

A los asistentes a los cursos del Centro de Educación

Continua

La Facultad de Ingeniería, por conducto del Centro de Educación Continua, otorga constancia de asistencia a quienes cumplan con los requisitos establecidos para cada curso. Las personas que deseen que aparezca su título profesional precediendo a su nombre en el diploma, deberán entregar copia del mismo o de su cédula profesional a más tardar 15 días antes de la terminación del curso, en las oficinas del Centro, con la Sra. Sánchez.

El control de asistencia se efectuará al terminar la primera hora de cada día de clase, mediante listas especiales en las que los interesados anotarán personalmente su asistencia. Las ausencias serán computadas por las autoridades del Centro.

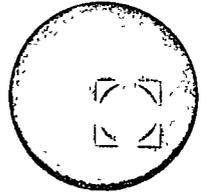
Se recomienda a los asistentes participar activamente con sus ideas y experiencias, pues los cursos que ofrece el Centro están planeados para que los profesores expongan una tesis, pero sobre todo para que coordinen las opiniones de todos los interesados constituyendo verdaderos seminarios.

Al finalizar el curso se hará una evaluación del mismo a través de un cuestionario diseñado para emitir juicios anónimos por parte de los asistentes.

Las personas comisionadas por alguna institución deberán pasar a inscribirse en las oficinas del Centro en la misma forma que los demás asistentes.

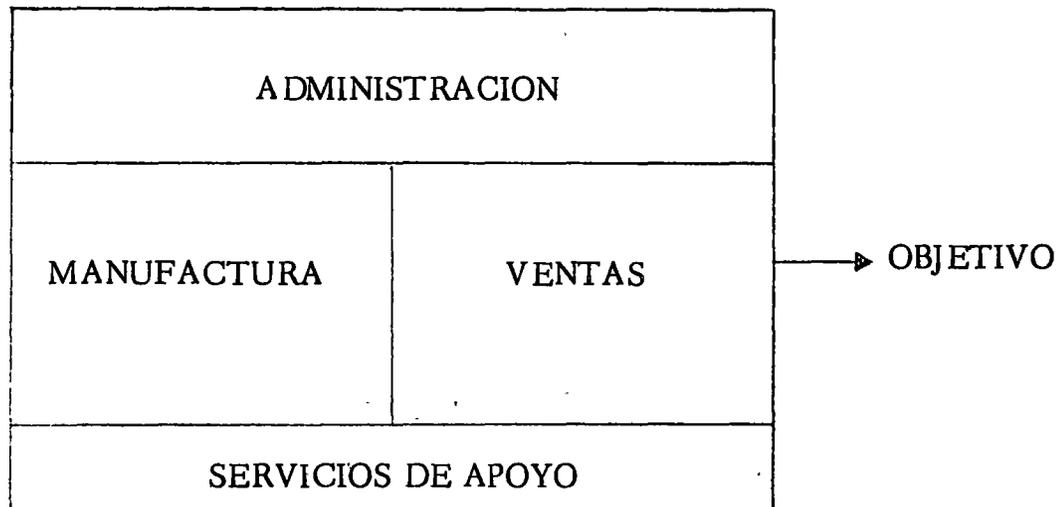
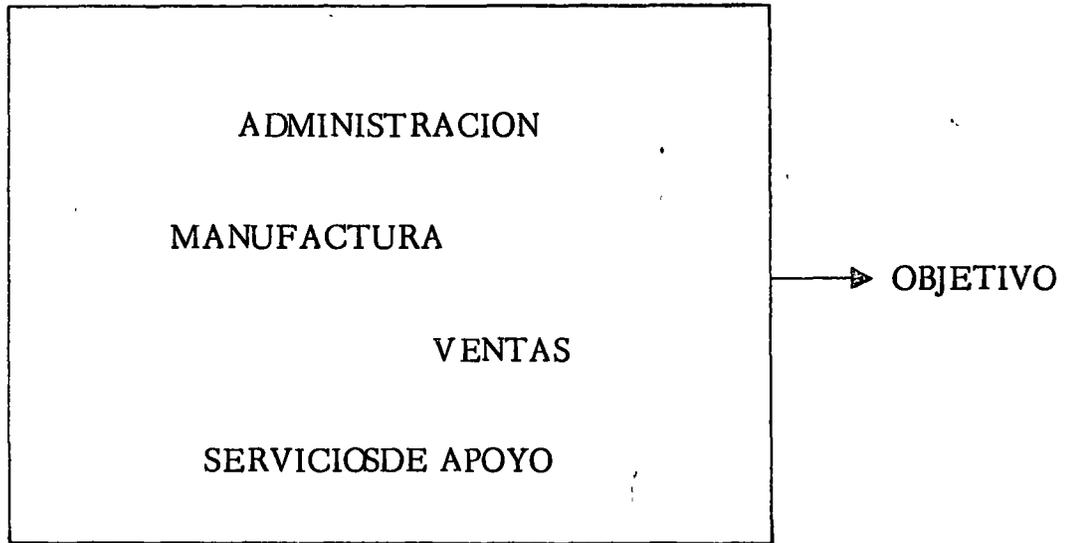


centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam

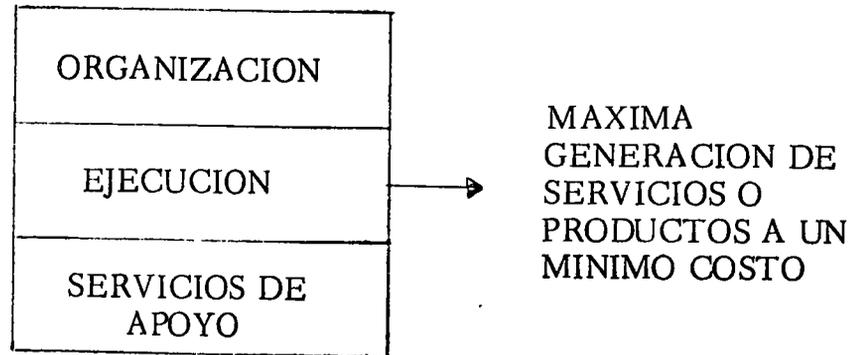


CURSO DE INGENIERIA DE PRODUCCION

EL SISTEMA INDUSTRIAL
(SIMPLIFICADO)



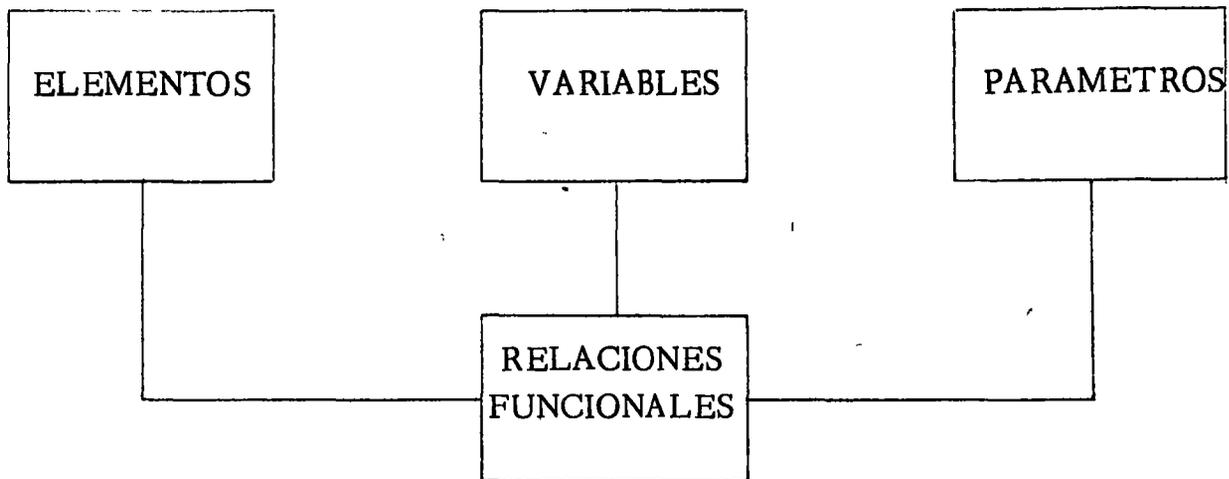
MANUFACTURA



$$\text{EFICIENCIA} = \frac{\text{PRODUCTO}}{\text{INSUMO}}$$

La organización de la producción se puede realizar a través de diversas técnicas, que combinan diversos aspectos de ingeniería, tecnología, economía y otras ciencias aplicadas.

COMPONENTES DEL SISTEMA INDUSTRIAL



ELEMENTOS: Equipo, personal, dinero, etc.

VARIABLES: Cantidad producida, cantidad de mano de obra.

PARAMETROS: Capacidad de producción, eficiencia de producción.

RELACIONES FUNCIONALES: Secuencia de las operaciones, políticas de manufactura.

Todos estos componentes son susceptibles de ser modificados a corto, mediano o largo plazo, siempre y cuando se justifiquen en función de una mejoría en la eficiencia económica.

TECNICAS QUE CUBRE EL CURSO

PRONOSTICOS:	Requerimientos de equipo
	Cantidad a producir
	Necesidad de mano de obra
	Políticas de satisfacción de la demanda
INVENTARIOS:	Area de bodega
	Valor del inventario
	Necesidad de equipo para almacenamiento
	Políticas de almacenaje
PROGRAMACION:	Requerimientos de equipo
	Cantidades a producir
	Utilización de los recursos disponibles
	Asignación de prioridades
CONTROL:	Evaluación del uso del equipo
	Evaluación de los insumos utilizados
	Evaluación de eficiencias de producción
	Evaluación de políticas de manufactura
	Evaluación de los objetivos del aparato productivo

Por consiguiente, es necesario tener presente, en todo momento, que no es posible tomar una decisión que no afecte a otras decisiones que deban tomarse simultáneamente en otras áreas de la empresa, o a decisiones que se tomen en el futuro.

POLITICA I

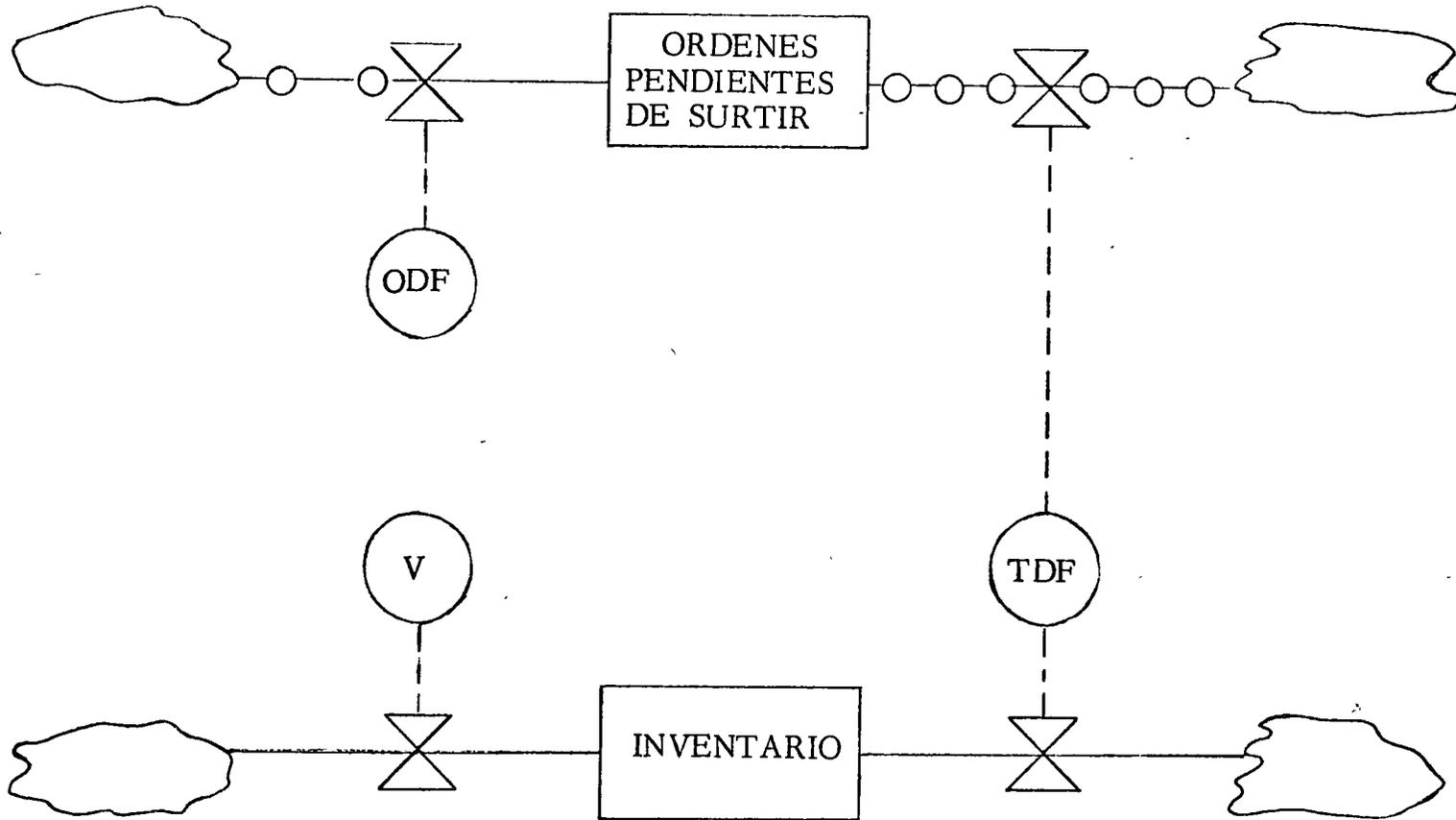
$$\text{ORDENES DE FABRICACION} = \text{VENTAS}$$

POLITICA II

$$\begin{aligned} \text{ORDENES DE FABRICACION} &= \text{VENTAS} + \\ &\text{DIFERENCIA DE INVENTARIO} \end{aligned}$$

POLITICA III

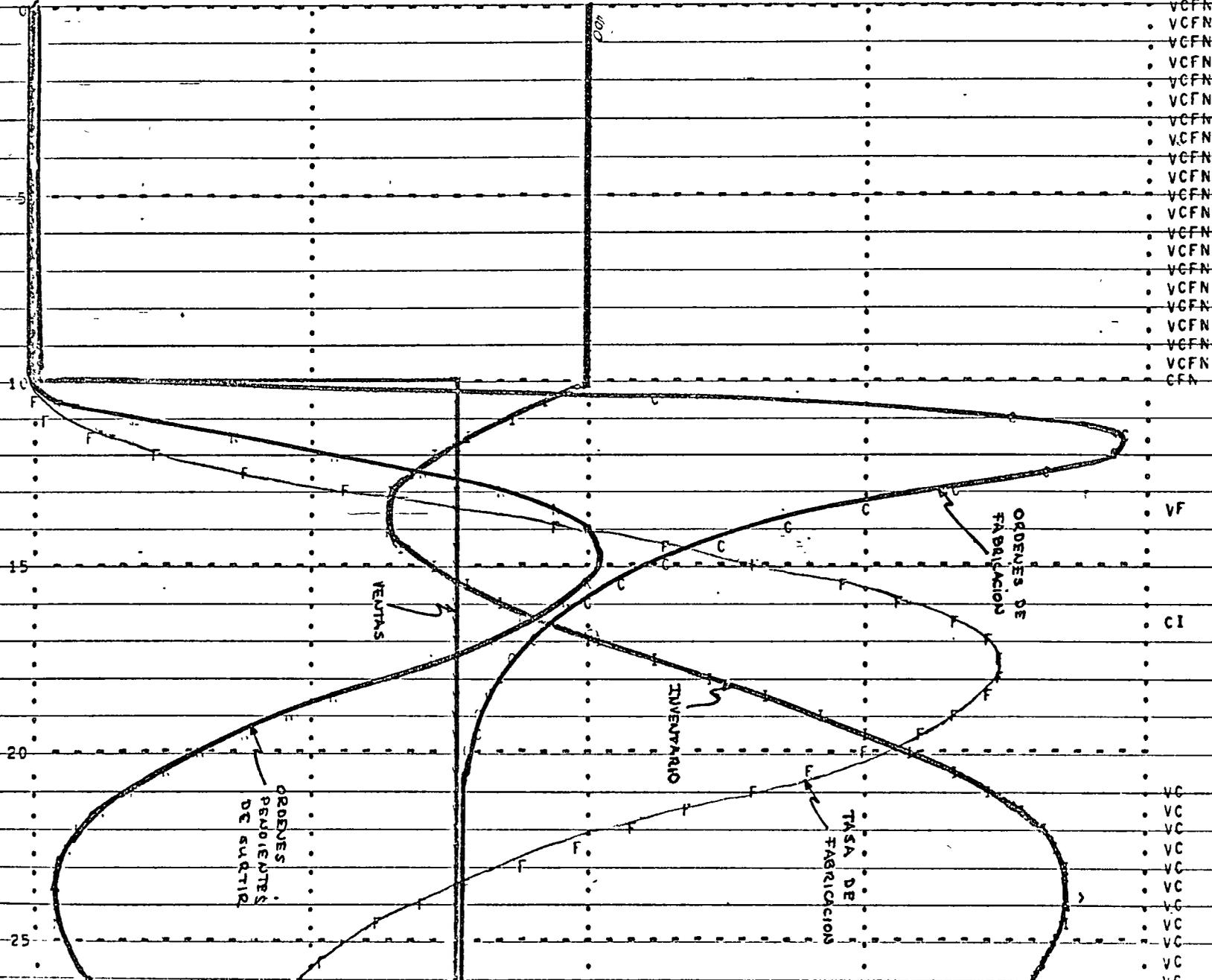
$$\begin{aligned} \text{ORDENES DE FABRICACION} &= \text{VENTAS} + \\ &\text{DIFERENCIA DE INVENTARIO} + \\ &\text{DIFERENCIA DE ORDENES EN TRANSITO} \end{aligned}$$



ECF=V, CDC=C, TRF=F, IRF=I, OMS=N

100.0	110.0	120.0	130.0	140.0	VCF	----
300.0	350.0	400.0	450.0	500.0	I	----
200.0	250.0	300.0	350.0	400.0	N	----

13



14

30

35

40

45

50

55

ORDENES
PENDIENTES
DE SURTIDA

STANES

INVENTARIO

ORDENES DE
FABRICACION

TASA DE
FABRICACION

VF

VC

VF

FN

FN

FN

VF

FN

FI

FI

FI, CN

VC

CN

f
-
2



centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



CURSO : INGENIERIA DE PRODUCCION

USO DE LOS PRONOSTICOS

ING. MIGUEL LEON GARZA

USOS DE LOS PRONOSTICOS

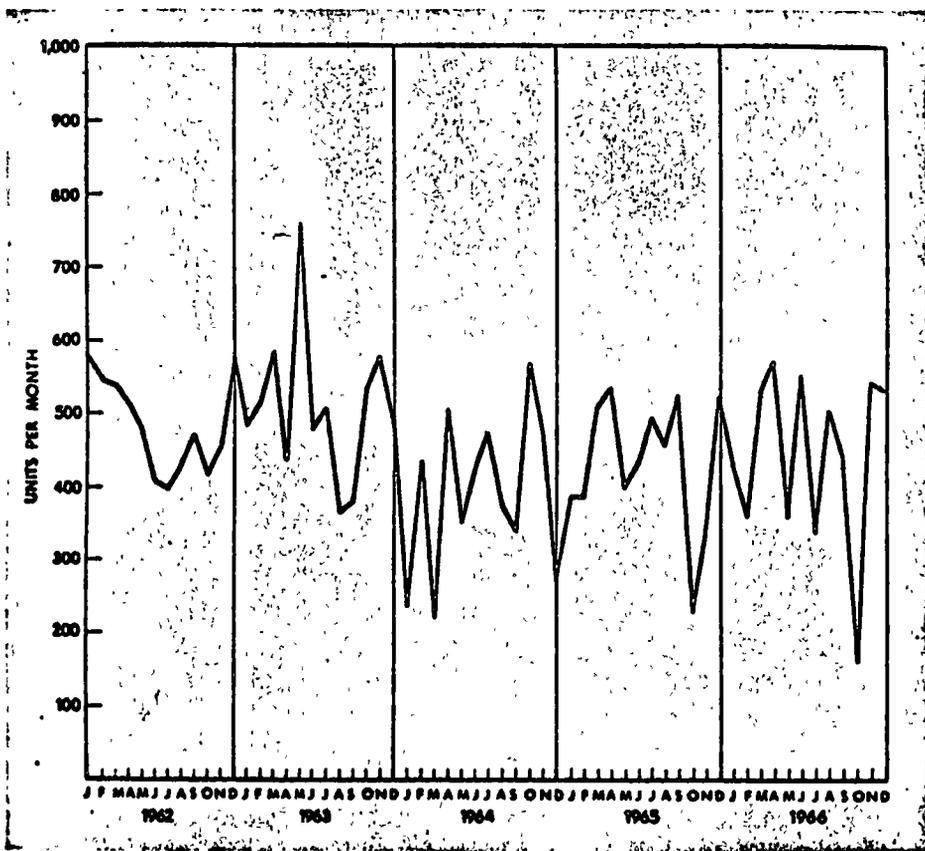
1. Para determinar la necesidad y el tamaño para las expansiones de la planta.
2. Para determinar a mediano plazo la planeación necesaria para que los productos actuales puedan ser manufacturados con las instalaciones.
3. Para determinar a corto plazo la planeación necesaria de los productos existentes.

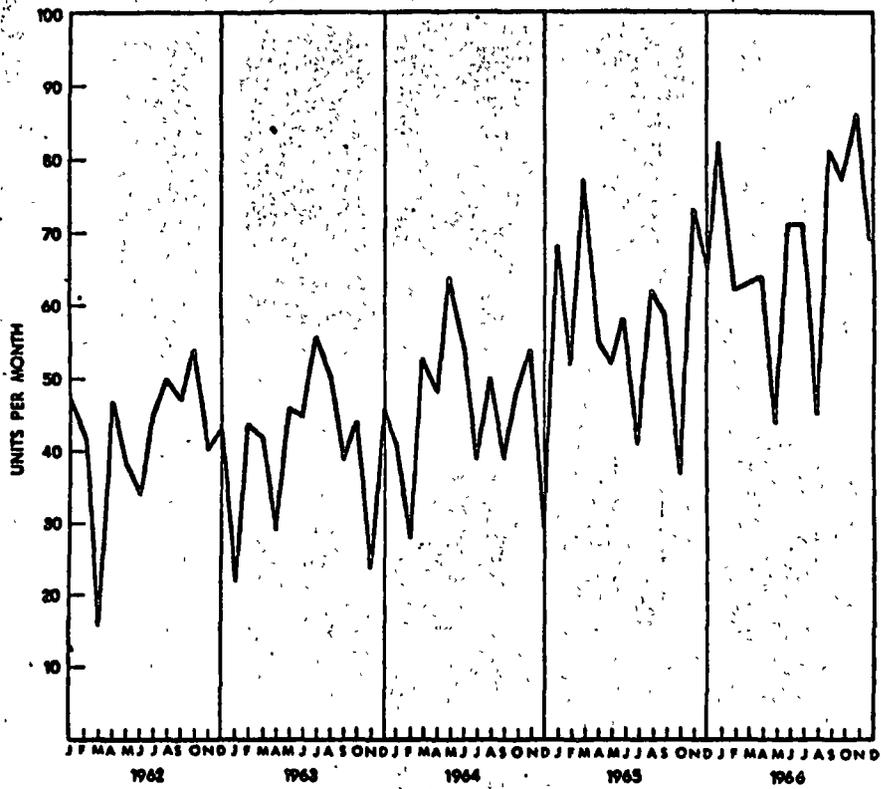
PRINCIPIOS DE LOS PRONOSTICOS:

1. Los Pronósticos son más precisos para grupos grandes de artículos.
2. Los Pronósticos son más precisos para períodos más cortos.
3. Cada Pronóstico debe incluir una estimación de error
4. Antes de aplicar cualquier sistema de pronósticos, el método del pronóstico deberá ser probado.

PASOS NECESARIOS PARA LA PREPARACION DE LOS PRONOSTICOS

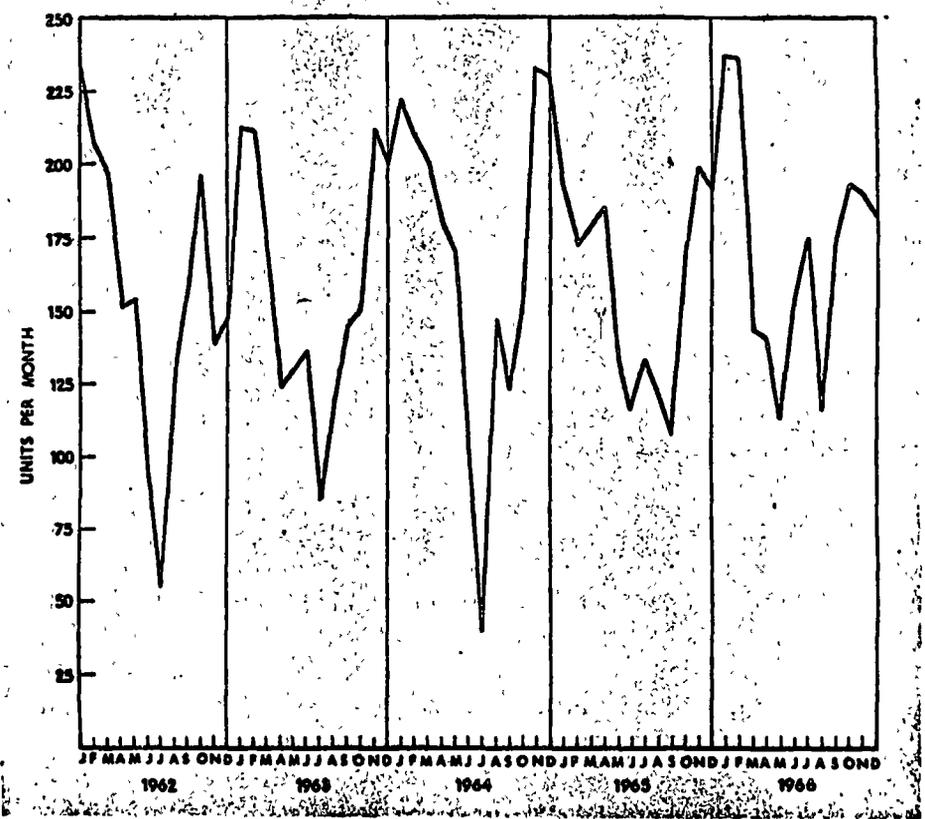
1. Preparar la Información
2. Hacer el Pronóstico (y la estimación del error del pronóstico)
3. Encarrilar el Pronóstico





5

5



14

$$X_0 = a_0 D_0 + a_1 D_1 + a_2 D_2$$

$$X_0 = 0.6 \times 69 + 0.3 \times 88 + 0.1 \times 77 = 74.9$$

7

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(D_t - F_{t-1})$$

$$F_t = \alpha D_t + (1 - \alpha)F_{t-1}$$

$$\bar{F}_{t-1} = \alpha D_{t-1} + (1-\alpha)\bar{F}_{t-2}$$

$$\begin{aligned}\bar{F}_t &= \alpha D_t + (1-\alpha)[\alpha D_{t-1} + (1-\alpha)\bar{F}_{t-2}] \\ &= \alpha D_t + \alpha(1-\alpha)D_{t-1} + (1-\alpha)^2\bar{F}_{t-2}\end{aligned}$$

$$\bar{F}_{t-2} = \alpha D_{t-2} + (1-\alpha)\bar{F}_{t-3}$$

$$\begin{aligned}\bar{F}_t &= \alpha D_t + \alpha(1-\alpha)D_{t-1} + (1-\alpha)^2[\alpha D_{t-2} + (1-\alpha)\bar{F}_{t-3}] \\ &= \alpha D_t + \alpha(1-\alpha)D_{t-1} + \alpha(1-\alpha)^2D_{t-2} + (1-\alpha)^3\bar{F}_{t-3}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}F_t &= \alpha D_t + \alpha(1-\alpha)D_{t-1} + \alpha(1-\alpha)^2D_{t-2} + \alpha(1-\alpha)^3D_{t-3} + \\ &\quad \dots + \alpha(1-\alpha)^k D_{t-k} + (1-\alpha)^{k+1}F_{t-(k+1)} \quad (4)\end{aligned}$$

$$\text{Current apparent trend} = \bar{F}_t - \bar{F}_{t-1}$$

The new *average* trend adjustment, \bar{T}_t , is then,

$$\begin{aligned} \bar{T}_t &= \alpha(\text{current apparent trend}) \\ &\quad + (1 - \alpha) (\text{last average trend adjustment}) \\ &= \alpha(\bar{F}_t - \bar{F}_{t-1}) + (1 - \alpha)\bar{T}_{t-1} \end{aligned}$$

TABLE 2-2

Computations of average forecast demand, average trend adjustment, and expected demand for Product B ($\alpha = 0.1$)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Date	Demand, D_t	Forecast Average, $F_t = \alpha D_t + (1 - \alpha)F_{t-1}$	Current Apparent Trend, $\bar{F}_t - \bar{F}_{t-1}$	Average Trend Adjustment, $\bar{T}_t = \alpha(\bar{F}_t - \bar{F}_{t-1}) + (1 - \alpha)\bar{T}_{t-1}$	Expected Demand, $E(D_t) = \bar{F}_t + \frac{(1 - \alpha)}{\alpha}\bar{T}_t$	Forecast for Period $t + 1$, $D_{t+1}^e = \bar{F}_t + \frac{1}{\alpha}\bar{T}_t$
Initial		40.0		0		
1962:						
January	47	40.70	0.70	0.070	41.33	41.40
February	42	40.83	0.13	0.076	41.51	41.59
March	16	38.35	-2.48	-0.180	36.73	36.55
April	47	39.22	0.87	-0.075	38.54	38.47
May	38	39.10	-0.12	-0.080	38.38	38.30
June	34	38.59	-0.51	-0.123	37.48	37.36
July	45	39.23	0.64	-0.047	38.81	38.7
August	50	40.31	1.08	0.066	40.90	40.9
September	47	40.98	0.67	0.126	42.11	42.24
October	54	42.28	1.30	0.243	44.47	44.71
November	40	42.05	-0.13	0.206	43.90	44.11
December	43	42.05	0	0.185	43.72	44.11
1963:						
January	22	40.05	-2.00	-0.033	39.75	39.72
February	44	40.45	0.40	0.010	40.54	40.55
March	42	40.61	0.16	0.025	40.83	40.86
April	29	39.45	-1.16	-0.093	38.61	38.52
May	46	40.11	0.66	-0.018	39.95	39.93
June	45	40.60	0.49	0.033	40.90	40.93
July	56	42.14	1.54	0.184	43.60	43.98
August	50	42.93	0.79	0.245	45.14	45.39
September	39	42.54	-0.39	0.182	44.18	44.36
October	44	42.69	0.15	0.179	44.30	44.48
November	24	40.82	-1.87	-0.026	40.59	40.56
December	46	41.34	0.52	0.029	41.60	41.60

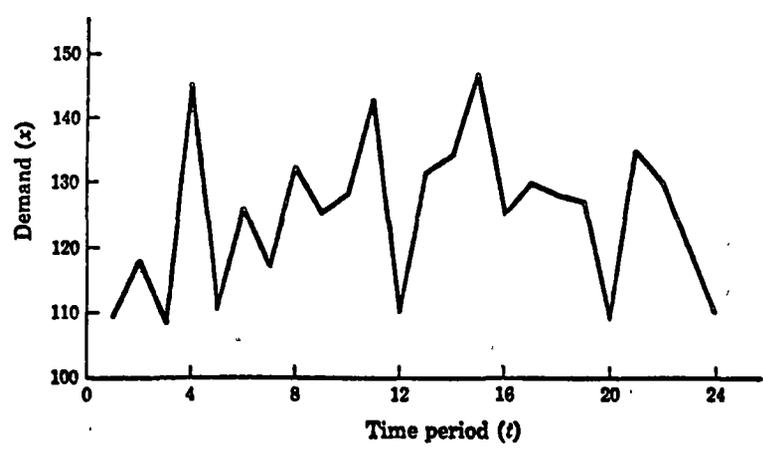
Expected demand for current period = $E(D_t)$
 $= \bar{F}_t + \frac{(1-\alpha)}{\alpha} \bar{T}_t$

Protonotieud $D_{t+1}^{\circ} = E(D_t) + \bar{T}_t = \bar{F}_t + \frac{1-\alpha}{\alpha} \bar{T}_t + \bar{T}_t$
 $= \bar{F}_t + \frac{1}{\alpha} \bar{T}_t$

$D_{t+n}^{\circ} = E(D_t) + n\bar{T}_t$
 $= \bar{F}_t + \left(\frac{1}{\alpha} + n - 1\right) \bar{T}_t$

$$\bar{x} = \frac{109 + 118 + 108 + \cdots + 120 + 110}{24} = 125$$

$$s_x = \sqrt{\frac{(109 - 125)^2 + (118 - 125)^2 + \cdots + (110 - 125)^2}{24 - 1}}$$

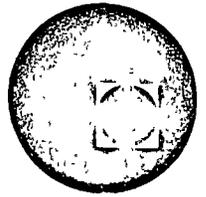


15

Period	Month	Demand	Period	Month	Demand
1	Jan.	109	13	Jan.	131
2	Feb.	118	14	Feb.	134
3	Mar.	108	15	Mar.	147
4	Apr.	145	16	Apr.	125
5	May	110	17	May	130
6	June	126	18	June	128
7	July	117	19	July	127
8	Aug.	132	20	Aug.	109
9	Sept.	125	21	Sept.	135
10	Oct.	128	22	Oct.	130
11	Nov.	143	23	Nov.	120
12	Dec.	110	24	Dec.	110



centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



INGENIERIA DE PRODUCCION

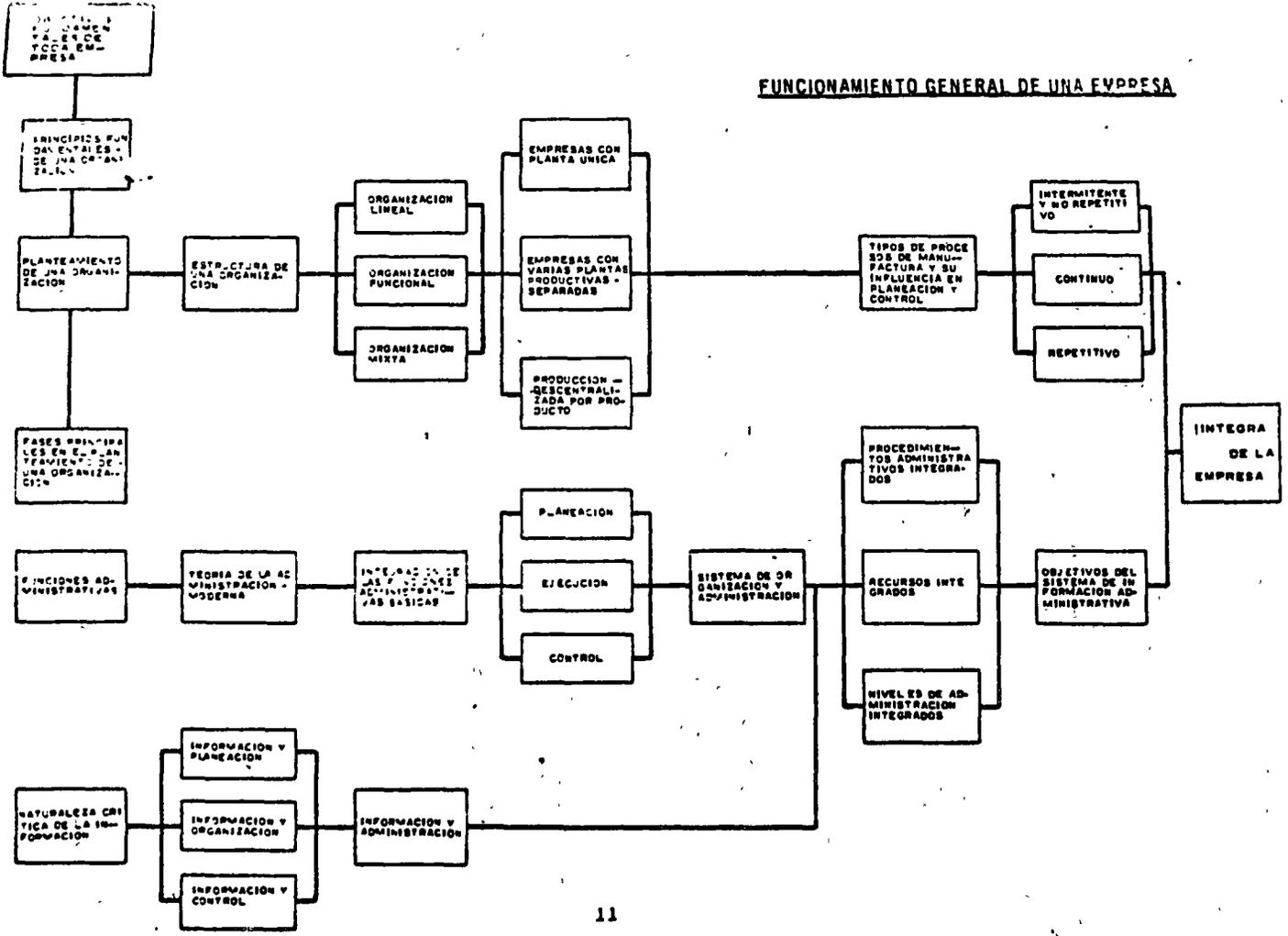
ING. FILIBERTO CEPEDA TIJERINA

1973

Tacuba 5, primer piso. México 1, D.F.
Teléfonos: 521-30-95 y 513-27-95

CAPITULO I

FUNCIONAMIENTO GENERAL DE UNA EMPRESA



1.1. OBJETIVOS FUNDAMENTALES DE TODA EMPRESA

1. Crear fuentes de trabajo que ayuden a disminuir el desempleo real o disfrazado.
2. Desarrollar, producir y vender sus productos, utilizando sus facilidades y experiencia, para satisfacer las necesidades y deseos del mercado.
3. Incrementar constantemente su participación en el mercado y obtener un volumen satisfactorio de ventas, en los límites óptimos.
4. Asegurar una utilidad razonable y mantener una posición financiera sólida a través del máximo aprovechamiento de sus recursos.
5. Planear y controlar eficazmente las diversas actividades, aplicando técnicas de administración a través de la estructura de la empresa.

