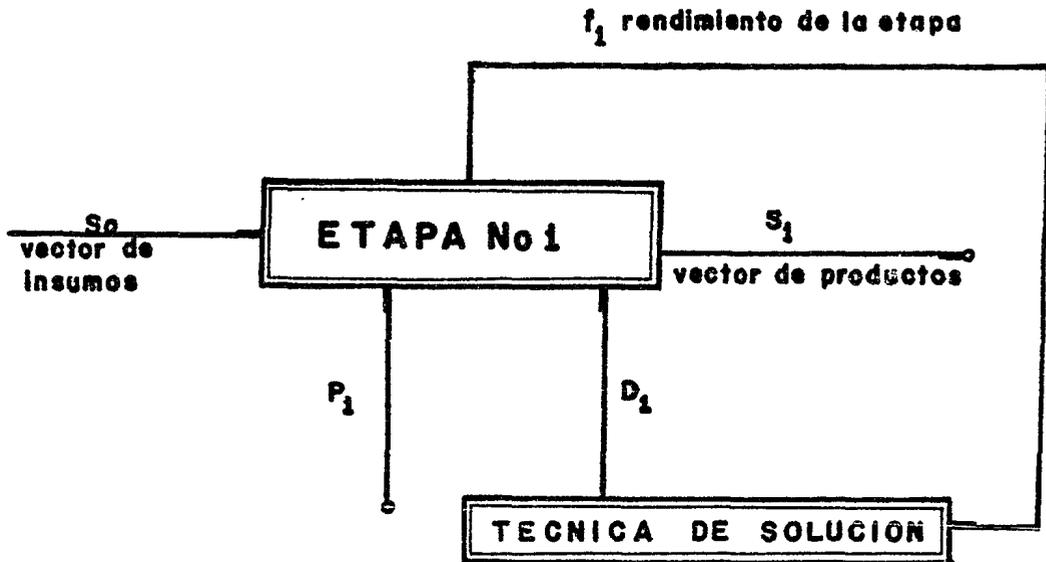


FIGURA 3.1 SISTEMA DE DECISIONES EN PLANEACION INTEGRAL.
(UNA ETAPA).

A éste sistema se le llamará homogéneo si las funciones de costo en las etapas individuales son idénticas y heterogé

neo en caso contrario, un sistema heterogéneo será cuando la empresa planee una reorganización o instalación de nuevo -- equipo, la introducción de un producto nuevo, la revisión de salarios o de los incrementos en los costos de sus insumos o recursos.

En la Figura 3.2 se observa el modelo gráfico que describe el comportamiento real de una empresa a través del tiempo, en el cual la rutina de análisis por computadora trata de optimizar simultáneamente todas las etapas y en consecuencia deberá ocuparse de una superficie de respuestas cuya dimensionalidad está determinada por el producto del número de decisiones por etapa (K) y el número de etapas (N) del horizonte de planeación.

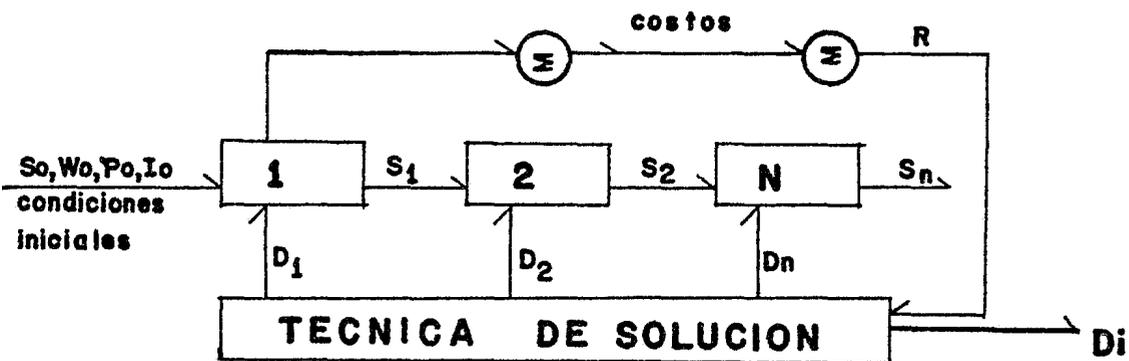


FIGURA 3.2 SISTEMA DE DECISIONES DE PLANEACION INTEGRAL (VARIAS ETAPAS)

La solución de análisis por computadora del modelo SDR proporciona decisiones para cada mes dentro del horizonte de planeación de N meses, siendo las decisiones proporcionadas para cada etapa óptimas con respecto al sistema total de N - etapas, en lugar de serlo con respecto a la etapa en particular.

III.3 SISTEMA DE PROGRAMACION DEL SDR.

El sistema de programación del SDR se compone de un programa principal y de dos subrutinas, una de ellas contiene la rutina de análisis y la otra el modelo de costos.

En la Figura 3.3, aparece la secuencia de operación del sistema. El programa principal asigna valores a todas las variables y lee: el pronóstico de ventas, el vector de decisión inicial y el vector de estado inicial. El programa principal llama entonces a la subrutina de análisis, para que explore sistemáticamente en la superficie de respuestas del modelo de costos, hasta que alcance el límite del número de evaluaciones del modelo de costos o hasta que no se pueda encontrar otro punto mejor. La rutina de análisis varía continuamente los componentes del vector de decisión, en un intento por minimizar el costo total de operación en el horizonte de planeación completo. Al concluir el análisis, vuelve el control al programa principal para la impresión del vector de -

decisión final y proporcionar información relativa a la evaluación del modelo de costos.

El tiempo de computadora típico para un análisis de la SDR completo, fluctúa entre tres segundos y dos minutos en la mayoría de las computadoras de tamaño mediano, según sea la complejidad del modelo de costos.

Sin embargo, no se debe de perder de vista que el algoritmo por sí mismo pierde importancia si no se ha hecho un cuidadoso ensamble entre el sistema en estudio y la técnica de solución, previa definición de la estructura del problema; éste puede ser:

Lineal o no lineal

Estático o dinámico

Continuo o discreto en el tiempo

Continuo o discreto en valores

Determinístico o estocástico

De una sola o de múltiples etapas.

En el caso particular de Polifil, S.A. el sistema es:

No lineal,

Dinámico,

Discreto en el tiempo,

Discreto en valores y

Estocástico.

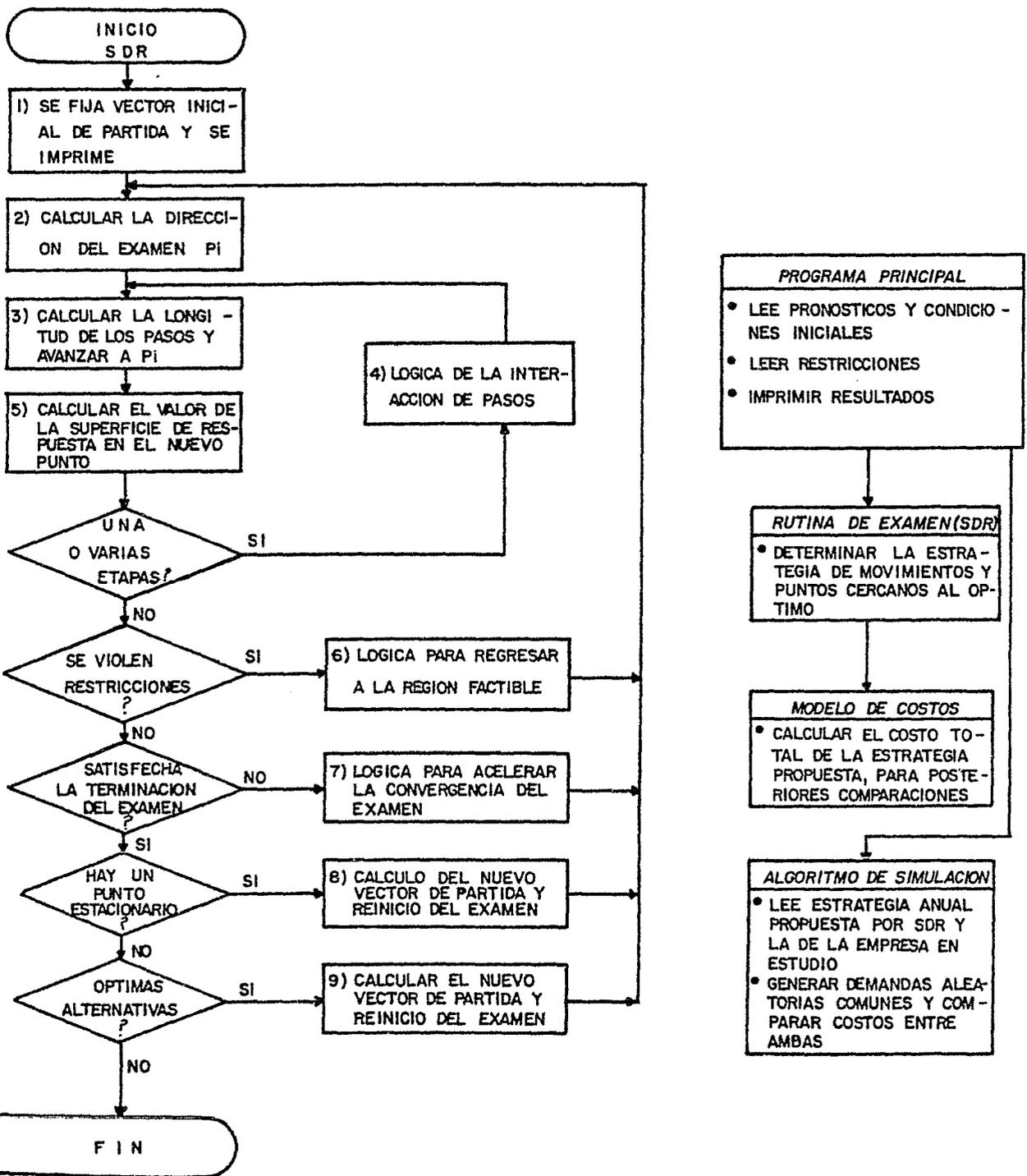


FIGURA 3.3 SISTEMA DE PROGRAMACION SDR Y SUBROUTINAS EMPLEADAS

Dado que definir un sistema con las características anteriores es casi imposible se establecerá la función objetivo a optimizar con las siguientes suposiciones.

ECUACION GENERAL:

$$CT = \sum_{t=1}^N C_t$$

DONDE: N = Número de etapas en el horizonte de planeación.

CT = Costo total

Y se desarrolla de la siguiente manera:

$$CT = [C1 W_t + C2 (W_t - W_{t-1})^2 + C3 (P_t - C4 W_t)^2 + C5 P_t - C6 W_t + C7 (I_t - C8 - C9 S_t)^2]$$

DONDE:

$C1W_t$: Representa los costos de la nómina regular

En la Figura 3.4. aparece ésta relación como una función lineal de costo.

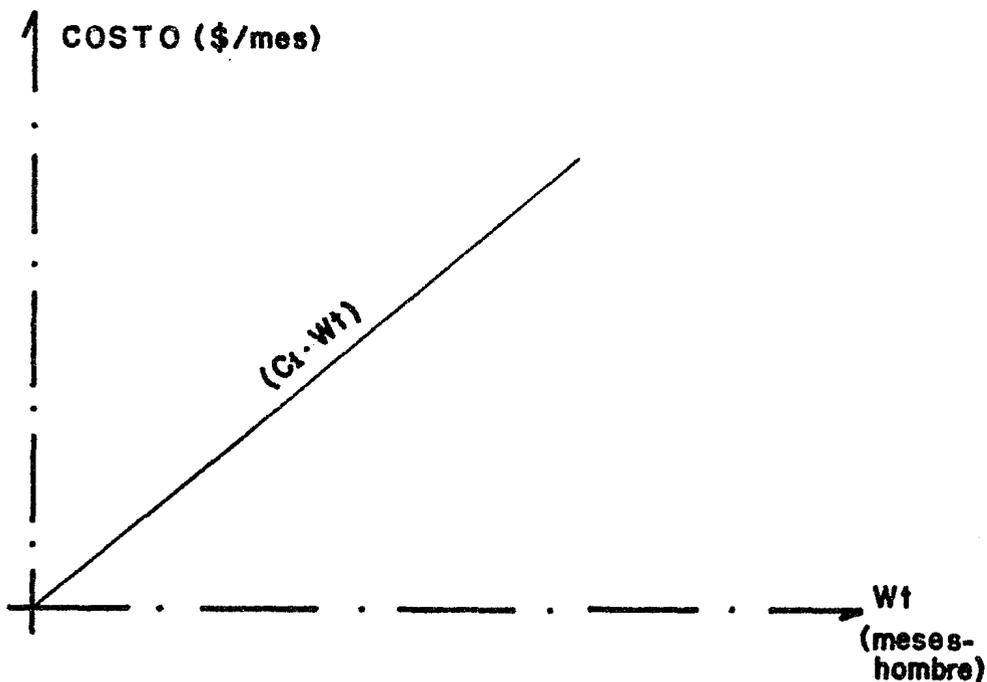


FIGURA 3.4 ECUACION DEL COSTO DE LA NOMINA REGULAR.

DONDE: W_t = Fuerza de trabajo en el presente periodo
 C_1 = Constante.
 $C_2 (W_t - W_{t-1})^2$: Representa los costos de contrataciones y liquidaciones los cuales aumentarán, en función del número de empleados contratados o despedidos, siendo mayores en el caso de despidos grandes que en el caso de despidos pequeños, de ésta manera los costos se aproximan a una función cuadrática como se ve en la Figura 3.5.

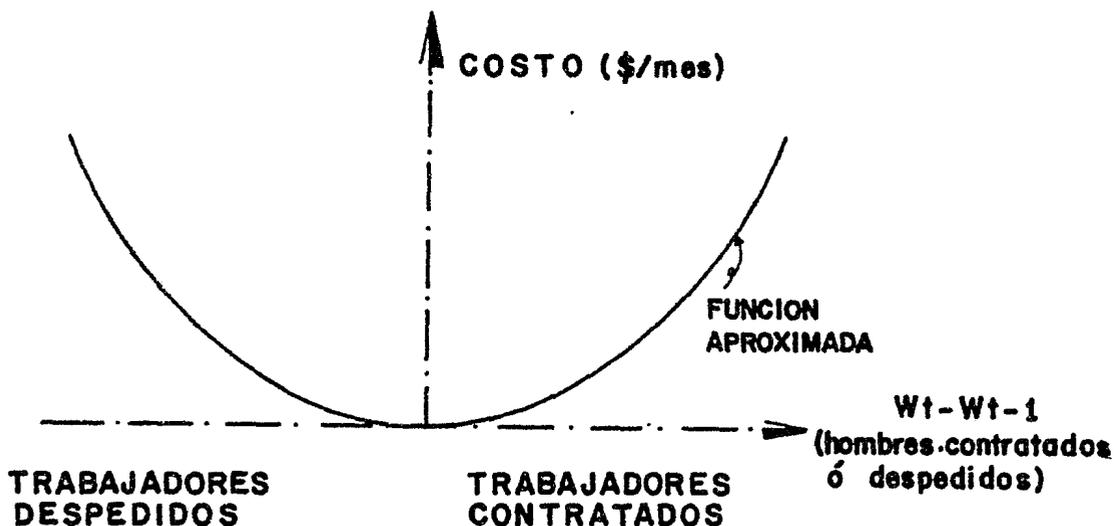


FIGURA 3.5 ECUACION DEL NIVEL DE CONTRATACIONES O DESPIDOS.