Para definir dicha estructura es necesario:

- a) Definir claramente los objetivos
- b) Determinar las actividades necesarias para realizar dichos objetivos
- c) Agrupar estas actividades en órganos, secciones o departamentos
- d) Señalar las relaciones que deben existir entre estas actividades y los grupos de personas que las realicen.
- e) Fijar la información que deba producirse, señalando los puntos de nacimiento de cada una, a quiénes debe enviarse y cuál es la que debe recibir.
- f) Designar las personas que pueden realizar las actividades.
- g) Jerarquizar a las personas, especificando sus relaciones, dependencias y campos de responsabilidad y autoridad.
- h) Expresar la estructura de la organización en organigramas y procedimientos administrativos.

"Administrar es la acción de gobernar, regir o cuidar"

En la industria, administrar es la función que atañe a la determinación de las políticas de la empresa, a la coordinación de las finanzas, de la producción y de la distribución, al establecimiento del alcance o propósito de la organización y al control final de lo realizado. Su elemento más importante es el consejo de administración.

"Dirigir es la acción y efecto de llevar rectamente una cosa hacia un término u objetivo señalado"

En la industria, dirección es la función que trata de la ejecución de las políticas de la empresa dentro de los límites fijados para los objetivos particulares.

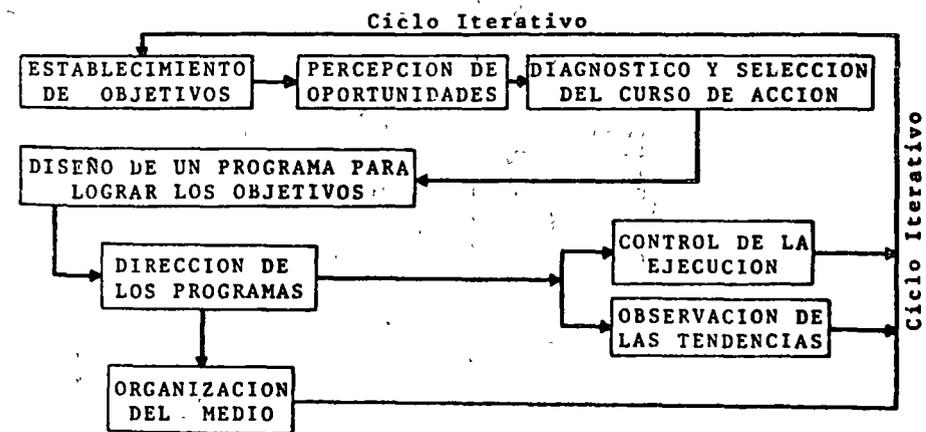
La dirección debe lograr los objetivos que se señalan, mediante la organización.

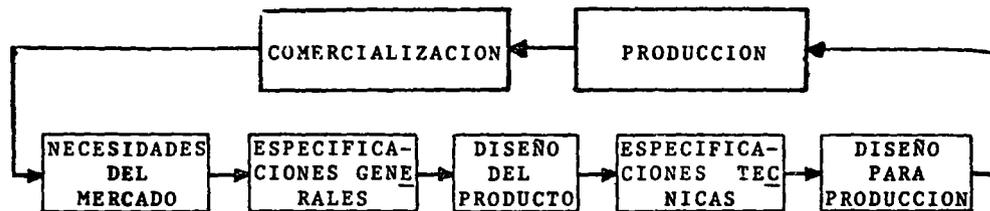
Administración y dirección son funciones estrechamente relacionadas de un proceso único. La administración decide qué debe hacerse y la dirección pone la decisión en acción y vigila el proceso.

La empresa debe tener un objetivo común, toda ella y encada una de sus partes.

La estructura de una empresa no es un elemento estático, sino dinámico, o sea como un cuerpo vivo que está en proceso continuo y que necesita adaptarse a las condiciones variables. Desde este punto de vista, la organización es dinámica y trata de crear y conservar las condiciones necesarias para que la empresa pueda actuar en forma eficaz en todos sus campos.

Las actividades administrativas tienen sentido, solamente cuando la organización se encuentra en estado dinámico, y dentro de dicho estado, la tarea más importante del administrador es crear con la empresa el medio ambiente adecuado con el cual podrá lograr en el tiempo previsto la realización de sus objetivos. Sin embargo, las funciones precedentes del administrador no son ejecutadas secuencialmente, porque cada función afecta a la otra y todas están interrelacionadas para formar el proceso administrativo. La naturaleza general por la cual opera este proceso, se presenta en la siguiente figura:





A fines del siglo pasado, Federico W. Taylor realizó los primeros experimentos al respecto, en Estados Unidos de Norteamérica, en la fundición Bethlehem Steel Works. Casi simultáneamente, en Francia, Harry Fayol realizó también experimentos y análisis sobre la materia. Taylor, también conocido como "Padre de la administración científica", dio a sus estudios un enfoque más bien dirigido hacia el beneficio de la empresa que hacia el bienestar de los trabajadores; por su parte, Fayol quiso encontrar en su análisis, tanto el beneficio de la empresa como el de los trabajadores.

Para su estudio, la administración ha sido dividida en etapas y elementos. Tanto Taylor como Fayol, así como Hurwik, Kounds, O'donell Terry, y en México el maestro Agustín Reyes Ponce, han dado distintas divisiones. Aquí se menciona la del maestro Reyes Ponce por parecer la más compleja y de mayor interés para el presente trabajo.

ETAPAS	ELEMENTOS
Administración	1. Previsión ¿Qué se puede hacer?
	A) Mecánica 2. Planeación ¿Qué se va a hacer?
	3. Organización ¿Cómo se va a hacer?
	4. Integración ¿Quién y con qué?
	B) Dinámica 5. Dirección ¿Cuándo?
	6. Control ¿Cómo se hizo?

Cada uno de los elementos tiene su realización, sus propias reglas y principios, pero no es objeto de este libro analizar cada uno.

1. PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE ORGANIZACION

I. Objetivos

Lograr los objetivos de la empresa, mismos que deben ser alcanzables.

II. Propósitos de la organización

La organización debe ser congruente con los objetivos de la empresa, siendo su objetivo fundamental la coordinación de personas y funciones.

III. Estructura de la organización

Debe ser integrada de tal modo que permita ser conocida, observada y fácilmente adaptable por sus integrantes ante situaciones cambiantes.

IV. Unidad de mando

Cada miembro de la empresa debe saber claramente ante quién es responsable y quiénes son responsables ante él, cuidando que tenga un solo jefe y que el número de subordinados no sea excesivo. Así como diferenciar claramente entre la función de establecer las políticas y doctrinas de la sociedad y la de realizar dichas políticas.

V. Unidad de dirección

Asociar las funciones con objetivos comunes a desarrollar a un grupo con un mismo jefe, de tal forma que cada grupo de actividades posea un plan unificado.

Debe asignarse a cada órgano la persona que tendrá la responsabilidad del mismo. Las funciones que se le otorgan a cada órgano, deben ser lo más homogéneas posibles.

VI. Relación de autoridad y responsabilidad

No puede haber responsabilidad sin la adecuada autoridad.

Definidos los trabajos a realizar por cada grupo, su jefe debe conocer perfectamente el grado de autoridad y la extensión de ésta, así como la responsabilidad que le corresponde. La responsabilidad y la autoridad deben estar equilibradas para evitar conflictos y poder desarrollar eficientemente la función.

VII. Delegación de autoridad

Las líneas de autoridad deben establecerse claramente y la autoridad para actuar debe descender desde los niveles superiores hasta el más cercano en que se realizan las actividades.

Cualquier delegación de autoridad no exime al jefe de su responsabilidad en el conjunto del desarrollo de la función.

Todo jefe es responsable de su actuación y tiene derecho a controlar las órdenes que dicte.

La autoridad siempre debe estar representada en forma tangible.

VIII. Especialización

Cada miembro de una organización debe tender a un conocimiento y desarrollo integral de su trabajo.

IX. Información

Es necesario establecer claramente los flujos de información, de tal forma que llegue a quien deba, en la cantidad y forma necesaria.

1.3. EL PLANTEAMIENTO DE UNA ORGANIZACIÓN

Casi todas las organizaciones actuales se basan en alguno de los esquemas siguientes, o bien en una combinación de los mismos.

- a) Organización Lineal
- b) Organización Funcional
- c) Organización Lineal-de Apoyo o Lineal-"Staff"

a) Organización Lineal

La estructura de la organización lineal (Fig. 1.1), denominada también de jerarquía militar, es la más sencilla. En esta estructura de organización, el mando ejecutivo de la producción es responsable de todo lo que pertenece a su departamento.

El mando directo tiene la autoridad y responsabilidad delegada a ellos por sus superiores, para toda la actividad desarrollada dentro del área geográfica de sus respectivos departamentos. Cuando existen dudas, el supervisor busca el consejo del director, y los obreros siempre consultan al supervisor para cualquier cosa relacionada con su trabajo.

Este tipo de organización proporciona líneas definidas de autoridad y especifica muy claramente los deberes y responsabilidades, pero tiene la desventaja de sobrecargar los mandos directos con demasiados deberes y responsabilidades, siendo muy rígido e inflexible, no pudiendo usarse en empresas complicadas.

b) Organización Funcional

Para superar algunas de las desventajas de la organización lineal, fue desarrollado el sistema de organización funcional (Fig. 1.2). En el tipo funcional, cada ejecutivo se especializa en una actividad particular a fin de desarrollar los conocimientos y experiencia al máximo sobre una fase determinada del proceso operativo de la empresa. Sin embargo, el sistema ha sido criticado, debido a la dificultad de coordinar muchas funciones separadas y la confusión de tener al obrero dependiendo de varios jefes. En la práctica es irrealizable.

c) Organización Lineal-de Apoyo o Mixta

En la práctica, muchas empresas tienen una combinación de ambas. Este tipo de organización se presenta en la Fig. 1.3.

En una organización de esta naturaleza, existirá especialización de las diversas funciones, tales como Ingeniería de Producción, Ingeniería del producto, etc.. Los especialistas de estas funciones dan sus recomendaciones al mando directo, quien resuelve cualquier conflicto que se presente en las recomendaciones dadas por ellos. Así, el obrero recibe las órdenes finales de su mando directo.

El sistema lineal-de apoyo es altamente recomendado como un método que proporciona las ventajas del sistema lineal y el funcional, reduciendo los inconvenientes de ambos. En la actualidad, es la solución generalmente adoptada.

Conforme las empresas crecen, su estructura de organización se vuelve cada vez más compleja, de tal modo que la organización en "línea" (funciones básicas de financiamiento, producción, distribución o ventas), va complementándose con otros departamentos de apoyo, los cuales están caracterizados por el hecho de que ningún empleado o ejecutivo "de apoyo", tiene actividad directa sobre los ejecutivos y obreros de "línea", que realizan tareas operativas, puesto que si ocurriera lo contrario, se quebrantaría el principio de autoridad y responsabilidad.

Los administradores de "línea" son los puntos focales para el control administrativo; son las personas cuyos juicios son incorporados en los planes de aprobación, quienes deben influir en otras personas y cuyos juicios son medidos.

El conjunto de personas "de apoyo", sintetiza y presenta la información que se usa en el proceso, haciendo los cálculos que modifican los juicios de los administradores.

La misión en los departamentos de apoyo puede ser de:

Coordinación	Asistencia y asesoría
Investigación	Consejo
Información	Análisis

Actualmente, la solución habitual es la lineal-de apoyo, aunque existe una cierta tendencia a volver a la solución de "línea" bajo el tipo de descentralización por producto.

Tanto la solución funcional pura como la organización lineal pura son irrealizables en la práctica, debido a la necesidad de la especialización y de evitar ser "juez y parte" simultáneamente, así como por el bajo aprovechamiento que se hace de los especialistas.

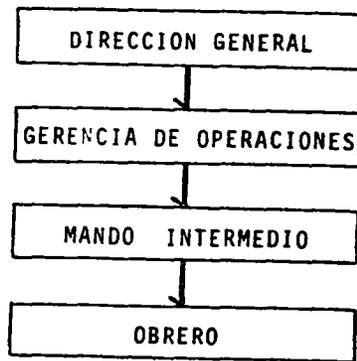


Fig. 11. Estructura de una Organización Lineal.

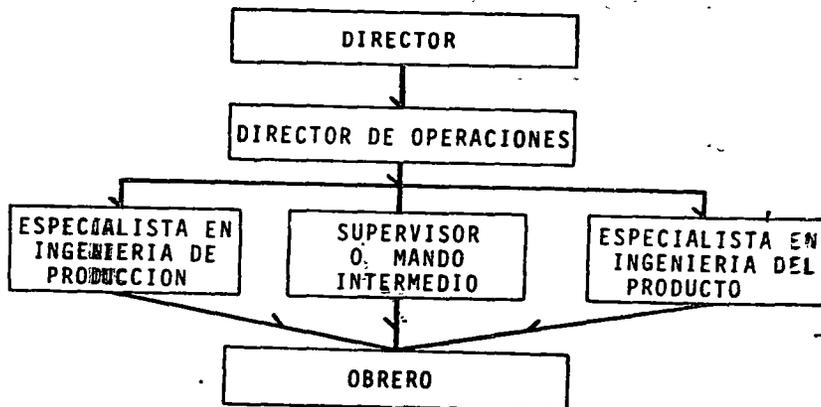


Fig. 12. Estructura de una Organización Funcional.

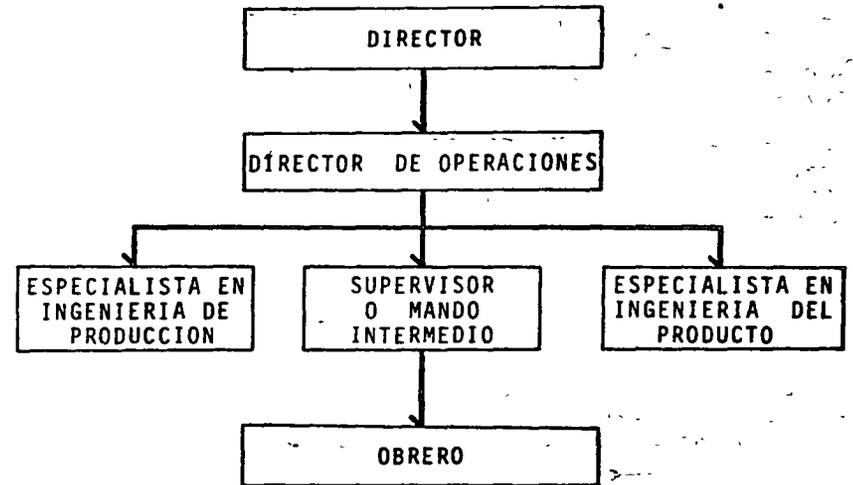


Fig. 13. Estructura de una Organización Lineal-de Apoyo o Mixta.

4. PRINCIPALES TIPOS DE EMPRESAS INDUSTRIALES

1. Empresa con planta única
 - a) Con centralización máxima
 - b) Con subdivisión en centros de producción de suficiente volumen
2. Empresa con varias plantas productivas separadas

En este caso se da una serie de soluciones:

 - a) Cada una de las plantas está estructurada en forma centralizada
 - b) Cada planta tiene una estructura con subdivisión en centros de producción
 - c) Plantas con la solución centralizada y otras con divisiones

En todos los casos, existen órganos centralizados de control y coordinación que llegan en estas funciones a un mayor o menor grado de detalle.

3. Producción descentralizada por producto

Análisis de cada uno de los organigramas de estas empresas.

1-a) Planta única centralizada. Es el modelo más habitual y todas sus actividades de apoyo están centralizadas.

Hay un mínimo de descentralización. En relación con producción, las funciones situadas en los talleres son las de lanzamiento, manejo de materiales, almacenamientos previos, cuartos de herramientas, producción y distribución.

Salvo los informes y partes localizados en el ámbito del taller, todas las funciones están en la oficina central (Fig. 1.4)

1-b) Planta única, subdividida. Un modelo que se emplea a menudo, aunque no siempre con muy buenos resultados, es el de centralizar una serie de actividades de apoyo que aseguren la coordinación, control y descentralización de cierto número de ellas, asignándolas a los grupos de centros de producción (Fig. 1.5).

Este tipo de estructura tiene ventajas e inconvenientes.

Las ventajas principales son:

- * Lograr el equilibrio de las actividades de cada grupo de centros de producción
- * Supervisión y control más directo al situar una parte de las funciones de apoyo próximas a los centros de producción
- * Posibilidad de distribuir mejor los costos

Los inconvenientes principales son:

- * Menor flexibilidad
- * Posibilidad de incrementar gastos
- * Precisar un fuerte control de gestión y coordinación para evitar que los centros de producción, con sus equipos "de apoyo", deriven en verdaderos centros de influencia, con pérdida de unidad de objetivos
- * La formación del personal directivo debe ser elevada y homogénea

Este sistema ha dado magníficos resultados pero también fracasos rotundos, especialmente en costos, ya que tiende a elevar los gastos; por eso debe aplicarse con mucha precaución.

El problema fundamental es que el control central debe ser más fuerte cuanto más se descentralice. No quiere decir esto,

que el control central deba supervisar todos los detalles, pero sí es absolutamente preciso que tenga en su mano los suficientes (cuantos menos, mejor) y de la suficiente importancia como para mantener la unidad de objetivos y políticas, así como la coordinación adecuada. No deben descentralizarse más que aquellas actividades que puedan realizarse más eficientemente y a menor costo en el nivel de los centros de producción.

2. Plantas separadas

Algunas empresas pueden funcionar según el primer tipo, otras, de acuerdo al segundo; pero, en general, una solución aceptable en principio sería considerar cada planta como uno de los grupos de centros de producción del segundo caso. Si algunas de las plantas precisan hacer agrupaciones de centros de producción, podrían tener:

- * Plantas funcionando centralizadamente
- * Plantas funcionando descentralizadamente
- + El conjunto podría basarse en una combinación de las dos anteriores (Fig. 1.6).

Otra forma sería establecer la oficina general y el centro de apoyo en una de las plantas, y que las restantes actuaran como grupos de centros de producción.

En cualquiera de los casos, el centro de apoyo debe ejercer un fuerte control y lograr el cumplimiento de los objetivos y políticas.

3. Descentralización por producto

Este tipo de organización puede usarse en una planta única dentro de una división. Por ejemplo, un hombre puede ser el supervisor de costos, de tiempos, de preparación de las cargas de trabajo, de la planificación y de las funciones de ejecución. Toda esta actuación puede seguirse desde el exterior, en la oficina de control de producción, estableciendo el seguimiento de las órdenes abiertas, el control de materiales y existencias, el avance de obra y el control de los envíos. Así, este hombre actuaría como jefe de producción en entrenamiento mediante cada producto, obteniéndose así la descentralización por producto.

El enorme problema de este tipo de organización, tan atractiva en su planteamiento, es que requiere de personal de alta calidad, y el peligro gravísimo es la pérdida de unidad, de coordinación, las fricciones entre líneas funcionales, etc., así como la formación de índice muy elevado que precisa todo el personal (Fig. 1.7).

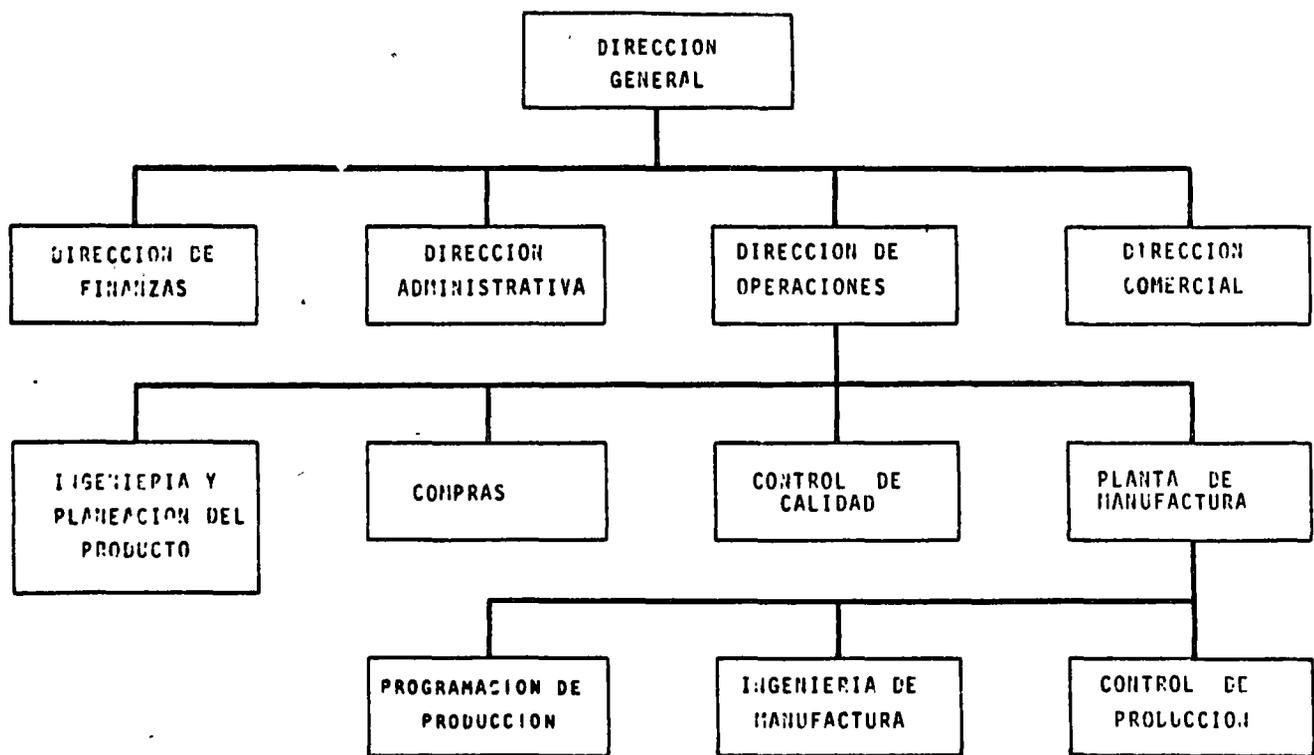


FIG. 1.4. ORGANIGRAMA BASICO DE UNA PLANTA UNICA CENTRALIZADA .

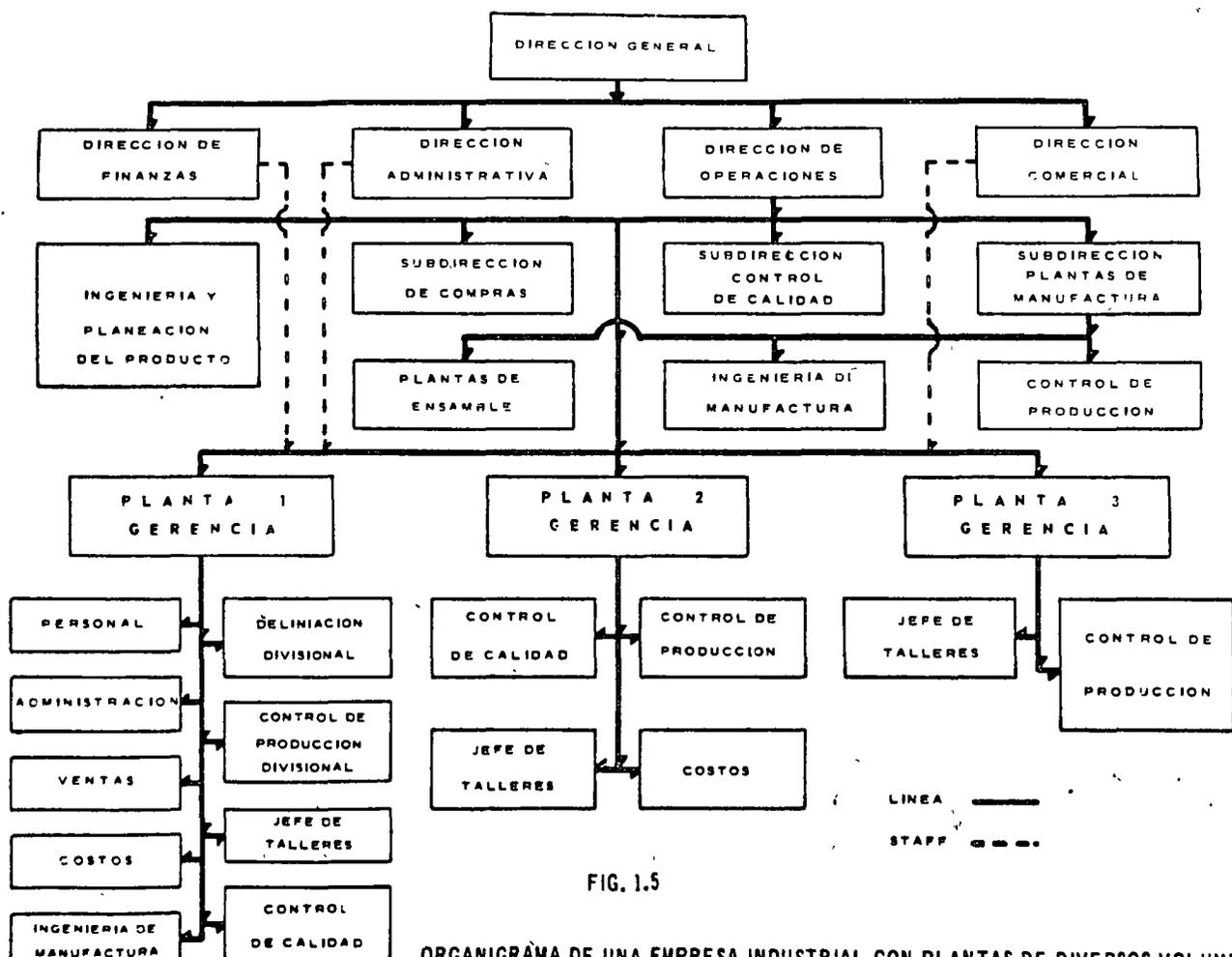
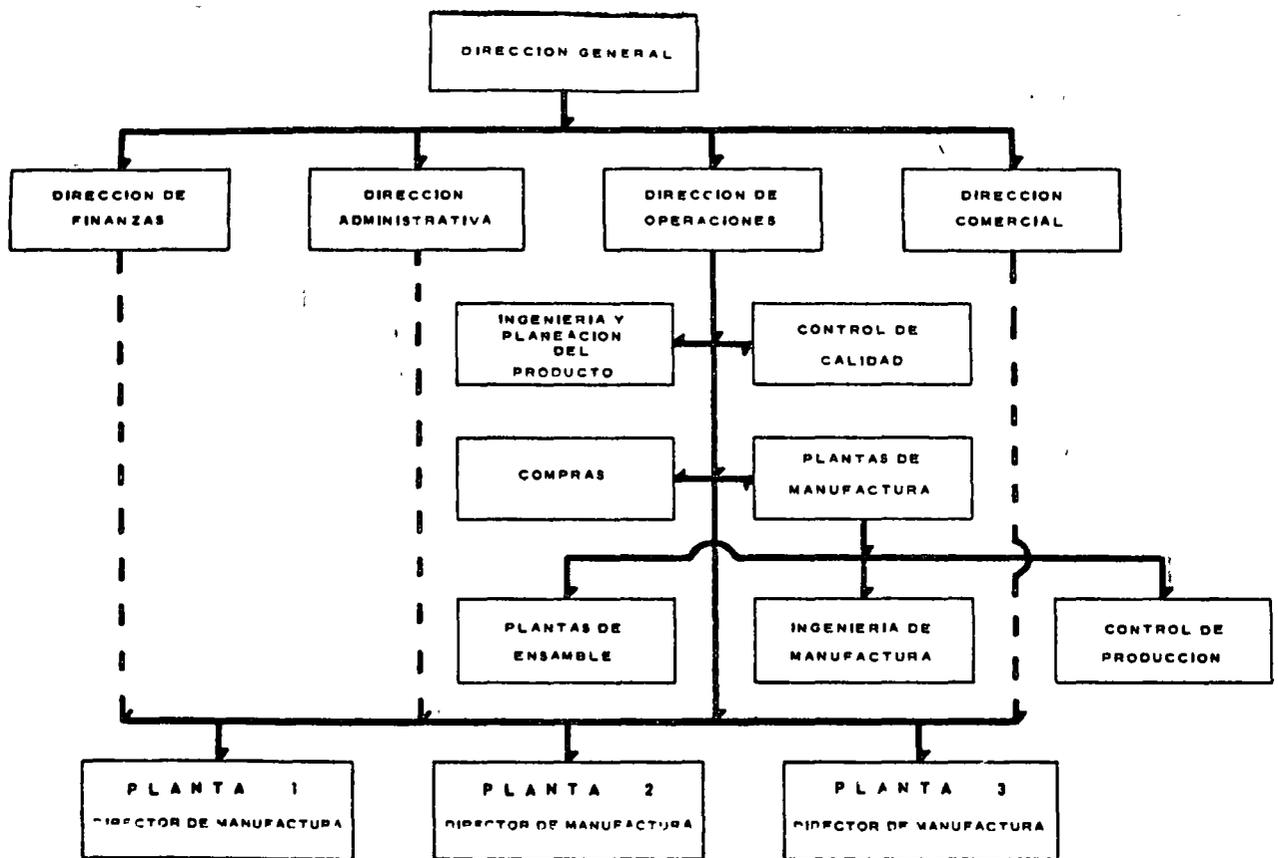


FIG. 1.5

ORGANIGRAMA DE UNA EMPRESA INDUSTRIAL CON PLANTAS DE DIVERSOS VOLUMENES

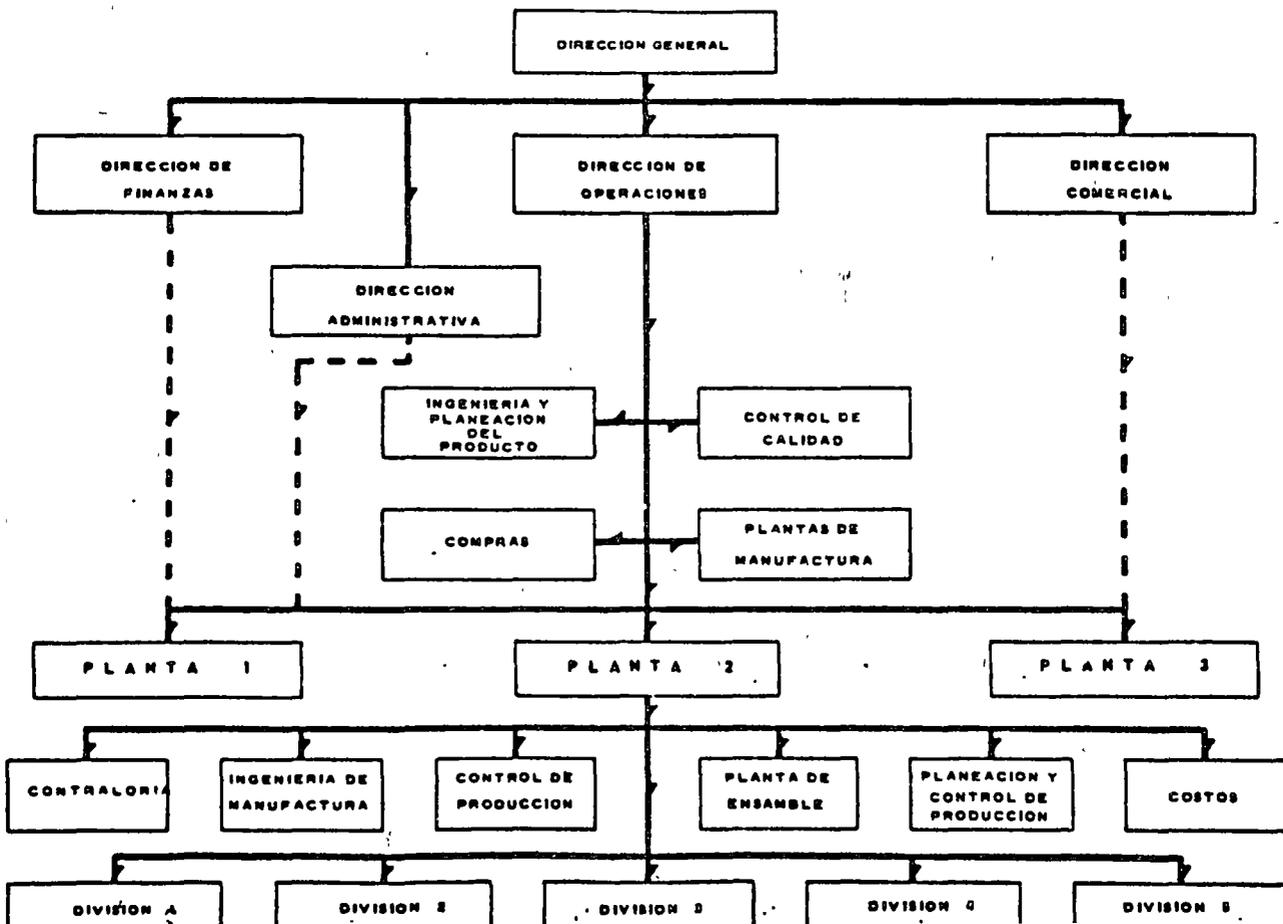


ORGANIGRAMA PARA UN GRUPO DE PLANTAS

FIG. 1.6

ORGANIGRAMA PARA VARIAS PLANTAS CON VARIAS DIVISIONES EN CADA UNA DE ELLAS

FIG. 1.7



1.5. FASES PRINCIPALES EN EL PLANTEAMIENTO DE UNA ORGANIZACION

1. Preparar un organigrama de base para la nueva estructura de organización, debiendo atender:
 - a) Grado de centralización que se desee en una primera aproximación
 - b) Tipo de organización según los modelos señalados
 - c) Número de órganos de trabajo (oficinas, servicios, centros de producción, etc.), con breve pero clara idea de sus funciones
2. Análisis del número de jefes a todos los niveles, para cubrir los puestos diseñados en el punto anterior, considerando:
 - a) Examen de los puestos actuales de la empresa
 - b) Examinar qué funciones deben estar bajo el mismo jefe, procurando que sean homogéneas. Además, se deberán separar las funciones de línea de las de apoyo
3. En este momento se tiene una idea bastante concreta del organigrama y está relativamente bien adaptado a las necesidades y posibilidades de la empresa, pero no es suficiente, siendo necesarios otros pasos, que son:
 - a) Examinar que la creación de personal necesario para cada departamento, a la vista de las tareas generales que les incumbe. Este examen será una primera aproximación
 - b) Analizar, con el máximo de detalle posible, el orden cronológico de las actuaciones de todos los departamentos, con sus relaciones y una idea inicial de los documentos y su flujo

El objetivo de este punto es evitar la duplicidad de funciones, archivos, etc., y obtener la primera información sobre el flujo de documentos. Corregir, en lo fundamental, los inconvenientes del organigrama de base y tener los elementos necesarios para elaborar el manual de procedimientos.

4. El desarrollo completo del sistema de funcionamiento de cada departamento debe encomendarse al jefe designado para cada uno, bajo las condiciones siguientes:
 - a) Que se cumplan las funciones de los puntos precedentes y que se hayan establecido para cada departamento
 - b) Que se determine con el mayor detalle y precisión posibles, cómo será la actuación de cada departamento para

cumplir con las funciones que se le encomiendan. Deberán, por lo tanto, desarrollar el organigrama de los mismos, flujo de documentos, formatos de éstos, etc..

- c) Que se analicen, considerando el organigrama detallado, documentos previstos, etc. y las modificaciones que se deben realizar en el organigrama general.

5. Con el organigrama definido en el punto 1, y los detallados en el punto 4, se analizan las ventajas e inconvenientes que se han puesto de manifiesto; después de las debidas correcciones y ajustes se definen:

- a) La estructura de organización general, con departamentos, secciones, etc., con la definición de funciones, responsabilidades y autoridad de cada uno de los respectivos jefes asignados con sus niveles jerárquicos, dependencias, etc..

- b) Los manuales de procedimientos para cada departamento

- c) El flujo de información dentro de cada departamento y su interrelación dentro de la empresa.

En esta fase de planeación de la organización, se habrá logrado:

Evitar duplicidades de todo tipo (funciones, documentos, archivos, etc.).

La descripción de cada puesto clave.

Determinar la autoridad que acompaña a cada uno de estos puestos.

Tener idea de la cantidad de trabajo a desarrollar por cada hombre clave.

Tener el organigrama.

6. Se debe pasar a la fase de "vender" la nueva estructura de organización a la totalidad del personal, de la siguiente manera:

- a) Informando mediante charlas, reuniones, etc..

- b) Publicando copias de organigramas, manuales de procedimientos, etc..

La preocupación fundamental en los primeros momentos debe ser que los diversos grupos tengan una idea clara de sus funciones y, mediante la comprensión y respeto mutuo, llegar a un funcionamiento armónico.

7. Recomendaciones

- I. Respecto al grado de independencia de ideas que deben tener las personas que realicen el análisis, conviene, en principio, que tuvieran una independencia total, para evitar en lo posible "rutinas". En caso de una reorganización, ésto no es fácil, pero debe evitarse.
- II. Plantearse muy claramente los objetivos, sin perderse al principio en los detalles.
- III. Analizar toda clase de detalles de sistemas en funcionamiento, sin olvidar que el caso exigirá una solución.
- IV. Conseguir la adecuada delegación de autoridad y especificarla claramente ante todos los miembros de la empresa.

TIPOS PRINCIPALES DE PROCESOS DE MANUFACTURA Y SU INFLUENCIA EN ALGUNOS ELEMENTOS DE PLANEACION Y CONTROL DE PRODUCCION

PROCESO CONTINUO DE PRODUCCION

Una industria de proceso continuo de producción, tiende a realizar el proceso durante las 24 horas del día, siendo imposible, en algunos casos, detener el proceso sin sufrir grandes pérdidas y dañando seriamente el equipo. Ejemplos de estos son las empresas fundidoras.

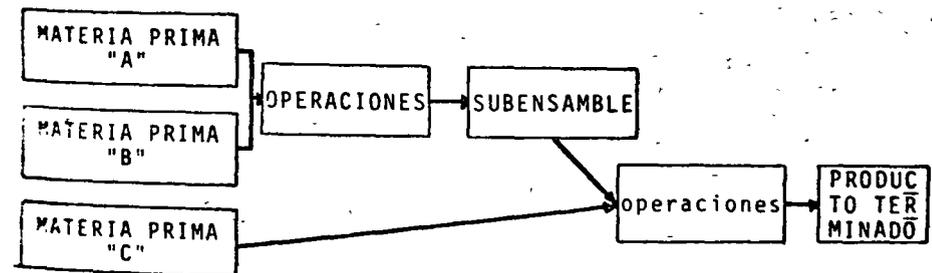


PROCESO REPETITIVO DE PRODUCCION

En una industria de proceso repetitivo, el producto se procesa en lotes, cuyas características, a diferencia del intermitente, son del mismo producto. Este tipo de proceso puede implicar gran variedad de operaciones, pero debido a la naturaleza de los materiales, el flujo de ellos no puede ser controlado rígidamente como en una empresa de proceso continuo. El producto se mueve a través de cantidades específicas o lotes, donde cada elemento de él sigue sucesivamente a través de las mismas operaciones que el elemento previo.

Si los lotes de los mismos o similares elementos siguen uno a otro con la misma regularidad, la situación se torna análoga a la del tipo de industria de proceso continuo, excepto que el proceso de producción rara vez dura 24 horas de trabajo continuo.

Actualmente, este tipo de industrias se utiliza para manufacturas diferentes, tales como teléfonos, bulbos, automóviles, televisores, tractores, refrigeradores, zapatos, etc., o sea cualquier artículo que requiera del ensamble de sus partes.



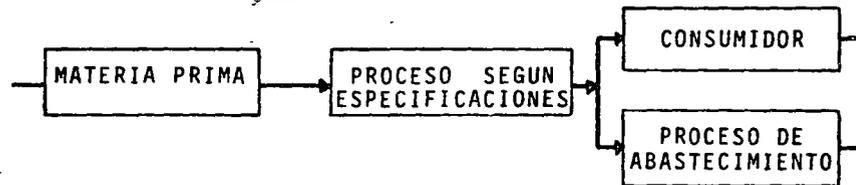
Aunque el papeleo es menor, la línea es muy sensible al rompimiento, debido a una caída de materiales o de mano de obra.

PRODUCCION INTERMITENTE

En una industria de proceso intermitente, se procesan los productos cuando tipos diferentes han sido solicitados u ordenados por el consumidor, por lo que también se le denomina industria de trabajo por lotes.

Mediante este proceso, un pequeño lote puede ser ordenado de acuerdo con las especificaciones del consumidor, pudiéndose dar el caso que nunca vuelva a ser requerido, por lo que este tipo de industrias deberá tener gran flexibilidad en sus operaciones.

La industria intermitente trata con pequeños volúmenes de productos, y en la medida que el consumidor incrementa la demanda de su producto, la compañía tiende a producir en masa, haciéndolo en forma definitiva o en forma eventual.



El taller es del tipo de operación intermitente. El departamento o centro de trabajo está organizado alrededor de tipos particulares de máquinas para muchos propósitos, o sea del tipo universal, en las que se puede ejecutar cualquier función específica. Dichos centros de trabajos individuales existen para taladrar, mandrilar, cortar, punzonar, troquelar, etc..

Como consecuencia de la profusión de estos talleres o departamentos, el control y la planeación del trabajo es agobiante. La expedición de órdenes, programas y operaciones en las máquinas, normalmente se realiza por modelos matemáticos de secuenciación estudiados por la investigación de operaciones. Pero debido al cambio frecuente en la secuencia de operaciones se complica el control y provoca un papeleo, registros, etc. de volumen alto, que están ligados al costo y a la capacidad productiva.

PROCESO COMBINADO DE PRODUCCION

En éste, se presenta una combinación de los tres anteriores, donde algunos departamentos de la empresa desarrollan dichas actividades específicas que realizan en el producto o en alguno de sus elementos.

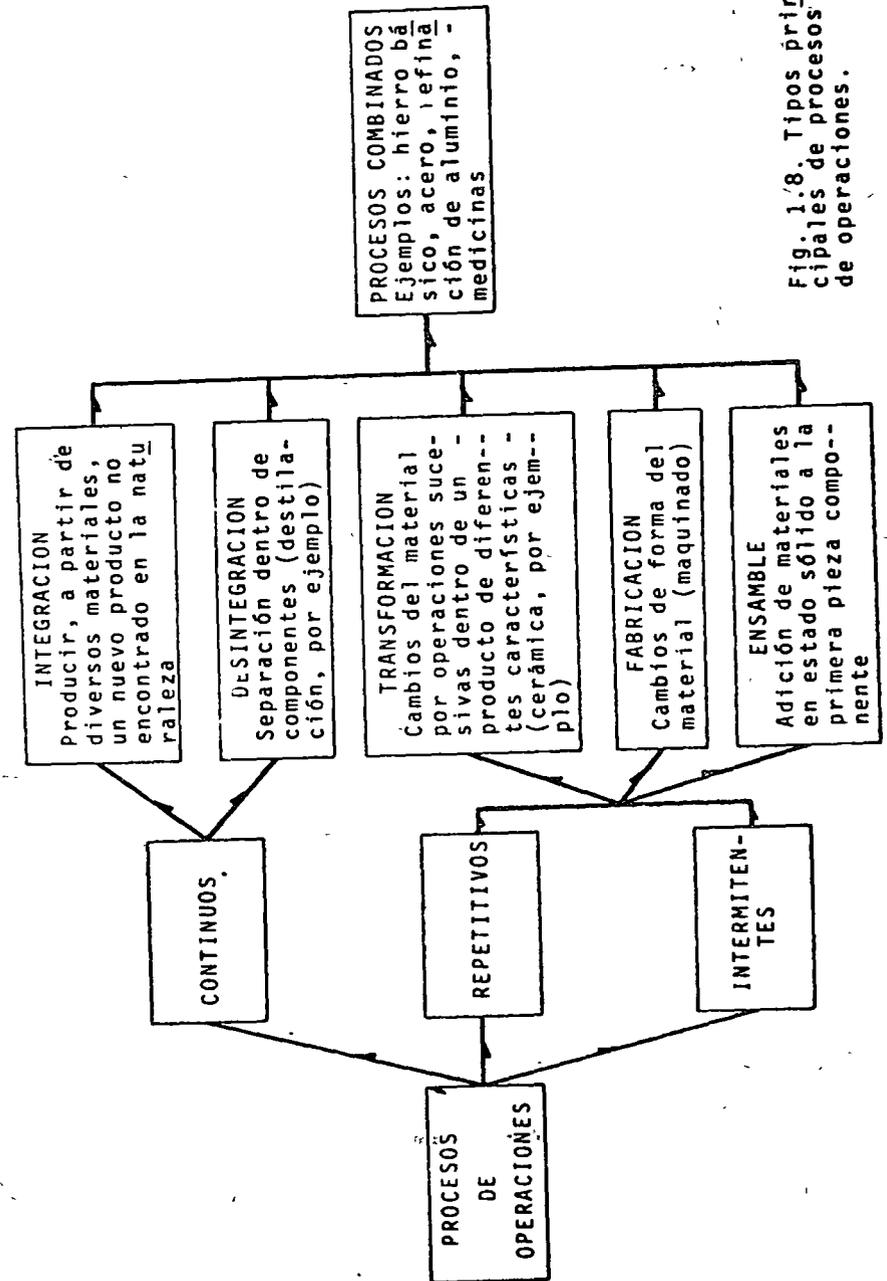


Fig. 1.8. Tipos principales de procesos de operaciones.

1.7. FUNCIONES ADMINISTRATIVAS

Las actividades administrativas tienen sentido sólo si la organización está en estado dinámico cuando está transformando recursos en productos o servicios.

La empresa puede ser vista como un organismo-un sistema dinámico que requiere administración de sus subsistemas para transformar recursos. Dado este concepto, surgen las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles son los recursos de la empresa?
2. ¿Cuál es la naturaleza del organismo que ejecuta el proceso de transformación?
3. ¿Cuál es la naturaleza del proceso administrativo?
4. ¿Cómo deberá ser administrado este organismo que regula la creación de productos o servicios?

Que se pueden explicar de la siguiente manera:

1. Los recursos de la empresa incluyen información, materiales, capital, mano de obra, maquinaria y facilidades. Estos son transformados en productos. Bajo el concepto del sistema dinámico de la empresa, estos recursos son vistos como fluyendo a través del sistema de transformación. De ahí que los subsistemas de la empresa puedan ser construidos como redes de flujo; entonces, se tendrán redes de flujo de materiales, de mano de obra, de flujo de dinero y facilidades, y redes de flujo de maquinaria. Con objeto de que estos sistemas funcionen efectivamente, es necesario diseñar un sistema de flujos de información que integren los otros sistemas y que sirva como centro nervioso para integrar la empresa.
2. El vehículo a través del cual los recursos son transformados en productos, es la organización. Porque está compuesta de gente, el administrador está comprometido con el medio ambiente y la interacción de la gente con la estructura, así como con su propia estructura.
3. La transformación de redes de recursos en productos o servicios a través del vehículo de una organización dinámica puede ser explicada en términos de un sistema que conjunte a la organización y administración.

Entonces, también se puede definir a la organización como un sistema o conjuntos de subsistemas cuya interacción determinan su supervivencia.

¿Qué es un Sistema?

Un sistema es un conjunto de elementos formando una actividad, un procedimiento o un esquema a procesar, procurando una o varias metas comunes por operar sobre datos y/o energía y/o materia en un tiempo dado para obtener información y/o energía y/o materia.

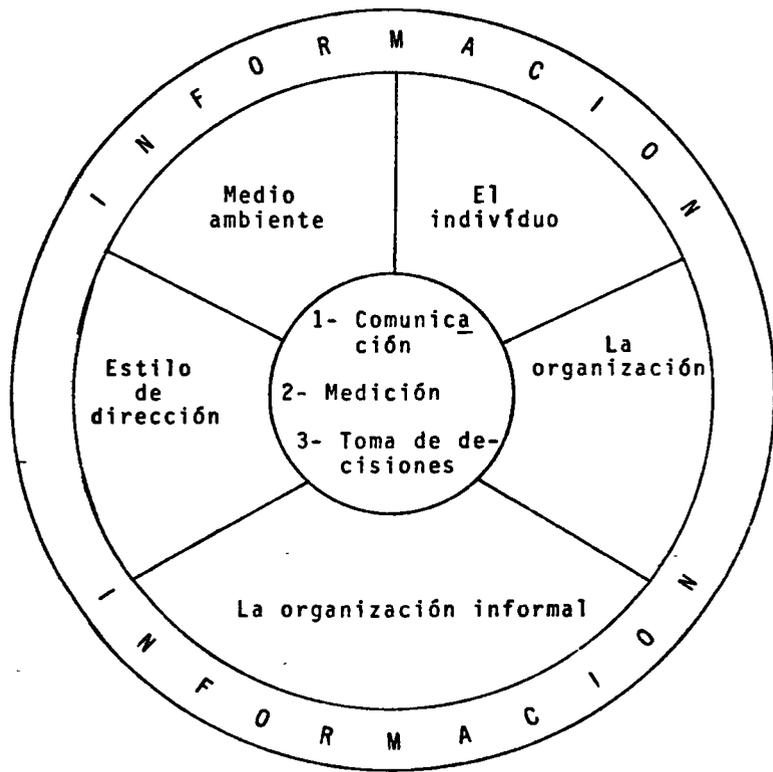
Algunos casos específicos, ilustrarán un poco esta definición abstracta.

Un sistema de manufactura. Un grupo de gente, máquinas y facilidades (un conjunto de elementos) trabajan para producir un número específico de productos (buscar una meta común), operando bajo especificaciones del producto, listas de materiales, programas, subensambles y potencia eléctrica convertida en mecánica (operando sobre datos, materia y energía) para obtener los productos y la información especificada en la fecha deseada por los clientes (para obtener materia en un tiempo dado).

Un sistema de información para la administración. Un grupo de gente, un conjunto de manuales y equipo de procesamiento de datos (un conjunto de elementos) seleccionan, almacenan, procesan y actualizan datos (operan sobre datos y materia) para reducir la incertidumbre en la toma de decisiones (buscar una meta común) para producir información a los administradores en el tiempo en que ellos puedan darle el uso más eficientemente posible (producir información en un tiempo dado).

1. ¿Cuáles son las partes estratégicas de un sistema?
2. ¿Cuál es la naturaleza de su mutua dependencia?
3. ¿Cuáles son los procesos principales en el sistema que ligan las partes juntas y sus facilidades ajustadas a cada orden?
4. ¿Cuáles son las metas que persiguen los sistemas?

Las respuestas a estas preguntas producen la estructura para el acercamiento a una teoría de la organización de sistemas. La figura siguiente presenta un modelo conceptual simple de los principales elementos de esta estructura y el proceso por el cual está integrada.



Factores del proceso de integración de información

INTEGRACION DE LAS FUNCIONES ADMINISTRATIVAS BASICAS

La actividad relevante del administrador es crear con la empresa el medio ambiente, con el cual se le facilite el cumplimiento de sus objetivos. Para hacerlo, el administrador planea el trabajo de sus subordinados y sus propias actividades, selecciona y entrena empleados para sus operaciones de apoyo, organiza el trabajo y las tareas interrelacionadas. Dirige el trabajo y controla los resultados para medir el alcance de la ejecución del plan.

Hay muchas formas de nombrar las funciones administrativas, pero resumirse como planeación, dirección, ejecución, control y

ciclos repetitivos continuos de retroalimentación, que pueden describirse como:

PLANEACION

1. Establecimiento de objetivos por los administradores
2. Percepción de oportunidades, problemas y alternativas que rodean la ejecución del objetivo.
3. Diagnóstico de oportunidades, análisis de objetivos y selección del curso de acción
4. Diseño de un programa de acción para alcanzar los objetivos

DIRECCION

5. Dirigir, en la organización necesaria, las acciones requeridas para cumplir el programa, incluyendo la comunicación y motivación de los subordinados

EJECUCION

6. Supervisión del plan de acción a través de la organización cuyas tareas interrelacionadas están definidas y comprendidas

CONTROL

7. Observación y medida de la ejecución contra los estándares para alcanzar el plan, y corrección de las desviaciones efectuadas, si es necesario
8. Observar la tendencia significativa con la gestión administrativa o sin ella, de tal modo que las metas y programas puedan ser modificados cuando sea necesario

RETROALIMENTACION

9. Los ciclos repetitivos de información concernientes a los planes, acciones y progreso, a diferentes estados del proceso administrativo, asegurándose de que los programas sean cumplidos para alcanzar los objetivos

(Ver Fig. 1.9).

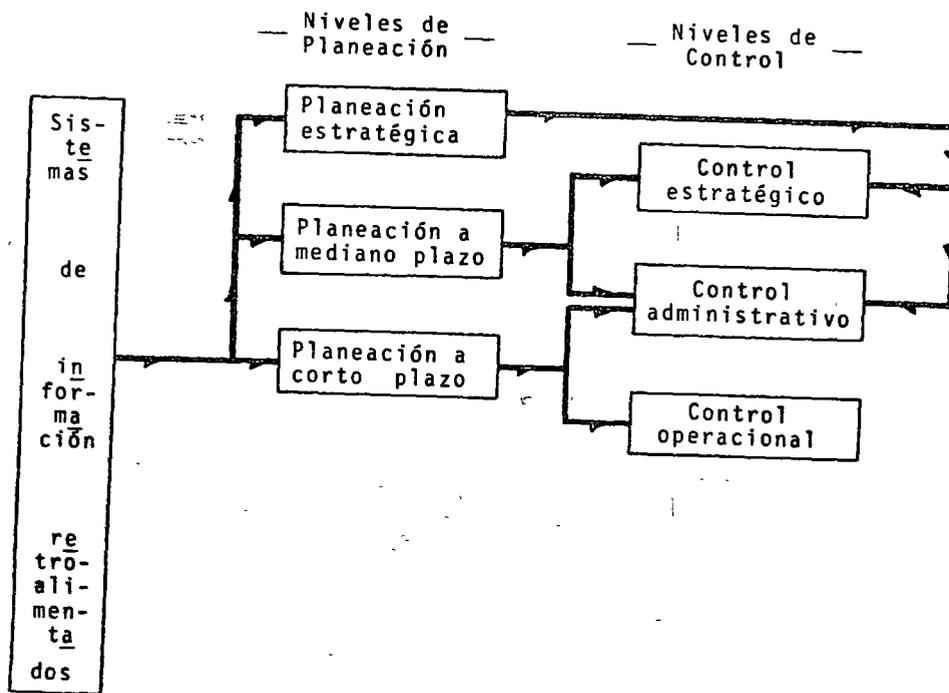


Fig. 1.9. Integración de planeación y control

PLANEACION

Es la función administrativa básica y persistente, que tiene de a integrar dimensiones de tiempo, funciones, niveles y objetivos.

La siguiente tabla muestra esa integración:

Clasificación	Planeación estratégica	Planeación a mediano plazo	Planeación a corto plazo
Tiempo	Largo plazo	Mediano plazo	Corto plazo
Función	Comercialización Fuerza de trabajo	Inventarios Fuerza de trabajo	Inventarios
Nivel	Empresa	Dirección	Gerencia operativa
Objetivos	Consolidación	Producto nuevo	Capital
Elemento	Estrategia	Política	Procedimiento

Planeación estratégica. Es el proceso de determinación de los objetivos principales de una organización y de las políticas y estrategias que deberán gobernar la adquisición, uso y disposición de recursos para alcanzar dichos objetivos.

Planeación a mediano plazo. Generalmente de cinco años de duración, procede con base en los objetivos, políticas y estrategias establecidas en la Planeación estratégica. La planeación a mediano plazo puede tener sus objetivos, subpolíticas y subestrategias propias y deben ser definidos con más detalle.

Planeación a corto plazo. Usualmente para un año o menos, controla detalles y está soportada por programas del tipo de los que normalmente se encuentran en el presupuesto anual, planes de compras, programas de producción, etc.. Generalmente, los planes de comercialización y distribución incluyen cuotas de ventas, presupuestos de distribución y costos estimados de ventas.

ORGANIZACION

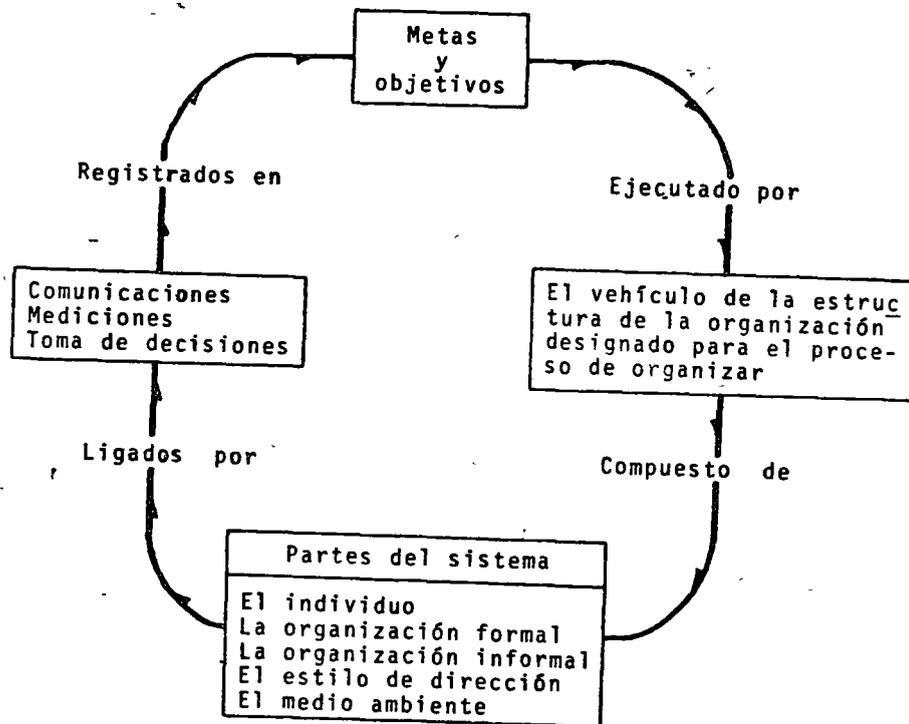
La organización requiere de administradores porque es el método por el cual se obtiene la acción del grupo operativo.

Una estructura de funciones deberá ser designada y mantenida en orden por gente que trabaja al mismo tiempo para cubrir -

los planes y alcanzar los objetivos.

La organización, como proceso administrativo, se dirige a sí misma hacia la estructura del sistema para ejecutar, coordinar y delegar autoridad.

La estructura prevista para la función de organizar facilidades, opera en la empresa como un sistema:



CONTROL

El control es un proceso básico y esencialmente persistente. El proceso fundamental consiste en:

- Estándares de ejecución .
- Medir la ejecución a través de los estándares

c) Corregir las desviaciones en estándares y planes

El control es multidimensional y debe ser dirigido para medir el progreso y modificar la planeación estratégica para alcanzar los propósitos y estrategias más importantes, así como los objetivos de la organización, lo cual es ejecutado por la alta gerencia.

El segundo nivel es el control administrativo, que es designado para medir la ejecución en el uso eficiente de los recursos que deberán cumplir los objetivos de la organización. El tercer nivel, o control operacional, asegura que las tareas operacionales son ejecutadas con eficiencia.

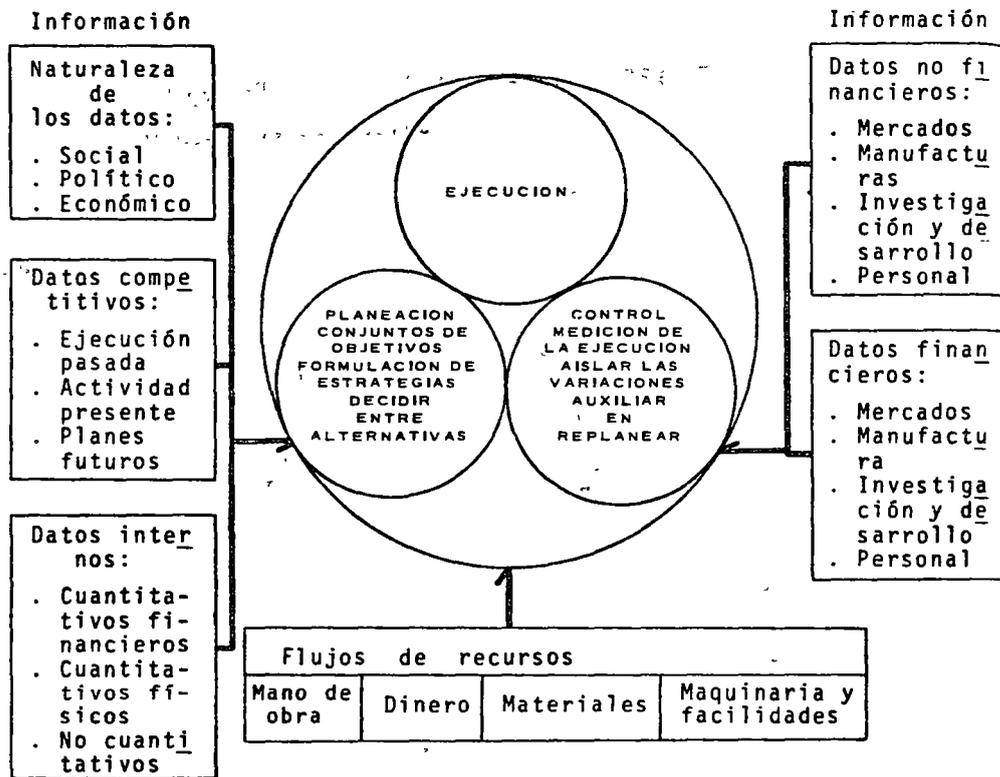
1.9. UN SISTEMA DE ORGANIZACION Y ADMINISTRACION .

Mediante un modelo conceptual se puede entender cómo manejar la transformación de flujos de recursos a través de la organización por medio del acceso a los sistemas.

Las funciones de la administración están entrelazadas e interrelacionadas, la ejecución de una no cesa cuando la siguiente se inicia, planificar está implicado en la tarea de organizar; el control es ejecutado en la tarea de apoyo. La teoría de decisiones se aplica en la función de organizar, y los sistemas de información administrativa son usados en todas las funciones y disciplinas. Cada función y técnica afecta a todas las otras, están íntimamente interrelacionadas en un sistema que da forma al componente principal del sistema administrativo (Fig. 1.10).

Fig. 1.10. ANATOMIA DE LA INFORMACION ADMINISTRATIVA

Funciones administrativas



Características de un sistema de información

Información de planeación

- 1- Trasciende la línea organizacional
- 2- Muestra tendencias, cubre largos períodos de tiempo
- 3- No requiere datos financieros importantes
- 4- Carencia de detalles minuciosos
- 5- Orientado hacia el futuro

Información de control

- 1- Sigue las líneas de la organización
- 2- Cubre períodos cortos de tiempo
- 3- No requiere datos financieros importantes
- 4- Muy detallados
- 5- Orientado al pasado

Fuente: D. Ronald David, "Management Information Crisis" Harvard Business Review Vol. 39 No. 5.

1.10. NATURALEZA CRITICA DE LA INFORMACION

Para controlar en forma eficiente el proceso dinámico de la empresa, la dirección debe tener información intangible acerca de cómo pueden actuar, esta información debe ser precisa, actualizada y organizada para satisfacer sus necesidades.

Para asegurar oportunidad en la ejecución de los objetivos, la información debe ser acumulada tal como está siendo generada para prevenir el retraso mínimo de tiempo entre cualquier ocurrencia en los procesos de la empresa y la respuesta de los controles del sistema. El valor de la información es extremadamente perecedero y está directamente relacionado con el tiempo en que es requerida para tomar decisiones inmediatas, evaluar alternativas, anticipar problemas y medir resultados que guíen y controlen el proceso dinámico de la empresa.

El concepto de cómo un sistema de información opera en el contexto del sistema total de la organización está representado en la Fig. 1.11.

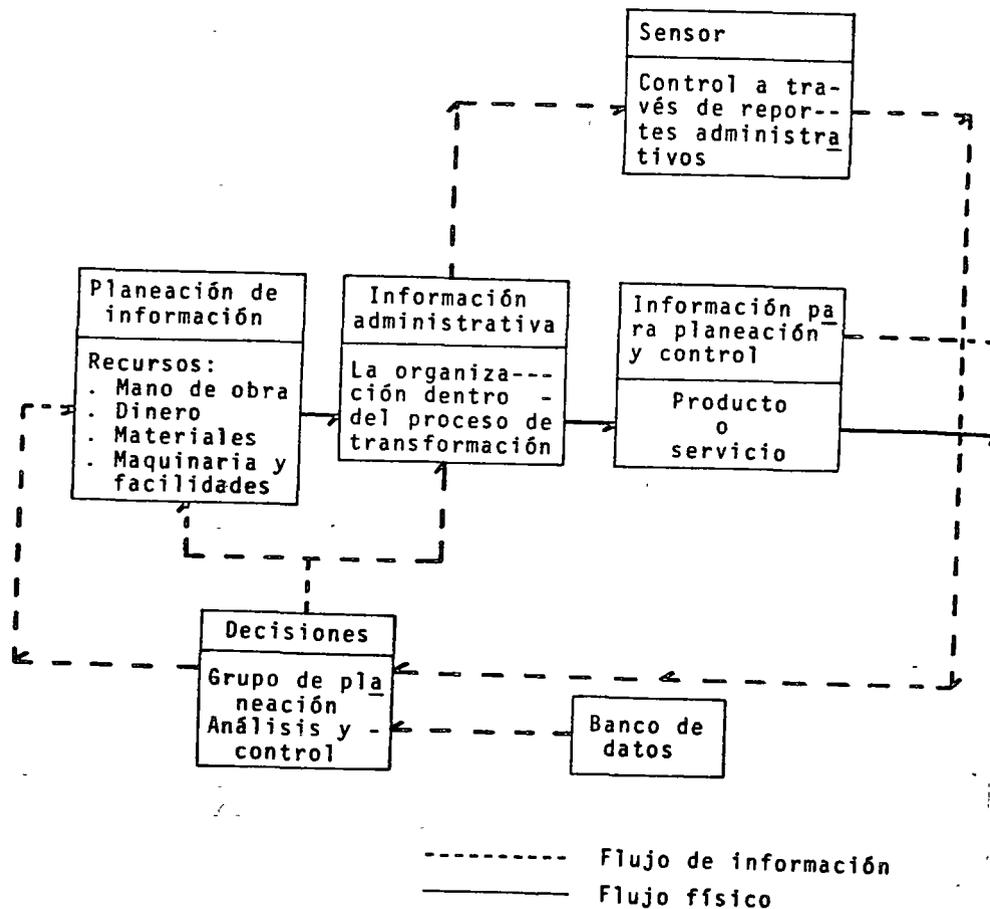


Fig. 1.11. Un sistema de información administrativa para planeación y control.

La información que fluye a través del sistema de información, está integrada por otros cuatro flujos de recursos (dinero, mano de obra, materiales, maquinaria y facilidades) que proveen un sistema de planeación y control para toda la organización.

El propósito del sistema administrativo es desarrollar programas para alcanzar los objetivos, organizar planes para implementar los programas y la ejecución controlada de las acciones y solución a los problemas que ocurren a través del desarrollo

de los planes y programas.

Información y planeación

Planear es la más básica de todas las funciones administrativas, implica la selección de objetivos, organizaciones y departamentos así como la determinación de los medios para alcanzar dichos objetivos, que generalmente implican los siguientes pasos:

1. Establecimiento de objetivos para toda la organización y cada una de sus unidades
2. Localizar y desarrollar los prerequisites para planeación, tales como hechos, datos e información que permitan prever aspectos críticos que guen en la preparación de alternativas
3. Determinar los cursos de acción, bajo esas alternativas, para alcanzar los objetivos
4. Evaluar los cursos de acción
5. Seleccionar los cursos de acción que mejor conduzcan al logro de los objetivos en términos de criterios de planeación

Es evidente que el segundo paso en el proceso de planeación y los siguientes, dependen de la disponibilidad y utilización de la información crítica para planeación. Esto es difícil porque el administrador ensaya y desarrolla cualquiera de los tipos principales de los planes por función, nivel, propósito o elementos de tiempo, sin condensar las premisas necesarias para planear, que permitan la adecuada evaluación de los cursos alternativos de acción que ejecutan el plan.

Las necesidades de información para planeación de una organización, pueden ser clasificadas dentro de tres tipos principales:

- a) Medio ambiente
- b) Competitivos
- c) Internos

Información y organización

La estructura de la organización y las necesidades de información están inextricablemente interrelacionadas. Haciendo una analogía entre una organización y el cuerpo humano, la estructura de la organización puede ser comparada con la anatomía humana y la información con el sistema nervioso. En la Fig. 1.12, cada entidad de la organización es vista como un sistema

de información con sus componentes de entrada, procesador y salida. Cada uno está conectado a otros mediante canales de información y comunicación y cada entidad de la organización se convierte en punto de decisión.