DONDE:

W_t = Fuerza de trabajo en el presente periodo

W_{t-1} = Fuerza de trabajo en el periodo inmediato anterior.

C_2 = Constante.

$C_3 (P_t - C_4 W_t)^2 + C_5 P_t - C_6 W_t$: Determina el costo de horas extras y de tiempo ocioso, esto es, si el tamaño de la fuerza de trabajo se mantiene constante, los cambios de la tasa de producción podrán absorberse mediante horas extras o tiempo ocioso. El costo del tiempo ocioso se paga a las tasas normales de nómina, mientras que el costo de las horas extras depende de la magnitud de la fuerza de trabajo (W) y de la tasa de producción (P).

Los términos lineales $C_5 P_t - C_6 W_t$ sirven para mejorar -

la aproximación de la curva, mostrada en la Figura 3.6.

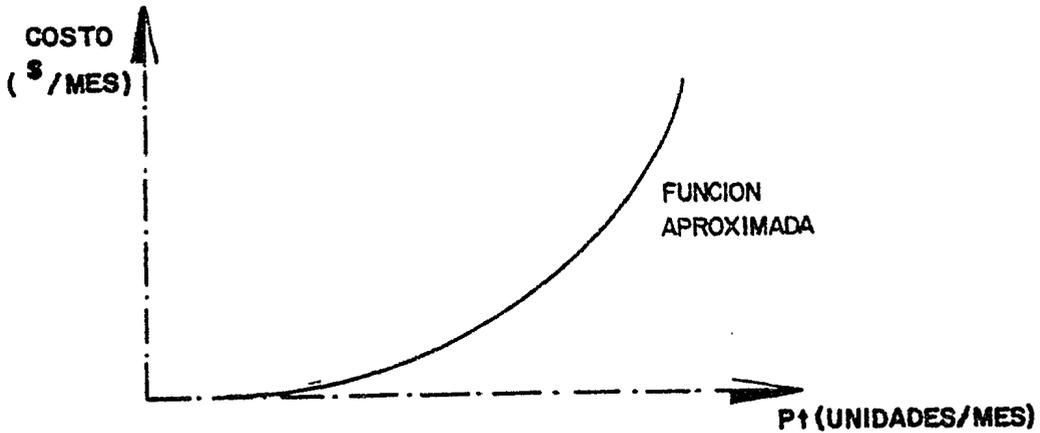


FIGURA 3.6 FUNCION DEL COSTO DE HORAS EXTRAS.

DONDE:

W_t = Fuerza de trabajo en el presente periodo

P_t = Tasa de producción en el presente periodo.

$C5, C6$ = Constantes de ajuste.

$C7(I_t - C8 - C9S_t)^2$: Representa los costos de inventarios y pedidos pendientes, esto es, cuando los inventarios se alejan de un nivel ideal ocasionan costos de pedidos pendientes o de ventas perdidas.

La función de éstos dos costos se representa en la Figura 3.7.

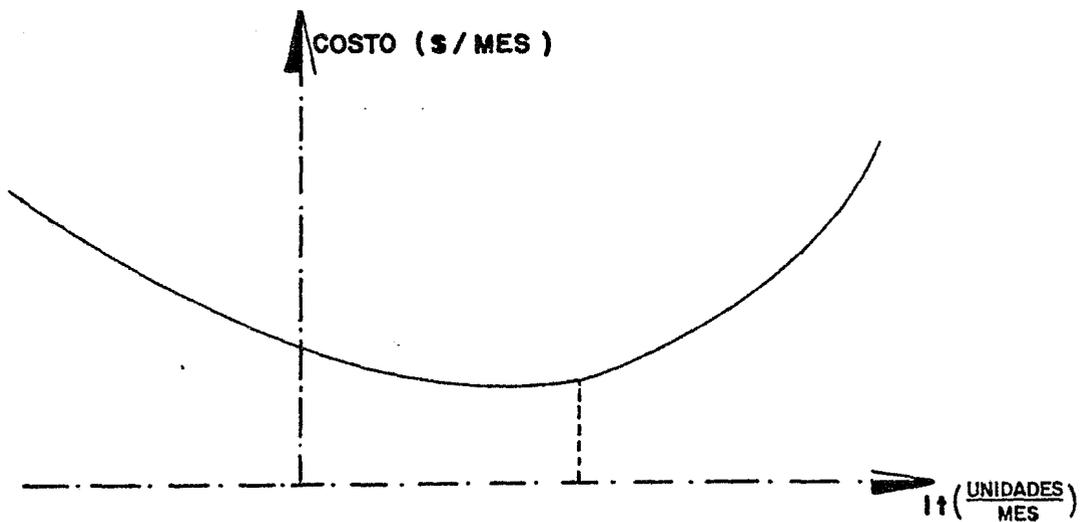


FIGURA 3.7 ECUACION DE COSTOS ASOCIADOS AL NIVEL DE INVENTARIO.

DONDE:

- I_t = Inventario neto en el presente periodo
- S_t = Tasa de pedidos (demanda) en el presente periodo.
- $C7$ = Constante de ajuste.
- $C8$ y $C9$ = Constantes de ajuste.

Para cualquier periodo particular la suma de éstos términos componentes del costo total, representa una función que debe ser reducida al mínimo, pero la decisión de cada mes tiene efectos de costos que se extienden en el horizonte de planeación del tiempo, por tanto la ecuación general tendrá que ser extendida a los distintos periodos de planeación

(pueden ser mensuales).

La función objetivo a minimizar $[CT]$, contempla a todos y cada uno de los periodos del horizonte de planeación y será esta la que se introduzca al algoritmo de computación - acompañada de restricciones en las cuatro variables fundamentales (W_t , P_t , I_t y S_t); expresadas en forma de límite superior e inferior.

Ejemplo:

Si en una empresa la fuerza de trabajo normal son 500 - empleados y no se puede despedir a más de 200 ni contratar a más de 150, debido a restricciones sindicales, condiciones - de trabajo y operaciones mismas de la planta; entonces W_t - asumirá sólo valores comprendidos entre 650 y 300 en el algoritmo de cómputo, no pudiendo asumir ningún otro.

Esto es de una manera general el modelado de nuestras - políticas de decisión, en el problema de planeación integral la metodología más detallada y aplicada a un caso en particular se verá en el siguiente Capítulo.

III.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA SDR.

VENTAJAS:

1. Permite variar la estructura matemática de una etapa a otra (etapas heterogéneas), de manera que se pueden preveer cambios anticipados en el sistema; tales como la -

introducción de nuevos productos o equipos de producción, reorganización, aumento de salarios, etc.

2. Proporciona al gerente de operaciones un conjunto de las decisiones corrientes y al futuro.
3. Permite la optimización de la toma de decisiones no agregadas.
4. Se presta para el desarrollo de modelos evolutivos de costos y proporciona soluciones en cualquier punto del proceso iterativo.
5. Facilita el análisis de sensibilidad y proporciona datos de sensibilidad mientras la rutina de análisis converge hacia una solución.
6. Maneja fácilmente el descuento de los flujos de efectivo, las funciones de utilidad no lineales, las funciones objetivo múltiples y las restricciones complejas.
7. Ofrece la posibilidad de resolver muchos problemas de planeación de operaciones, que de otra manera son insolubles.

DESVENTAJAS:

1. La optimización con el empleo de las rutinas de análisis por computadora es un arte, actualmente resulta a priori afirmar qué rutina de análisis proporcionará el mejor desempeño en una función objetiva particular.
2. Las decisiones tomadas por ésta metodología pueden no -

representar el óptimo global absoluto y en general no lo representan.

3. La dimensionalidad de la superficie de respuestas parece ser un factor limitante.

CAPITULO IV : METODOLOGIA DE APLICACION DEL SDR,

IV.1 PRONOSTICOS DE DEMANDA.

En la aplicación del SDR es muy importante que se siga la siguiente metodología:

1. Obtención de demanda histórica más de 5 años.
2. Obtención de los costos de nómina regular, contratación y despido, horas extras, subcontratación y mantenimiento de nivel de inventario.
3. Pronósticos de demanda por mes.
4. Modelado del sistema de costos y obtención del valor numérico de las constantes.
5. Implementación y optimización del modelo matemático con la subrutina SDR.
6. Obtención e interpretación de los resultados.

La Tabla 4.1, muestra los resultados obtenidos para los pronósticos de demanda.

MES	DENIER/1	DENIER/2	DENIER/3
Enero	1679	3583	8576
Febrero	1364	2857	7574
Marzo	986	1995	5123
Abril	713	1496	3452
Mayo	545	1068	2450
Junio	484	1043	2339
Julio	482	1043	2561
Agosto	356	771	2227
Septiembre	419	997	2561
Octubre	797	1905	4232
Noviembre	1070	2358	6126
Diciembre	1595	3538	8465

TABLA 4.1 DEMANDA ESPERADA PARA 1983. (TONELADAS)

Los valores obtenidos son el resultado de un ensayo donde se aplicaron diferentes métodos para pronosticar, tales como: regresión lineal, ajuste de curva logarítmica, ajuste de curva de potencia, ajuste de curva exponencial; cuyo coeficiente de correlación fué en el mejor de los casos 0.6, por lo tanto se desecharon. Los métodos que fueron mejores son los siguientes: promedio móvil simple, promedio móvil ponderado, promedio móvil ponderado con ajuste de tendencia,

promedio exponencial, promedio exponencial ponderado y promedio exponencial ponderado con ajuste de tendencia. Los métodos anteriores son especialmente buenos cuando la demanda muestra un comportamiento estacional como se aprecia en la siguiente Figura 4.2.

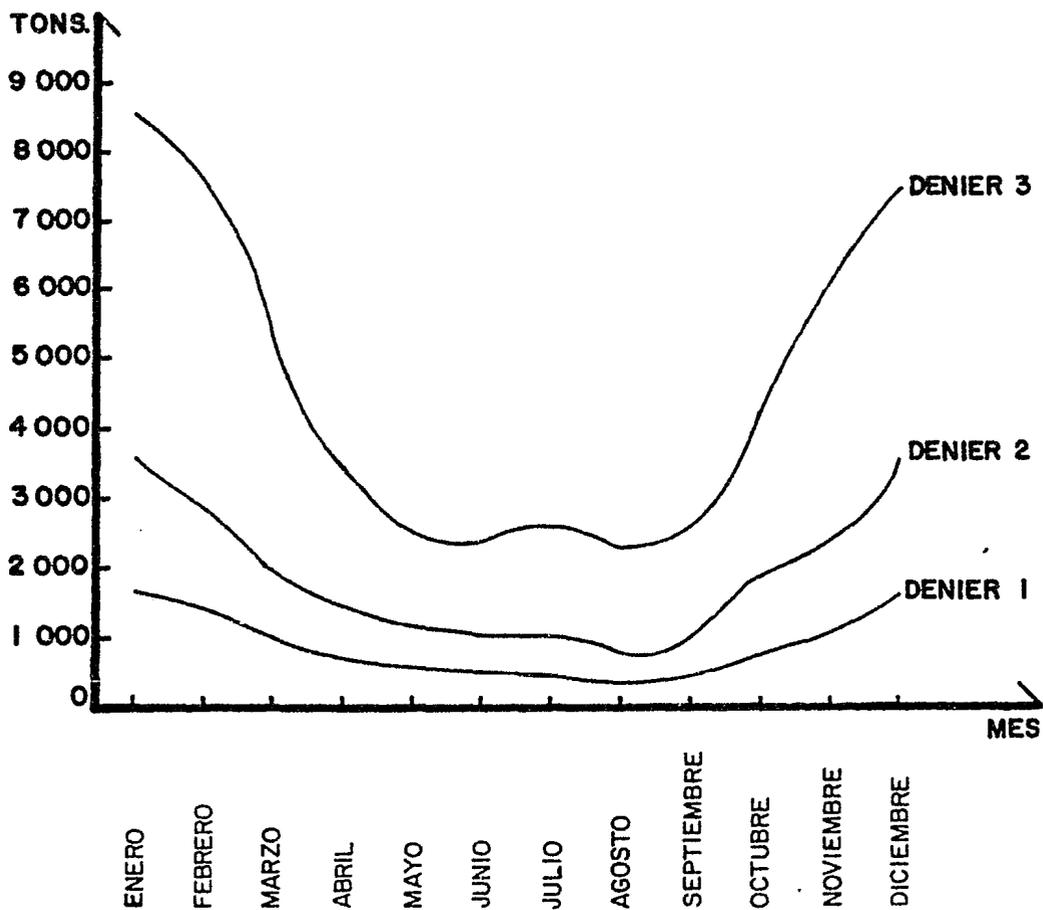


FIGURA 4.2. GRAFICA DE DEMANDA MENSUAL PARA 1983.

(POLIFIL-C.T.P.)

Como se observa, las mayores demandas se dan en noviembre, diciembre, enero y febrero; lo cual es obvio en esta empresa que registra sus mayores ventas en los meses en que hace frío; lo cual se repite cíclicamente todos los años y esto hace necesario distribuir mensualmente los recursos de la empresa para cada mes, de tal forma que se incurra en un costo mínimo anual, para cada decisión que se tome con respecto a dichos recursos.

IV.2 MODELADO Y OBTENCION DE LAS CONSTANTES.

Industrias Polifil, S.A., es una empresa que fabrica diversas fibras a partir del polipropileno como materia prima. La planta se divide en dos pequeñas subempresas: Filamento Contínuo y Fibra Corta. Fibra Corta tiene una gran variedad de productos que se usan en la confección de ropa, alfombras, y tapices. Filamento Contínuo tiene a su vez distintos productos finales como son:

- Hilo Taslán (para vestiduras de autos)
- Hilo Ratti (para medias)
- Hilo Rieter (para ropa interior de dama)
- Hilo C T P (para colchas)
- Estambre (para suéteres)
- Tercioplana (para tapices y alfombras)

La Figura 4.3, muestra el diagrama de proceso general -

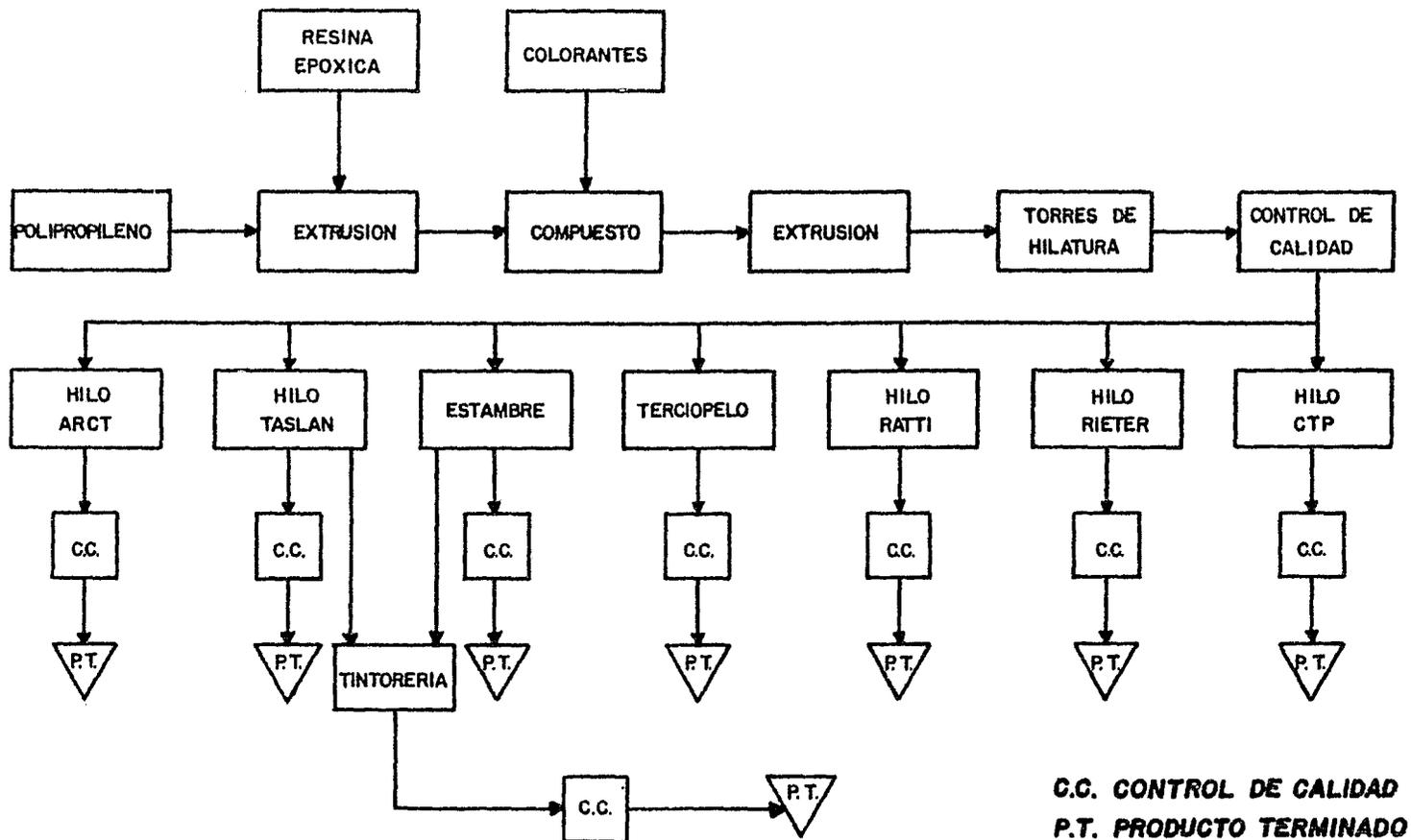
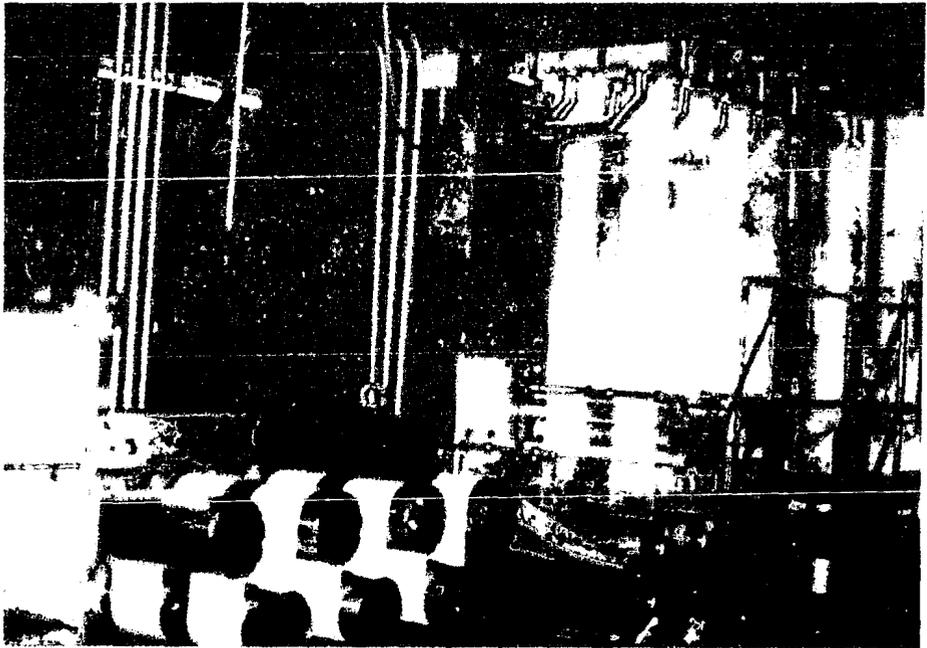


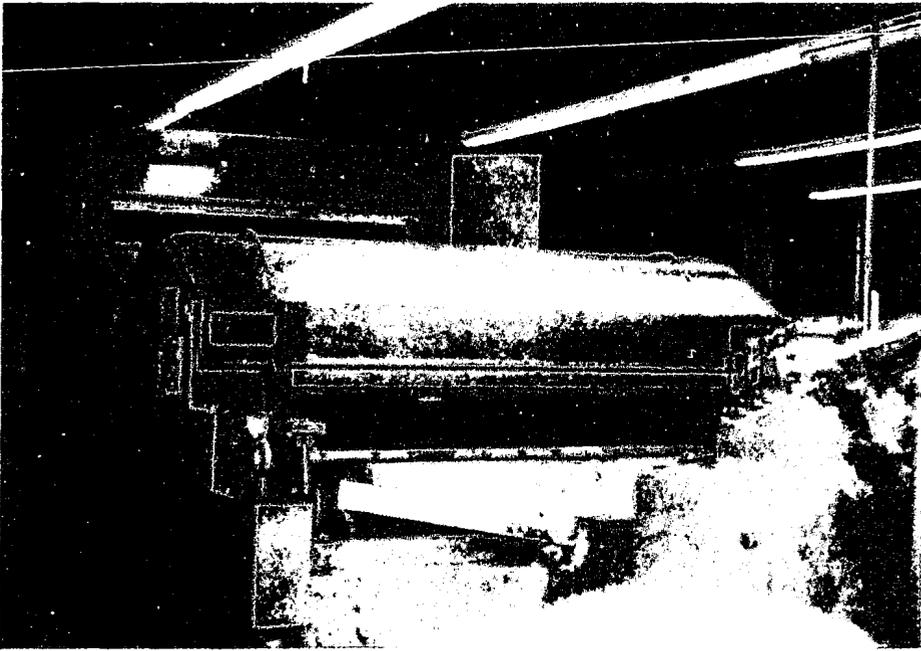
FIGURA 4.3: DIAGRAMA DE PROCESO DE INDUSTRIAS POLIFIL, S. A.
DEPTO. FILAMENTO CONTINUO



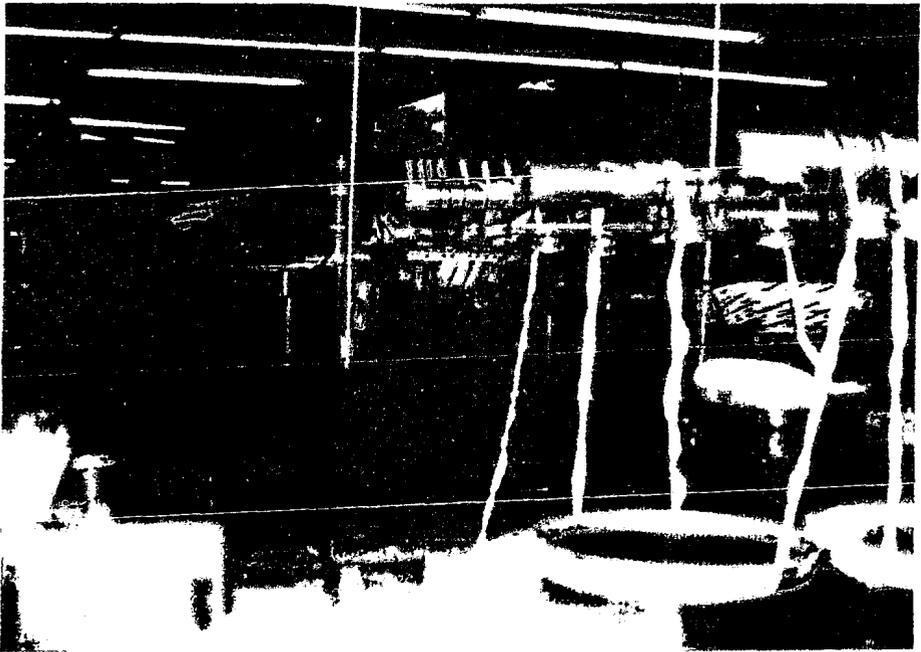
POLIFIL, S. A.



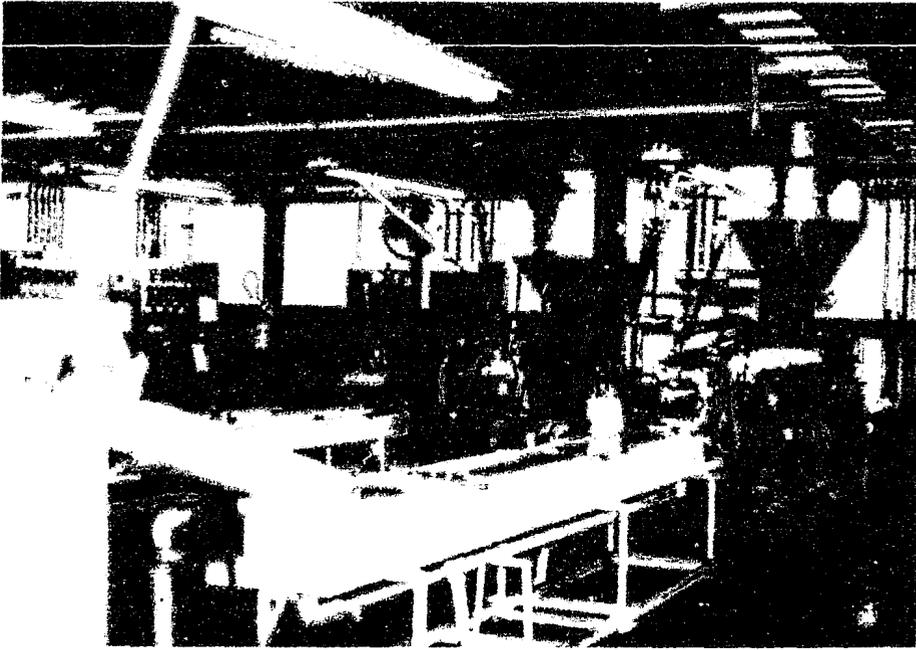
HILATURA FIBRA CORTA.



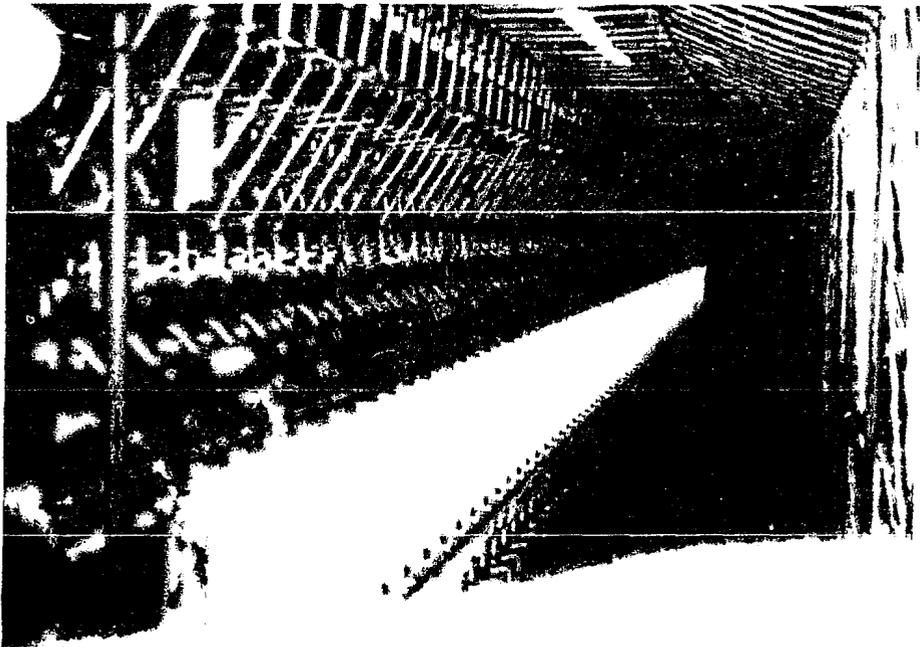
PEINADOR FIBRA CORTA.



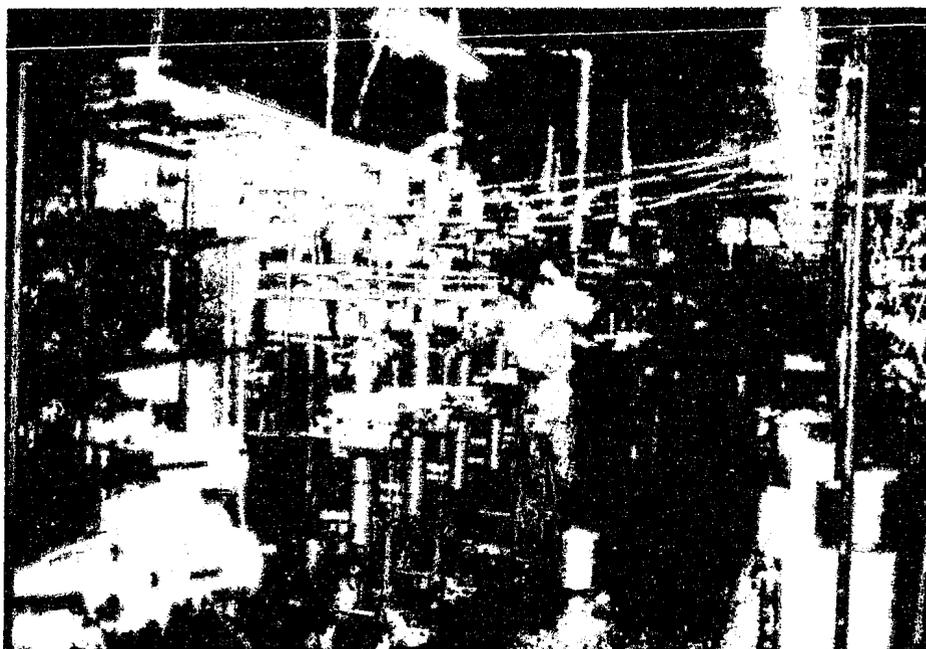
ESTIRADO Y FROTADO FIBRA CORTA.



COMPUESTO FILAMENTO CONTINUO.



HILO RIETER FILAMENTO CONTINUO.



HILO RATTI FILAMENTO CONTINUO.