La información también afecta a la organización por la manera en que son diseñados los sistemas de información. Estos debieran estar de acuerdo con la estructura de la organización y la delegación de autoridad con la compañía. Solamente cuando cada unidad de la organización ha establecido sus objetivos y su contribución a la empresa, las metas debieran ser medidas y redefinidas. Esto significa que la organización debiera ser diseñada alrededor de los flujos de información y que aquellos factores de información escogida ejecutara la planeación y el control. Frecuentemente la estructura de la organización y la ejecución de reportes no coincide. En estos casos los sistemas de información no pueden verdaderamente reflejar los planes y resultados de la operación.

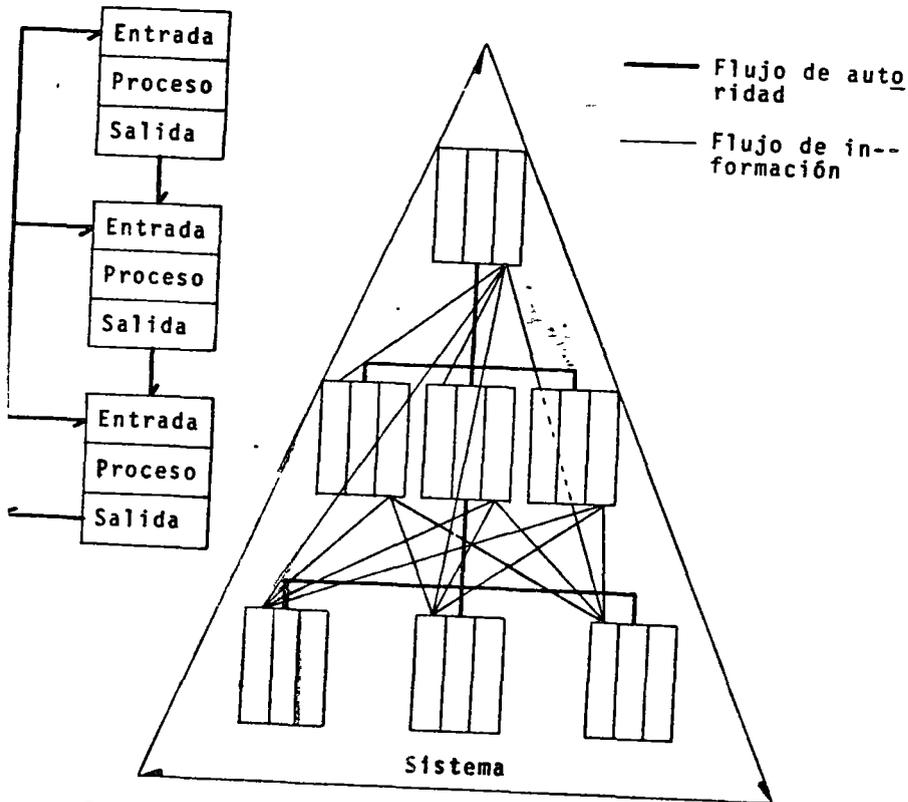


Fig. 1.12. Organización de un sistema de información

Información y control

Si se acepta que la definición de control es:

- a) Conjuntos de estándares de ejecución
- b) Medida de la ejecución vs el estándar
- c) Corrección de las desviaciones

entonces, por definición, el proceso de control no puede ser ejecutado sin información. Los estándares de ejecución son una parte de un buen plan y de aquí que la determinación de los estándares, al igual que otros aspectos del proceso de planeación, dependan, para ser obtenidos, de información importante. Es obvio que la ejecución vs los estándares no pueda ser medida solamente por algún tipo de comunicación, reporte o información sobre la ejecución actual, ya que se puede suplir por el control individual.

La información requerida para la ejecución del control es diferente en tipos y características a la información necesaria para planeación, ya que ésta, estructura el futuro; el control se basa más en el pasado inmediato y las tendencias específicas. Generalmente la información de control puede ser clasificada en los siguientes tipos:

1. **COMERCIALIZACION.** Información concerniente al progreso de los planes de ventas por cuotas, territorios, precios y la fuerza de ventas.

En otras palabras, la información que básicamente requiere el área de comercialización es aquella que permite comparar las ventas efectuadas contra el pronóstico de ventas. En adición, la información para control puede ser obtenida de mercadotecnia, tales como la aceptación del producto, publicidad, investigación de mercados y costos de distribución.

2. **MANUFACTURA.** Información de control que mide la ejecución vs el plan financiero de manufactura, control de calidad y cantidad de trabajo directo, tiempo extra, inventarios, estado y avance de los programas de producción, etc.

3. **PERSONAL**
4. **FINANCIERO**
5. **INVESTIGACION, DESARROLLO E INGENIERIA**

Información y administración

Las funciones de planeación, organización y control están inextricablemente ligadas por funciones y por formar parte de -

sistemas de información comunes. Estas características del sistema, integración y liga se presentan en la Fig. 1.13.

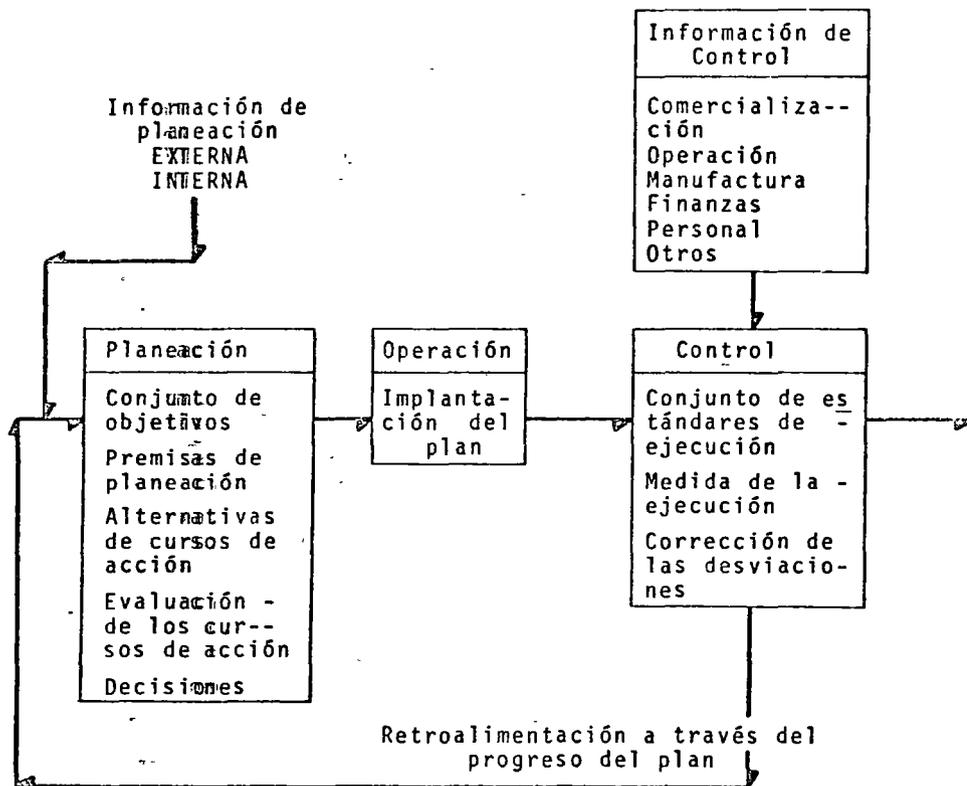


Fig. 1.13. Información y administración

La Fig. 1.14 muestra una integración de subsistemas. El sistema de planeación recibe las premisas de planeación y objetivos con los cuales produce los planes administrativos, que los recibe el sistema operativo y los usa como prerrequisitos para la organización que hace esfuerzos para alcanzarlos. La información básica obtenida a través del sistema operativo le servirá de entrada al sistema de control. La retroalimentación se produce en todos los niveles del sistema.

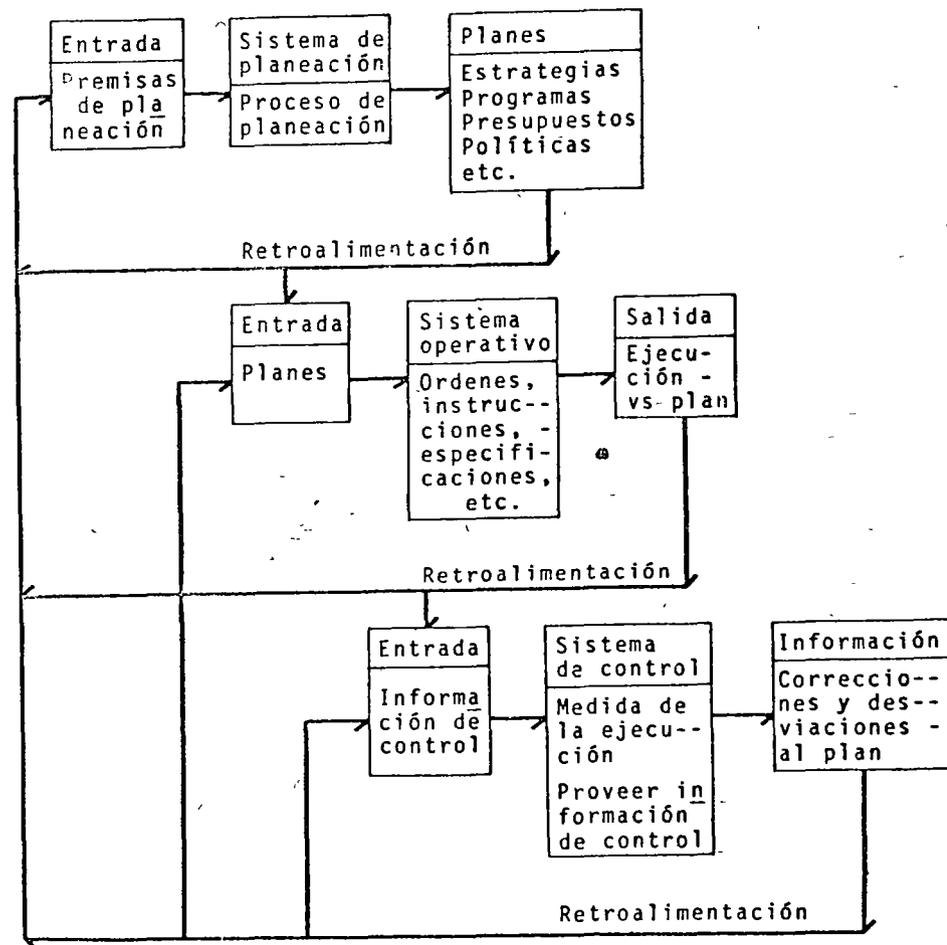


Fig. 1.14. Flujo de información en el proceso administrativo.

Procedimientos administrativos integrados

Toda empresa está enfocada a resolver problemas de producción, servicios municipales, del gobierno federal, militares o de cualquier otra naturaleza. La característica común de estas instituciones es que tienden a minimizar sus problemas, desarrollando sistemas operacionales que los guían al logro de sus metas.

La Fig. 1.15 describe la función de los administradores y su vinculación con los sistemas de la empresa.

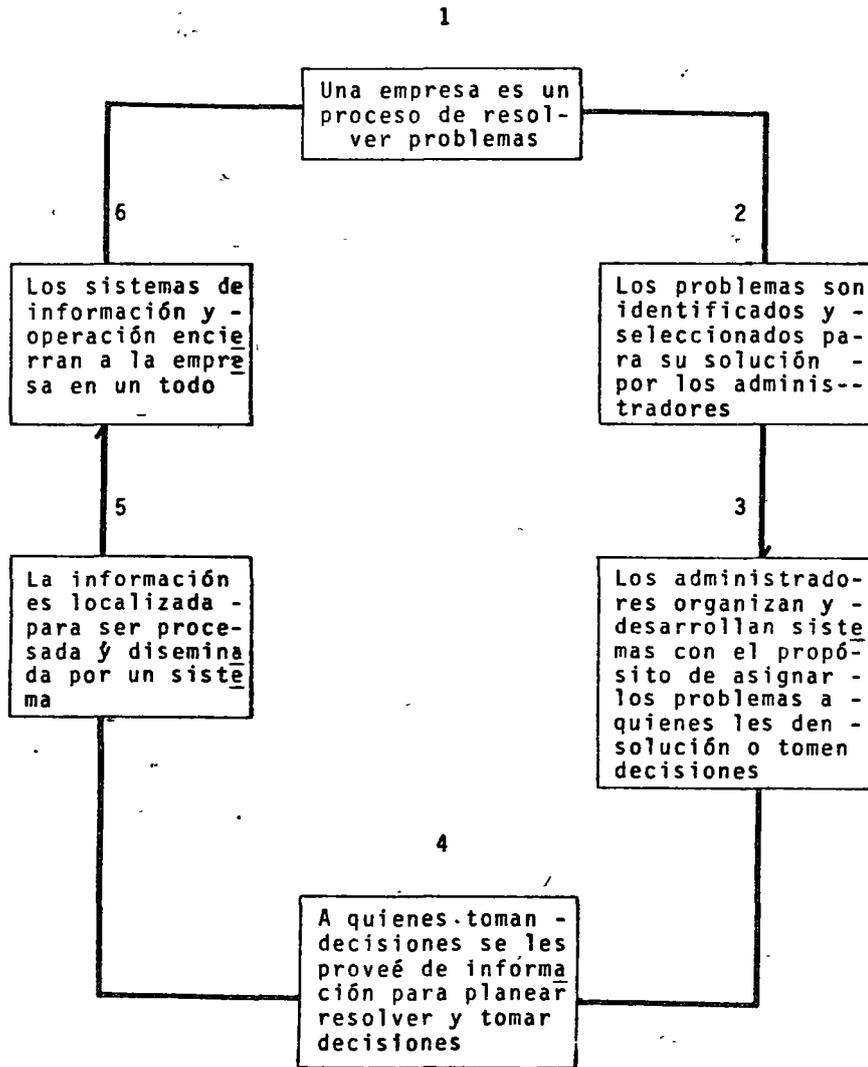


Fig. 1.15.

Los sistemas administrativos que soportan la estructura de la organización, son definidas en la empresa a través de la "Guía de Operación", "Guía General de Operación" o "Procedimientos administrativos" o cualquier otro nombre que relacione las funciones administrativas y el flujo de información, el flujo de autoridad y los objetivos de cada uno de los elementos que forman la estructura de la organización.

ESTRUCTURA DE INFORMACION ADMINISTRATIVA PARA PLANEACION Y CONTROL

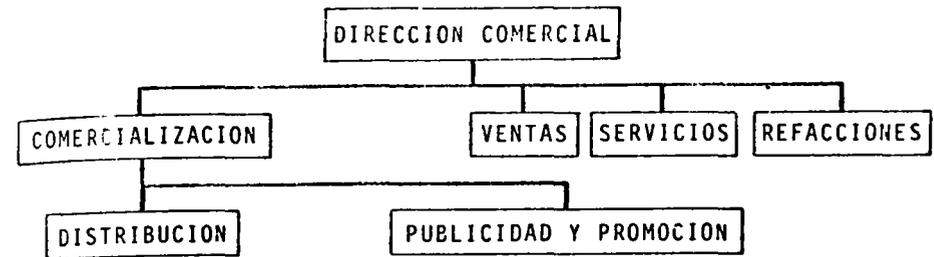
<u>IDENTIDAD ORGANIZACIONAL</u>	<u>ACTIVIDADES</u>	<u>CARACTERISTICAS</u>	<u>TIEMPO</u>	<u>INFORMACION</u>	<u>MEDIOS PARA OBTENER ESA INFORMACION</u>	<u>OBJETIVOS</u>
a Empresa a nivel Dirección	Conjunto de Objetivos Determinar los recursos a ser empleados	Impredecibles Variables Orientados a nivel de apoyo Perspectivas externas	Irregular	Estudios de apoyo Situación Externa Informes de ejecución interna	Informes especiales Simulación Investigación sin Restricciones	Metas Políticas Restricciones
a Empresa a nivel Gerencia	Señalar el puesto asegurando recursos a las tareas Crear reglas Medir la ejecución Efectuar el control	Estilo personal Cambio organizacional Orientado a la línea Juicioso Perspectivas internas	Rítmicos Trimestral Mensual Semanal	Síntesis Excepciones	Muchos reportes regulares Variedad de formatos Investigación restringida	Decisiones Dirección Personal Procedimientos
Supervisores empleados	Uso de recursos para llevar a cabo las tareas de acuerdo con las reglas	Estable Lógica Predecible Prescrito	Tiempo Real	Eventos externos Actividades	Formal Procedimientos fijos Complejo Concreto	Acciones

NIVEL

Planeación

Control de
Materiales

Control de S
la Operación E



3.1. OBJETIVOS DE LAS GERENCIAS DE LA DIRECCION COMERCIAL

MERCADOTECNIA

Realizar estudios de mercado correlacionados con los factores que afectan el comportamiento de la demanda potencial, para determinar los planes de ventas, ajustándolos al desarrollo natural de la empresa, y con base en ellos, estudiar las limitaciones de producción y disponibilidad de recursos humanos y financieros para establecer planes alternativos.-

DISTRIBUCION

Proporcionar el apoyo necesario a la función de ventas, programando la producción de las plantas, elaborando procedimientos que faciliten los trámites internos del flujo de productos, así como proporcionar datos estadísticos que establezcan bases para negociar con la red de distribución.

PUBLICIDAD Y PROMOCION

Incrementar la demanda de los productos de la empresa, mediante el uso de medios publicitarios y recursos promocionales, que permitan comunicar adecuadamente los beneficios que le proporcionan al consumidor los productos y servicios de la empresa y su red de distribución.

VENTAS

Lograr la colocación de los productos de la empresa en el mercado, a través de la red de distribución, en función de los objetivos y políticas fijadas por la dirección comercial.

REFACCIONES

Proporcionar el respaldo necesario a los productos de la empresa, para su eficiente y económica conservación en el mercado, en función de la disponibilidad adecuada, oportuna y a precios competitivos de refacciones.



SERVICIOS

Asistir a la red de distribución en materia de servicio y capacitación de su personal, para mantener la máxima satisfacción del cliente, a través de un respaldo adecuado del producto.

3.2. FUNCIONES DE LA DIRECCION COMERCIAL

MERCADOTECNIA

- Establecer políticas, estrategias y logística frente al mercado actual y potencial.
- Establecer políticas de exportación.
- Elaborar pronósticos de especificaciones y precios competitivos.
- Formular objetivos a las investigaciones que de terminan tendencias y penetración en el mercado.
- Elaborar procedimientos para registro de datos e interpretación de resultados.
- Determinar desviaciones a los planes propuestos, y proponer alternativas para el logro de los objetivos.
- Proponer cambios de innovaciones al producto, de acuerdo con las preferencias y necesidades del mercado.
- Asesorar en materia de desarrollo, estrategias y planeación del mercado a todas las áreas de la empresa.

DISTRIBUCION

- Emitir recomendaciones sobre el pronóstico de ventas.
- Asignar los productos a la red de distribución.
- Asesorar en programación de producción.
- Vigilar la suficiente y constante existencia de productos en función del pronóstico de ventas a corto plazo, promoviendo lo necesario a fin de prever su cumplimiento.
- Desarrollar redes de distribución de los productos de la empresa y ubicar nuevos distribuidores.

- Establecer la comunicación con la red de distribución para definir estrategias y atender las quejas que se susciten.

PUBLICIDAD Y PROMOCION

- Desarrollar, recomendar y administrar las políticas y programas que incrementen el interés del consumidor hacia los productos de la empresa.
- Revisar, aprobar y recomendar modificaciones sobre los presupuestos y programas publicitarios.
- Conducir estudios para evaluar la eficiencia de la publicidad y promociones de ventas realizadas a los productos de la empresa, reportando desviaciones y haciendo las recomendaciones pertinentes.

VENTAS

- Comunicar a la red de distribución el plan general de ventas y los objetivos de la empresa para coordinar los planes particulares con los generales de la empresa.
- Colaborar con la obtención de los pronósticos anuales y mensuales de ventas.
- Realizar y elaborar los programas de acción encaminados a lograr los objetivos de ventas.
- Coordinar los elementos materiales y humanos con las gerencias de la dirección comercial, a fin de cumplir las metas y programas de ventas, recomendando las acciones a seguir por atrasos o desviaciones.

3.3. EL PRONOSTICO Y LA ORGANIZACION

El ciclo de actividades de una empresa industrial puede resumirse en tres grupos funcionales (Fig. 3.1.)

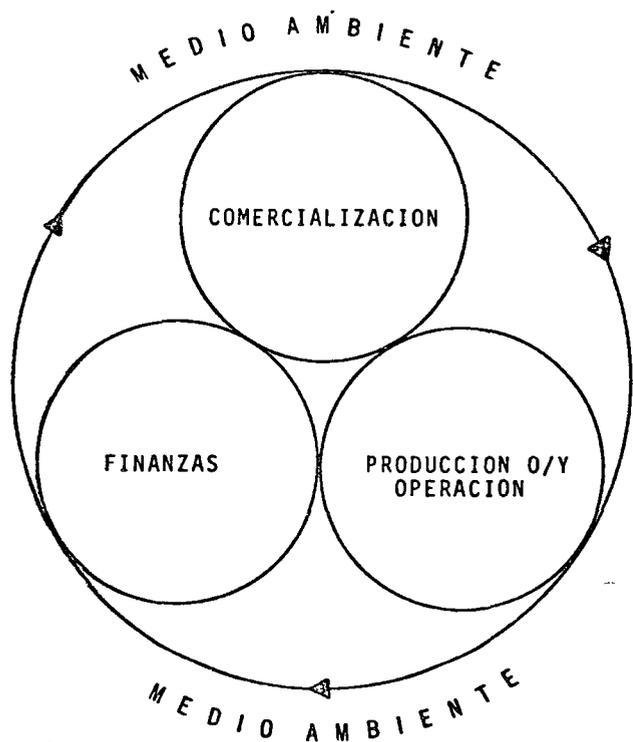


Fig. 3.1. Ciclo de actividades influenciadas por el medio ambiente.

3.1. ¿Qué es la comercialización?

Se puede definir como el conjunto de actividades necesarias e incidentales para ocasionar interrelaciones de intercambio. Dichas actividades pueden ser propias de los negocios o de los consumidores, los cuales influyen y modifican directamente el proceso. El intercambio es el centro de la comercialización. Comprar y vender son actividades comúnmente asociadas con el intercambio, aun que existen otras muchas funciones y eventos que lo facilitan y están incluidas en el concepto de comercialización.

La comercialización es multidisciplinaria

Visto como una parte del total de la organización social, la comercialización toma una vasta dimensión (Fig. 3.2).

Los sistemas y actividades de la comercialización están implícitos en la respuesta a un sistema social y económico. Este carácter, preciso de la comercialización, difiere de una sociedad a otra y puede ser percibido a través de la variedad de niveles de desarrollo socioeconómico, los cuales pueden ser observados de una ciudad a otra.

En las bases de la organización, las decisiones de producir están fuertemente influenciadas por las oportunidades del mercado. Las oportunidades de la comercialización ponen las bases para la producción, que luego fluyen al mercado a través de los recursos de los sistemas de comercialización. De este modo, una sociedad disfruta los productos y servicios de una economía.

Para entender la comercialización, es necesario convenir en tomar conocimientos de su naturaleza y sus múltiples interrelaciones, ya que la comercialización es multidisciplinaria.

El carácter de la comercialización es social

Los aspectos sociales del mercado adquieren importancia por que implican directamente personas o instituciones en las que las decisiones son tomadas directamente por la gente. La estructura social de un mercado se ve influenciada por interrelaciones interpersonales y de intergrupos. La respuesta de la gente al estímulo del mercado se analiza mejor en términos de factores demográficos, influencias psicológicas y las influencias generadas por la cultura y tradiciones de la sociedad. Entonces, cuando se dice que el mercado tiene influencias sociales, significa que las disciplinas de sociología, psicología y antropología cultural pueden ser utilizadas para comprender algunos de sus fenómenos. Esto no significa que todos los conocimientos de dichas disciplinas, proporcionan toda la profundidad deseada. Por el contrario, uno debiera ser ecléctico para determinar las contribuciones significativas para una comprensión del mercadeo.

Un estudiante aprende a aceptar las necesidades y deseos de un mercado como conocidos. En comercialización esto no es aplicable; el material para fortalecer todos los mercados y actividades de la comercialización, son las preferencias individuales. Las preferencias hechas en el mercado tienen determinantes que no son únicamente económicas.

Las variaciones y distorsiones en la demanda son respuestas, además de otras que se pueden explicar a través de la conducta individual y de grupo. El ciclo de la vida familiar, donde y cómo vive la gente, su tendencia a aceptar lo nuevo y la compleja tecnología, las variaciones en educación y ocupación y las

normas culturales, son algunos ejemplos de las influencias del mercado, no del dominio económico. Un examen de las influencias sociológicas relevantes de la comercialización, producen un conocimiento profundo de la conducta de los consumidores en el mercado del lugar.

El carácter de la comercialización es económico

Aunque las influencias económicas en la comercialización son varias, las más importantes son: 1) El estatus económico de los consumidores, 2) La flexibilidad de la competencia que permite o no la comercialización, y 3) La determinación de los precios.

A nivel conceptual, muchas influencias en el mercado no son económicas. El estatus económico de las sociedades populares, es el factor que se torna deseable en la demanda efectiva.

Sin el ingreso y el gasto de dinero, los aspectos sociológicos de una economía serían una mentira oculta. La renta del dinero permanece como una base fundamental para el funcionamiento de las variables sociales y como tal le da ímpetu para otras influencias del mercado.

Otras economías avanzadas tienen experiencias del alza del mercado en el ingreso del consumidor.

Un aspecto importante en el presupuesto familiar, es la diversificación de mercancías permitido por el fomento del consumidor. Dado que el gasto de la familia es función del nivel de ingreso, la necesidad de consumo de mercancía es variable. Entonces, cuando los ingresos son relativamente más altos que los gastos, disminuye una parte importante del presupuesto. El principal efecto de esta escena de bienestar del consumidor parece ser que declina la importancia del ingreso y por lo tanto se produce un alza importante de las variables sociológicas; así, el modelo de consumo no puede ser atribuido solamente a influencias económicas, pero el bienestar económico de los consumidores juega un papel dominante en el origen dado y real del comportamiento de las influencias.

En torno a la naturaleza de la competencia y precio, encontramos compañías irritablemente rivales que toman ventas de unas y otras. Las decisiones individuales de la firma y las estrategias del mercado están influidas por las reacciones en la oferta del mercado rival y viceversa. En la esencia del intercambio de transacciones residen las influencias de competencia y precio. La comercialización tiene siempre respeto a las descripciones teóricas de los economistas sobre producción, consumo y distribución de mercancías y servicios. Para este fin, la teoría económica contribuye a decir lo que se va a producir y cómo estos productos serán distribuidos en el mercado. La comercialización y la economía participan de intereses comunes en el análisis de la competencia y los precios. A través de la

penetración en las funciones de la economía son entendidas más claramente las explicaciones acerca de quiénes participan, cómo se conducen y cuál es el impacto sobre el mercado.

El carácter de la comercialización es político y ético

El carácter político del mercado reposa en la naturaleza legal de las actividades de mercado, las cuales dependen del proceso de intercambio. Ningún negocio, y particularmente si está interesado en el mercado, puede operar mucho sin contacto con la estructura legal. La comercialización funciona dentro de la estructura de la ley. Las disposiciones legales son una de las más altamente formalizadas y complejas influencias sobre el comportamiento del mercado, regulando los precios, las actividades de la competencia, el grado de control del mercado ejercido por industrias y firmas individuales, así como la naturaleza de las actividades promocionales; todo lo cual es designado para tener un impacto sobre las ventas de mercancías y servicios.

El aspecto ético de la comercialización tiene el impacto sutil de la estructura legal. Sin embargo, esto está estrechamente relacionado con el carácter político de la comercialización, con frecuencia la alternativa al comportamiento ético de los negocios está establecida en la ley. La ley y la ética, aunque idénticas en la libre interpretación, ponen los límites de operación para la comercialización.

El carácter de la comercialización es tecnológico

La tecnología moderna ha forjado muchos cambios en el hombre y ha tenido un profundo efecto sobre el sistema económico. Las bases para la producción diaria y los métodos de distribución son los recursos de nuevas inversiones, los productos mejorados y las innovaciones de productos y servicios.

Como el estado de la tecnología moderna está considerado juntamente con el avance de los factores socioeconómicos, su influencia está relacionada con los estándares de vida. Con las bastas implicaciones identificadas con la tecnología lo convierte aparentemente en aquello que, no solamente deberá cambiar la producción y ajustar el ingenio y habilidad de la tecnología, sino también las presiones enormes que éstas ejercen sobre la estructura del sistema de la comercialización.

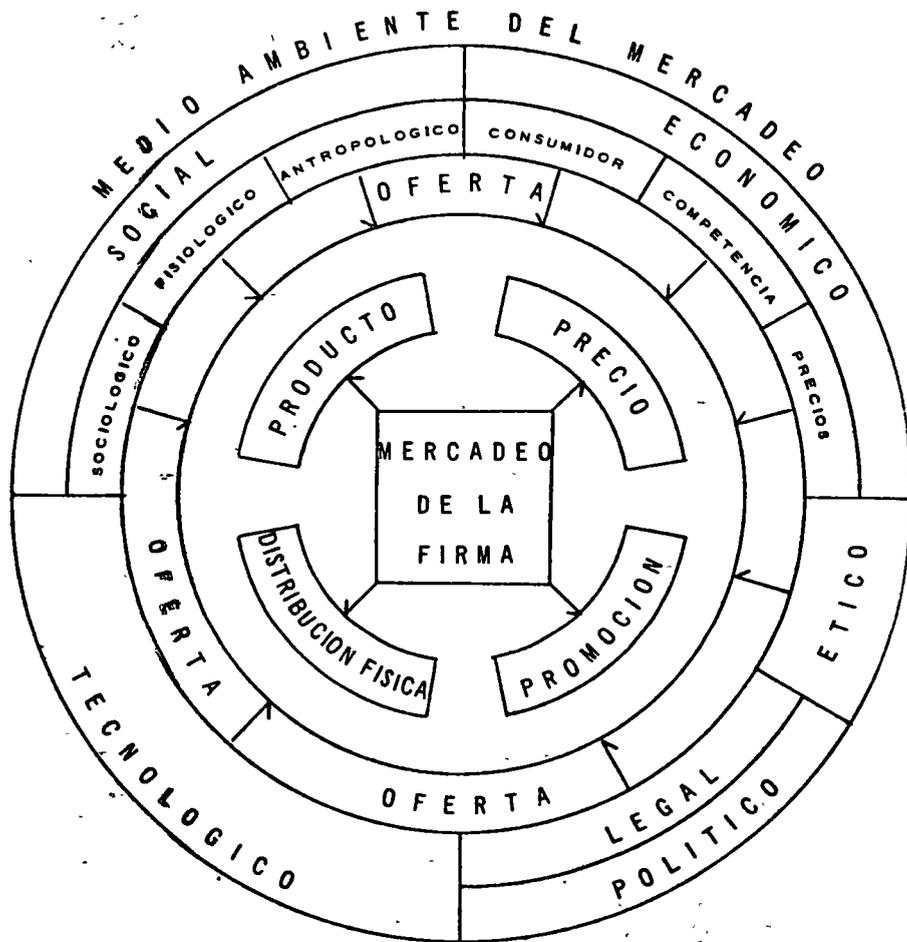


Fig. 3.2. El medio ambiente, fuerzas y actividades del mercadeo.

FUENTE: Robert J. Holloway & Robert S. Hancock
 "Marketing in a changing environment"
 U.S.A., 1968

VALUACION

Los riesgos en los negocios modernos son altos; lanzar un producto nuevo puede requerir la inversión de muchos millones de pesos y para el destino de un producto a la quiebra la consecuencia puede ser más que un retiro embarazoso del mercado.

La inteligencia juega un importante papel en incrementar las utilidades de la firma, en una variedad de caminos. Integrando programas, que pueden ser ajustados de acuerdo con el conocimiento de la demanda. A través del uso de la inteligencia se corrigen presupuestos, mejoran los precios programados de acuerdo con la situación, las campañas de publicidad son más eficientes y los requerimientos de materiales son más precisos.

1.5. DECISIONES BASICAS DEL MERCADERO

Las decisiones básicas de la comercialización son actualmente las mismas de la empresa, o sea las que trascienden las líneas de la organización. No solamente son las básicas, sino las más difíciles. Una de las funciones básicas del mercaderos es: ¿Qué productos puede mi compañía vender?

En estos días de rápidos cambios tecnológicos, combinación y diversificación de programas, el problema es más abrumador: ¿Qué productos se podrán vender?, ¿Qué hacer para que los clientes lo quieran?, ¿Qué se podrá producir que se pueda vender y que se podrá vender que haya capacidad de producir?, ¿Si la empresa se ha establecido en el ramo de mercancías de consumo, se deberá interesarse o no en el mercado industrial?. Los administradores examinan muchas variables durante la decisión de procesar un producto.

La investigación de mercados ha sido beneficiada por muchas disciplinas y ha desarrollado sus propias técnicas y procedimientos, los que han sido diseñados para encontrar las respuestas a los problemas de la administración.

1.6. EL PRONOSTICO DE VENTAS Y EL ANALISIS DE LA DEMANDA

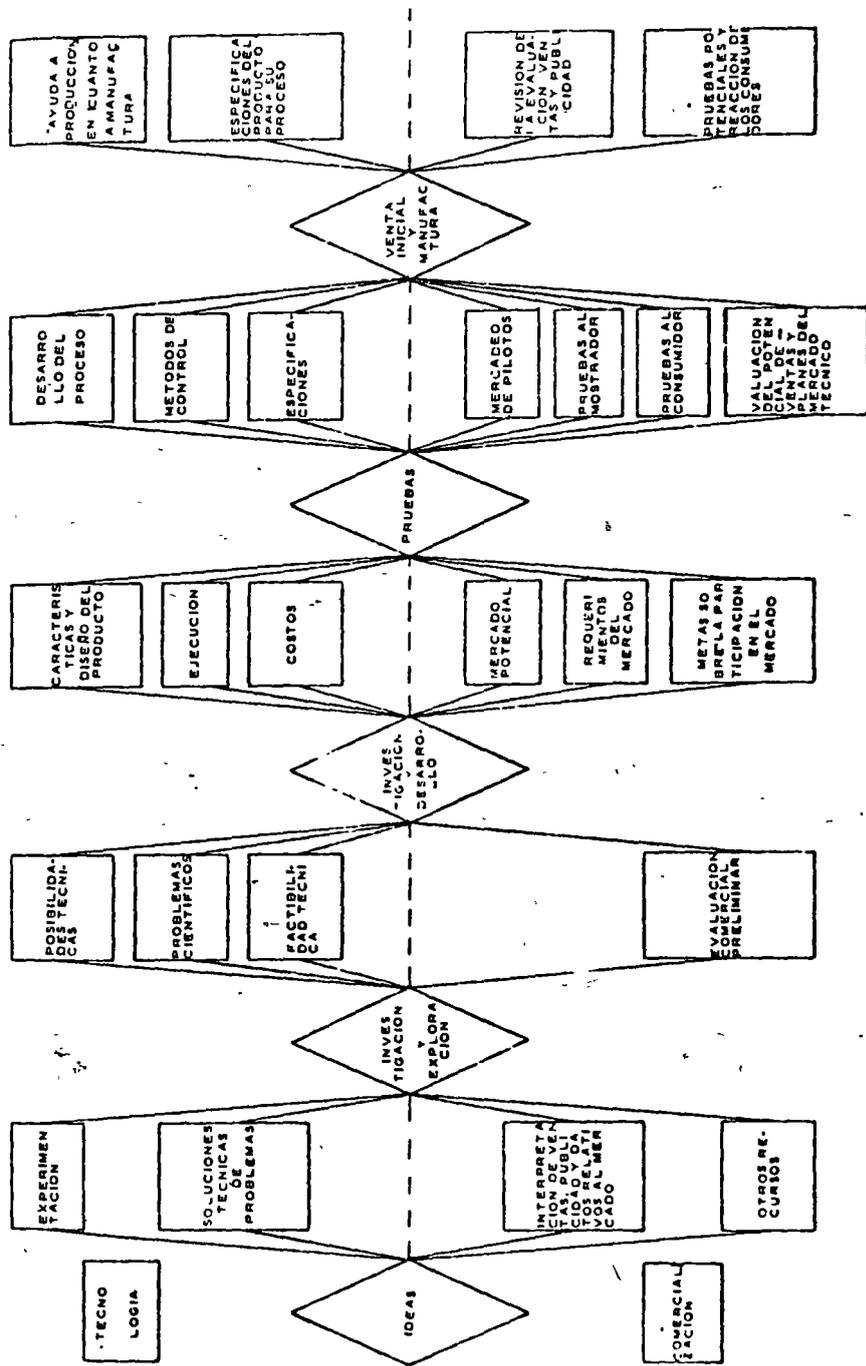
El análisis de la demanda tiene por objeto precisar y medir los factores determinantes de las ventas, y es útil para dos objetivos de la gerencia: pronosticar las ventas e influir sobre el mercado. Se puede utilizar para evaluar la calidad de los vendedores y para fijar sus cuotas de ventas, también para observar la evolución de la empresa respecto del mercado y de la competencia. Puede dar indicaciones para contemplar dinámicamente la acción de ventas, o sea para desarrollar promociones y esfuerzos de fomento del mercado (Fig. 3.3).