HILO CTP (COLCHAS) FILAMENTO CONTINUO.

de ésta industria.

Este estudio se aplicó concretamente en el Departamento de C.T.P. por ser una de las entradas más importantes de la empresa económicamente hablando, dado que exporta el 40% de su producción; el motivo de su elección se apoyó en la Ley - del 80-20 anteriormente descrita.

La ecuación que representa a Industrias Polifil, S.A., - podría ser:

$$CT = \sum_{t=1}^{12} [C1W_t + C2(W_t - W_{t-1})^2 + C3(P_t - C4W_t)^2 + C5P_t - C6W_t + C7(I_t - C8)^2]$$

La ecuación anterior define en su primer término los - costos de la nómina regular, en su segundo término costos de contratación y liquidación, en su tercer término costos de - horas extras y en su último término costos asociados con los niveles de inventario. Que variarán desde t=1 (enero) hasta t=12 (diciembre), para cada uno de los tres Deniers distintos que se manejan en C.T.P. (Denier es una medida que relaciona el largo de una fibra, con su peso en gramos). Además, el nivel de inventario está definido de la siguiente manera: $I_t = I_{t-1} + P_t - S_t$; lo cual quiere decir que el nivel de inventario al principio de ese mes (I_{t-1}), más lo que se produzca (P_t), menos la demanda en kilogramos (S_t).

Con respecto a la ecuación que define la nómina regular la constante (C1) que se obtendrá deberá estar relacionada -

con el salario mensual de un operario más su factor de carga social, que en nuestro caso es el mismo para los tres productos manufacturados en este departamento y para cada uno de los tres turnos. Siendo en éste caso particular igual a --- 24,000\$/mes, quedando éste término de la ecuación como sigue:

$$24,000 \times W_t$$

Con respecto a la ecuación que define la contratación y despido se tabuló cuánto costaba despedir de 1 a 6 personas, y además cuánto costaba contratar de 1 a 6 personas con estos datos, se ajustó por el método de mínimos cuadrados una curva de segundo grado y quedó de la siguiente forma:

$$5100 \times (W_t - W_{t-1})^2$$

donde se ve que la constante (C2) es igual a 5100 para los tres productos, todos los meses.

Con respecto a la ecuación que define el costo de horas extras, Polifil, S.A. trabaja las 24 horas del día durante todos los días del mes pero no a plena capacidad, existen máquinas disponibles; además por un convenio entre la empresa y el gobierno, no se podrán hacer despidos masivos de personal lo que implica que no se puede eliminar ningún turno. Por lo anteriormente expuesto no será considerado para nuestro caso concreto, ya que no tiene sentido hablar de él.

Finalmente se procede a obtener el valor numérico de las tres ecuaciones de segundo grado, que definen el costo asociado a distintos niveles de inventario para cada uno de

nuestros productos. La metodología consistió en tabular costos por un lado y el nivel de inventarios por otro, posteriormente se ajustó por el método de los mínimos cuadrados una curva de segundo grado que su forma general es la siguiente:

$$Y = AX^2 + BX + C \quad \text{donde } X = I_t$$

y las tres curvas ajustadas tuvieron un coeficiente de correlación superior a 0.9. El costo asociado a cada nivel de inventarios contempla: costos de mantener, costos de faltante, y costos de preparar una orden de producción. Tabla 4.4.

De acuerdo con:

$$Y = AX^2 + BX + C$$

las ecuaciones finalmente quedaron así:

$$\text{DENIER/1} = 0.02769X^2 - 58.319X + 64535$$

$$\text{DENIER/2} = 0.00749X^2 - 33.238X - 82555$$

$$\text{DENIER/3} = 0.00240X^2 - 21.488X + 114116 \quad \text{donde } X = I_t$$

Ahora bien, habrá que tomar en cuenta las siguientes consideraciones para cada DENIER:

DENIER/1 Disponibles de 2 a 3 máquinas un operario - asociado a cada máquina.

Producción = 106 Kgs./maq./turno/mes.

Variaciones de personal = 6 a 9 operarios (tres turnos)

DENIER/2 Disponibles de 2 a 3 máquinas.

Un operario asociado a cada máquina.

Producción = 210 Kgs./maq./turno/mes.

Variaciones de personal = 6 a 9 operarios.
(tres turnos).

DENIER/3 Disponibles de 2 a 4 máquinas.
Un operario asociado a cada máquina.
Producción = 476 Kgs./maq./turno/mes.
Variaciones de personal = 6 a 12 operarios.
(tres turnos).

Por lo tanto las ecuaciones que definen al nivel de inventario al final de cada mes, para cada DENIER son:

$$\text{DENIER/1-I}_t = 0.02769 (I_t)^2 - 58.319 I_t + 64535$$

$$\text{DENIER/2-I}_t = 0.00749 (I_t)^2 - 33.238 I_t - 82555$$

$$\text{DENIER/3-I}_t = 0.00240 (I_t)^2 - 21.488 I_t + 114116$$

Finalmente la ecuación del costo total integral queda como sigue:

$$\begin{aligned} \text{CT} = \sum_{t=1}^{12} & [24,000 W1_t + 5,100(W1_{t-1})^2 + 0.02769(I1_t)^2 - 58.319I1_t \\ & + 64,535 \\ & + 24,000 W2_t + 5,100(W2_t - W2_{t-1})^2 + 0.00749(I2_t)^2 \\ & - 33.238 I2_t - 82.555 \\ & + 24,000 W3_t + 5,100(W3_t - W3_{t-1})^2 + 0.00240(I3_t)^2 \\ & - 21.4888 I3_t + 114,116] \end{aligned}$$

Sujeto a las siguientes restricciones:

$$\text{DENIER/1} - I1_t = I1_{t-1} + 106 W1_t - S1_t$$

$$\text{DENIER/2} - I2_t = I2_{t-1} + 210 W2_t - S2_t$$

DENIER 1		DENIER 2		DENIER 3	
Kgs.	\$	Kgs.	\$	Kgs.	\$
200	54,000	500	68,000	1000	95,000
400	45,500	1000	57,000	2000	80,000
600	39,500	1500	49,500	3000	71,000
800	35,500	2000	46,000	4000	66,500
1000	34,000	2500	46,500	5000	67,000
1200	34,500	3000	50,000	6000	71,500
1400	37,000	3500	58,000	7000	81,500
1600	42,000	4000	69,500	8000	96,000
1800	50,000	4500	84,500	9000	115,000
2000	58,500			10000	139,000

TABLA 4.4.

$$\begin{aligned} \text{DENIER/3} - I3_t &= I3_{t-1} + 476 W3_t - S3_t \\ \text{DENIER/1} - 6 &\leq W1_t \leq 9 \quad 200 \leq I1_t \leq 2000 \\ \text{DENIER/2} - 6 &\leq W2_t \leq 9 \quad 500 \leq I2_t \leq 4500 \\ \text{DENIER/3} - 6 &\leq W3_t \leq 12 \quad 1000 \leq I3_t \leq 10000 \end{aligned}$$

Con lo anterior queda completamente definido el modelo integral de costos asociados a cada DENIER, en el departamento objeto de nuestro estudio, quedando como siguiente paso - el implementarlo en la subrutina SDR.

IV. 3 RESULTADOS OBTENIDOS

Se hicieron varias corridas de la subrutina, (ver Apéndice 1) con distintos niveles de inventario inicial (correspondientes al mes de diciembre) para cada DENIER y se observó lo siguiente:

1.	INVENTARIOS	Costo de operación del	
	MINIMOS	sistema	\$1'098,500.00
		Costo óptimo:	\$ 646,220.00
		Porcentaje de mejoría:	41.17%
		Meses en los que no fué cubierta la demanda en un 100%:	5 meses
2.	INVENTARIOS	Costo de operación del	
	MEDIOS.	sistema:	\$1'318,600.00
		Costo óptimo:	\$ 583,910.00
		Porcentaje de mejoría:	55.72%

Meses en los que no fué cubierta la demanda en un 100%: 3 meses.

3.	INVENTARIOS	Costo de operación del	
	MAXIMOS	sistema:	\$1'816,800.00
		Costo óptimo:	\$ 577,530.00
		Porcentaje de mejoría:	68.21%
		Demanda insatisfecha:	NULA
4.	INVENTARIOS	Costo de operación del	
	SUPERIORES	sistema:	\$2'304,900.00
	AL MAXIMO	Costo óptimo:	\$ 577,530.00
	EN UN 30%	Porcentaje de mejoría:	74.94%
		Demanda insatisfecha:	NULA

De lo anterior se nota que cualquiera que sea el inventario inicial en el mes de diciembre, siempre se obtendrán - políticas óptimas, con respecto al costo integral; esto es , dado que éste inventario inicial es una variable fuera de - control de la dirección, se podría asegurar a priori, que la planeación integral responde satisfactoriamente al modelo obtenido para la empresa en cuestión.

Surge entonces una pregunta: si se está partiendo de un pronóstico de demanda constante y además la empresa ya tiene su plan integral para todo el año (basados en su propia experiencia y conocimientos): ¿Cuál plan integral responde mejor en cuanto a costo se refiere: ¿el propuesto por SDR? o ¿el -

que ya adoptó Polifil, S.A.?

Esta pregunta sólo podría ser contestada por el desarrollo de la realidad, o sea, en base a observar una demanda - que se comporte lo más cercana a la realidad, ya que se partió de considerarla determinística, lo cual se sabe, (con antelación) que no es verdad. Esto motiva a efectuar un análisis de sensibilidad o gran prueba de fuego, que enfrentará - en sus políticas a SDR vs POLIFIL, S.A.

Para ésto se propone una simulación Montecarlo que vaya variando la demanda aleatoriamente, para cada mes y producto (DENIER), durante los 12 meses del año y un número apropiado de veces (podrían ser 1000), obteniendo un costo integral para cada política y comparándolos entre sí, con el fin de observar quien responde más satisfactoriamente a éstas simulaciones; lo cual será tratado en el siguiente Capítulo.

Por el momento se ha observado que hasta ahora la planeación integral sí cumplió sus objetivos, al menos en éste estudio.

CAPITULO V: SIMULACION

V.1 OBJETIVO DE LA SIMULACION.

Ningún modelo matemático por perfecto que sea, se puede decir que abarca por completo a la realidad que está representando. Como se recordará en el capítulo III se definieron las características de un modelo (lineal o no lineal, estático, o dinámico, continuo o discreto en el tiempo, continuo o discreto en valores, determinístico o estocástico y de una sola o múltiples etapas). Para éste caso, el de la realidad industrial, el modelo debería ser estrictamente hablando:

- * No lineal; ya que el comportamiento de los costos no siempre guardan relaciones directas.
- * Dinámico; ya que el valor de las constantes se ve afectado conforme pasa el tiempo.
- * Discreto en el tiempo; ya que podrían haber huelgas, escasez de materias primas, escasez de refacciones, etc. que paralizaran a la empresa.
- * Discreto en valores; ya que no se está incurriendo en costos los 3600 segundos de las 24 horas del día, en los 365 días del año.
- * Estocástico; ya que se sabe cual es la tendencia de la demanda, más no se sabe a ciencia cierta como se comportará.
- * Y de múltiples etapas; ya que el caso en estudio son los -

12 meses del año.

Sin embargo, en el modelado de un sistema se deberán de hacer consideraciones que simplifiquen la tarea de modelar y poder pasar una realidad física a papel y lápiz, luego entonces es evidente que cualquier modelo, por bueno que sea, siempre tendrá un nivel de incertidumbre, ya que está sujeto al desarrollo de la realidad, que se comporta de una manera aleatoria.

El objetivo principal de la simulación, es el de representar experimentalmente el comportamiento de un fenómeno, reduciendo el tiempo que tomaría esta observación a segundos con la ayuda de la computadora digital. Esto es, el desarrollo del modelo de SDR requiere una "prueba de fuego" que proporcione un análisis de sensibilidad, con el cual se pueda observar experimentalmente el comportamiento de la realidad, a través de demandas aleatorias asignadas al modelo.

Todo esto con el fin de poder predecir con anticipación la bondad y confiabilidad de los resultados obtenidos con el SDR, con el objetivo de reducir el nivel de incertidumbre.

Sin embargo, en muchos casos donde la realidad es muy compleja y resulta imposible modelar un algoritmo capaz de describir el comportamiento de dicha realidad, la simulación es una gran herramienta.

Y en éste caso, existen incluso lenguajes de programación especialmente diseñados para tal fin, como es el caso -

del simulador DYNAMO.

V.2 DESARROLLO DEL MODELO DE SIMULACION.

La Figura 5.1 nos ilustra el diagrama de flujo del algoritmo de cómputo de la simulación Montecarlo, aplicada a experimentar a lo largo del horizonte de planeación, con las políticas arrojadas por el modelo SDR vs. el modelo de costos adoptado por la empresa en estudio.

Lo anterior se logró simplemente sustituyendo en el modelo de costos integral demandas aleatorias para cada mes y por producto, esto es, en el modelo SDR la demanda era un parámetro constante que provenía de los pronósticos de demanda, el cual en la simulación pasó a ser una variable independiente asignada por números aleatorios ajustados dentro de los límites de las demandas máxima y mínima observadas en datos históricos (cinco años). Asimismo lo que eran variables a ser optimizadas en el modelo SDR (Tasa de Producción, Inventarios, Fuerza de Trabajo), pasaron a ser constantes que se obtuvieron de las políticas propuestas por el modelo SDR y que se confrontan contra un modelo de costos integral similar donde fueron sustituidas las políticas de la empresa Polifil puesto que ellos ya tenían su planeación integral para todo el año. Figura 5.2.

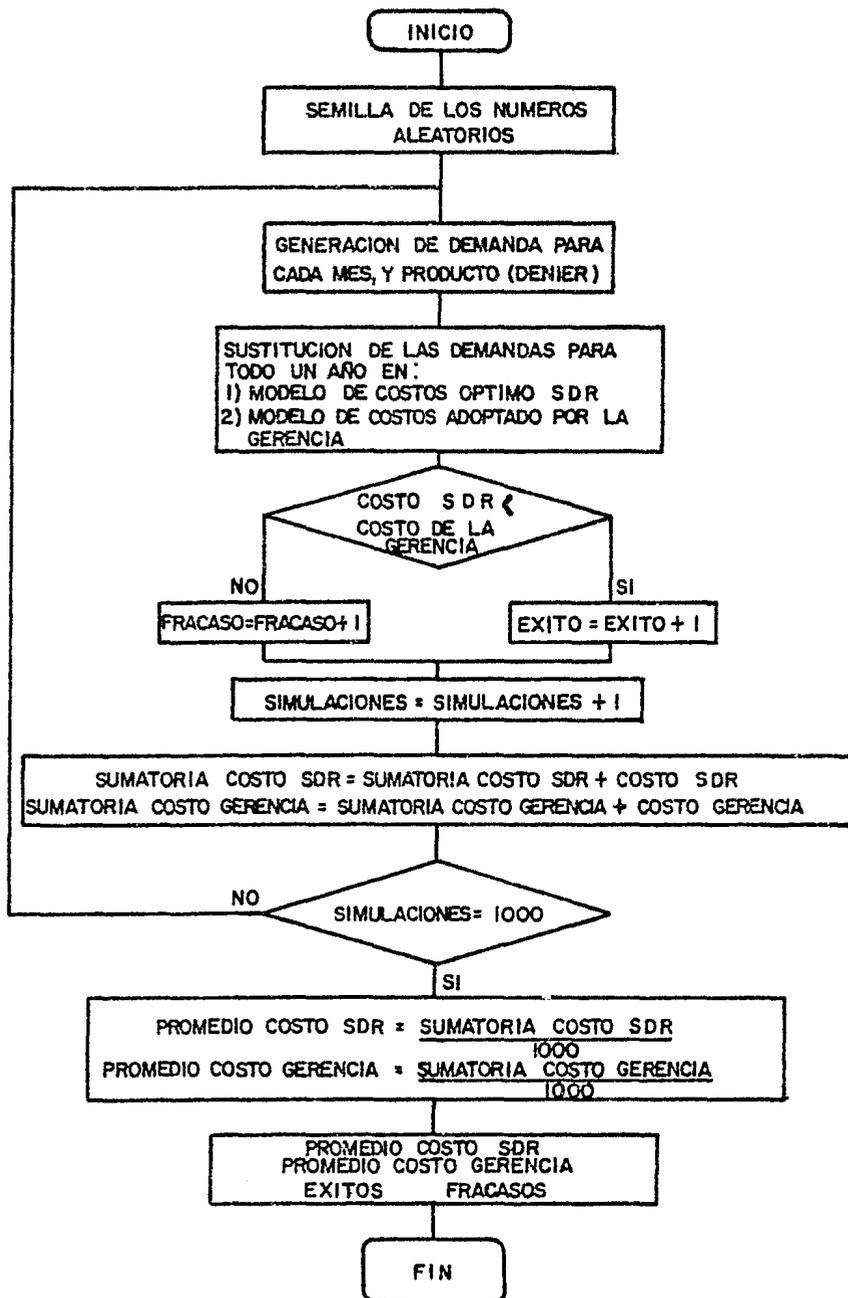


FIGURA 5.1 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SIMULACION MONTECARLO PARA SDR.

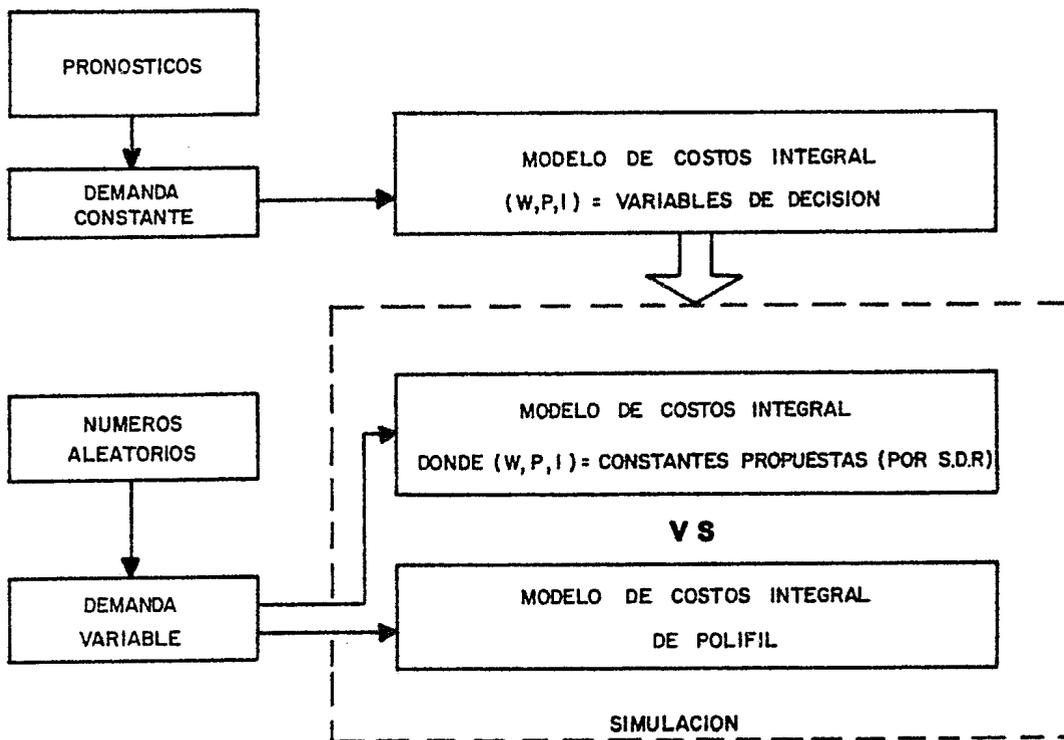


FIGURA 5.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE INFORMACION.

De ésta manera, se sustituyen las 36 variables independientes correspondientes a las demandas de los 12 meses para los tres productos, en forma de una demanda aleatoria en ambos modelos de costos, obteniéndose un costo integral total para cada política. Ambos son comparados y si el propuesto - por SDR es menor se considera un éxito y un fracaso en caso contrario; además se obtienen costos promedio para ambas. Esta simulación se puede efectuar un sinnúmero de veces, para nuestro caso se aplicaron 1000, ya que por la ley de los --

grandes números, la distribución de frecuencias tenderá a una distribución de probabilidad conocida y además se logrará un comportamiento lo más real posible. Este método de simulación es conocido como "Simulación Montecarlo".

Finalmente, se corrió el modelo de simulación en la computadora, observándose lo siguiente;

1. Política de Inventarios Mínimos.

154 éxitos vs 846 fracasos

Costo Promedio SDR = \$743,887.20

Costo Promedio Polifil = \$743,850.60

% de diferencia = 0.004% en contra.

2. Política de Inventarios Medios.

759 éxitos vs 241 fracasos.

Costo Promedio SDR = \$779,519.80

Costo Promedio Polifil = \$872,824.20

% de diferencia = 11.97% a favor.

3. Política de Inventarios Máximos.

934 éxitos vs 66 fracasos.

Costo Promedio SDR = \$831,523.00

Costo Promedio Polifil = \$1'259,653.00

% de diferencia = 51.49% a favor.

4. Política de Inventarios Superiores en 30% al Máximo.

981 éxitos vs 19 fracasos.

Costo Promedio SDR = \$810,320.20

Costo Promedio Polifil = \$1'602.220.00

% de diferencia = 97.73% a favor

Las conclusiones se posponen al final del Capítulo VI.

CAPITULO VI : PERSPECTIVAS DE LA PLANEACION INTEGRAL

VI.1 DINAMICA DE SISTEMAS.

Se ha analizado que la base de la Planeación Integral , es un modelo matemático que contempla las fluctuaciones de demanda, el nivel de inventarios, la tasa de producción, la capacidad instalada, la fuerza de trabajo, las horas extras y si conviene la subcontratación o maquila.

Ahora es posible darle a la Planeación Integral, un nuevo enfoque de solución, utilizando la "Dinámica de Sistemas". Enfoque que estudia el carácter que tiene la realimentación de información en los sistemas sociales, económicos e industriales.

Uno de los objetivos de éste Capítulo, es informar y motivar al lector a un desarrollo más amplio del tema, utilizando la técnica de Dinámica de Sistemas, en la solución del problema de la Planeación Integral.

La Dinámica de Sistemas en el área industrial, se enfoca a estudiar las características de la realimentación de información, con el fin de demostrar como la estructura organizativa, la ampliación de políticas y las demoras en las decisiones y acciones, interactúan e influyen en el éxito de una empresa (La industria o la economía nacional).

Esta técnica se desarrolló con la labor de J.W.Forres--

ter y colaboradores, en el Instituto Tecnológico de Massachusetts. En marzo de 1972 fué publicado uno de los primeros estudios de Dinámica de Sistemas, patrocinado por el Club de - Roma, en el cual se trató sobre el crecimiento exponencial - de la población mundial y el agotamiento de nuestros recursos, causando grandes controversias desde su aparición, pero contribuyendo sin duda, a extender la discusión en el mundo, creando conciencia para hacer frente más allá del año 2000 a las necesidades de una población siempre creciente, que utiliza, a tasa acelerada los recursos naturales disponibles, - originando daños irreparables al medio ambiente.

En éste primer estudio se interrelacionaron cinco géneros de variables:

- * Monto y tasa de incremento de la población mundial.
- * Disponibilidad y tasa de utilización de los recursos naturales.
- * Crecimiento del capital y la producción en la industria.
- * Producción de alimentos y
- * Extensión de la contaminación ambiental.

Para un estudio más amplio del tema, sería necesario - profundizar en una serie de conocimientos de Dinámica de Sistemas, como son:

- * Los diagramas causales
- * Los diagramas Forrester

* La formulación de ecuaciones matemáticas traducidas a ecuaciones Dynamo como son: ecuaciones de tasa, de nivel y auxiliares.

Además del conocimiento de comandos y subrutinas que emplea el lenguaje de simulación Dynamo, herramienta utilizada en la técnica para graficar variables, detectar errores de apreciación previos a la simulación y hacer análisis de sensibilidad, variando determinadas condiciones y dejando constantes otras. Creando circunstancias que rara vez se pueden contemplar en el mundo real, además de investigar cambios de safiantes que podrían ser demasiado riesgosos para probarlos en situaciones reales.

De ésta manera tanto el ingeniero como el empresario , pueden tener un laboratorio en el cual sea posible conocer con rapidez y a bajo costo, las respuestas que difícilmente se podrían obtener a partir de ensayos en las empresas.

Por último es importante recalcar que el experimento controlado de laboratorio es una herramienta poderosa cuando es utilizada de manera adecuada, pero el diseño equivocado de un modelo o la interpretación errores de los resultados , podrían traer consecuencias muy graves en la toma de decisiones.

CONCLUSIONES

El desarrollo de este estudio ha pretendido ser en su totalidad, una aportación teórico práctica al campo de las ciencias de la administración, las cuales han observado un notable desarrollo a partir de la Segunda Guerra Mundial.

Se logró ubicar sistémicamente el papel que desempeña la empresa privada dentro del ámbito económico nacional, así como la contribución de la industria textil al producto interno bruto del país y consecuentemente, su relevante importancia como industria productora de bienes de consumo. Destacando el importante papel del Ingeniero Industrial que es, el de elevar la productividad del sector para el cual preste sus servicios; con la finalidad de elevar el nivel de vida de la sociedad en que se desenvuelve. Y fué en éste contexto económico, industrial y productivo, donde se planteó la necesidad de buscar nuevas y variadas herramientas administrativas que respondan de un modo satisfactorio, a los problemas que trae aunados el complejo sistema que representa la realidad industrial moderna.

De ésta manera se incursionó en el estudio y aplicación de un modelo de planeación integral, al que se le aplicó como método de solución "la regla de decisión por búsqueda", que utiliza como apoyo el uso de la computadora digital. Dicho modelo fué aplicado concretamente a una industria del -

ramo textil, Industrias Polifil, S. A. (Grupo Pliana), y en especial a la Dirección de Planeación y Control de la Producción; trabajando paralelamente con la Dirección de la empresa, con la finalidad de poder comparar los resultados de este estudio, con los que la empresa se trazará. Como se observó en el Capítulo IV, la fase de modelado y obtención de resultados plantearon una serie de políticas generales, para la planeación anual de recursos de producción de la empresa, de una manera ampliamente satisfactoria. Sin embargo, dado que éstos resultados fueron obtenidos a priori, se hizo patente la necesidad de comprobar la efectividad y confiabilidad de dichos resultados, lo cual se podía hacer vía desarrollo de la realidad para efectuar una comparación, o mediante un laboratorio en el que dicha realidad se pudiera ensayar. Fué en éste contexto que surgió como alternativa a éste problema, la "Simulación Montecarlo" con la ayuda de la computadora digital.

Y, como se observó en los resultados de la simulación, sólo en la política de Inventarios Mínimos, la planeación efectuada por Polifil, le ganó en cuanto éxitos (846 vs 154) a la propuesta por el modelo en estudio, pero la diferencia en costos promedio no superó al 0.004%, lo cual indica que si se habla de \$743,887.20, una diferencia de \$36.60 es poco significativa.

Luego entonces, se podría afirmar con un nivel de incer

tidumbre del 5%, que en cualquier caso que se aplique la planeación integral a la planeación a mediano plazo, se podrá - asegurar una reducción importante de costos asociados a: nómina regular, horas extras, contratación y despido, tasa de producción y nivel de inventarios.

Aunque es pertinente aclarar que las cuatro políticas - de inventarios correspondieron al nivel de inventario al final de diciembre de 1982, o sea, en condiciones iniciales a principios de 1983. Variables que por supuesto se hallan fuera del control de la Gerencia. A pesar de esto, el modelo de planeación integral en estudio pasó la "prueba de fuego".

Por tanto se puede concluir que en cualquier tipo de industria que observe variaciones de demanda en el tiempo, la aplicación de la planeación integral podrá asegurar siempre un plan general de asignación de recursos óptimo, económicamente hablando. Esto es, el plan general no estará dando por resultado un programa detallado de recursos a la Gerencia, - por el contrario, dicho plan podrá servir como base importante en la elaboración de las tareas propias de programación, así como un documento que ayude en la toma de decisiones al Gerente de producción. Pero, es conveniente aclarar que los resultados obtenidos podrán perder validez, si no se actualizan conforme se vaya avanzando en el tiempo, o sea, lo que - se conoce como retroalimentación de la información.

Luego entonces, se concluye que si se toman en conside-

ración las premisas anteriores, aunadas a la comprensión y -
modelado de la interrelación que guardan los costos asocia-
dos a los recursos en cuestión, y a la retroalimentación de
la información; la planeación integral se convierte en una
herramienta de valor incalculable, para todo aquel que desee
una ayuda en la elaboración de un plan de aprovechamiento -
óptimo de recursos de producción.

Cabe hacer hincapié en la gran ayuda que presta la com
putadora digital en la solución de problemas propios de pro
gramación de la producción, lo cual se hizo patente en el -
desarrollo de éste estudio, tanto en la solución del modelo
de SDR, el de Simulación Montecarlo e incluso en la dinámi-
ca de Sistemas Forrester, que utiliza para ello un paquete
llamado Dynamo. Prueba de ello constituye el hecho de que -
en la actualidad, cada día es mayor el número de empresas -
que están integrando en su administración el uso de la com-
putadora como elemento de apoyo. Es entonces evidente que a
medida que se vayan haciendo progresos administrativos, la
dependencia con ésta máquina será mayor, como mayor deberá
de ser la preocupación por desarrollar Sistemas Software en
focados a facilitar el trabajo en la administración de la -
producción.

Finalmente, es necesario observar que dada la "relati-
va sencillez" del modelo construido en éste estudio, se po-
dría pensar si no sería conveniente ampliar el número de va

riables de decisión, tales como: productividad de la mano de obra, calidad, mayoristas, minoristas, compras, finanzas, - mercadotecnia, ventas, etc., las cuales conforman la compleja realidad industrial.

Obviamente si se contemplan todas éstas variables, la planeación se hace más integral, esto es, se sale del contexto que abarca solamente la planeación y control de la producción, para pasar a formar parte de una planeación a nivel Dirección General de la empresa. Sin embargo, dicha planeación resultaría imposible de ser representada por medio de un modelo matemático, incluso probabilístico.