1.7. INVESTIGACION DE MERCADOS EN OPERACION

La investigación del mercado está sirviendo continuamente a

todas las funciones del mismo. Este es un proceso de acumulación, análisis e interpretación de información para los ejecutivos del área de comercialización. El diagrama "Fases y flujo de información en investigación de mercados" se inicia con la formulación del problema y es completado con su solución e implantación de la decisión (Fig. 3.4).

INVESTIGACION COORDINADA DE LA TECNOLOGIA Y COMERCIALIZACION



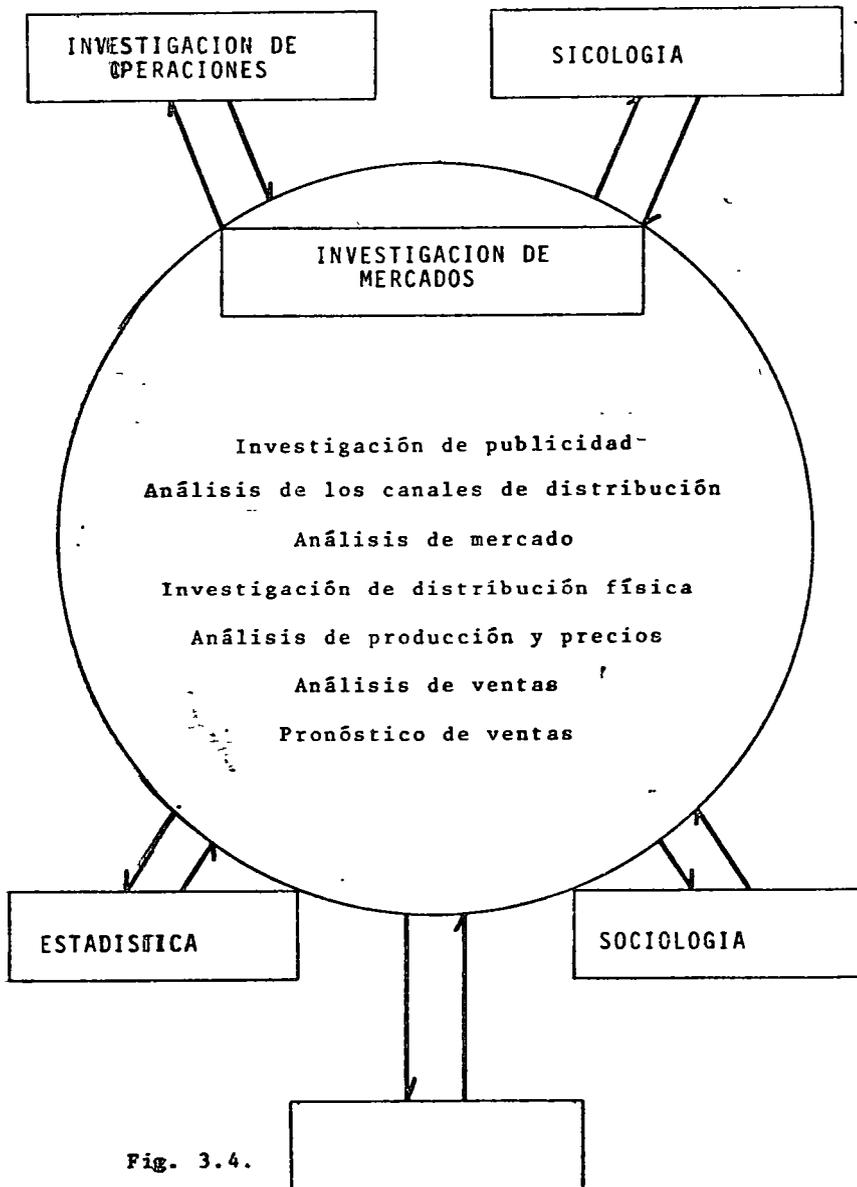


Fig. 3.4.

3.8. RECUPERACION DE INFORMACION

Los investigadores de mercado localizan datos en muchos lugares, por lo que adquirir esa información debe ser fértil en recursos individuales.

Una buena regla es darse cuenta si la información realmente disponible es suficiente, antes de investigar por fuera información adicional.

Recolectar datos es parte de la tarea del investigador, El proceso de búsqueda de datos está estrechamente vinculado con la secuencia del problema a resolver con frecuencia es posible resolver el problema con los datos disponibles en los registros de la compañía o fuentes secundarias.

Las fuentes de información tienden a multiplicarse. El investigador deberá aprender a localizar la información deseada, mediante un camino eficiente y no extraviarse en el problema (Fig. 3.5).

3.9. LA INTERRELACION ENTRE RECURSOS PRIMARIOS E IMPRESION DE RESULTADOS. (Fig. 3.6).

Como una consecuencia de los programas de la comercialización, millares de decisiones son tomadas a todos los niveles de la empresa, tanto por la más alta jerarquía de la administración como por los gerentes, publicistas, vendedores, empleados y almacenistas. Todas estas decisiones afectan el desarrollo del mercado.

Un programa claro deberá parecerse con precisión a un centro de observación, cuando el trabajo de desarrollo del mercado comience.

La mezcla del extenso medio ambiente y las fuerzas limitadas de la empresa dentro de un importante aspecto de la comercialización, es el PRONOSTICO DE VENTAS (Fig. 3.7).

3.10. LA NECESIDAD DEL PRONOSTICO DE VENTAS

¿Cuánto y qué se debe producir?

Si se producen pocos elementos, los órdenes pueden perderse; si se hace en exceso, el dinero podría estar mal gastado. Por lo tanto, debe establecerse un plan de manufactura basado en la demanda esperada del producto. Existen dos métodos básicos de anticipar la demanda: predicción y pronóstico. La primera es el don de la adivinación educada en los administradores e implica el uso informal de datos numéricos. El pronóstico implica algunas manipulaciones de información numérica. Con frecuencia ambos métodos se usan al mismo tiempo.

3.11. ALGUNOS USOS DEL PRONOSTICO DE VENTAS

1. Determinar políticas y presupuestos
2. Control de inventarios
3. Mejorar la planeación y el control de producción; porque:
 - a) Organiza el departamento de compras, para operar eficientemente con el menor inventario posible.
 - b) Mejora la eficiencia del uso del equipo por el hecho de conocer previamente el número y fecha de cada uno de los artículos que se fabricarán.
 - c) Evita o disminuye el tiempo extra.
 - d) Impide costos de almacenamiento de material terminado.
 - e) Determina la maquinaria y mano de obra necesarias.
 - f) Permite programar eficientemente la producción reduciendo las interrupciones.
4. Determinar algunos objetivos como presupuestos y cuotas de ventas por vendedor, territorios y productos.
5. Planear la expansión.
6. Colocar, en forma inteligente, el dinero a ser gastado en promociones de ventas y publicidad.
7. Eliminar o reemplazar productos sin utilidad.
8. Desarrollar efectivos controles financieros y suministrar las bases para calcular el capital necesario para financiar la operación.
9. Suministrar bases para planeación del personal necesario del departamento de ventas y manufactura.

FASES Y FLUJO DE INFORMACION EN INVESTIGACION DE MERCADOS

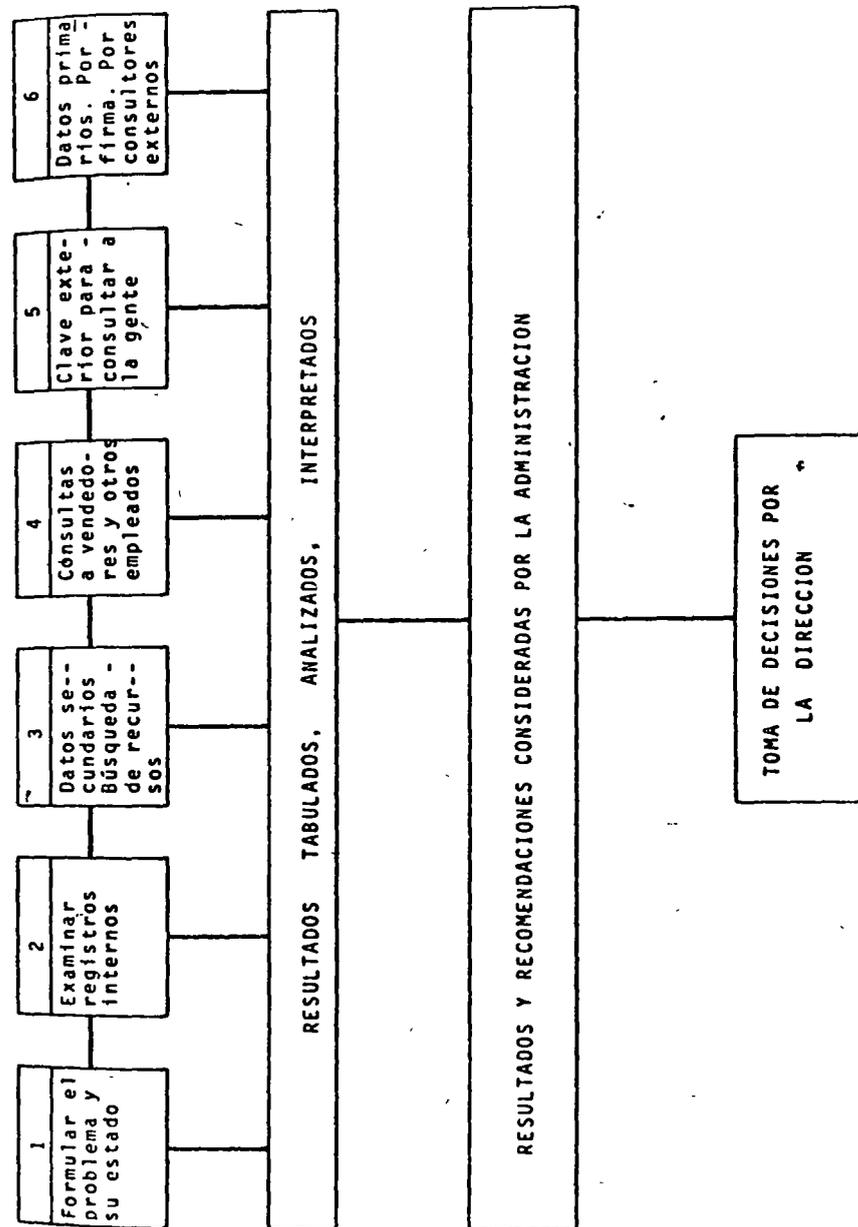
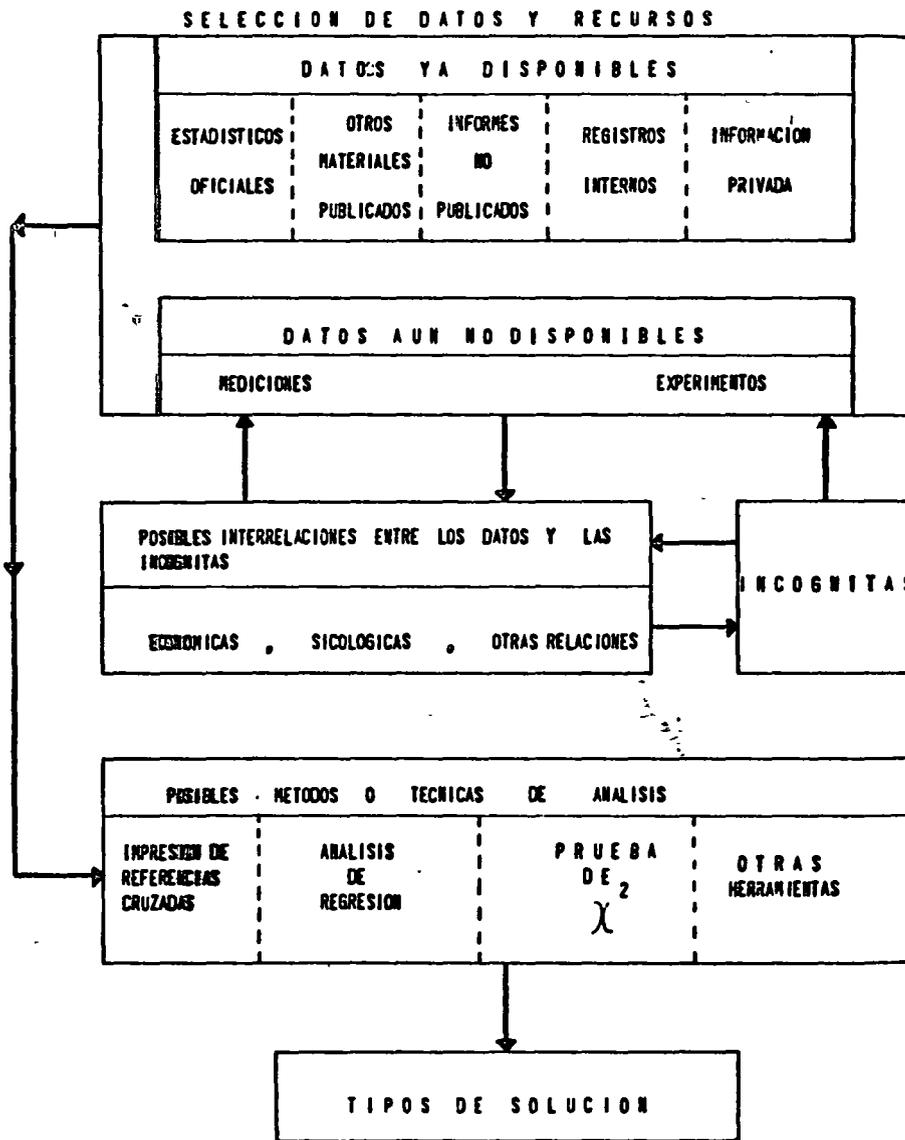


Fig. 3.5.

LA INTERRELACION ENTRE RECURSOS PRIMARIOS E IMPRESION DE RESULTADOS



PRONOSTICO DE VENTAS

UN ENFOQUE DE PLANEACION INTEGRAL

EL PRONOSTICO DE VENTAS ES EL VINCULO QUE HAY ENTRE LOS FACTORES EXTERNOS NO CONTROLABLES POR LA EMPRESA, O SOLO PARCIALMENTE CONTROLABLES, Y LOS FACTORES CONTROLABLES PARA ELLA, O INTRINSECOS DEL MUNDO DE LOS NEGOCIOS.

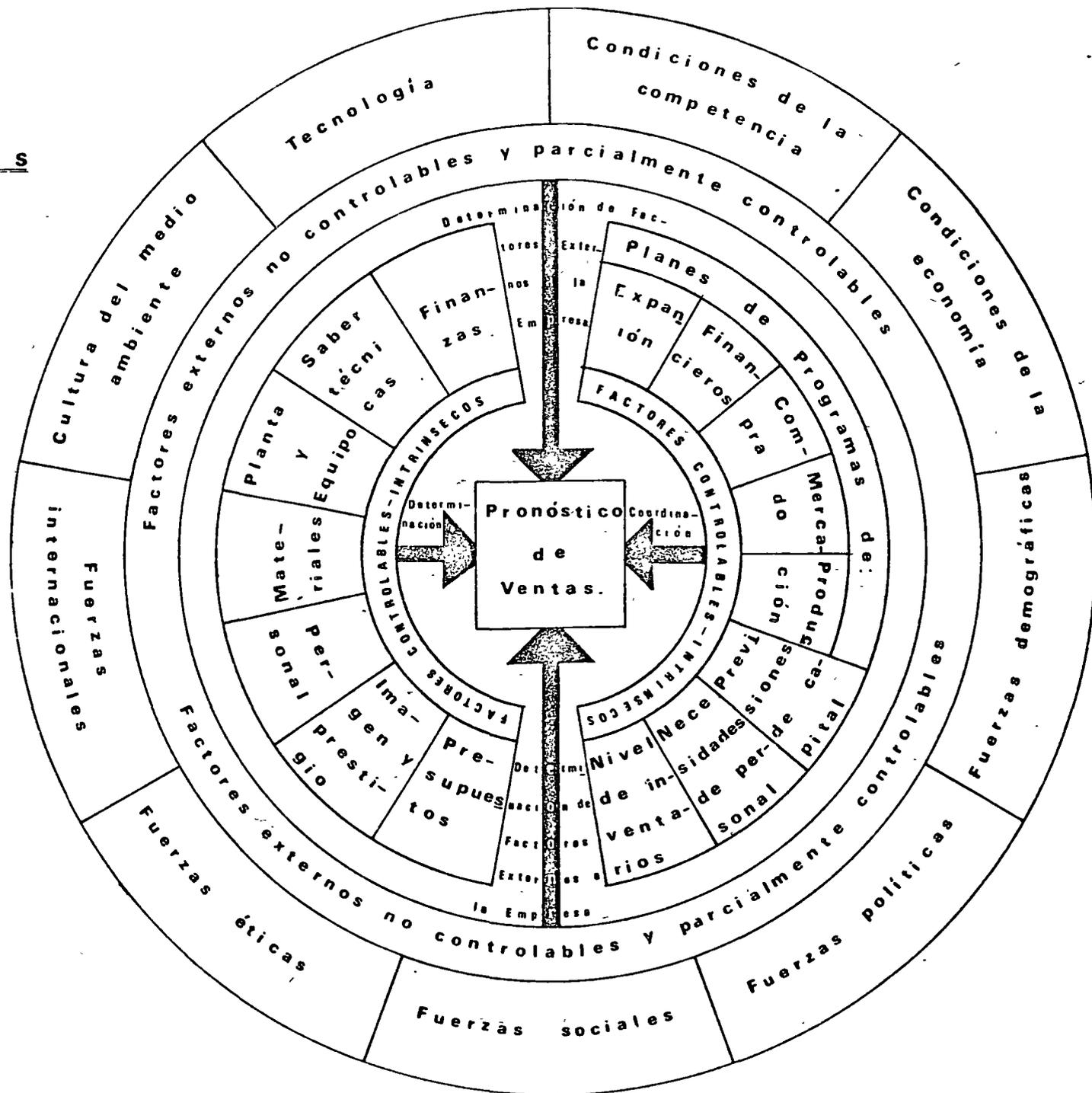


Fig. 3.7

EL PRONOSTICO EN EL TIEMPO

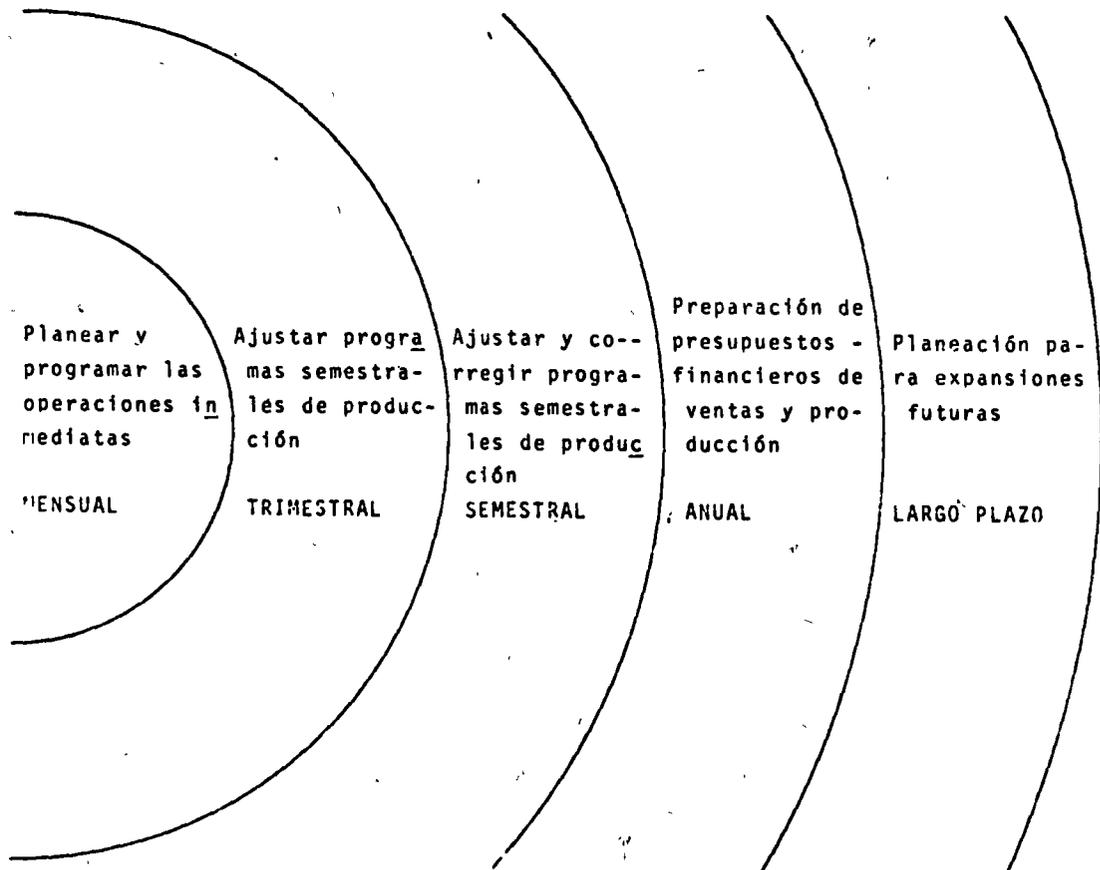


Fig. 3.8.

GRAFICA DEL USO DEL PRONOSTICO DE VENTAS EN UN SISTEMA SIMPLIFICADO DE CONTROL DE PRODUCCION

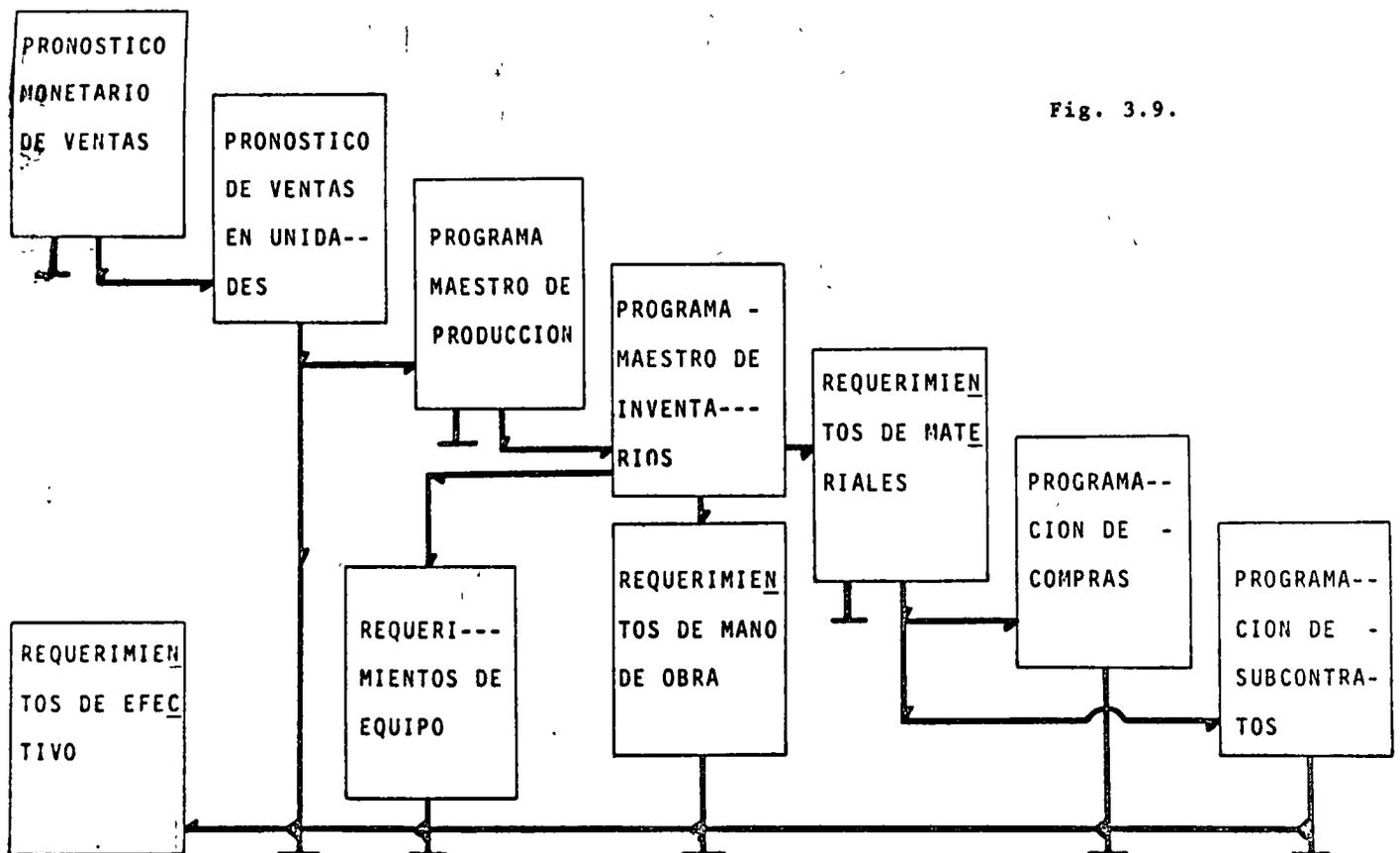


Fig. 3.9.

Una de las primeras tareas de una organización de manufactura, es la de servir las órdenes de los clientes, satisfaciendo el tiempo y calidad especificados por ellos. Para ciertos elementos únicos, hechos con especificaciones del cliente, el proceso de manufactura se inicia solamente después de haber recibido la orden del cliente. Sin embargo, en la mayoría de los casos, es necesario iniciar el ciclo de manufactura antes que cualquier orden que sea recibida, con objeto de satisfacer los requerimientos competitivos del cliente. Hasta ahora, es una práctica común producir el artículo final o sus partes, ensamblados o subensamblados básicos, avanzando de tal modo que cuando se reciba una orden, solamente las operaciones finales necesarias puedan ser ejecutadas y firmar deliberadamente una fecha de entrega que pueda ser cumplida (Fig. 3.10).

5. Efectuar un pronóstico general del mercado.
 - 5.1. Por expansión natural del mercado
 - 5.2. Introduciéndose en el mercado de la competencia, o sea aumentar las ventas a costa de los competidores
 - 5.3. Obteniendo nuevos mercados o expandiendo el mercado actual
6. Consolidar los resultados de los diversos métodos utilizados y adoptar un pronóstico global.
7. Descomponer los pronósticos globales.

12. ¿COMO DESARROLLAR UN PRONOSTICO?

Metodología para formular los pronósticos de ventas:

1. Fijar la precisión deseada
2. Determinar los datos disponibles
3. Determinar las técnicas de pronósticos que se emplearán
 - 3.1. Métodos de encuesta directa:

Muestreo estadístico. Preguntar a los consumidores que planean comprar y a los vendedores, corredores, mayoristas y detallistas, quiénes y cuántos son los probables clientes.
 - 3.2. Métodos de encuesta indirecta:
 - a) Opinión de la dirección
 - b) Estimación de los vendedores
 - c) Consulta a clientes y expertos
 - 3.3. Comparación con productos conocidos:
 - a) Experiencia y extrapolación
 - b) Regresión o correlación
 - c) Modelo econométrico
 - 3.4. Prueba limitada en el mercado.
4. Efectuar el pronóstico para toda una línea o grupos de productos.

COMO EL PRONOSTICO REDUCE EL TIEMPO EN SERVIR UNA ORDEN

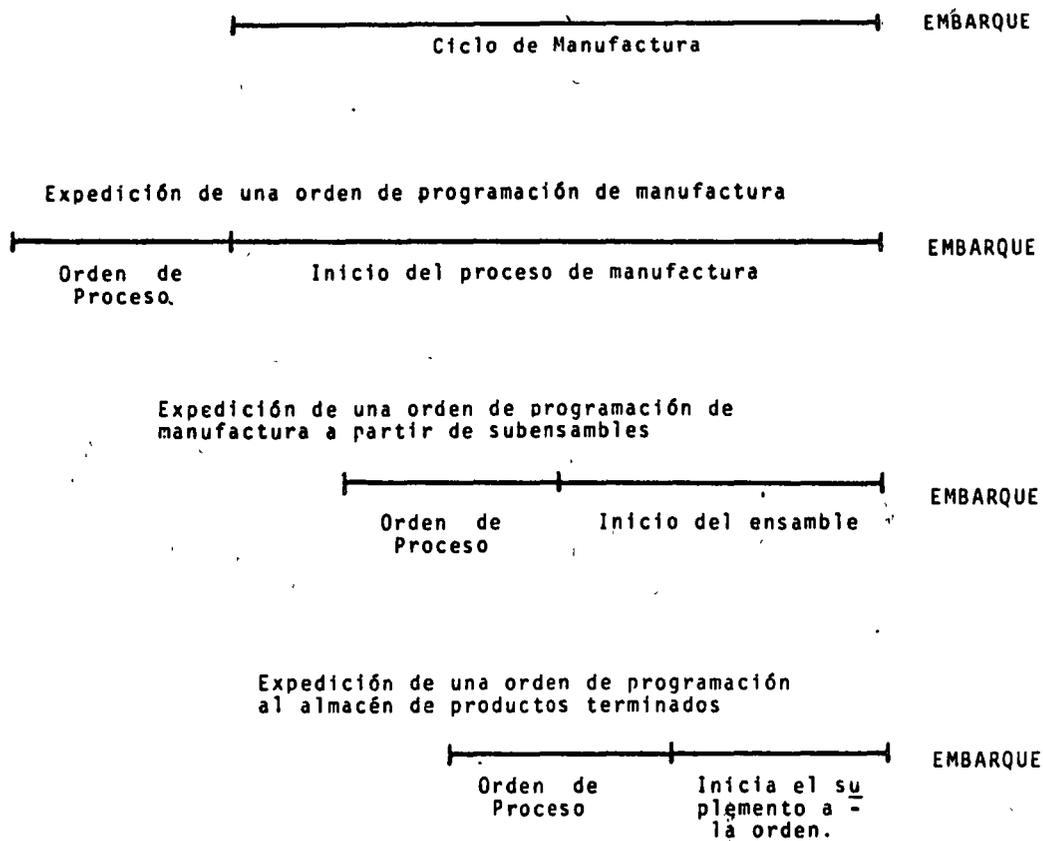


Fig. 3.10.

3.13. INFORMACION ESTADISTICA QUE CONVIENE POSEER A FIN DE PREPARAR
LOS PRONOSTICOS

- a) Estadísticas de ventas (mensuales), desglosadas por artículo.
- b) Estado de los inventarios en los almacenes de las líneas de distribución y de ser posible de los principales consumidores.
- c) Políticas de venta y producción de la empresa.
- d) Nuevas líneas, productos o diseños de la empresa y de la competencia.
- e) Promociones y esfuerzos publicitarios del pasado, el que se efectuó y se efectuará en el futuro próximo.
- f) Situaciones anómalas dentro o fuera de la compañía durante el período que cubre los datos disponibles.
- g) Índices generales nacionales.
- A. Tipos de datos para predecir la salud económica general de la nación.
 - 1. El monto del producto nacional.
 - 2. Las ventas e inventarios de industrias de manufactura.
 - 3. El índice de producción industrial.
 - 4. Deudas bancarias.
 - 5. Empleo.
- B. Tipos de datos para pronosticar el potencial de compra del consumidor.
 - 1. Ingreso disponible.
 - 2. Ingreso en el sector agrícola.
 - 3. Horas trabajadas y salarios pagados (este es un indicador del potencial del consumidor para absorber las mercancías manufacturadas).
- C. Tipos de datos usados para determinar los precios futuros y ajustar varios índices por cambios en los precios.
 - 1. Dinero en circulación.
 - 2. Reporte de cosechas producidas.

3. Precios de los productos agrícolas.
 4. Índices de precios.
 5. Fuerza laboral.
- D. Tipos de datos usados para pronosticar el consumo.
1. Ventas de los detallistas.
 2. Comercio al mayoreo.
 3. Ventas en grandes almacenes.

- E. Tipos de datos usados en el mantenimiento de pronósticos actuales.
1. Índices de precios.
 2. Índices de la fuerza laboral.
 3. Mercado de valores.

La información anterior no debe usarse si fuera recolectada de una fuente no dispuesta o de poca confiabilidad.

3.14. PROCEDIMIENTO PARA ELABORAR UN PRONOSTICO DE VENTAS BASADO EN MUESTREO ESTADISTICO

- a) Divídase el área que se desea analizar, en regiones.
- b) Determinése cuáles son los territorios o secciones que quedan incluidos en las regiones.
- c) Numerar, en orden progresivo, los territorios de cada una de las zonas.
- d) Obtener al azar, por medio de sus números, un territorio en cada una de las zonas.
- e) Hacer una investigación a fondo en cada uno de los territorios indicados por el sorteo al azar.
- f) Los datos obtenidos para un territorio se dividen en la importancia, expresada en tanto por uno, que la empresa le da a este territorio dentro de la zona.
- g) Sumando los pronósticos de cada zona se obtiene el pronóstico total.

3.15. TECNICAS DE PRONOSTICOS

Dentro de las funciones de los directivos de las empresas, se encuentran: la coordinación y supervisión.

La primera consiste en tomar decisiones, o sea el proceso de seleccionar una acción de entre dos o más alternativas, surgiendo ésto de cualquier clase de condiciones en las que el futuro es incierto, obligándolos a tomar decisiones y formular planes, sobre las previsiones para el futuro.

En cuanto a la supervisión, implica la tarea de ejecutar los planes ya establecidos y, por tanto, se requiere, a lo sumo, un buen lineamiento para dichos planes.

En cualquier actividad empresarial, el coordinador de los recursos de la firma tiene que elegir continuamente entre las diversas alternativas que se le presenten. Los problemas de elección surgen debido a la limitación de ciertos recursos, como son capital, tierra, mano de obra, etc., que pueden ser empleados en usos alternativos. En consecuencia y desde un ángulo coordinativo, la función ejecutiva se convierte en la función de elegir, o de tomar decisiones que proporcionen los medios más eficientes para obtener la meta deseada, ya sea que esta signifique mantener el nivel de la empresa con respecto a sus competidores o que se persiga como meta el lograr un monopolio en un mercado en particular, o quizá un fin intermedio, el de elevar al máximo las utilidades. Sin embargo, cualquiera que sea la meta, el hecho es que los dirigentes de la empresa adoptan sus decisiones en un cierto grado de incertidumbre. Si el conocimiento del futuro fuera perfecto, los planes podrían formularse sin error sin que hubiera necesidad de una revisión subsecuente, no obstante que en la mayoría de los casos el tiempo implícito impide un perfecto conocimiento del futuro. Los planes se elaboran en un punto del tiempo, con base en el conocimiento corriente, e implican decisiones corrientes, anticipando un resultado que sobrevendrá en algún punto futuro del tiempo.