Es por ésto que la dinámica de Sistemas Forrester se presentó como alternativa viable de solución a éste complejo problema, que básicamente consiste en simular un modelo construido con base a la teoría de sistemas, apoyándose en el concepto de retroalimentación de los mismos y analizando el flujo de información que opera en ellos.

Con esto último, se pretende dar una pequeña aportación a las ciencias de la administración y además se persigue motivar al lector interesado en ello, hacia una nueva posibilidad para estudios posteriores.

A P E N D I C E


```

SUBROUTINE GEJFCT
COMMON X(39), XMAX(37), XMIN(37), MAXTRY, H, TRIALV, Y(39), Z(39), IPAGE,
*DEN1, DEN2, DEN3
Z(1)=DEN1
Z(14)=DEN2
Z(27)=DEN3
X(1)=9
Y(14)=9
Y(27)=12
DO 5 I=2,13,1
J=I+1
K=I+26
Z(I)=Z(I-1)+1.6*(X(I)-Y(I))
Z(J)=Z(J-1)+1.6*(X(J)-Y(J))
Z(K)=Z(K-1)+1.6*(X(K)-Y(K))
TRIALV=24.0+X(I)+5.0*((X(I)-X(I-1))**2)
**+1.2769*(Z(I)**2)-5.317*Z(I)+64.35
**+1.2769*(X(J)+5.0*((X(J)-X(J-1))**2)
**+1.2769*(Z(J)**2)-5.317*Z(J)+64.35+46
**+24.0*(X(K)+5.0*((Y(K)-X(K-1))**2)
**+1.2769*(Z(K)**2)-5.317*Z(K)+64.35
CONTINUE
RETURN
END

```

```

71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94

```

START OF SEGMENT 004

SEGMENT 004 IS 0054 LONG

START OF SEGMENT IS 12CB LONG
FORMAT SEGMENT IS 12CB LONG
FORMAT SEGMENT IS 12CB LONG

SUBROUTINE SDRMIN

```

C* COMMON X(39), XMAX(39), XMIN(39), MAXTRY, N, TRIALV, Y(39), Z(39), IPAGE,
* DIMENSION ST(1), XREST(1)
* REAL AKT(3,2)/"DENIK", "DENIER", "DENIER", "/UNO ", "/DCS ",
* "/TRES "
* REAL FES(13,2)/"DICIEN", "EN RO", "FEBRER", "MARZ", "ABRIL", "MAYO",
* "JUNIO", "JULIO", "AGOSTO", "SEPTIE", "OCTUBR", "NOVIEM",
* "DICI.", "BRE", "BRE", "BRE", "BRE", "BRE", "BRE"

```

NOTAS EN EL USO DE LA SUBROUTINA SDRMIN

1. LAS SIGUIENTES VARIABLES DEBERAN SER LEIDAS EN, U OTRA PARTE DEFINIDA EN EL PROGRAMA PRINCIPAL
 X(I)=VECTOR INICIAL DE SOLUCION
 XMAX(I)=LIMITE SUPERIOR DEL VECTOR DE RESTRICCIONES
 XMIN(I)=LIMITE INFERIOR DEL VECTOR DE RESTRICCIONES
 N=NUMERO DE VARIABLES INDEPENDIENTES
 MAXTRY=NUMERO MAXIMO DE EVALUACIONES DE LA FUNCION OBJETIVO
2. ESTA SUBROUTINA DEBERA SER LLAMADA POR EL PROGRAMA PRINCIPAL
3. LA SUBROUTINA OBJETIVO ES LLAMADA POR SDRMIN, LA CUAL CALCULA EL VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO PARA UNA X(I) CADA, Y EL RESULTADO NUMERICO, TRIALV, ES TRANSFERIDO A SDRMIN VIA COMMON.
4. X(I), XMAX(I), XMIN(I), ST(I) + XREST(I): DEBERAN DE SER DIMENSIONADAS CON UN VALOR DE I, IGUAL O MAS GRANDE QUE, N.
5. X(I), XMAX(I), XMIN(I), N, MAXTRY + TRIALV, DEBERAN FIGURAR EN COMMON
6. PROGRAMADO POR: ROBERTO LOPEZ INFANTE,
 EDUARDO SILVERIO,
 RAFAEL FLORES CARREON, Y
 MARICELA ESTRADA GARCIA.
 DOMINGO 6 DE FEBRERO, 1933.

INICIALIZACION DE LOS PARAMETROS DE CONTROL

```

MAXTRY=1
PCTF1=1.5
PCTF2=1.5
PCTFIN=1E-4
STPINC=1.0
STPINC=1.0
STPMIN=1.0-1
STPSET=1

```

INICIALIZACION DE CONTADORES

```

IPAGE=1
LINT=1
ADIC=1
NVAL=
NEWDF=
NEWDC=

```

Vertical column of characters and symbols, possibly representing a data stream or a specific encoding, located on the right side of the page.


```

C* ALFENSA AL STATE 2 PARA 2. SECONDO
  JPRINT=3
  GO TO 9
C*
C* EL AVANCE ES SATISFACTORIO -> INVOKA AL PATRON LOGICO DE AVANCE
C*
C* ENCUNTEA EL FACTOR DE ADAPTACION DEL PATRON DE AVANCE (ACC'L)
C* DE LA LOGICA DE ADAPTACION
720 IF(PCTDEC.LT.PCTM'D) ACC'L=ACC'L+.1
    IF(PCTDEC.LT.PCTF'D) ACC'L=ACC'L+.2
    IF(ACC'L.GT.5) ACC'L=.2
C* GUARDA EL VECTOR DE SOLUCION ACTUAL EN X=ST(I) + (COLOCA UN NUEVO
C* VECTOR PATRON DE AVANCE EN X(I) PARA LA EVALUACION
    DO 75, I=1,N
      XY=XEIST(I)
      YP=ST(I)+X(I)
750 Y(I)=XY+ACC'L*(X(I)-XY)
C* PON BANDERA DE EXITO A LA BUSQUEDA EXPLORATORIA + INCREMENTA AL
C* CONTADOR
      IFLAG=1
      NFAT=NFAT+1
      JPRINT=3
C* PRUEBA DEL CONTROL DE IMPRESION O PARAMETRO DE IMPRESION (IPRINT) +
C* IMPRIME UNA LINEA DEL ESTADO DE LA INFORMACION SOLC SI NFAT ES UN
C* MULTIPLO D IPRINT + REGRESA AL STATE 2 DESPUES DE IMPRIMIR EL
C* ESTADO DE LA INFORMACION
      IF(MOD(NFAT,IPRINT))=0,9,311
C* PRUEBA PARA PAGINA NUEVA, IMPRESION DE DATOS REGRESO A FICR STATE
C*
C* IF (LINE.LT.24) GO TO 9
C* IF(JPRINT.NE.0) WRITE(6,99)
C* ESCRIBIR EN LA CABECERA NUEVA PAGINA
      IFAGE=IPAGE+1
      LINE=
      WRITE(6,93) IFAGE
      WRITE(6,95)
      WRITE(6,991)
      WRITE(6,992)
      WRITE(6,993)
      WRITE(6,994)
C* SALIDA DEL ESTADO DE LA INFORMACION
SL1 WRITE(6,995) NVAL,P,STV,NFAT,NDVC,NMIA,NPROG,PCTDEC,NFWD,NFWS
      *NFWD,NRFV,NFEVS,NRFV,NREST
      LINE=LINE+1
      GO TO (4,20,30),JPRINT
C*
C*
C* TERMINACION DE LA BUSQUEDA INICIALIZACION DE X(I)+IMPRESION DE LOS
C* DATOS FINALES
C*
C*
C* DO 81, I=1,N
C* 81: Y(I)=XEIST(I)
      WRITE(6,995) NVAL,P,STV,NFAT,NDVC,NMIA,NPROG,PCTDEC,NFWD,NFWS,
      *NFWD,NRFV,NFEVS,NRFV,NREST
      WRITE(6,99)
      IFAGE=IPAGE+1
      WRITE(6,93) IFAGE
      WRITE(6,97)
      WRITE(6,972) NVAL
      WRITE(6,974) P,STV
      WRITE(6,976) NREST
      Y=NVAL
      PCTDEC=(P*STV-N*STV)/FIRSTV
      WRITE(6,977) PCTDEC
      PCTD=(PCTD/C)/XY
      WRITE(6,978) PCTD/C

```

```

400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000

```

```

581 *FORMAT(7,3,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,"N. S",12X,"FUERZA DE TRABAJO",8X,
* "NIVEL DE INVENTARIO",11)
579 *FORMAT(1,1,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,"N. S",12X,"FUERZA DE TRABAJO",11)
DO 53 11=1,12
WRITE(2,981) (ART(I)+2, JJ), JJ=1, 2)
DO 53 11=1,12
I=111*13+11
WRITE(6,71) (MES(11, JJ), JJ=1, 2), 1, XB, ST(1), I, Z(1)
731 *FORMAT(4X,2A,4X,2(5X,"Y(",12")",2X,F12.2),1)
731 *FORMAT(4X,2A,4X,2(5X,"X(",12")",2X,F12.2),1)
953 CONTINUE
CALL SIMULA

```

```

936 *FORMAT(1H,34X,"* * * P A T R O N   D E   A D A P T A C I
* O N   * * *",27X,"PAG",13,11)
932 *FORMAT(" C O N D I C I O N E S   I N I C I A L E S ")
933 *FORMAT(5X,"N. C. DE VARIABLES INDEPENDIENTES",44X,11)
934 *FORMAT(5X,"N. C. MAX DE EVALUACIONES DE LA FUNCION OBJETIVO",25X,11)
938 *FORMAT(5X,"N. C. MAX PARA REINICIO DESPUES DE QUE EL AVANCE FUE ABOR
* TADO",15X,11)
540 *FORMAT(5X,"TAMARO DEL MULTIPLICADOR DE AVANCE-CONDICION INICIAL",
* 21X,E11.3)
542 *FORMAT(5X,"TAMARO DEL MULTIPLICADOR DE AVANCE-SOLO SI LA BLSQUEDA
* ES UN EXITO",7X,E11.3)
544 *FORMAT(5X,"TAMARO DEL MULTIPLICADOR DE AVANCE-SOLO SI LA BLSQUEDA
* ES UN FRACASO",5X,E11.3)
546 *FORMAT(5X,"TAMARO MIN DE AVANCE PARA VARIABLES INDEPENDIENTES",24X
* E11.3)
548 *FORMAT(5X,"PORCENTAJE MINIMO DE AVANCE POR EVALUACION",32X,E11.3)
550 *FORMAT(5X,"PATRON DE MOVIMIENTO ACERCADADO MEDIO",38X,E11.3)
552 *FORMAT(5X,"PATRON DE MOVIMIENTO ACERCADADO ALTO",38X,E11.3)
554 *FORMAT(5X,"PATRON DE ACERCADACION INICIAL",45X,E11.3)
560 *FORMAT(1H,11,111," VECTOR INICIAL DE SOLUCION",1(1),11)
562 *FORMAT(1H,11,111," VECTOR LIMIT. SUPERIOR- XMAX(1)",11)
564 *FORMAT(1H,11,111," VECTOR LIMIT. INFERIOR- XMIN(1)",11)
566 *FORMAT(11,111," VECTOR INICIAL DE INCREMENTO STLF(1)",1(1),11)
570 *FORMAT(" RESULTADOS FINALES DE LA BLSQUEDA",11)
572 *FORMAT(5X,"N. C. DE EVALUACIONES DE LA FUNCION OBJ",8X,E11.2)
574 *FORMAT(5X,"VALOR INICIAL DE LA FUNCION OBJETIVO",9X,E12.5)
576 *FORMAT(5X,"VALOR FINAL DE LA FUNCION OBJETIVO",9X,E12.5)
578 *FORMAT(5X,"PORC. DE MEJORIA TOTAL",2X,E12.5)
580 *FORMAT(5X,"PORCENTAJE DE MEJORIA POR EVALUACION",1X,E12.5)
582 *FORMAT(1H,11,111," VECTOR FINAL DE SOLUCION XMAX(1) Y X(1)",
* 11)
992 *FORMAT(11,111," VECTOR FINAL D. SOLUCION "STLF(1)",1(1),11)
994 *FORMAT(11,111," VECTOR FINAL D. SOLUCION "STLF(1)",1(1),11)
991 *FORMAT(" R E S U M E N   D E   R E S U L T A D O S   D E   E X P L O R A
* T O R I A   I M O V   D E   A V A N C E   I M O V   D E   R E T R A Z O I M O
* V I M E N T O ")
992 *FORMAT(" 1   N. C. DE EVALUACIONES DE LA FUNCION OBJETIVO PASO DE PASO SIN NO PROG
* PCT. DE FUERA DE EXITO FRACASO 1 FUERA DE EXITO FRACASO 1")
993 *FORMAT(" 1   N. C. DE EVALUACIONES DE LA FUNCION OBJETIVO PASO DE PASO SIN NO PROG
* PCT. DE FUERA DE EXITO FRACASO 1 FUERA DE EXITO FRACASO 1")
995 *FORMAT(" 1   N. C. DE EVALUACIONES DE LA FUNCION OBJETIVO PASO DE PASO SIN NO PROG
* PCT. DE FUERA DE EXITO FRACASO 1 FUERA DE EXITO FRACASO 1")
RETURN
END

```

C O N D I C I O N A L E S I N I C I A L E S

NO DE VARIABLES INDEPENDIENTES	1.1170
NO MAX DE EVALUACIONES DE LA FUNCION OBJETIVO	1.1170
NO MAX PARA REINICIO DESPUES DE QUE EL AVANCE FUL ABORTADO	1.1170
TAMARO DEL MULTIPLICADOR DE AVANCE-CONDICION INICIAL	• 111E + 11
TAMARO DEL MULTIPLICADOR DE AVANCE-SOLO SI LA BUSQUEDA ES UN EXITO	• 191E + 11
TAMARO DEL MULTIPLICADOR DE AVANCE-SOLO SI LA BUSQUEDA ES UN FRACASO	• 191E + 11
TAMARO MIN DE AVANCE PARA VARIABLES INDEPENDIENTES	• 111E + 11
PORCENTAJE MINIMO DE AVANCE POR EVALUACION	• 111E + 11
PATRON DE MOVIMIENTO ACCELERADO MEDIO	• 211E + 11
PATRON DE MOVIMIENTO AC L PAGO ALTO	• 221E + 11
PATRON DE ACCELERACION INICIAL	• 221E + 11

DENIER/UNO

MES	FUERZA DE TRABAJO	NIVEL DE INVENTARIO
DICIEMBRE	X(1)	2.000
ENERO	X(2)	-525.00
FEBRERO	X(3)	-935.00
MARZO	X(4)	-967.00
ABRIL	X(5)	-726.00
MAYO	X(6)	-317.00
JUNIO	X(7)	153.00
JULIO	X(8)	625.00
AGOSTO	X(9)	1223.00
SEPTIEMBRE	X(10)	1758.00
OCTUBRE	X(11)	1915.00
NOVIEMBRE	X(12)	1799.00
DICIEMBRE	X(13)	1158.00

DENIER/DOS

MES	FUERZA DE TRABAJO	NIVEL DE INVENTARIO
DICIEMBRE	X(14)	500.00
ENERO	X(15)	-1193.00
FEBRERO	X(16)	-2160.00
MARZO	X(17)	-2265.00
ABRIL	X(18)	-1871.00
MAYO	X(19)	-1049.00
JUNIO	X(20)	-202.00
JULIO	X(21)	645.00
AGOSTO	X(22)	1764.00
SEPTIEMBRE	X(23)	3654.00

OCTUBRE	X(24)	9.00	X(24)	5659.00
NOVIEMBRE	X(25)	9.00	X(25)	3171.00
DICIEMBRE	X(26)	9.00	X(26)	1523.00

DENIER/TRES

MES		FUERZA DE TRABAJO		NIVEL DE INVENTARIO
DICIEMBRE	X(27)	12.00	X(27)	1000.00
ENERO	X(28)	12.00	X(28)	-1864.00
FEBRERO	X(29)	12.00	X(29)	-3726.00
MARZO	X(30)	12.00	X(30)	-3137.00
ABRIL	X(31)	12.00	X(31)	-877.00
MAYO	X(32)	12.00	X(32)	2385.00
JUNIO	X(33)	12.00	X(33)	5758.00
JULIO	X(34)	12.00	X(34)	8909.00
AGOSTO	X(35)	12.00	X(35)	12394.00
SEPTIEMBRE	X(36)	12.00	X(36)	15545.00
OCTUBRE	X(37)	12.00	X(37)	17025.00
NOVIEMBRE	X(38)	12.00	X(38)	16611.00
DICIEMBRE	X(39)	12.00	X(39)	13858.00

*** PATRON DE ADAPTACION ***

RESULTADOS FINALES DE LA BUSQUEDA	
NO DE EVALUACIONES DE LA FUNCION OBJ	• 1.28.7E+01
VALOR INICIAL DE FUNCION OBJETIVO	• 6.1179E+04
VALOR FINAL DE LA FUNCION OBJETIVO	• 43.188E+04
PORC. DE MEJORIA TOTAL	• 19.1.9E+01
PORCENTAJE DE MEJORIA POR EVALUACION	

MES	DENIER/UNO		NIVEL DE INVENTARIO	
	FUERZA DE TRABAJO			
DICIEMBRE	X(1)	9.000	X(1)	211.000
ENERO	X(2)	9.000	X(2)	-525.000
FEBRERO	X(3)	9.000	X(3)	-935.000
MARZO	X(4)	9.000	X(4)	-967.000
ABRIL	X(5)	9.000	X(5)	-726.000
MAYO	X(6)	9.000	X(6)	-317.000
JUNIO	X(7)	9.000	X(7)	153.000
JULIO	X(8)	9.000	X(8)	625.000
AGOSTO	X(9)	9.000	X(9)	1223.000
SEPTIEMBRE	X(10)	9.000	X(10)	1758.000
OCTUBRE	X(11)	9.000	X(11)	1915.000
NOVIEMBRE	X(12)	6.29	X(12)	1511.46
DICIEMBRE	X(13)	6.00	X(13)	552.46

MES	DENIER/DOS		NIVEL DE INVENTARIO	
	FUERZA DE TRABAJO			
DICIEMBRE	X(14)	9.000	X(14)	500.000
ENERO	X(15)	9.000	X(15)	-1193.000
FEBRERO	X(16)	9.000	X(16)	-2160.000
MARZO	X(17)	9.000	X(17)	-2265.000
ABRIL	X(18)	9.000	X(18)	-1871.000
MAYO	X(19)	9.000	X(19)	-1149.000
JUNIO	X(20)	9.000	X(20)	-212.000
JULIO	X(21)	9.000	X(21)	645.000
AGOSTO	X(22)	9.000	X(22)	1764.000
SEPTIEMBRE	X(23)	9.000	X(23)	3654.000

OCTUBRE	X(24)	9.0	X(24)	3659.10
NOVIEMBRE	X(25)	6.57	X(25)	2659.59
DICIEMBRE	X(26)	6.7	X(26)	381.59

DEMIER/TRES

MES	FUERZA DE TRABAJO	NIVEL DE INVENTARIO
-----	-------------------	---------------------

DICIEMBRE	X(27)	12.0	X(27)	1300.10
ENERO	X(28)	12.0	X(28)	-1864.10
FEBRERO	X(29)	12.0	X(29)	-3726.10
MARZO	X(30)	12.0	X(30)	-3137.10
ABRIL	X(31)	11.99	X(31)	-881.35
MAYO	X(32)	11.75	X(32)	2262.54
JUNIO	X(33)	11.75	X(33)	5517.60
JULIO	X(34)	11.35	X(34)	7883.73
AGOSTO	X(35)	11.11	X(35)	11467.88
SEPTIEMBRE	X(36)	11.11	X(36)	12718.14
OCTUBRE	X(37)	11.23	X(37)	13356.14
NOVIEMBRE	X(38)	6.1	X(38)	1186.58
DICIEMBRE	X(39)	6.1	X(39)	4481.84

S I M U L A C I O N

COSTO PROMEDIO S.D.A.	.7438872E+06	COSTO PROMEDIO POLIFIL	.7438506E+06
NUMERO DE EXOTOS	154	NUMERO DE FINGADOS	846
		EN P A T E S	0

* * * P A T R O N D E A D A P T A C I O N * * *

C O N D I C I O N I S I N I C I A L E S

NO DE VARIABLES INDEPENDIENTES	39
NO MAX DE EVALUACIONES DE LA FUNCION OBJETIVO	10000
NO MAX PARA REINICIO DESPUES DE QUE EL AVANCE FUE ABORTADO	1
TAMARO DEL MULTIPLICADOR DE AVANCE-CONDICION INICIAL	.100E+00
TAMARO DEL MULTIPLICADOR DE AVANCE-SOLO SI LA BUSQUEDA ES UN EXITO	.190E+01
TAMARO DEL MULTIPLICADOR DE AVANCE-SOLO SI LA BUSQUEDA ES UN FRACASO	.100E+00
TAMARO MIN DE AVANCE PARA VARIABLES INDEPENDIENTES	.100E+00
PORCENTAJE MINIMO DE AVANCE POR EVALUACION	.100E+00
PATRON DE MOVIMIENTO ACCELERADO MEDIO	.250E+00
PATRON DE MOVIMIENTO ACCELERADO ALTO	.500E+00
PATRON DE ACELERACION INICIAL	.220E+01

DENER/UNO

MES	FUERZA DE TRABAJO	NIVEL DE INVENTARIO
DICIEMBRE	X(1)	1030.00
ENERO	X(2)	275.00
FEBRERO	X(3)	-135.00
MARZO	X(4)	-167.00
ABRIL	X(5)	74.10
MAYO	X(6)	483.00
JUNIO	X(7)	953.00
JULIO	X(8)	1425.00
AGOSTO	X(9)	223.00
SEPTIEMBRE	X(10)	2558.00
OCTUBRE	X(11)	2715.00
NOVIEMBRE	X(12)	2599.00
DICIEMBRE	X(13)	1958.00

DENER/DOS

MES	FUERZA DE TRABAJO	NIVEL DE INVENTARIO
DICIEMBRE	X(14)	25.00
ENERO	X(15)	817.00
FEBRERO	X(16)	-16.00
MARZO	X(17)	-265.00
ABRIL	X(18)	129.00
MAYO	X(19)	951.00
JUNIO	X(20)	1798.00
JULIO	X(21)	2645.00
AGOSTO	X(22)	3764.00
SEPTIEMBRE	X(23)	5654.00

OCTUBRE	X(24)	9.00	X(24)	5639.40
NOVIEMBRE	X(25)	9.00	X(25)	5171.00
DICIEMBRE	X(26)	9.00	X(26)	3523.00

DENIER/TRES

MES		FUERZA DE TRABAJO		NIVEL DE INVENTARIO
DICIEMBRE	X(27)	12.00	X(27)	5001.00
ENERO	X(28)	12.00	X(28)	2136.00
FEBRERO	X(29)	12.00	X(29)	274.00
MARZO	X(30)	12.00	X(30)	863.00
ABRIL	X(31)	12.00	X(31)	3123.00
MAYO	X(32)	12.00	X(32)	6385.00
JUNIO	X(33)	12.00	X(33)	9758.00
JULIO	X(34)	12.00	X(34)	12919.00
AGOSTO	X(35)	12.00	X(35)	16394.00
SEPTIEMBRE	X(36)	12.00	X(36)	19545.00
OCTUBRE	X(37)	12.00	X(37)	21025.00
NOVIEMBRE	X(38)	12.00	X(38)	21611.00
DICIEMBRE	X(39)	12.00	X(39)	17858.00

* * * P A T R O N D E A D A P T A C I O N * * *

RESULTADOS FINALES DE LA BUSQUEDA	
NO DE EVALUACIONES DE LA FUNCION OBJ	137
VALOR INICIAL DE LA FUNCION OBJETIVO	7.753E+01
VALOR FINAL DE LA FUNCION OBJETIVO	5.6385E+01
PORC. DE MEJORIA TOTAL	26.25%
PORCENTAJE DE MEJORIA POR EVALUACION	0.19%

VECTOR FINAL DE SOLUCION XMAX(I) Y X(I)

MES	DENIER/UNO		NIVEL DE INVENTARIO
	FUERZA DE TRABAJO		
DICIEMBRE	X(1)	9.71	X(1) 1000.00
ENERO	X(2)	9.71	X(2) 275.00
FEBRERO	X(3)	8.87	X(3) -148.44
MARZO	X(4)	8.88	X(4) -193.56
ABRIL	X(5)	8.88	X(5) 34.35
MAYO	X(6)	8.88	X(6) 430.27
JUNIO	X(7)	7.61	X(7) 753.35
JULIO	X(8)	8.43	X(8) 1165.05
AGOSTO	X(9)	8.97	X(9) 1761.08
SEPTIEMBRE	X(10)	8.97	X(10) 2292.07
OCTUBRE	X(11)	8.97	X(11) 2446.06
NOVIEMBRE	X(12)	6.00	X(12) 2012.06
DICIEMBRE	X(13)	6.00	X(13) 1853.06

MES	DENIER/DOS		NIVEL DE INVENTARIO
	FUERZA DE TRABAJO		
DICIEMBRE	X(14)	9.71	X(14) 2510.00
ENERO	X(15)	9.71	X(15) 816.94
FEBRERO	X(16)	9.71	X(16) -16.11
MARZO	X(17)	9.71	X(17) -265.18
ABRIL	X(18)	9.71	X(18) 121.70
MAYO	X(19)	9.71	X(19) 95.00
JUNIO	X(20)	9.71	X(20) 1797.00
JULIO	X(21)	8.83	X(21) 2617.90
AGOSTO	X(22)	8.99	X(22) 3724.57
SEPTIEMBRE	X(23)	8.99	X(23) 5612.19
OCTUBRE	X(24)	8.99	X(24) 5500.00

OCTUBRE	X(24)	8.99	X(24)	2594.81
NOVIEMBRE	X(25)	6.71	X(25)	4496.81
DICIEMBRE	X(26)	6.71	X(26)	2218.81

DEMIER/TRES

MIS

FUERZA DE TRABAJO

NIVEL DE INVENTARIO

DICIEMBRE	X(27)	12.96	X(27)	5000.71
ENERO	X(28)	6.71	X(28)	-721.81
FEBRERO	X(29)	7.11	X(29)	-4959.13
MARZO	X(30)	7.11	X(30)	-6746.54
ABRIL	X(31)	11.96	X(31)	-4536.16
MAYO	X(32)	11.96	X(32)	-1263.75
JUNIO	X(33)	11.96	X(33)	2389.62
JULIO	X(34)	12.96	X(34)	5241.41
AGOSTO	X(35)	12.96	X(35)	8725.19
SEPTIEMBRE	X(36)	12.96	X(36)	11875.97
OCTUBRE	X(37)	12.96	X(37)	13355.78
NOVIEMBRE	X(38)	6.71	X(38)	10485.78
DICIEMBRE	X(39)	6.71	X(39)	4476.78

S I M U L A C I O N

COSTO PROMEDIO S.D.R. 7795198L+16 COSTO PROMEDIO POLIFIL 8728242E+06
 NUMERO DE EXITOS 759 NUMERO DE FRASCOS 241 E M P A T E S 0

*** PATRON DE ADAPTACION ***

CONDICIONES INICIALES

NO DE VARIABLES INDEPENDIENTES	39
NO MAX DE EVALUACIONES DE LA FUNCION OBJETIVO	10000
NO MAX PARA REINICIO DESPUES DE QUE EL AVANCE FUE ABORTADO	10
TAMARO DEL MULTIPLICADOR DE AVANCE-CONDICION INICIAL	• 10000 + 10
TAMARO DEL MULTIPLICADOR DE AVANCE-SOLO SI LA BUSQUEDA ES UN EXITO	• 19000 + 10
TAMARO DEL MULTIPLICADOR DE AVANCE-SOLO SI LA BUSQUEDA ES UN FRACASO	• 10000 + 10
TAMARO MIN DE AVANCE PARA VARIABLES INDEPENDIENTES	• 10000 + 10
PORCENTAJE MINIMO DE AVANCE POR EVALUACION	• 20000 + 10
PATRON DE MOVIMIENTO ACCELERADO MEDIO	• 20000 + 10
PATRON DE MOVIMIENTO ACCELERADO ALTO	• 20000 + 10
PATRON DE ACELERACION INICIAL	• 20000 + 10

MES	FUERZA DE TRABAJO	NIVEL DE INVENTARIO
DICIEMBRE	X(1)	200.000
ENERO	X(2)	1275.000
FEBRERO	X(3)	865.000
MARZO	X(4)	833.000
ABRIL	X(5)	1.740.000
MAYO	X(6)	1483.000
JUNIO	X(7)	1953.000
JULIO	X(8)	2425.000
AGOSTO	X(9)	3.230.000
SEPTIEMBRE	X(10)	3558.000
OCTUBRE	X(11)	3715.000
NOVIEMBRE	X(12)	3599.000
DICIEMBRE	X(13)	2958.000

DENIER/DOS

MES	FUERZA DE TRABAJO	NIVEL DE INVENTARIO
DICIEMBRE	X(14)	450.000
ENERO	X(15)	2870.000
FEBRERO	X(16)	1840.000
MARZO	X(17)	1735.000
ABRIL	X(18)	2129.000
MAYO	X(19)	2951.000
JUNIO	X(20)	3798.000
JULIO	X(21)	4645.000
AGOSTO	X(22)	5764.000
SEPTIEMBRE	X(23)	7654.000
OCTUBRE	X(24)	7770.000