A medida que se tiene un mayor conocimiento de los hechos, puede ser necesario revisar los planes y adoptar un nuevo tipo de acción, si quiere alcanzarse el objetivo deseado. De esta manera, los gerentes se enfrentan al continuo proceso de fijar el curso a seguir, en un horizonte brumoso.

Es obvio que surja la interrogante, después de haber aceptado que toda decisión implica una incertidumbre ¿cómo puede eliminarse?, la respuesta es que no es posible hacerlo, sino reducirse con algunas de las técnicas que a continuación se describen, ya que permiten el conocimiento del comportamiento de las variaciones de los parámetros empresariales, con lo cual se continúa a seguir tomar las decisiones en un marco de confiabilidad mayor al que tendría sin ellas.

Existen gran cantidad de técnicas, y es más, podría decirse que cada empresa puede llegar a la suya propia; sin embargo, la mayor parte de las existentes pueden clasificarse en:

Pronósticos simplistas
Pronósticos probabilísticos
Pronósticos por índices
Pronósticos de tendencia
Pronósticos de toma de decisión secuencial.

Dentro de la exposición de las técnicas, se ha procurado incluir las de mayor uso actual, y las que sirven de base para aquéllas que se han derivado o bien las que a nuestro juicio pueden tener un fuerte uso en el futuro por su relativa facilidad de planteamiento.

Pronósticos simplistas

Son aquéllos que se basan en estimaciones subjetivas, sin ninguna base científica y que normalmente llevan al fracaso por su visión en extremo general e infundada. Ejemplos típicos de este pronóstico son "hechar un volado" con una moneda y en base en ello tomar la decisión de aceptar o rechazar una determinada acción, realizar una compra y pronosticar la efectividad de una máquina con base en la simpatía que nos cause un determinado vendedor, y así un gran número de situaciones que podrían presentarse y que, desgraciadamente, suelen suceder a menudo. La causa es de sobra conocida, normalmente la falta de preparación de las personas que deben tomar una decisión o simplemente la falta de información adecuada y oportuna.

Las consecuencias pueden verse en el caso de un empresario que confía sus pronósticos a 100 individuos diferentes que los realizan con estas bases, es obvio que en la primera ocasión 50 de ellos se equivocarán, de ellos en la segunda oportunidad sólo 25 acertarán y si prosigue confiando en los que tengan éxito, en la séptima decisión ya no contará con ninguno de ellos.

No significa esto que no deban emplearse, pueden ser muy útiles para la confirmación de un pronóstico hecho por otros medios. Como ejemplo se puede citar el caso de un ingeniero dedicado a la localización de plantas industriales, que confirmaba sus pronósticos contando las chimeneas que hechaban humo en la población elegida, midiendo con ello la productividad de la entidad estudiada previamente por las técnicas recomendadas.

Si los argumentos utilizados no muestran la inconveniencia de este uso de pronósticos para la toma de decisiones, se podrá ver si nuestros sentidos son capaces de efectuar un pronóstico correcto (Fig. 3.11).

Pronósticos probabilísticos

El estudio de la probabilidad ofrece una forma de pronóstico

muy poderosa, siempre y cuando esté bien fundada en estudios y experiencias bastante amplios, lo cual requiere gran cantidad de inversiones en recursos económicos y sociales, lo cual hace muchas veces el uso de este tipo de pronóstico inoperante.

Debido a que el estudio probabilístico trata de experimentos aleatorios independientes, que varían con el tiempo, o que no son del todo independientes, obligan a elaborar estudios complementarios y a establecer sistemas de retroalimentación continuos a través del tiempo, que mantienen la inversión de recursos en la actualización de las bases de la toma de decisiones.

Es obvio que en nuestra época, en que impera el dinamismo en las empresas, cada vez son menos útiles estas técnicas; sin embargo, cuando los parámetros tienden a ser constantes o de modificación lenta, pueden ser usados con buenos resultados y con inversión relativamente baja.

Las empresas en que se presentan con mayor frecuencia estos estudios, son las compañías de seguros, las cuales calculan, sobre todo en los ramos de vida y enfermedades, las primas de venta por los estudios probabilísticos de mortalidad por edades en condiciones normales de salud y vida. Sin embargo, éstos son modificados con estudios complementarios de riesgos masivos, como pueden ser epidemias, centros o regiones sísmicas, guerras, etc., mismos que una vez realizados y por su característica de modificación lenta a través del tiempo, sólo requiere de pequeños ajustes, que implican una retroalimentación de información relativamente baja. Sólo los ejecutivos, tienen un medio eficaz para determinar la operación de dichas empresas y tomar decisiones.

Pronósticos por índices

Este tipo de pronósticos son muy útiles para el conocimiento de movimientos generales del mercado, puesto que indican con anticipación el movimiento futuro de éste, en particular con base en otro en el que se reflejan movimientos ascendentes, puntos críticos y descendentes. Básicamente consiste en estar pendientes de la situación que impera en el mercado, haciendo correcciones en tiempo y unidades del producto que se trate.

Dos ejemplos que pueden aclarar este concepto son:

1. El fabricante de cristales para automóviles, conoce antes del inicio del año automotriz, las cuotas de vehículos asignados por la Secretaría de Industria y Comercio a cada planta armadora, con lo cual sabe el volumen esperado del mercado. Si él conoce por sus datos históricos la proporción que le corresponde y consigue la planificación de producción de sus clientes, sabrá con un margen de error relativamente bajo, la cantidad que debe producir y la fecha en que debe hacerlo, pudiendo así desarrollar su programa que ajustará

tan pronto vaya conociendo las solicitudes de compra de los mismos.

A este estudio puede agregarse el de roturas de cristales por accidentes, que puede obtenerse de un estudio probabilístico de los datos históricos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y así determinar el mercado total aproximado que tendrá.

En las gráficas adjuntas, puede observarse cuál es la mecánica utilizada (Figs. 3.12, 3.13 y 3.14).

2. El productor de artículos de segunda necesidad, podrá ver las oscilaciones de su mercado, en las de los de primera necesidad, puesto que si se incrementan estos quiere decir que está circulando una mayor cantidad de moneda y que la población tiene mayor poder de compra, es decir, quien antes no estaba en posibilidad de adquirir su producto ahora sí lo estará. Pero si en determinado momento observa que dicho poder de compra decrece, habrá menos personas que puedan adquirirlos, pues lógicamente comprarán los de primera necesidad, absteniéndose de los supérfluos.

Como se verá, este tipo de pronóstico está reservado para individuos que tienen gran visión de los movimientos del mercado y además de los políticos, económicos y sociales, también deben tener acceso a información muchas veces de carácter confidencial, debiendo saber valorar su autenticidad.

Pronósticos de tendencia

Este tipo de pronósticos son ampliamente usados no sólo para el pronóstico de ventas, sino para diversas actividades de la industria, como el control de calidad, determinación de tolerancias admisibles que pueden obtenerse de una máquina en particular, con el mínimo costo, etc.

Prácticamente pueden subdividirse en dos técnicas en particular:

- a) Técnicas estadísticas
- b) Técnicas de correlación y regresión
- a) Técnicas estadísticas

Son exclusivamente usadas cuando la tendencia de la relación de dos variables es lineal y horizontal o vertical, según la orientación de los ejes coordenados, o sea que una de las dos variables en estudio tiende a ser constante en relación con cualquier valor de la otra.

El procedimiento de uso es el siguiente:

1. Se elabora un diagrama de dispersión
 - 1.1. Si la tendencia es horizontal o vertical, se obtendrá:
 - a. Una tabulación del parámetro con tendencia constante
 - b. El valor medio de ese parámetro y la desviación estándar de dichos valores
 - c. Se traza la recta central con el valor medio y los límites superior e inferior a "T" veces la desviación estándar.

El valor de "T" es obtenido de acuerdo con la confiabilidad que se desee, como lo muestra la siguiente tabla:

T	Porcentaje de confiabilidad
0.5	38.292
1.0	68.268
1.5	86.538
2.0	95.450
2.5	98.758
3.0	99.730
3.5	99.954
4.0	99.999
mayor de 4.0	100.000

Nota. Estos valores son válidos si la distribución es normal, en caso contrario, deberán ajustarse a la distribución a que correspondan. La literatura estadística indica que si el número de valores que se tiene es mayor de 30, la distribución será normal.

Las ecuaciones para el cálculo de la media y las desviaciones estándar son:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N} \quad Y \quad S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}} = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{N}}{N - 1}}$$

Ejemplo:

Si durante 30 meses se obtuvieran en las ventas de una empresa los valores siguientes, en millones de pesos: 4.02, 4.05, 4.03, 4.06, 3.98, 3.97, 4.02, 3.97, 4.07, 3.92, 3.96, 4.00, 4.01, 4.03, 4.09, 3.98, 3.90, 3.97, 4.01, 4.05, 3.94,



3.95, 3.98, 3.90, 4.00, 3.94, 4.04, 3.97, 4.09, 3.95. ¿Qué límites se pueden esperar con un 95% de confianza?

Solución:

1. Diagrama de dispersión: (Fig. 3.15).

1.1. Como se observa, la dispersión tiene una tendencia horizontal, por lo tanto se tabulan los datos para obtener los parámetros estadísticos:

LECTURA N	VALOR	LECTURA N	VALOR
1	4.02	16	3.98
2	4.05	17	3.90
3	4.03	18	3.97
4	4.06	19	4.01
5	3.98	20	4.05
6	3.97	21	3.94
7	4.02	22	3.95
8	3.97	23	3.98
9	4.07	24	3.90
10	3.92	25	4.00
11	3.96	26	3.94
12	4.00	27	4.04
13	4.01	28	3.97
14	4.03	29	4.09
15	4.09	30	3.95
		Suma =	119.83

$$\bar{X} = 3.99$$

$$S = 0.042$$

Como la confiabilidad esperada es de 95%, el valor de T será = 2.00, por lo tanto, los límites de confiabilidad serán:

$$\text{FORMULA: } \bar{X} - 2S \leq \bar{X} \leq \bar{X} + 2S$$

Si $\bar{X} = 3.99$ y $S = 0.042$, entonces aplicando la fórmula:

$$\begin{aligned} \bar{X} - 2(0.042) &\leq \bar{X} \leq \bar{X} + 2(0.042) \\ 3.99 - 0.084 &\leq 3.99 \leq 3.99 + 0.084 \\ 3.91 &\leq 3.99 \leq 4.07 \end{aligned}$$

Lo anterior significa que el 95% de las ventas mensuales estarán dentro de los límites 3.91 y 4.07.

1) Técnicas de correlación y regresión

Consisten en encontrar una curva, plano, volumen, etc., que se apegue lo más posible a los datos de que se dispone.

El procedimiento de cálculo se supondrá conocido y no se

analizará, ya que puede consultarse en cualquier libro de estadística.

Pronósticos de toma de decisión secuencial

Se puede observar que todos los métodos anteriores conducen a tomar una decisión después de elaborar cierta cantidad de cálculos que en ocasiones demoran lo suficiente como para que esa decisión sea tomada en forma desactualizada, y sólo las empresas que poseen medios de cálculo potencialmente altos pueden evitar dichas demoras.

Debido a esta situación, se han creado diversos métodos que permiten realizar dichos cálculos desde el escritorio en forma breve, utilizando los últimos datos históricos en los que se involucran de manera automática todos los anteriores, y a la vez permiten tomar en cuenta algunos intangibles que antes no era posible hacer intervenir.

Algunos de dichos métodos son:

- Promedios ponderados
- Promedios exponenciales ponderados
- Promedios exponenciales ponderados con corrección por esperanza matemática
- Promedios exponenciales ponderados de tercer orden

Promedios ponderados

Consiste en obtener el promedio de los últimos valores obtenidos, pero en vez de darles un peso igual a cada valor, se le da un valor o peso diferente a cada uno de ellos, logrando apreciar aquéllos que por su lejanía pudieran alterar el resultado por obtener.

Matemáticamente se podría expresar de la siguiente manera:

$$\bar{X} = a_0 D_0 + a_1 D_1 + a_2 D_2 + \dots + a_n D_n$$

donde:

a_0, a_1, \dots, a_n peso otorgado a cada variable por estudiar

D_0, D_1, \dots, D_n valor de la variable por estudiar

\bar{X} pronóstico

Condición de aplicación: La suma de los pesos siempre debe ser igual a la unidad, es decir que:

$$a_0 + a_1 + \dots + a_n = 1$$

Ejemplo:

Sean las ventas de una empresa automotriz, en millones de pesos, mes a mes, indicadas en la siguiente tabla:

MES	VENTA	MES	VENTA
Enero	244 000	Julio	210 000
Febrero	250 000	Agosto	212 000
Marzo	225 000	Septiembre	220 000
Abril	205 000	Octubre	225 000
Mayo	200 000	Noviembre	232 000
Junio	206 000	Diciembre	237 000

Después del mes de diciembre se supondrá que las ventas son constantes de 237 000 y también que se conocen los valores de los últimos tres meses de año anterior al que se va a estudiar; estos valores son: oct. 218 000, nov. 228 000 y dic. 240 000.

Solución:

A fin de comparar los resultados entre la media de los últimos tres valores y el promedio ponderado con diversos valores, se construye la siguiente tabla:

Valores para el primer ejemplo: (a) = 0.7, 0.2, 0.1
 Valores para el segundo ejemplo: (a) = 0.5, 0.3, 0.2

Forma de cálculo

Suponiendo que se calculará el pronóstico para enero con base en los datos reales obtenidos de octubre a diciembre del año anterior, en la siguiente forma:

PROMEDIO:

$$\bar{X} = \frac{218\ 000 + 228\ 000 + 240\ 000}{3} = \frac{696\ 000}{3}$$

$$\bar{X} = 232\ 000$$

PROMEDIO PONDERADO:

1er. ejemplo

$$\bar{X}_1 = 0.7 \times 240\ 000 + 0.2 \times 228\ 000 + 0.1 \times 218\ 000 = 235\ 000$$

2o. ejemplo

$$\bar{X}_2 = 0.5 \times 240\ 000 + 0.3 \times 228\ 000 + 0.2 \times 218\ 000 = 232\ 000$$

Para febrero se calcularía de igual forma, salvo que ahora se emplean los datos de noviembre a enero.

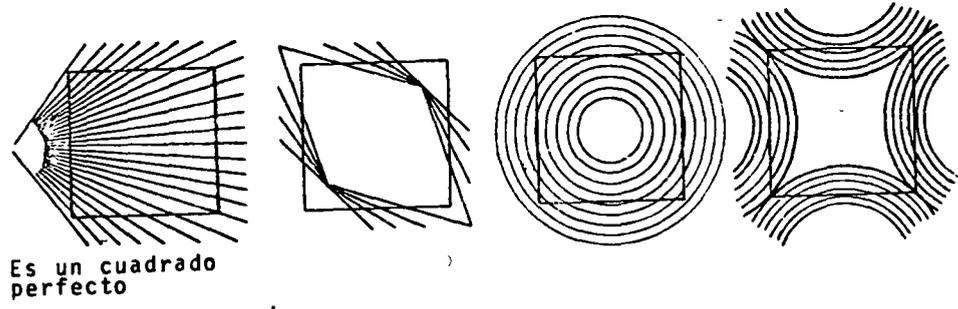
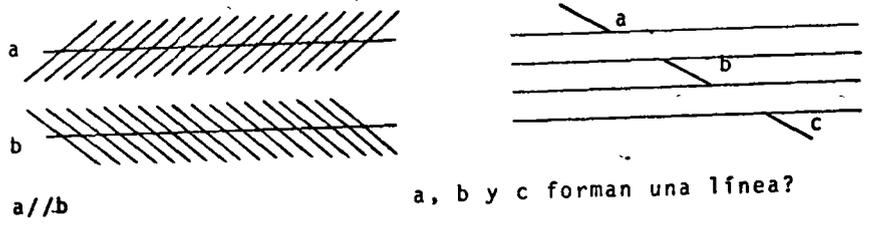
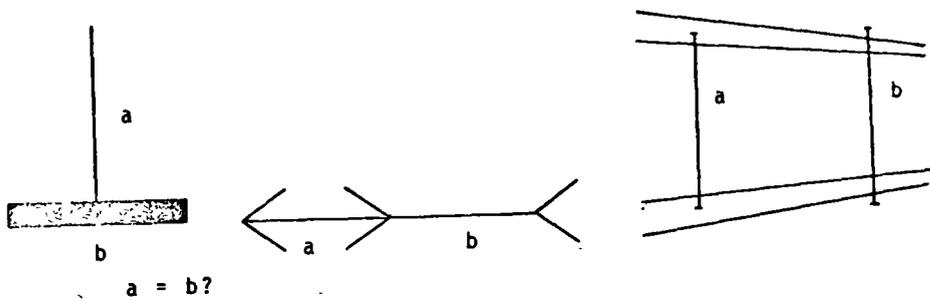
$$\bar{X} = \frac{228\ 000 + 240\ 000 + 244\ 000}{3} = \frac{712\ 000}{3} = 237\ 333$$

$$\bar{X}_1 = 244\ 000 \times 0.7 + 240\ 000 \times 0.2 + 228\ 000 \times 0.1 = 241\ 600$$

$$\bar{X}_2 = 244\ 000 \times 0.5 + 240\ 000 \times 0.3 + 228\ 000 \times 0.2 = 239\ 600$$

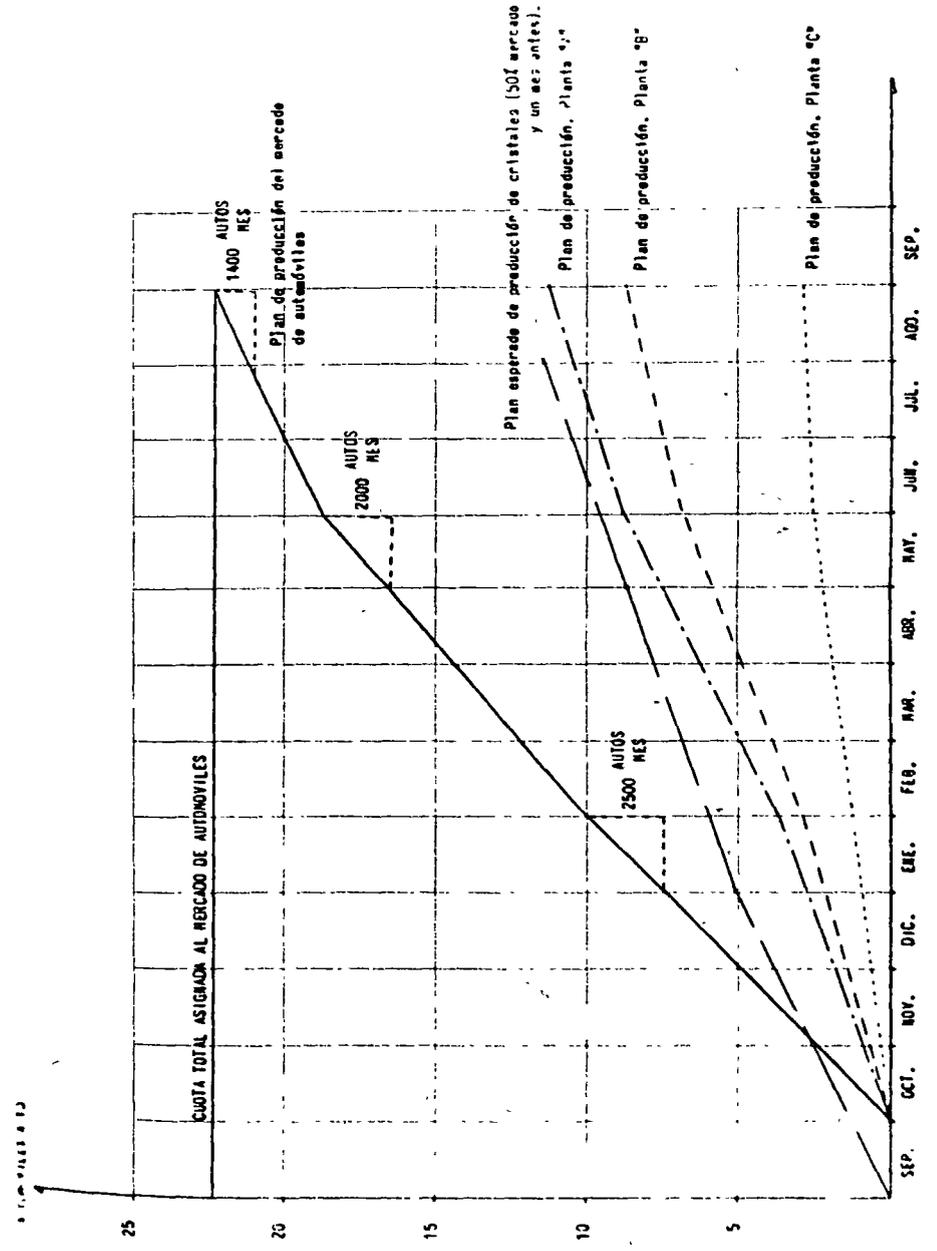
De forma análoga se calcularían los demás valores para cada mes, que se ilustran en la siguiente tabla:

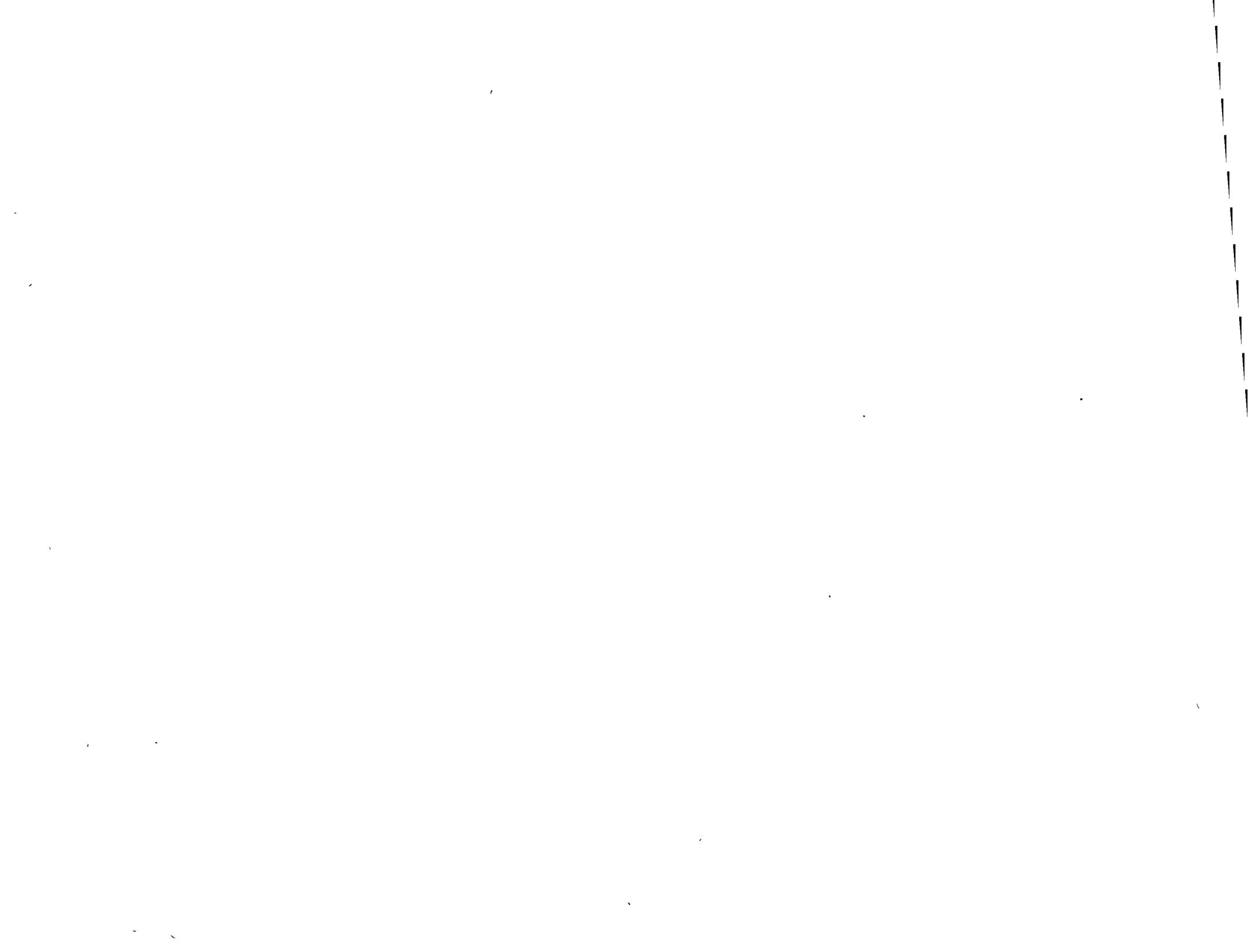
MES	VALOR ESPERADO \bar{X}	VALOR ESPERADO \bar{X}_1	VALOR ESPERADO \bar{X}_2	VALOR REAL X
ENE	232 000	235 400	232 000	244 000
FEB	237 333	241 600	239 600	250 000
MAR	244 666	247 800	246 200	225 000
ABR	239 666	231 900	236 300	205 000
MAY	226 666	213 500	220 000	200 000
JUN	210 000	203 500	206 500	206 000
JUL	203 333	204 700	204 000	210 000
AGO	205 333	208 200	206 800	212 000
SEP	209 333	211 000	210 200	220 000
OCT	214 000	217 400	215 600	225 000
NOV	219 000	222 700	220 900	232 000
DIC	225 666	229 400	227 500	237 000
<hr/>				
ENE	231 333	234 800	233 100	237 000
FEB	235 333	236 800	236 000	237 000
MAR	237 000	237 000	237 000	237 000
ABR	237 000	237 000	237 000	237 000
MAY	237 000	237 000	237 000	237 000
JUN	-----	-----	-----	-----
JUL	-----	-----	-----	-----
AGO	-----	-----	-----	-----
SEP	-----	-----	-----	-----
OCT	-----	-----	-----	-----
NOV	-----	-----	-----	-----
DIC	237 000	237 000	237 000	237 000



RESPUESTA: Afirmativo en todos los casos

Fig. 3.11.





ACCIDENTES CON ROTURA
DE CRISTALES

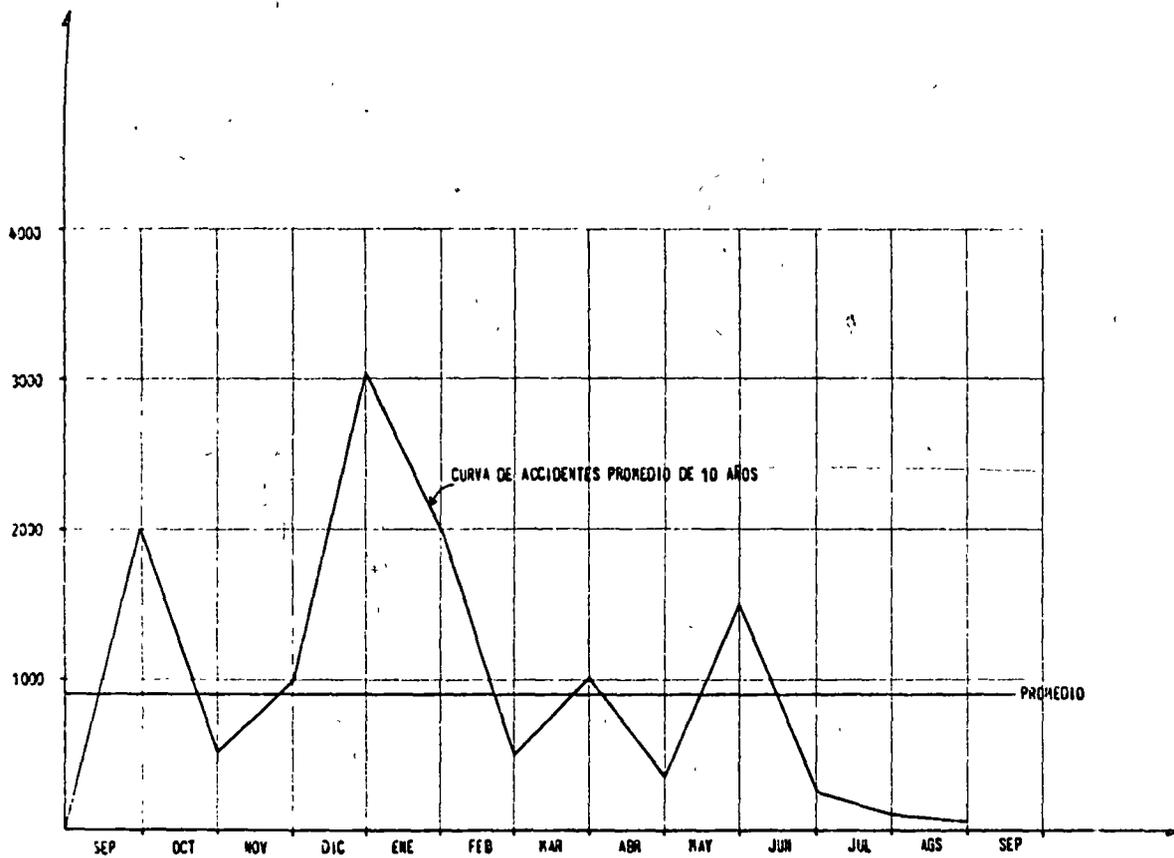


FIG. 3.13

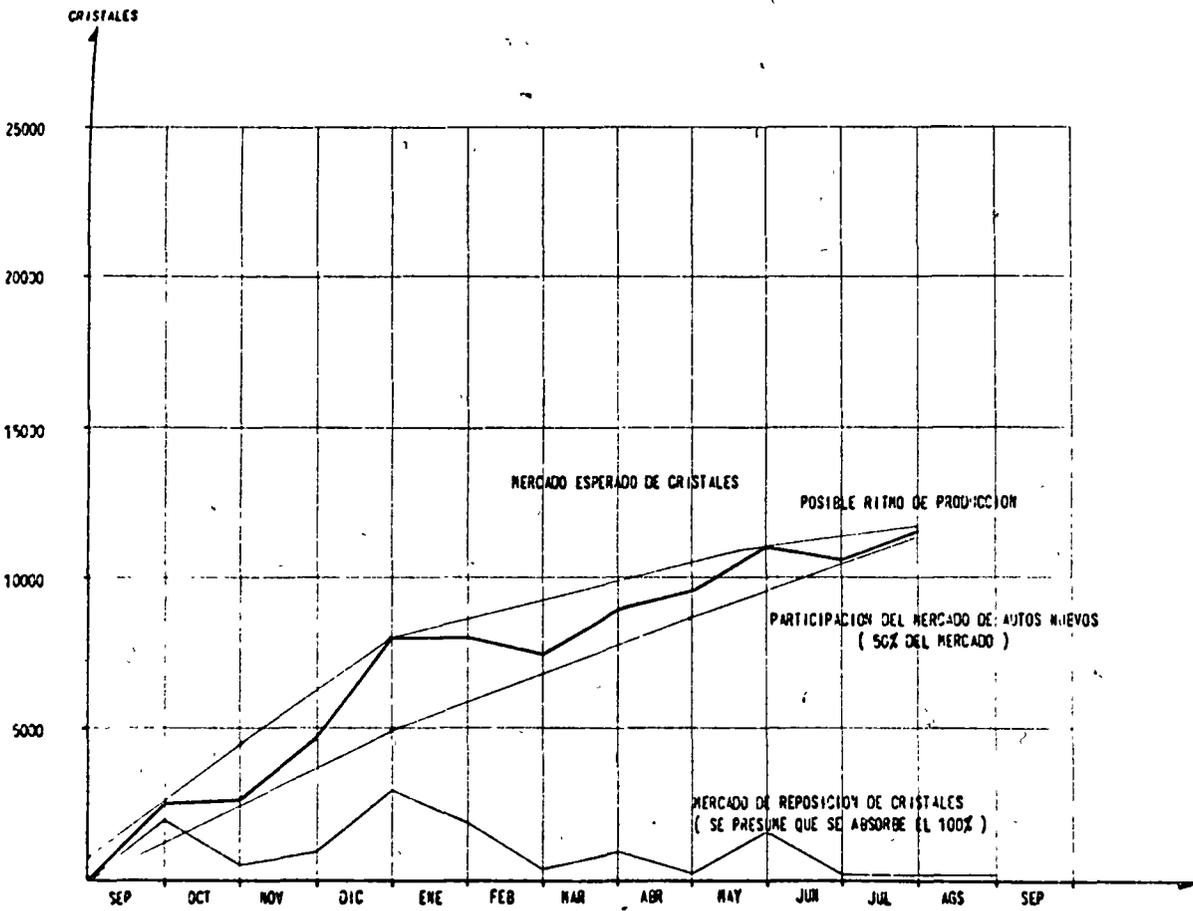


FIG. 3.14

DIAGRAMA DE DISPERSION

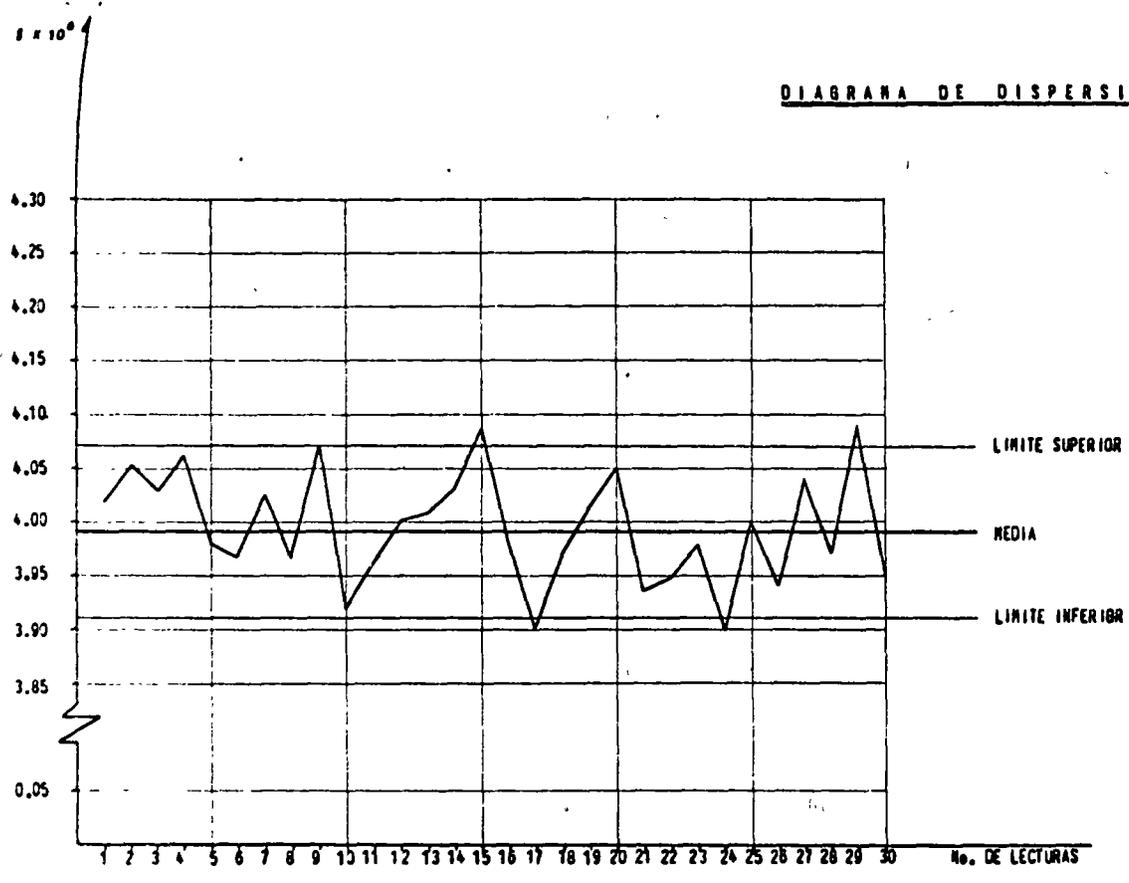


FIG. 3.15

Si se observa la gráfica de la Fig. 3.16, se obtiene la siguiente conclusión:

ENTRE MAYOR SEA EL PRIMER VALOR DE "a", MAYOR SERA LA APROXIMACION A LA DEMANDA REAL, Y ENTRE MENOR SEA, MAS AMORTIGUADA SERA LA CURVA Y MAS LEJANA A LA REAL, o sea que si el deseo es ir junto a la demanda real se deberá tomar como pronóstico el último valor de ella (a=1) obviamente esto se logrará en empresas en que la variación de la demanda no la haga incurrir en altos costos por cambios de volúmenes de producción, pero si así fuera, deberá esa empresa amortiguar dichas variaciones para estar dentro de un intervalo admisible. Nótese que todas las curvas al entrar en el período estable, les toma tres períodos para alcanzar ese valor.