	X(24)	9.11	X(24)	7039.00
NOVIEMBRE	X(25)	9.11	X(25)	7171.00
DICIEMBRE	X(26)	9.11	X(26)	5523.00

DECIER/TRES

MES FUERZA DE TRABAJO NIVEL DE INVENTARIO

DICIEMBRE	X(27)	12.11	X(27)	1011.00
ENERO	X(28)	12.11	X(28)	7136.00
FEBRERO	X(29)	12.11	X(29)	5274.00
MARZO	X(30)	12.11	X(30)	5863.00
ABRIL	X(31)	12.11	X(31)	8123.00
MAYO	X(32)	12.11	X(32)	11385.00
JUNIO	X(33)	12.11	X(33)	14758.00
JULIO	X(34)	12.11	X(34)	17919.00
AGOSTO	X(35)	12.11	X(35)	21394.00
SEPTIEMBRE	X(36)	12.11	X(36)	24545.00
OCTUBRE	X(37)	12.11	X(37)	26125.00
NOVIEMBRE	X(38)	12.11	X(38)	25611.00
DICIEMBRE	X(39)	12.11	X(39)	22858.00

*** PATRON DE ADAPTACION ***



I RESUPEN S I R I		BUSQUIDA EXPLORATORIA				I MOV DE AVANCE I MOV DE RETRAZ			I PASO I				
VAL	VALOR	MOV	PASO DE	PASO MIN	NO PRG	PCT DEC	IFUERA DE	EXITO	FRACASO	IFUERA DE	EXITO	FRACASO	PASO I
FIN OBJ	FUN OBJ	PATRON	BUSQUIDA	ABORT	ABORT	/EVAL	I RANGO	/EVAL	/EVAL	I RANGO	/EVAL	/EVAL	FIN I
1	185	1				5	1			1			1
2	170	1				24	1			1			1
3	150	1				46	1			1			1
4	130	1				77	1			1			1
5	110	1				15	1			1			1
6	90	1				26	1			1			1
7	70	1				66	1			1			1
8	50	1				88	1			1			1
9	30	1				55	1			1			1
10	10	1				22	1			1			1
11	0	1				46	1			1			1
12	0	1				08	1			1			1
13	0	1				11	1			1			1
14	0	1				11	1			1			1
15	0	1				11	1			1			1
16	0	1				11	1			1			1
17	0	1				11	1			1			1
18	0	1				11	1			1			1
19	0	1				11	1			1			1
20	0	1				11	1			1			1
21	0	1				11	1			1			1
22	0	1				11	1			1			1
23	0	1				11	1			1			1
24	0	1				11	1			1			1
25	0	1				11	1			1			1
26	0	1				11	1			1			1
27	0	1				11	1			1			1
28	0	1				11	1			1			1
29	0	1				11	1			1			1
30	0	1				11	1			1			1
31	0	1				11	1			1			1
32	0	1				11	1			1			1
33	0	1				11	1			1			1
34	0	1				11	1			1			1
35	0	1				11	1			1			1
36	0	1				11	1			1			1
37	0	1				11	1			1			1
38	0	1				11	1			1			1
39	0	1				11	1			1			1
40	0	1				11	1			1			1
41	0	1				11	1			1			1
42	0	1				11	1			1			1
43	0	1				11	1			1			1
44	0	1				11	1			1			1
45	0	1				11	1			1			1
46	0	1				11	1			1			1
47	0	1				11	1			1			1
48	0	1				11	1			1			1
49	0	1				11	1			1			1
50	0	1				11	1			1			1
51	0	1				11	1			1			1
52	0	1				11	1			1			1
53	0	1				11	1			1			1
54	0	1				11	1			1			1
55	0	1				11	1			1			1
56	0	1				11	1			1			1
57	0	1				11	1			1			1
58	0	1				11	1			1			1
59	0	1				11	1			1			1
60	0	1				11	1			1			1
61	0	1				11	1			1			1
62	0	1				11	1			1			1
63	0	1				11	1			1			1
64	0	1				11	1			1			1
65	0	1				11	1			1			1
66	0	1				11	1			1			1
67	0	1				11	1			1			1
68	0	1				11	1			1			1
69	0	1				11	1			1			1
70	0	1				11	1			1			1
71	0	1				11	1			1			1
72	0	1				11	1			1			1
73	0	1				11	1			1			1
74	0	1				11	1			1			1
75	0	1				11	1			1			1
76	0	1				11	1			1			1
77	0	1				11	1			1			1
78	0	1				11	1			1			1
79	0	1				11	1			1			1
80	0	1				11	1			1			1
81	0	1				11	1			1			1
82	0	1				11	1			1			1
83	0	1				11	1			1			1
84	0	1				11	1			1			1
85	0	1				11	1			1			1
86	0	1				11	1			1			1
87	0	1				11	1			1			1
88	0	1				11	1			1			1
89	0	1				11	1			1			1
90	0	1				11	1			1			1
91	0	1				11	1			1			1
92	0	1				11	1			1			1
93	0	1				11	1			1			1
94	0	1				11	1			1			1
95	0	1				11	1			1			1
96	0	1				11	1			1			1
97	0	1				11	1			1			1
98	0	1				11	1			1			1
99	0	1				11	1			1			1
100	0	1				11	1			1			1

* * * P A T R O N D E A D A P T A C I O N * * *

RESULTADOS FINALES DE LA BUSQUEDA	
NO DE EVALUACIONES DE LA FUNCION OBJ	184874
VALOR INICIAL DE LA FUNCION OBJETIVO	571574
VALOR FINAL DE LA FUNCION OBJETIVO	689284
PORC. DE MEJORIA TOTAL	20.81%
PORCENTAJE DE MEJORIA POR VALUACION	20.81%

DENIER/UNO

MES	FUERZA DE TRABAJO	NIVEL DE INVENTARIO
DICIEMBRE	X(1)	2755.17
ENERO	X(2)	1275.00
FEBRERO	X(3)	864.74
MARZO	X(4)	821.11
ABRIL	X(5)	892.13
MAYO	X(6)	1131.29
JUNIO	X(7)	1415.12
JULIO	X(8)	1702.94
AGOSTO	X(9)	2116.86
SEPTIEMBRE	X(10)	2467.78
OCTUBRE	X(11)	2446.46
NOVIEMBRE	X(12)	2012.16
DICIEMBRE	X(13)	1853.06

DENIER/DOS

MES	FUERZA DE TRABAJO	NIVEL DE INVENTARIO
DICIEMBRE	X(14)	4511.03
ENERO	X(15)	2793.98
FEBRERO	X(16)	1825.30
MARZO	X(17)	1711.26
ABRIL	X(18)	1853.70
MAYO	X(19)	2424.13
JUNIO	X(20)	3119.56
JULIO	X(21)	3615.00
AGOSTO	X(22)	4498.21
SEPTIEMBRE	X(23)	6152.42

OCTUBRE	X(24)	6.42	X(24)	3594.81
NOVIEMBRE	X(25)	6.51	X(25)	4496.81
DICIEMBRE	X(26)	6.61	X(26)	2218.81

OPNIER/TELS

MES

FUJETA D. TRABAJO

NIVEL DE INVENTARIO

DICIEMBRE	X(27)	12.84	X(27)	9000.00
ENERO	X(28)	11.84	X(28)	7059.06
FEBRERO	X(29)	11.21	X(29)	4820.58
MARZO	X(30)	11.06	X(30)	4963.24
ABRIL	X(31)	8.55	X(31)	5579.27
MAYO	X(32)	8.57	X(32)	7217.61
JUNIO	X(33)	8.57	X(33)	8946.56
JULIO	X(34)	8.57	X(34)	11465.33
AGOSTO	X(35)	8.57	X(35)	12317.80
SEPTIEMBRE	X(36)	8.57	X(36)	13836.18
OCTUBRE	X(37)	7.88	X(37)	13355.80
NOVIEMBRE	X(38)	6.51	X(38)	17185.81
DICIEMBRE	X(39)	6.51	X(39)	4476.81

S I M U L A C I O N

COSTO PROMEDIO S.P.A. 83152301+06 COSTO PROMEDIO POLIFIL 01259653E+07
 NUMERO DE EXISTE 934:NUMERO DE FRASCOS 66 E T P A T E S 0

DENIER/UNO

MES	FUERZA DE TRABAJO	NIVEL DE INVENTARIO
DICIEMBRE	X(1) 9.00	X(1) 2500.00
ENERO	X(2) 9.00	X(2) 1775.00
FEBRERO	X(3) 9.00	X(3) 1365.00
MARZO	X(4) 9.00	X(4) 1333.00
ABRIL	X(5) 9.00	X(5) 1574.00
MAYO	X(6) 9.00	X(6) 1983.00
JUNIO	X(7) 9.00	X(7) 2453.00
JULIO	X(8) 9.00	X(8) 2925.00
AGOSTO	X(9) 9.00	X(9) 3523.00
SEPTIEMBRE	X(10) 9.00	X(10) 4058.00
OCTUBRE	X(11) 9.00	X(11) 4215.00
NOVIEMBRE	X(12) 9.00	X(12) 4099.00
DICIEMBRE	X(13) 9.00	X(13) 3458.00

DENIER/DOS

MES	FUERZA DE TRABAJO	NIVEL DE INVENTARIO
DICIEMBRE	X(14) 9.00	X(14) 6000.00
ENERO	X(15) 9.00	X(15) 4307.00
FEBRERO	X(16) 9.00	X(16) 3340.00
MARZO	X(17) 9.00	X(17) 3235.00
ABRIL	X(18) 9.00	X(18) 3629.00
MAYO	X(19) 9.00	X(19) 4451.00
JUNIO	X(20) 9.00	X(20) 5298.00
JULIO	X(21) 9.00	X(21) 6145.00
AGOSTO	X(22) 9.00	X(22) 7264.00
SEPTIEMBRE	X(23) 9.00	X(23) 9154.00

OCTUBRE	X(24)	9.0	X(24)	9139.00
NOVIEMBRE	X(25)	9.0	X(25)	8679.00
DICIEMBRE	X(26)	9.0	X(26)	7023.00

DENI, R/TR.S

MES	FUERZA DE TRABAJO		NIVEL DE INVENTARIO	
DICIEMBRE	X(27)	12.0	X(27)	12000.00
ENERO	X(28)	12.0	X(28)	9136.00
FEBRERO	X(29)	12.0	X(29)	7274.00
MARZO	X(30)	12.0	X(30)	7863.00
ABRIL	X(31)	12.0	X(31)	10123.00
MAYO	X(32)	12.0	X(32)	13385.00
JUNIO	X(33)	12.0	X(33)	16758.00
JULIO	X(34)	12.0	X(34)	19909.00
AGOSTO	X(35)	12.0	X(35)	23394.00
SEPTIEMBRE	X(36)	12.0	X(36)	26545.00
OCTUBRE	X(37)	12.0	X(37)	28725.00
NOVIEMBRE	X(38)	12.0	X(38)	27611.00
DICIEMBRE	X(39)	12.0	X(39)	24858.00

RESULTADOS FINALES DE LA BUSQUEDA
NO DE EVALUACIONES DE LA FUNCION OBJ
VALOR INICIAL DE FUNCION OBJETIVO
VALOR FINAL DE LA FUNCION OBJETIVO
PORC. DE MEJORIA TOTAL
PORCENTAJE DE MEJORIA POR EVALUACION

104
-21951E+7
-57753E+6
-73695E+6
-7347E-02

DIESTE/UNO

MES	FUERZA DE TRABAJO	NIVEL DE INVENTARIO
DICIEMBRE	X(1)	2500.00
ENERO	X(2)	1775.00
FEBRERO	X(3)	1335.64
MARZO	X(4)	1130.86
ABRIL	X(5)	1199.18
MAYO	X(6)	1370.36
JUNIO	X(7)	1612.68
JULIO	X(8)	1837.00
AGOSTO	X(9)	2288.75
SEPTIEMBRE	X(10)	2556.64
OCTUBRE	X(11)	2446.06
NOVIEMBRE	X(12)	2012.06
DICIEMBRE	X(13)	1530.06

DIESTE/DOS

MES	FUERZA DE TRABAJO	NIVEL DE INVENTARIO
DICIEMBRE	X(14)	6100.00
ENERO	X(15)	3677.71
FEBRERO	X(16)	2110.33
MARZO	X(17)	1386.26
ABRIL	X(18)	1538.13
MAYO	X(19)	2117.91
JUNIO	X(20)	2720.69
JULIO	X(21)	3327.47
AGOSTO	X(22)	4214.24
SEPTIEMBRE	X(23)	5851.22
OCTUBRE	X(24)	6100.00

OCTUBRE	X(24)	7.89	X(24)	3594.81
NOVIEMBRE	X(25)	6.70	X(25)	4496.83
DICIEMBRE	X(26)	6.70	X(26)	2218.87

MES	DINERO/TRES		NIVEL DE INVENTARIO	
	FUERZA DE TRABAJO			
DICIEMBRE	X(27)	12.01	X(27)	12134.00
ENERO	X(28)	11.99	X(28)	9133.40
FEBRERO	X(29)	8.54	X(29)	5626.33
MARZO	X(30)	8.54	X(30)	4579.27
ABRIL	X(31)	8.54	X(31)	5185.21
MAYO	X(32)	8.54	X(32)	6812.14
JUNIO	X(33)	8.55	X(33)	8534.67
JULIO	X(34)	8.58	X(34)	1156.87
AGOSTO	X(35)	9.83	X(35)	12132.57
SEPTIEMBRE	X(36)	8.52	X(36)	13527.51
OCTUBRE	X(37)	8.53	X(37)	13355.77
NOVIEMBRE	X(38)	6.70	X(38)	10085.77
DICIEMBRE	X(39)	6.70	X(39)	4476.77

S I M U L A C I O N

COSTO PROMEDIO POLIFIL 3103202E+06 COSTO PROMEDIO POLIFIL 1602220E+07
 FUERZA DE TRABAJO 031 JUNIO DE PROCESOS 19 E I P A T E S 0

BIBLIOGRAFIA

- * SISTEMAS DE PRODUCCION E INVENTARIO PLANEACION Y CONTROL.
Elwood S. Buffa y William H. Taubert.
Editorial LIMUSA.
- * LOS LIMITES DEL CRECIMIENTO (REFERENTE A DINAMICA DE SISTEMAS).
Dennis L. Meadows.
Editorial FONDO DE CULTURA ECONOMICA.
- * TOMA DE DECISIONES POR MEDIO DE INVESTIGACION DE OPERACIONES.
Robert J. Thierauf Richard A. Grosse.
Editorial LIMUSA.
- * INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO (OIT).
- * APUNTES DE PLANEACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION DE LA FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM.
- * THE SEARCH DECISION RULE APPROACH TO OPERATIONS PLANNING.
Taubert, William Howland, Jr.
Ph.o. 1968 University of California, Los Angeles.
- * INDUSTRIAL DYNAMICS.
Forrester, Jay W., 1961.
Cambridge, Ma. I The Mit Press.
- * PRINCIPLES OF SYSTEMS.
Forrester, Jay W. 1968.
Cambridge, Ma. I The Mit Press.

- * SIMULACION DE SISTEMAS.
Geoffrey Gordon.
Editorial DIANA. 1980.
- * MANAGEMENT SCIENCE.
Vol. 24 N°12, August 1978.
Vol. 20 N°10, June 1974.
- * CANAINTEX. MEMORIA ESTADISTICA 1981.
- * S.P.P. ESTADISTICA INDUSTRIAL MENSUAL.
Volúmenes de 1970 a 1980.