Véase ahora qué sucede si en vez de tomar tres valores como se hizo se consideran más, siendo esto lo ilustrado en la correspondiente gráfica y cuadro.

Sean X_a , X_b , X_c los valores obtenidos de utilizar las siguientes series de valores para la constante de ponderación (Fig. 3.17).

0.2, 0.3, 0.3, 0.2	4 valores	X_a
0.2, 0.2, 0.2, 0.2, 0.2	5 valores	X_b
0.2, 0.2, 0.2, 0.2, 0.1, 0.1	6 valores	X_c

MES	VALOR ESPERADO \bar{X}_a	VALOR ESPERADO \bar{X}_b	VALOR ESPERADO \bar{X}_c	VALOR REAL X
ABR	241 200	237 400	235 600	205 000
MAY	232 300	232 800	231 200	200 000
JUN	219 000	224 800	224 400	206 000
JUL	207 700	217 200	216 600	210 000
AGO	204 800	209 200	211 700	212 000
SEP	207 600	206 600	208 600	220 000
OCT	211 800	209 600	210 100	225 000
NOV	216 600	214 600	213 000	232 000
DIC	222 300	219 800	219 400	237 000
<hr/>				
ENE	228 500	225 200	225 000	237 000
FEB	231 100	230 200	229 400	237 000
MAR	236 000	233 600	233 100	-----
ABR	237 000	236 000	236 500	-----
MAY	-----	237 000	237 000	-----
JUN	-----	-----	-----	-----
AGO	237 000	237 000	237 000	237 000

Observando la gráfica (Fig. 3.17), se concluye que entre mayor sea el número de constantes de ponderación mayor será el amortiguamiento de la curva de pronósticos, situación que, como

ya se mencionó, es conveniente para no permitir grandes cambios en los volúmenes a producir. Además, las curvas toman el valor constante después del número de períodos considerados para la ponderación.

En resumen, si se desea seguir cerca de la curva de demanda, se debe tomar como pronóstico la demanda inmediata anterior; - ahora si el deseo es amortiguar las variaciones en los volúmenes de producción, se deben tomar valores pequeños para las constantes de ponderación más próximas y tomar el número mayor posible de valores históricos.

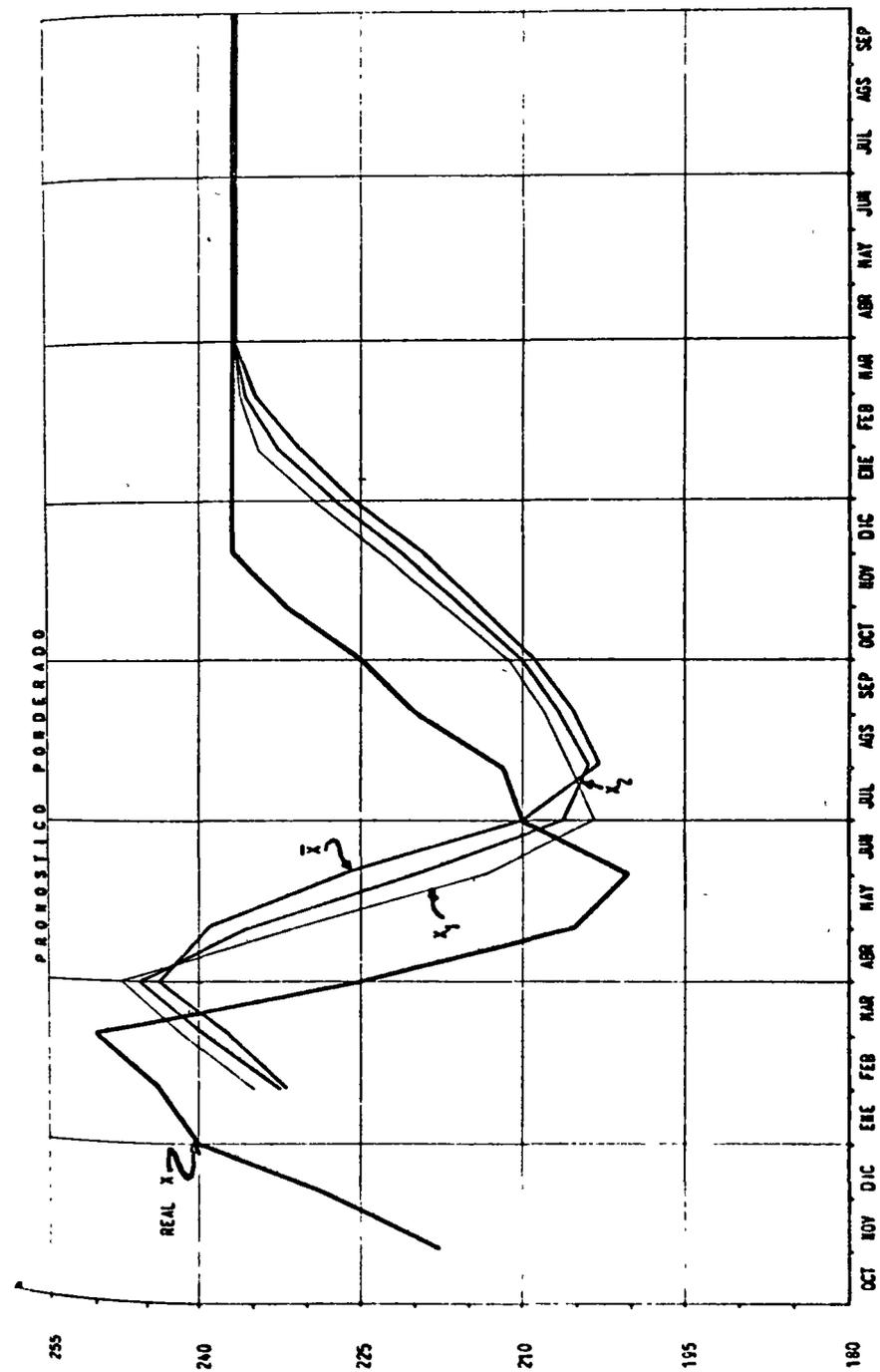


FIG. 3 . 16

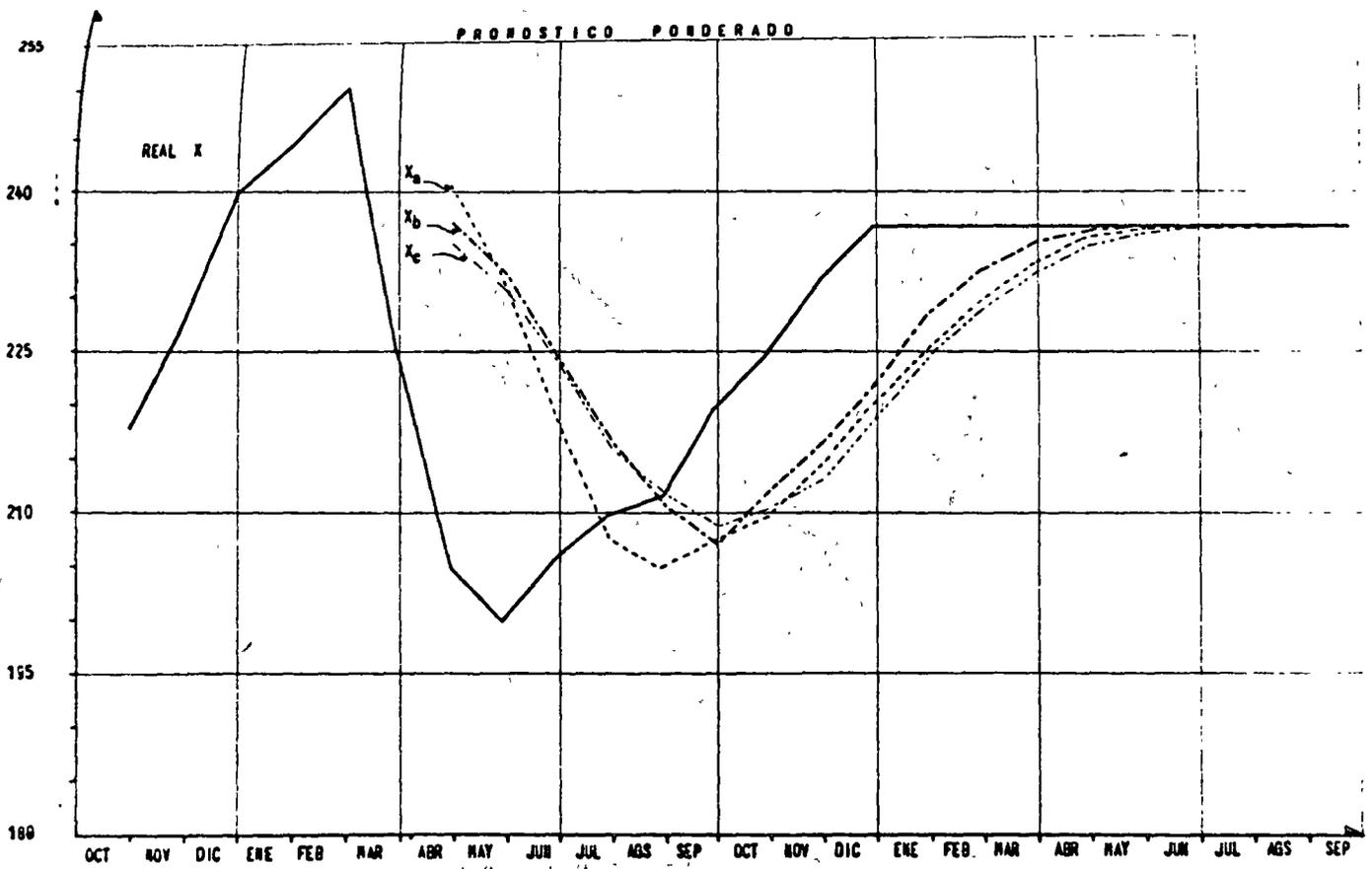


FIG. 3. 17

Promedios exponenciales ponderados

Esta técnica se deriva de la anterior y permite calcular en un momento dado con sólo dos datos:

- a) el valor de la variable real en el período anterior
- b) el valor estimado de dicho período, que lleva involucrada toda la historia de esa variable.

Para los cálculos se emplea la siguiente ecuación:

$$\bar{X}_t = D_{t-1} \times a + (1-a) \bar{X}_{t-1}$$

donde:

- \bar{X}_t estimación en el período t
- D_{t-1} valor real tomado en el período anterior por la variable a estimar
- a constante de ponderación
- \bar{X}_{t-1} estimación del período anterior

Considerando el ejemplo anterior, se observará lo que ocurre con esta técnica de pronósticos para diversos valores de "a" tales como: 1, 0.8, 0.5, 0.2 y suponiendo que en el mes de diciembre la estimación fue la demanda real.

Para estimar enero:

$$\bar{X}_{ene} = D_{dic} \times a + (1 - a) \bar{X}_{dic}$$

$$\bar{X}_{ene(1)} = 240\ 000 \times 1 + 0 = 240\ 000$$

$$\bar{X}_{ene(0.8)} = 240\ 000 \times 0.8 + 0.2 \times 240\ 000 = 240\ 000$$

$$\bar{X}_{ene(0.5)} = 240\ 000 \times 0.5 + 0.5 \times 240\ 000 = 240\ 000$$

$$\bar{X}_{ene(0.2)} = 240\ 000 \times 0.2 + 0.8 \times 240\ 000 = 240\ 000$$

Para estimar febrero:

$$\bar{X}_{feb} = D_{ene} \times a + (1 - a) \bar{X}_{ene}$$

$$\bar{X}_{feb(1)} = 244\ 000 \times 1 + 0 = 244\ 000$$

$$\bar{X}_{feb(0.8)} = 244\ 000 \times 0.8 + 0.2 \times 240\ 000 = 243\ 200$$

$$\bar{X}_{feb(0.5)} = 244\ 000 \times 0.5 + 0.5 \times 240\ 000 = 242\ 000$$

$$\bar{X}_{\text{feb}(0:2)} = 244\ 000 \times 0.2 + 0.8 \times 240\ 000 + 240\ 800$$

Si siguiendo la misma secuela de cálculo, se llegará a los valores ilustrados en la tabla y gráfica adjunta (Fig. 3.18).

MES	\bar{X}_1	$\bar{X}_{0.8}$	$\bar{X}_{0.5}$	$\bar{X}_{0.2}$	\bar{X}
ENE	240 000	240 000	240 000	240 000	244 000
FEB	244 000	243 200	242 000	240 800	250 000
MAR	250 000	248 640	246 000	243 640	225 000
ABR	225 000	229 728	235 500	242 912	205 000
MAY	205 000	209 945	220 250	235 529	200 000
JUN	200 000	201 989	210 125	228 423	206 000
JUL	206 000	205 198	208 063	223 938	210 000
AGO	210 000	209 040	209 031	221 150	212 000
SEP	212 000	211 408	210 516	219 320	220 000
OCT	220 000	218 282	215 258	219 456	225 000
NOV	225 000	223 656	219 629	220 565	232 000
DIC	232 000	230 331	225 815	222 852	237 000

ENE	237 000	235 866	231 408	225 682	237 000
FEB	237 000	236 773	234 204	227 946	237 000
MAR	-----	236 955	235 602	229 757	-----
ABR	-----	236 991	236 301	231 206	-----
MAY	-----	236 998	236 650	232 365	-----
JUN	-----	237 000	236 825	233 286	-----
JUL	-----	-----	236 913	234 029	-----
AGO	-----	-----	236 957	234 620	-----
SEP	-----	-----	236 979	235 096	-----
OCT	-----	-----	236 990	235 474	-----
NOV	-----	-----	236 995	235 779	-----
DIC	-----	-----	236 998	236 023	-----

ENE	-----	-----	236 999	236 218	-----
FEB	-----	-----	237 000	236 375	-----
MAR	-----	-----	-----	236 500	-----
ABR	-----	-----	-----	236 600	-----
MAY	-----	-----	-----	236 680	-----
JUN	-----	-----	-----	236 744	-----
JUL	237 000	237 000	237 000	236 795	237 000
AGO	-----	-----	-----	236 836	-----
SEP	-----	-----	-----	236 869	-----
OCT	-----	-----	-----	236 896	-----
NOV	-----	-----	-----	236 917	-----
DIC	237 000	237 000	237 000	236 934	237 000

Las conclusiones son idénticas a las del caso anterior, o sea que mientras "a" se aproxima a la unidad, los pronósticos se acercan a los valores reales pero con un mes de retraso, y mientras se acerca a cero la curva se amortigua, siendo este segundo caso el que interesa en la producción. En cuanto al período de estabilización, entre menor sea "a" mayor será el tiempo

necesario para amortiguarse.

PROMEDIOS EXPONENCIALES PONDERADOS CON CORRECCION POR ESPERANZA MATEMATICA

Básicamente es lo mismo que el anterior, pero ajustando los valores obtenidos de acuerdo con la tendencia que muestra la variable.

Una vez obtenidos los valores de la variable por el método de pronóstico exponencial ponderado sólo será necesario hacer los siguientes ajustes:

Si se considera como tendencia aparente

$$T_t = \bar{X}_t - \bar{X}_{t-1}$$

y se obtiene su valor exponencial ponderado

$$T_t = a(I_t) + (1-a) T_{t-1} = a(\bar{X}_t - \bar{X}_{t-1}) + (1-a)T_{t-1}$$

del cual se puede obtener su esperanza matemática, que será:

$$E(D_t) = \bar{X}_t + \frac{(1-a)}{a} T_t$$

cuyo valor se tomará como la estimación o pronóstico de este método.

El procedimiento de cálculo se presenta en la siguiente tabla: Si a = 0.8

MES	\bar{X}_t	\bar{X}_{t-1}	I_t	$(a)I_t$	$(1-a)T_{t-1}$	T_t	$\frac{1-a}{a}T_t$	$E(D_t)$
ENE	240 000	240 000	0	0	0	0	0	240 000
FEB	243 200	240 000	3 200	2 560	0	2 560	640	243 840
MAR	248 640	243 200	5 440	4 352	512	4 865	1 206	249 846
ABR	229 728	248 640	-18 912	-15 129	973	-14 156	-3 539	226 189
MAY	209 945	229 728	-19 783	-15 826	-2 831	-18 657	-4 664	205 281
JUN	201 989	209 945	-7 956	-6 364	-3 732	-10 096	-2 524	199 465
JUL	205 198	201 989	3 209	2 567	-2 019	548	137	205 335
AGO	209 040	205 198	3 842	3 173	110	3 283	821	209 861
SEP	211 408	209 040	2 369	1 894	657	2 551	637	212 045
OCT	218 282	211 408	6 874	5 499	510	6 009	1 402	219 648
NOV	223 656	218 282	5 374	4 299	1 202	5 501	1 375	225 031
DIC	230 331	223 656	6 675	5 340	1 100	6 440	1 610	231 941
ENE	235 866	230 331	5 535	4 428	220	4 648	1 162	236 028
FEB	236 773	235 866	907	723	929	1 652	413	237 186
MAR	236 955	236 773	182	146	330	476	119	237 074
ABR	236 991	236 955	36	29	95	124	31	237 022
MAY	236 998	236 991	7	6	25	31	8	237 006
JUN	237 000	236 998	2	2	6	8	2	237 002
JUL	237 000	237 000	0	0	2	2	1	237 001
AGO	237 000	237 000	0	0	0	0	0	237 000

De esta tabla y de la gráfica 3.19 que la representa, se puede concluir que por este método y debido al ajuste hecho, la curva se apega más a la curva real que la calculada mediante pronóstico exponencial ponderado; sin embargo, hace que los puntos de inflexión sean mayores debido a las correcciones por tendencia, puesto que no se compensan de inmediato ocurriendo el fenómeno anotado.

Por otro lado, las conclusiones anotadas tanto en media ponderada y pronóstico exponencial ponderado son válidos también para este caso.

PROMEDIO EXPONENCIAL PONDERADO DE TERCER ORDEN

Consiste en utilizar las siguientes ecuaciones, que conducen a la tabla y gráfica (Fig. 3.20).

$$\bar{X}_t = A_t + B_t + 0.5C_t$$

donde:

$$A_t = D_{t-1} + (1-a)^3 (\bar{X}_{t-1} - D_{t-1})$$

$$B_t = B_{t-1} + C_{t-1} - 1.5 a^2 (2-a) (\bar{X}_{t-1} - D_{t-1})$$

$$C_t = C_{t-1} - a^3 (\bar{X}_{t-1} - D_{t-1})$$

Siendo:

\bar{X}_t valor pronosticado

A_t, B_t, C_t valores de simplificación de la escritura y cálculo

D_{t-1} valor real obtenido en el período anterior al pronóstico

a constante de ponderación

\bar{X}_{t-1} valor pronosticado en el período anterior

Para los valores iniciales se tendrá:

$$C_1 = D_0 - 2D_{-1} + D_{-2}$$

$$B_1 = D_{-1} - D_0 - 1.5 C_1$$

$$A_1 = D_0 - B_1 - 0.5 C_1$$

donde:

D_0 valor real anterior al primer pronóstico

D_{-1} valor real anterior a D_0

D_{-2} valor real anterior a D_{-1}

Para el ejemplo tratado y para los valores de "a": 0, 0.5, 0.8 y 1 se obtendrán:

Valores iniciales para cualquier caso, de:

$$D_0 = D_{dic} = 240\ 000$$

$$D_1 = D_{nov} = 228\ 000$$

$$D_2 = D_{oct} = 218\ 000$$

entonces

$$C_1 = 240\ 000 - 2 \times 228\ 000 + 218\ 000 = 2\ 000$$

$$B_1 = 228\ 000 - 240\ 000 - 1.5 \times 2\ 000 = 1\ 500$$

$$A_1 = 240\ 000 + 15\ 000 - 0.5 \times 2\ 000 = 254\ 000$$

por lo tanto:

$$\bar{X}_{ene} = 254\ 000 - 15\ 000 + 0.5 \times 2\ 000 = 240\ 000$$

Para febrero tendremos:

$$a = 0$$

$$A_t = 244\ 000 + 1^3(4\ 000) = 244\ 000$$

$$B_t = 15\ 000 + 2\ 000 - 1.5 \times 0 \times 2(-4\ 000) = -13\ 000$$

$$C_t = 2\ 000 - 0(-4\ 000) = 2\ 000$$

$$\bar{X}_{feb} = 244\ 000 - 13\ 000 + 1\ 000 = 232\ 000$$

$$a = 0.5$$

$$A_t = 244\ 000 + 0.5^3(-4\ 000) = 243\ 500$$

$$B_t = 15\ 000 + 2\ 000 - 1.5 \times 0.25 \times 1.5(-4\ 000) = -10\ 750$$

$$C_t = 2\ 000 - 0.5^3(-4\ 000) = 2\ 500$$

$$\bar{X}_t = 243\ 500 - 10\ 750 + 1\ 250 = 234\ 000$$

$$a = 0.8$$

$$A_t = 244\ 000 + (0.2)^3(-4\ 000) = 243\ 968$$

$$B_t = 15\ 000 + 2\ 000 - 1.5(0.8)^2(1.2)(-4\ 000) = -8\ 392$$

$$C_t = 2\ 000 - (0.8)^3(-4\ 000) = 4\ 048$$

$$\bar{X}_t = 243\ 968 - 8\ 392 + 2\ 024 = 237\ 600$$

$$a = 1$$

$$A_t = 244\ 000 + 0(-4\ 000) = 244\ 000$$

$$B_t = 15\ 000 + 2\ 000 - (1.5)(1)^3(-4\ 000) = -7\ 000$$

$$C_t = 2\ 000 - 1(-4\ 000) = 6\ 000$$

$$\bar{X}_t = 244\ 000 - 7\ 000 + 3\ 000 = 240\ 000$$

Siguiendo el cálculo de esta manera para cada valor de "a", se llegará a la tabla y gráfica siguientes:

MES	\bar{X}_t a=0	\bar{X}_t a=0.5	\bar{X}_t a=0.8	\bar{X}_t a=1	Valor Real \bar{X}_R
ENE	240 000	240 000	240 000	240 000	244 000
FEB	228 000	231 975	236 700	240 000	250 000
MAR	218 000	240 863	266 314	272 000	225 000
ABR	208 000	222 968	194 437	169 000	205 000
MAY	202 000	203 867	198 600	190 000	200 000
JUN	198 000	197 167	170 759	210 000	206 000
JUL	196 000	202 672	220 754	223 000	210 000
AGO	196 000	208 873	229 446	212 000	212 000
SEP	198 000	213 831	223 574	212 000	220 000
OCT	202 000	224 637	226 129	234 000	225 000
NOV	208 000	233 628	226 865	227 000	232 000
DIC	216 000	243 951	238 075	241 000	237 000
ENE	226 000	251 855	241 269	240 000	237 000
FEB	238 000	253 273	238 169	232 000	237 000
MAR	252 000	251 008	232 420	237 000	237 000
ABR	267 000	248 213	236 044	-----	-----
MAY	285 000	240 661	236 186	-----	-----
JUN	305 000	236 827	237 068	-----	-----
JUL	327 000	231 052	236 322	-----	-----
AGO	251 000	225 749	236 882	-----	-----
SEP	377 000	221 381	236 969	237 000	237 000
OCT	405 000	217 466	236 984	237 000	237 000
NOV	435 000	219 205	237 001	-----	-----
DIC	467 000	221 796	236 969	-----	-----
ENE	501 000	226 409	236 981	-----	-----
FEB	537 000	232 610	326 989	-----	-----
MAR	575 000	242 615	237 002	-----	-----

ABR	615 000	246 798	236 999	-----	-----
MAY	657 000	252 052	237 000	-----	-----
JUN	701 000	255 689	-----	-----	-----
JUL	747 000	256 385	237 000	237 000	237 000

Conclusión. Se observa que esta técnica, para valores altos de "a" (cerca de 1), en los puntos críticos tiende a separarse fuertemente de la realidad, pero en las zonas de tendencia ascendente o descendente tiende a la realidad. Lo más importante es que cruza de un lado a otro la curva real para después hacerlo en sentido opuesto, con lo que se logran compensar los errores de pronóstico, situación que no se presenta en los métodos antes estudiados, ya que en ellos siempre va la curva desplazada hacia delante, haciendo que cuando la curva real es descendente el pronóstico siempre es mayor y al ser ascendente, este siempre es menor.

Además, cuando la curva real se estabiliza para valores de los pronósticos con constante de ponderación menores de 0.6, nunca se amortiguarán, en cambio, para valores mayores a ese lo lograrán en forma lenta.

Por lo tanto, se puede concluir que este método es de mucha utilidad cuando existe una tendencia definida y los cambios de ella no son tan críticos como los del ejemplo que aquí se presenta, ya que el método es renuente a ellos, conduciendo con certeza a errores cuando estos se presentan.

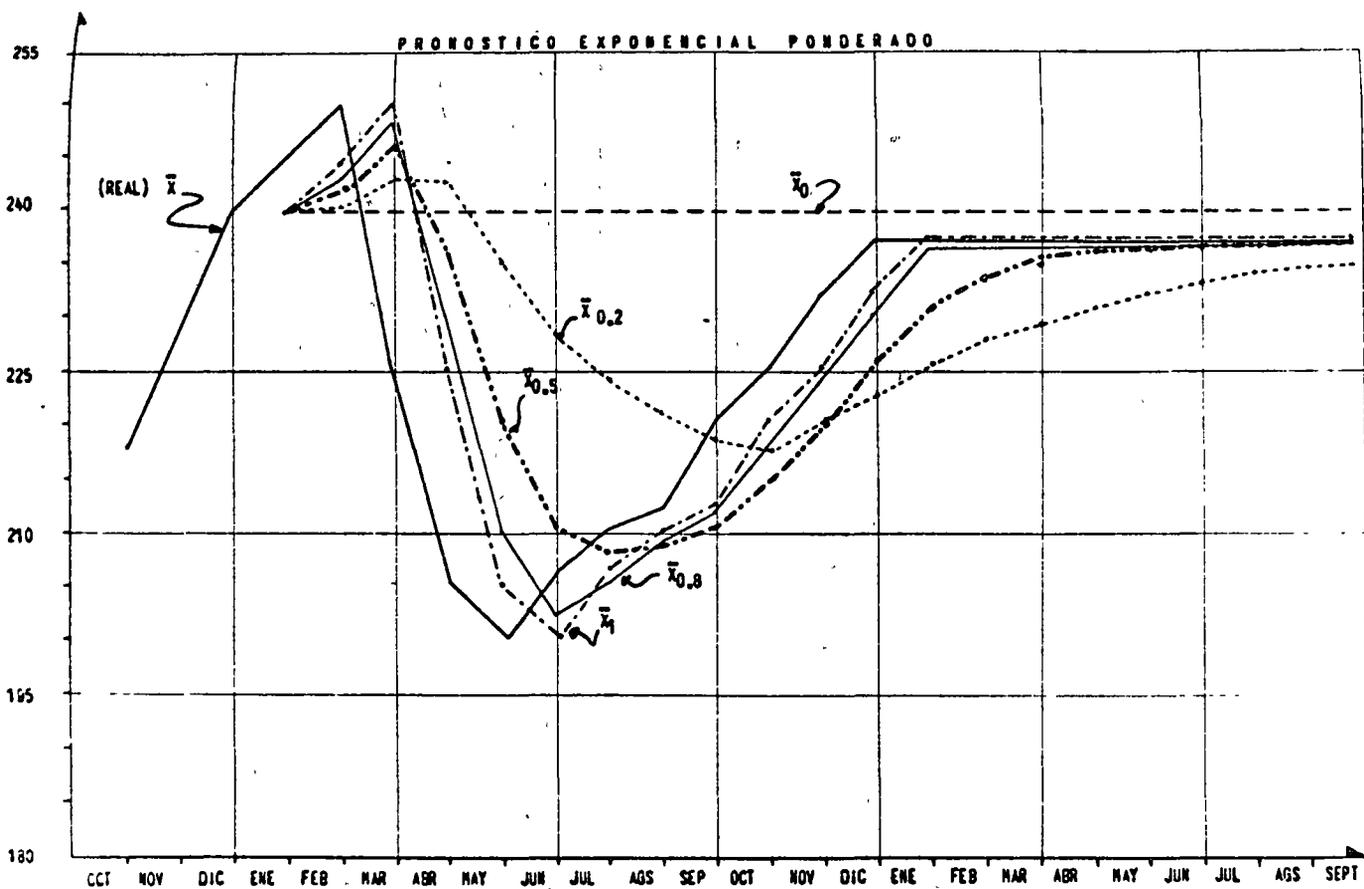


FIG. 3.18

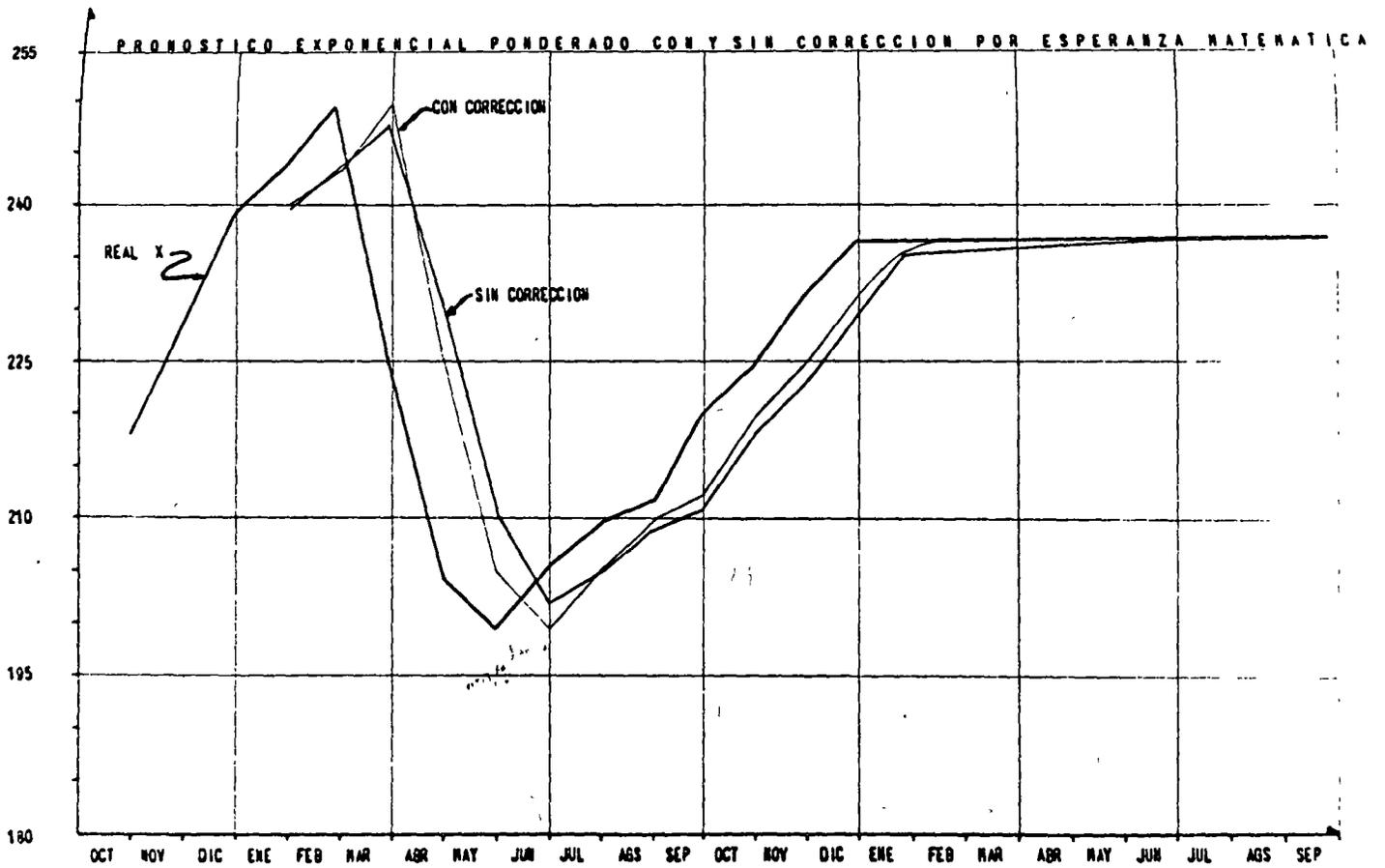
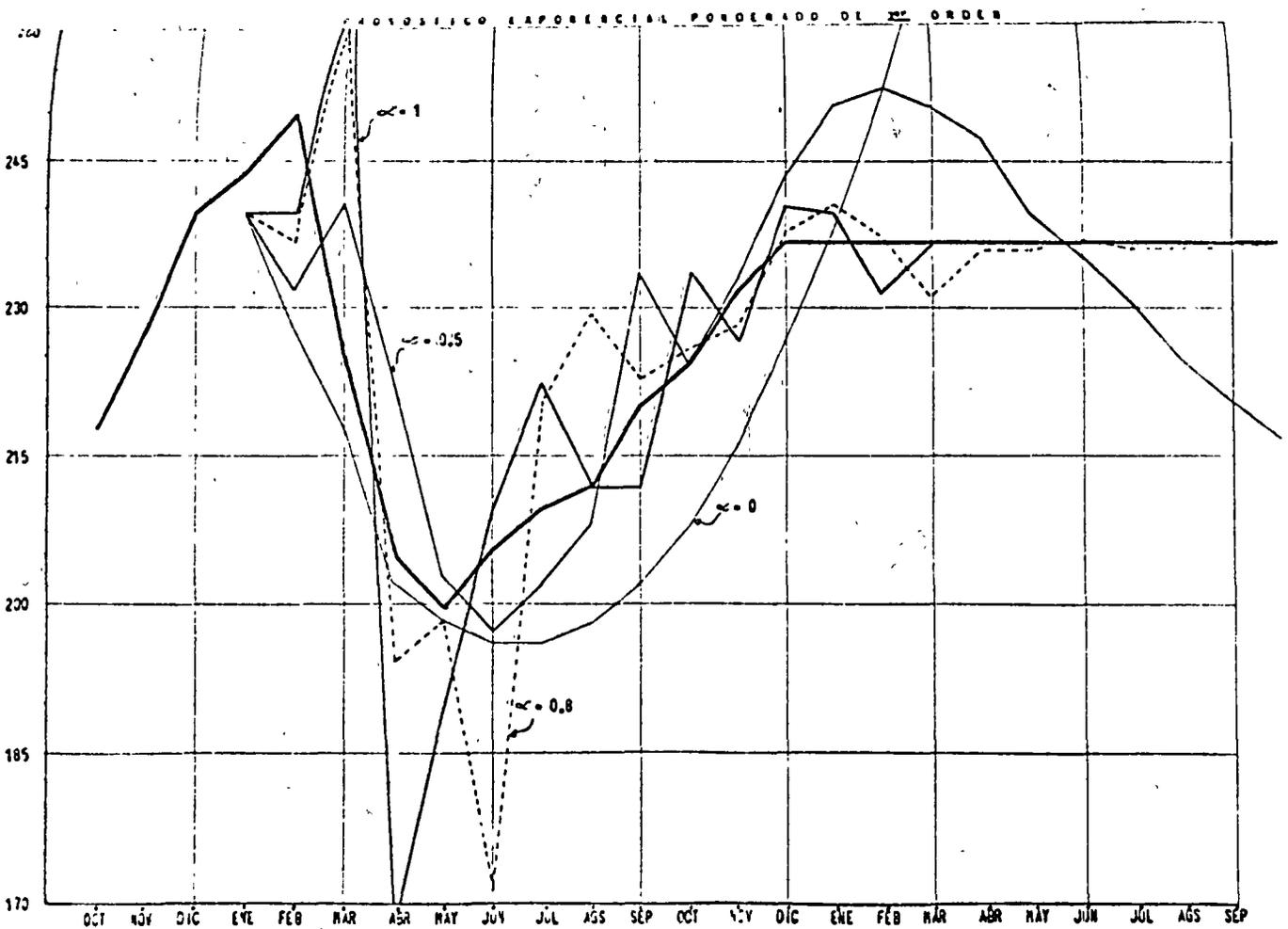


FIG. 3. 19



CONCLUSIONES GENERALES Y CONDICIONES DE APLICACION

1. PRONOSTICOS SIMPLISTAS

Se usarán cuando la decisión a tomar no implica consecuencias graves en los resultados.

2. PRONOSTICOS PROBABILISTICOS

Se usarán cuando impliquen un costo bajo en mantener la retroalimentación de las distribuciones teóricas a emplear.

3. PRONOSTICOS POR INDICES

Estos, como se mencionó, están reservados para determinados individuos con amplios conocimientos de la variable en estudio y que pueden sacar conclusiones del comportamiento de otra(s) variable(s) relacionada(s) con la propia.

4. PRONOSTICOS DE TENDENCIA

a) Técnicas estadísticas: Estas están reservadas para tendencias horizontales o verticales con variaciones pequeñas en relación con el valor medio de la variable en estudio, y se podría decir, en forma no determinística, que dicha variación no debe exceder de un 5%.

b) Técnica de correlación y regresión: Esta técnica es usada cuando la tendencia es definida y se puede apegar al comportamiento de una expresión matemática específica. En ocasiones resulta relativamente sencillo conseguir dicha expresión, pero en otras es la visión matemática la que lo proporcionará, misma que puede llegar a incurrir en altos costos y sobre todo invertir tiempo que normalmente en la práctica profesional es escaso.

5. PRONOSTICO DE TOMA DE DECISION SECUENCIAL

Es el más usado y que acerca más a la realidad, es necesario usarlo con cuidado, según los análisis vistos y de los cuales se desprende lo siguiente: Los métodos de pronósticos ponderados de primer orden (promedios ponderados, promedios exponenciales ponderados con y sin corrección por esperanza matemática), son útiles cuando la variable en estudio se comporta en forma azarosa y aunque presenta las variaciones en forma retrasada, compensará los errores de pronóstico; además, permite amortiguar las variaciones que presente la variable en estudio.

En cambio, el de tercer orden permite seguir el comportamiento real de las variables, siempre y cuando lleve una tendencia recta definida, compensando los errores, puesto que cruza continuamente la curva de pronósticos a la real.

Es útil también cuando los cambios de curvatura son suaves y no como los vistos.

ZACION DE LAS PRINCIPALES FUNCIONES DE PLANEACION DE LA
INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

A B R I L	M A Y O	J U N I O	A G O S T O
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">PLAN LARGO PLAZO PRODUCCION - EXPORTACION</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-left: 300px;">PUBLICACION VOLUMEN INDICE DE VENTAS</div>			<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">PRONOSTICO MENSUAL DE VENTAS</div>
		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">ORNAMENTACION OPCIONES Y ADITAMENTOS QUE PODRAN LLEVAR</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">LISTADO PROVISIONAL DE PARTES CARRY OVER</div>
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-right: 20px;">PLAN DE PRODUCCION A LARGO PLAZO</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-right: 20px;">PLAN FINANCIERO DE VENTAS A LARGO PLAZO</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-right: 20px;">PLAN DE PRODUCCION A CORTO PLAZO</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">PLAN FINANCIERO DE VENTAS A CORTO PLAZO</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">PLAN FINANCIERO DE PRODUCCION A LARGO PLAZO</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">PLAN FINANCIERO DE PRODUCCION A CORTO PLAZO</div>	
			<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-right: 20px;">DIBUJOS Y LISTADOS DE PARTES CRITICAS</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">INFORMACION AVANZADA DE PARTES CRITICAS A CONTROL DE PRODUCCION Y COM.</div>
			<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-right: 20px;">RECEPCION INFORMACION DE PRECIOS</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">REQUISICION DE ORDENES COMPRA PARTES CRITICAS</div>
			<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">NEGOCIACION DE PARTES CRITICAS</div>
	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">APROBACION DEL MODELO PARA COMPETIR Y VOLUMENES TENTATIVOS</div>		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">APROBACION DE ESPECIFICACIONES DE VEHICULOS</div>

29

INGENIERIA DE PRODUCCION
CURSO INTENSIVO

5. CONTROL DE PRODUCCION

Expositor: Ing. Aurelio A. Ahumada R.

CENTRO DE EDUCACION CONTINUA
Facultad de Ingenieria U.N.A.M.
6 Noviembre a 11 Diciembre 1973

1. ENFOQUE DE SISTEMAS EN EL CONTROL DE PRODUCCION

1.1 NECESIDAD DEL ENFOQUE DE SISTEMAS.

Al empezar a tratar con el tema de control de producción, tropezamos con la dificultad de su gran complejidad, por estar formado de varias partes que se interrelacionan y se traslapan entre sí, formando una cadena de causas y efectos. Esta dificultad se diluye al emplear el llamado "enfoque de sistemas", que propone, entre otros, C. West Churman (The Systems Approach, Delta).

Este enfoque consiste en contemplar un sistema definiendo sus objetivos, sus partes o subsistemas, sus interrelaciones y traslapes y su medio ambiente, evitando así el error común de aislar una parte, analizarla y modificar su comportamiento sin tomar en cuenta las repercusiones que esta modificación ocasione en el sistema del cual forma parte.

Se entiende por sistema un conjunto de objetos unidos, con relaciones entre sus objetos y entre sus atributos.

Se entiende por medio ambiente de un sistema un conjunto de objetos tales que, al cambiar sus atributos afectan al sistema y también un conjunto de objetos cuyos atributos son cambiados al cambiar los del sistema.

1.2 ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCION.

1.2.1. El sistema de Producción como parte del medio ambiente del Sistema de Control de Producción.

En las siguientes figuras se comparan los dos sistemas definidos en términos muy generales.

	Sistema de Producción.	Sistema de Control de Producción.
OBJETIVO	Transformar la materia prima en productos terminados (bienes de consumo), de acuerdo a un plan determinado.	Controlar el Sistema de Producción. Controlar: <ul style="list-style-type: none"> . Determinar un Plan de Producción. . Determinar las desviaciones al Plan de Producción. . Retroalimentar el Plan de Producción . Corregir las desviaciones al Plan de Producción.
ELEMENTOS	Hombres, máquinas, recursos tecnológicos, recursos económicos, materiales, etc.	Hombres, máquinas, recursos tecnológicos, recursos económicos, materiales, etc.

<p>SUBSISTEMAS</p>	<p>Recepción de materiales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Almacén - Maquinado - Ensamble - Control de Calidad - Almacén de Producto terminado - Etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Control de Diseño - Control de Programas de Producción - Control de Operaciones, Tiempos y métodos de trabajo - Control de Requisiciones de Compra de materiales - Control de Requisiciones de fabricación - Control de solicitudes de compra. - Control de costos - Control de inventarios - Control de órdenes de fabricación - Control de calidad - Etc.
<p>MEDIO AMBIENTE</p>	<p>Proveedores Compras Planeación Diseño Etc.</p>	<p>Proveedores Almacén Maquinado Ensamble Control de Calidad Compras Planeación Diseño Etc.</p>

Analizando las anteriores figuras se obtiene una visión general del sistema de Control de Producción y de su medio ambiente, así es posible, ahora, analizarlo desde diferentes puntos de vista y aislar cada una de sus partes, sin dejar de tomar en cuenta las interrelaciones en el sistema y con el medio ambiente.

2. INFORMATICA DEL CONTROL DE PRODUCCION

2.1 LA INFORMACION COMO BASE DE LA TOMA DE DECISIONES

La siguiente figura define los objetivos del Sistema de Control de Producción en términos de decisiones.

OBJETIVOS	DECISIONES
Determinar un plan de producción.	Fijar los parámetros de producción: -Qué se va a producir -Cuánto se va a producir -Cómo se va a producir
Determinar las desviaciones al Plan de Producción	-Definir la importancia de las desviaciones al plan de producción.
Retroalimentar el Plan de Producción.	Alterar los parámetros de producción (Qué, Cuánto, Cómo)

-Corregir las desviaciones al Plan de Producción	Alterar el comportamiento del Sistema de Producción, ajustándolo al Plan de Producción
--	--

Si tomamos como ejemplo la primera división horizontal de la figura anterior, y analizamos las decisiones que se deben tomar para cumplir con el objetivo de determinar un plan de producción, observamos que para decidir qué se va a producir es necesario estar informado sobre que tipo de producto puede satisfacer al mercado, y si es factible técnicamente y económicamente el producirlo en una determinada empresa.

Para mayor objetividad se presenta en la siguiente figura el proceso de determinar un plan de producción, para el cual es básico contar con información confiable y suficiente. Generalizando se puede decir que para la adecuada toma de decisiones es necesario disponer de una base de información confiable y suficiente.

OBJETIVO	INFORMACION NECESARIA	DECISION	Alternativas	Resultado
Determinar un Plan de Producción	Tipos de productos deseados en el mercado Factibilidad de producirlos en la empresa ETC.	Que se debe producir	Producto A Producto B Producto C Ningún producto ETC	Producto A Producto C
	Tamaño de la demanda Capacidad de planta Etc.	Cuánto se debe producir	Mezcla 1: (xA+yC) Mezcla 2: (zA+wC) Etc.	Mezcla 1 (xA + yC)
	Recursos Humanos Equipo Económicos Técnicos Distribución en Planta Etc.	Cómo se debe producir	Rutas de Trabajo Etc.	Rutas y diagramas de Proceso: Producto A Producto C

2.2 SISTEMA DE INFORMACION PARA UN SISTEMA DE CONTROL

Para cumplir con los objetivos de un sistema de control, es necesario tomar decisiones respecto a los parámetros a controlar, y para que estas decisiones sean las adecuadas es necesario contar con un sistema que provea de información confiable y suficiente a los centros de toma de decisiones.

Por lo anterior se puede decir que un Sistema de Control de Producción debe estar basado en un Sistema de Información de Producción.

Generalmente ambos sistemas están muy interrelacionados y pueden ser comprendidos bajo el término Sistema de Información y Control de Producción.

3. SISTEMA INTEGRAL DE INFORMACION Y CONTROL DE PRODUCCION

3.1 OBJETIVOS :

Controlar el Sistema de Producción

Determinar un Plan de Producción

Determinar las desviaciones al Plan de Producción

Retroalimentar el Plan de Producción

Corregir las desviaciones al Plan de Producción

Estos objetivos se logran por medio de :

Establecer y mantener un banco de datos de ingeniería,
recuperar información del banco de datos.

Establecer y mantener un banco de datos de necesidades-
(requerimientos) de producción.

Planear órdenes de compra o de fabricación para satis--
facer las necesidades de producción.

Generar y difundir información sobre las órdenes planeadas.

Mantener información sobre inventarios

Control de inventarios

Establecer y mantener un banco de datos de trabajo en -
proceso.

Liberar órdenes de compra y de fabricación.

Generar informes de prioridades y condiciones de la carga
de máquinas.

Calcular por anticipado las condiciones de carga de - -
máquinas.

Simular el impacto de diferentes alternativas de carga-
contra la capacidad de la planta.

Equilibrar las necesidades de producción.

3.2 CARACTERÍSTICAS

El sistema aquí propuesto debe tener las siguientes ca-
racterísticas.

Modularidad: que permita su implantación en forma -
paulatina.

Flexibilidad: que se adapte a cambios y expansiones.

Eficiencia : que utilice las técnicas más adecuadas-
que permitan el mejor aprovechamiento de
los recursos.

Dentro de estas técnicas podemos citar :

Técnicas de procesamiento de información

Empleo de un Computador (dependiendo del volúmen-
de información)

Lenguajes avanzados de computación

Técnicas de organización de archivos etc.

Técnicas de toma de decisiones

Modelos de decisiones

Simulación

etc.

Integración de objetivos: el funcionamiento de cada -
parte del sistema deberá estar supeditado al rendimi-
ento del sistema como un todo. En otras palabras lo -
importante es el rendimiento de todo el sistema, y no
el de cada parte por separado

3.3 MODULOS (Subsistemas Modulares)

Control de datos de ingeniería

Planeación de requerimientos

Control de inventarios

Trabajo en proceso

Carga de máquinas (Carga de Centros de Trabajo)

3.3.1.. MODULO DE CONTROL DE DATOS DE INGENIERIA

3.3.1.1. OBJETIVOS : archivar, mantener y recuperar información básica de ingeniería.

Información básica de ingeniería :

QUE ES EL PRODUCTO, CUALES SON SUS PARTES---LISTA DE PARTES
COMO SE COMPONEN LAS PARTES, DONDE SE ENSAMBLAN---LISTA DE PARTES
COMO DEBE HACERSE EL PRODUCTO---DIAGRAMAS DE PROCESO
DONDE DEBE HACERSE EL PRODUCTO---INFORMACION DE CENTROS DE TRABAJO

Este módulo debe :

CONTROLAR EL PRODUCTO

Cuando cambie al producto

Cuando cambien sus partes

Cuando cambian las operaciones (procesos)

Cuando cambian los centros de trabajo

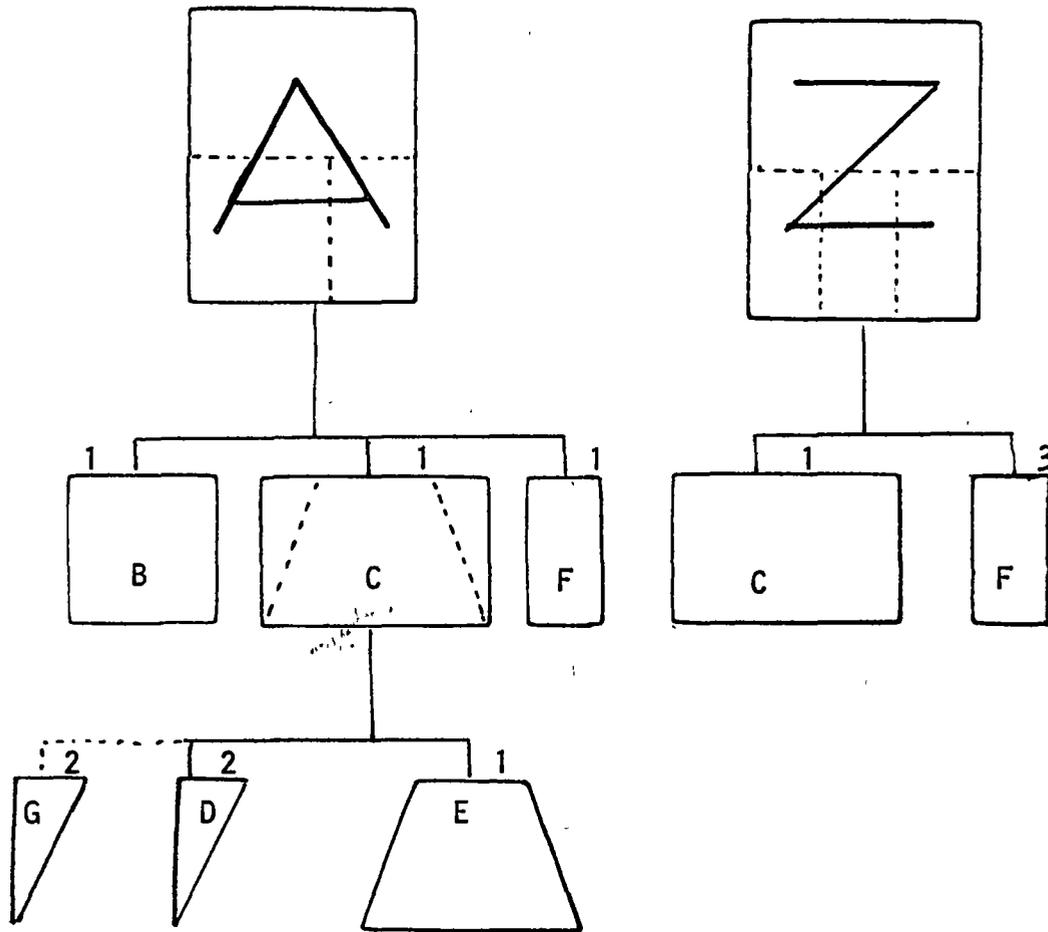
INFORMAR SOBRE LA ESTRUCTURA DEL PRODUCTO.

PASADO

PRESENTE

FUTURO

3.3.1.2. ESTRUCTURA DEL PRODUCTO



Este diagrama muestra la estructura de dos productos terminados- "A" y "Z". A esta compuesto por B, C y F, B y F no tienen compo nentes pero C se compone de dos D's y un E. El producto Z esta compuesto de C y de tres F's. Despues de un cierto tiempo se des cubre que D puede ser substituido por G, a menor costo, y se de termina el cambio para una fecha próxima.

Toda la información acerca del pasado, presente y - futuro de la estructura de todos los productos en un determinado sistema de producción debe estar disponible en cualquier momento para la toma de decisiones en cuanto a"

Introducción de nuevos diseños

Cambios en la estructura de algún producto

Planeación de requerimientos de producción

Ordenes de compra y de fabricación

Alimentación a la línea

Control de Inventarios

Etc.

3.3.1.3. Descripción de los procesos

Es necesario conocer detalladamente como y donde se fabrican y ensamblan cada parte de cada producto y cual es el - flujo del proceso y cuanto tiempo toma cada parte del proceso, para poder tomar decisiones respecto a :

Cambios en los procesos

Cambios en las rutas de procesos

Planeación de requerimientos

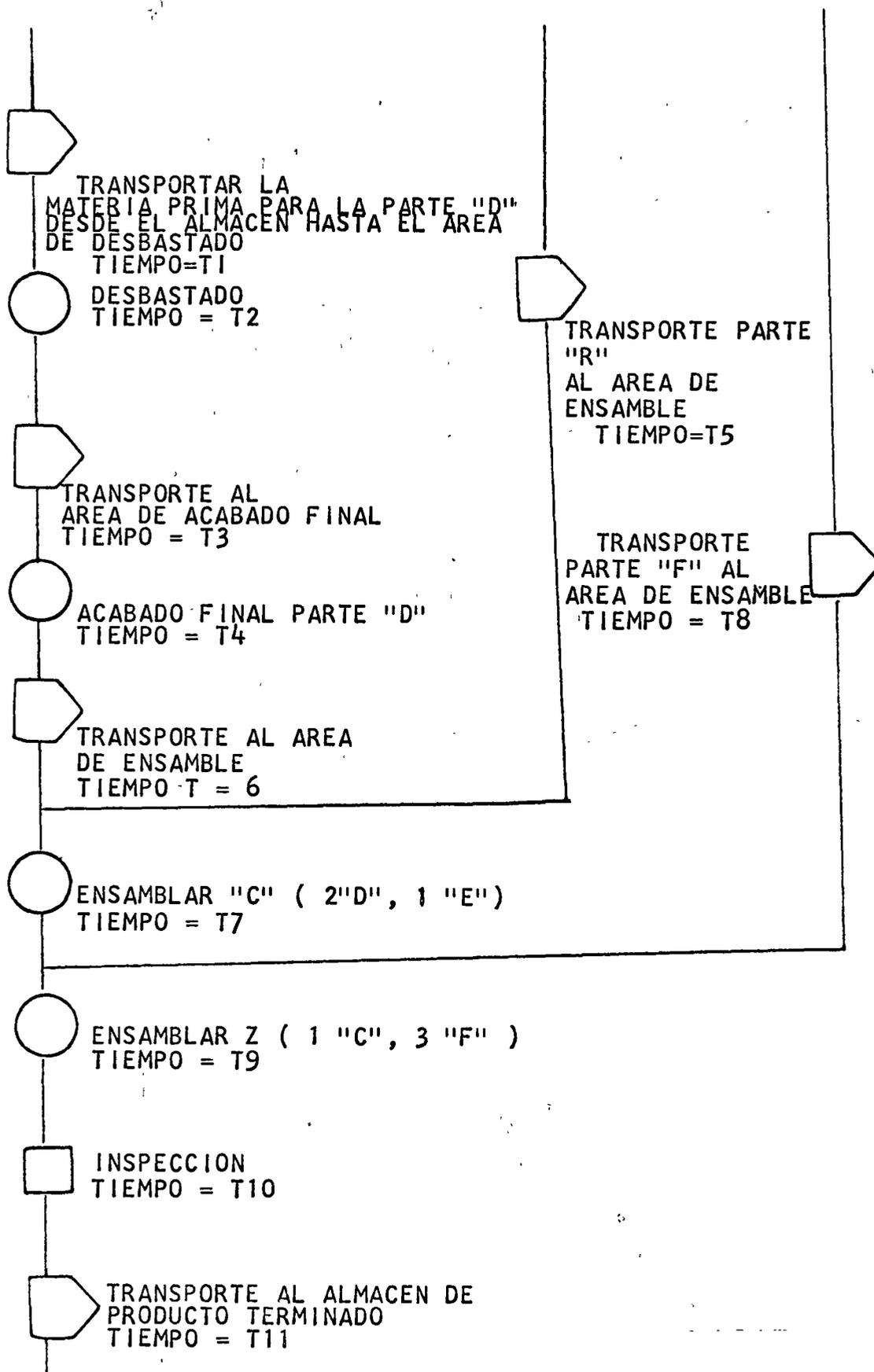
Liberación de ordenes

Carga de máquinas

Etc.

Supongamos que para producir el producto Z es necesario el proceso descrito en la siguiente figura:

DIAGRAMA DE FLUVO DEL PROCESO DE FABRICACION DE Z



Para poder controlar la producción de Z necesitamos además conocer :

Especificaciones de la materia prima

Material, Medidas, Tolerancias, costo, etc.

Descripción de las operaciones (Diagramas de -
Proceso, Tiempos)

No. de operación

Departamento (Centro de Trabajo)

Tipo de Máquina

Tiempo de Preparación de Máquinas

Herramientas

Tiempo de Manufactura

Tiempo de Movimiento

3.3.1.4. Descripción de Centros de Trabajo

Generalmente un Centro de Trabajo es un grupo de máquinas con las mismas características de producción.

De cada centro de trabajo es necesario conocer:

No. de Centro de Trabajo

Departamento

No. de Máquinas

No. de operaciones por máquina

Turnos trabajados en el día

Costo de la mano de obra en este Centro

Capacidad

3.3.1.5 INFORMATICA

A) DOCUMENTOS BASICOS :

Lista de partes (Bill of Materials, explosión de materiales)
Descompone el producto en todas sus partes.

<u>LISTA DE PARTES PRODUCTO A</u>		<u>DESCRIPCION</u>	<u>FECHA</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>50</u>	
<u>NO DE NIVEL</u>	<u>NO DE PARTE</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>CANTIDAD POR UNIDAD</u>	<u>CANTIDAD TOTAL</u>	<u>FECHAS DE EFECTIVIDAD ACTIVA</u> <u>DE EFECTIVIDAD INACTIVA</u>	<u>CANTIDAD NETA</u>
1	B		1	1	73001 99999	50
1	C		1	1	73001 99999	50
2	D		2	2	73001 74001	100
2	G		2	2	74001 99999	100
2	E		1	1	73001 99999	50

Implosión de Partes (Where used list, Parent list)
Muestra donde se ensambla cada parte

<u>IMPLOSION DE PARTES</u>		<u>PARTE D</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>FECHA</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>1</u>
<u>NIVEL</u>	<u>No DE PARTE</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>CANTIDAD POR UNIDAD</u>	<u>CANTIDAD TOTAL</u>	<u>FECHAS DE EFECTIVIDAD ACTIVA</u> <u>DE EFECTIVIDAD INACTIVA</u>	<u>CANTIDAD NETA</u>
X	C		2	2	73001 74001	2
X	A		2	2	73001 74001	2
X	Z		2	2	73001 74001	2

Documentos de Proceso (routing document)

Descripción de cada operación de un proceso

DOCUMENTOS DE PROCESO

No. DE PARTE	Z	FECHA	No. ORDEN	COSTO	PRECIO DE VENTA	DESCRIPCION				
MATERIA PRIMA	MPD	GROSOR DIAMETRO 2±.01	ANCHO 5±.01	LARGO 10±.01	UNIDAD DE MEDIDA IN	COSTO UNITARIO 2.2				
DESCRIPCION										
NO OPERACION	DEPT	CENTRO DE TRABAJO	PREPARACION TIEMPO	COSTO	TIPO M.O-	MANUFACTURA TIEMPO	COSTO	TIPO M.O-	TIEMPO MOVIMIENTO	DESCRIP- CION.
01	DESB	01	.5	50.0	A	.5	40.0	B	.30	Desbaste
02	ACAB	02	.1	8.0	B	.5	40.0	B	.25	Acabado
03	ENS	07	.5	50.0	A	1.0	75.0	C	.10	Ensamble
04	ENS	08	0.0	0.0		1.0	75.0	C	.10	Ensamble f
05	ENS	08	0.0	0.0		.2	40.0	D	.10	Inspección
TOTAL			1.1	108.0		3.2	270.0		.85	

Catalogos

Lista y descripción de partes :

con costos
sin costos
sumarizados
indentadas
etc.

B) Banco de Datos

Para manejar eficientemente el gran volumen de información necesaria para el control de producción, es casi indispensable el uso de un computador, con una capacidad en sus unidades de almacenamiento (Discos magnéticos, cintas magnéticas).

Si se utiliza correctamente un computador para procesar información se pueden obtener, entre otras, las siguientes ventajas:

- Gran capacidad de almacenamiento
- Gran velocidad de recuperación de información
- Facilidad para el mantenimiento de archivos
- Facilidad para la generación de reportes

Definición de Banco de Datos

Por banco de datos se determina generalmente a un grupo de archivos interrelacionados y encadenados de manera de facilitar el rápido acceso a cualquier dato. La información de este banco de datos puede ser fácilmente :

- cargada (escrita)
- actualizada (modificada, cambiada)
- recuperada (puesta en informes)

Definiciones

Archivo: conjunto de registros

-Registro: conjunto de datos sobre un mismo tema

-Dato: unidad mínima de información

La siguiente figura muestra objetivamente estos conceptos y relaciones.

BANCO DE DATOS

ARCHIVO DE INVENTARIOS			ARCHIVO DE CONTROL DE TRABAJO		
No. REGISTRO	DATO 1 No. PARTE	DATO 2 DESCRIPCION	No. REG.	DATO 1 No. CENTRO	DATO 2 DESCRIP.
01	A	Producto A	01	10	TORNEADO
02	B	Parte B	02	15	CEPILLO
03	C	Parte C	03	20	
04	D		04		
05	E		05		

Archivos del Modelo de Control de Datos de Ingeniería

a) Archivos de Inventarios

Contiene un registro para cada parte, subensamble o producto terminado. Cada registro tiene los siguientes datos:

- No. de Parte (Identificación de la parte)
- Fecha de diseño
- Existencia
- Descripción
- Costo
- Fecha de actualización del costo
- Tiempo acumulado de manufactura
- Tiempo acumulado de preparación
- Tiempo acumulado de movimientos
- Cadena con el archivo de lista de Partes
- Cadena con el archivo de Ordenes

b) Archivo de Lista de Partes

Contiene un registro para cada parte, subensamble o producto terminado. Cada registro tiene los siguientes datos:

- No. de Parte
- Componentes
 - Parte componente
 - Cantidad
 - Fechas de efectividad
- Ensamblados de los que forma parte
 - Ensamble (Subensamble)
 - Cantidad
 - Fechas de efectividad

c) Archivo de Centros de Trabajo

Contiene un registro para cada centro de trabajo. Cada registro tiene los siguientes datos.

- Identificación del Centro de Trabajo
 - Número de Máquinas
 - Número de Operaciones
 - Duración del Turno
 - Factor de Eficiencia
- 1°, 2°, 3°, 4° Turnos

d) Archivo de Rutas de Proceso

Contiene un registro para cada parte, subensamble-
o ensamble. Cada registro tiene los siguientes datos.

No. de Parte

No. de Operaciones

Descripción de Materia Prima

Descripción de Cada Operación

Centro de Trabajo

Tiempo de preparación

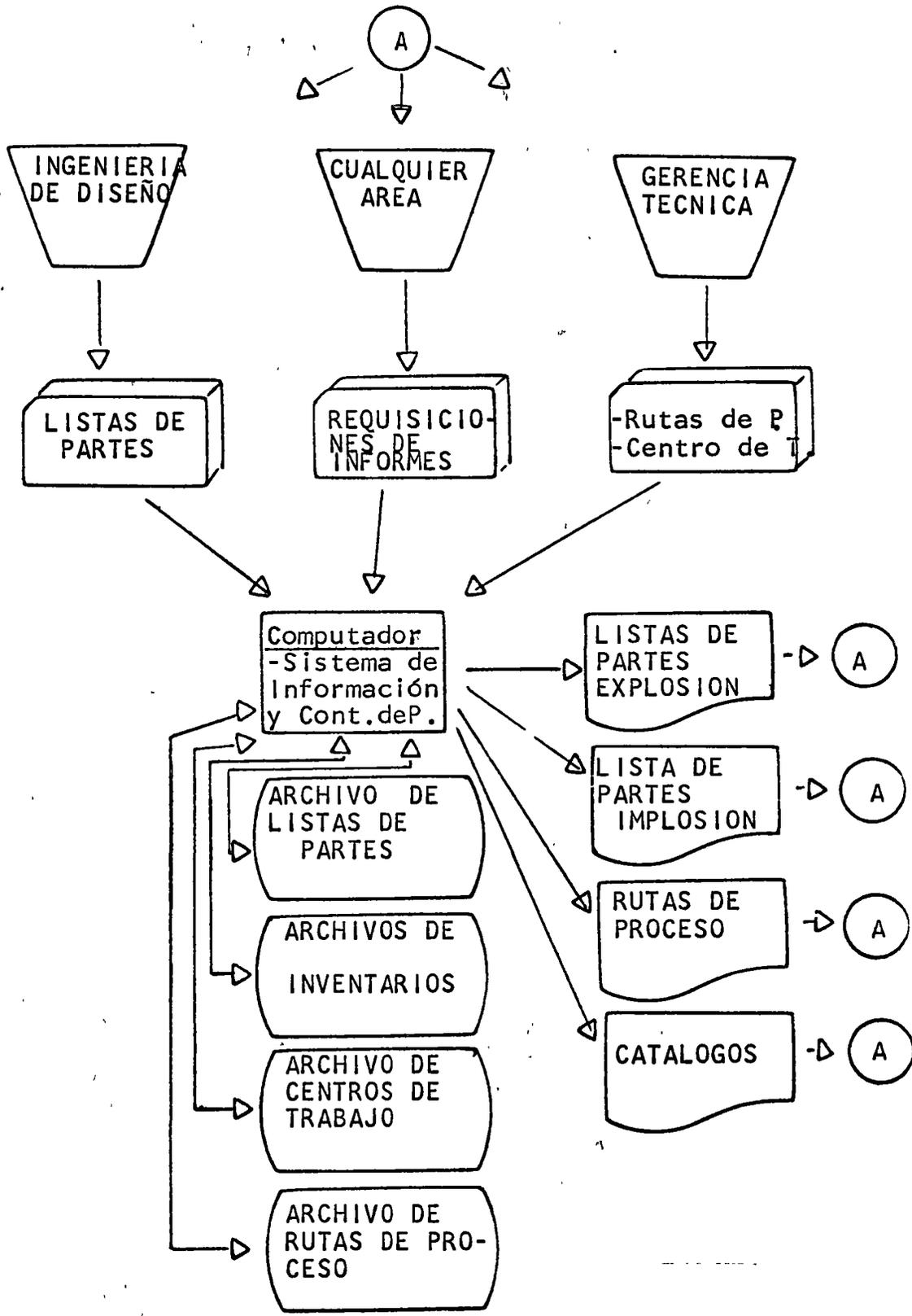
Tiempo de manufactura

Tiempo de movimiento

Herramientas

Descripción

C. DIAGRAMA GENERAL DEL MODULO DE CONTROL DE DATOS DE INGENIERIA



3.3.2 MODULO DE PLANEACION DE REQUERIMIENTOS

3.3.2.1. OBJETIVOS: archivar, mantener, recuperar información de requerimientos para la producción.

Información para la planeación de requerimientos:

PRONOSTICOS, ORDENES DE CLIENTES, DEMANDA

RESERVACIONES DE PRODUCTOS TERMINADOS Y COMPONENTES

PARA SATISFACER LA DEMANDA

ORDENES DE COMPRA Y DE MANUFACTURA

Este subsistema debe:

Generar reservaciones para satisfacer los planes de --
producción de acuerdo a la demanda

Generar órdenes de compra y de manufactura

Informar sobre el estado de las reservaciones y ordenes.

Como se muestra en la siguiente figura, la diferencia entre la reservación y orden es que cuando se genera una reservación no se toma en cuenta la existencia de una parte, ni la cantidad pedida con anterioridad y pendiente de entrega. La orden es el ajuste a la cantidad de la reservación tomando en cuenta todos los demás aspectos.

Demanda	<p>Que productos se deben de producir</p> <p>Cuantos productos se deben producir</p> <p>Cuando deben terminarse</p>
Reservaciones	<p>Que partes se necesitan</p> <p>Cuantas partes se necesitan</p> <p>Cuando se necesitan</p>
Ordenes	<p>Cuando haya en existencia de cada - parte que debe ser comprada o fabri- cada.</p> <p>Cuantas partes han sido ordenadas - previamente y están aún pendientes.</p> <p>Que partes deben ser fabricadas o - compradas</p> <p>Cuantas partes deben ser fabricadas o compradas</p> <p>Cuando deben ser ordenadas</p>

3.3.2.2 Ciclo de Ordenes

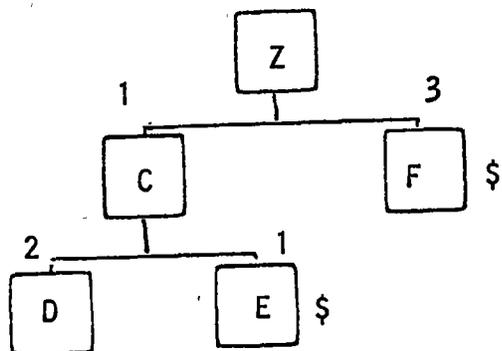
Supongamos que el día 55 se recibe una orden por 10 productos "Z" a entregar el día 100, y no tenemos ningún "Z" en existencia.

Conociendo la estructura de "Z" y el tiempo en que se ensamblan 10 "Z" (Con las partes "C" y "F"), determinamos que para el día 90 se requieren 10 partes "C" y 30 "F"; por lo tanto es necesario liberar una orden de ensamblar 10 "C" el día 80, otra orden de comprar 30 "F" el día 72 y una orden de ensamblar 10 "Z" el día 90.

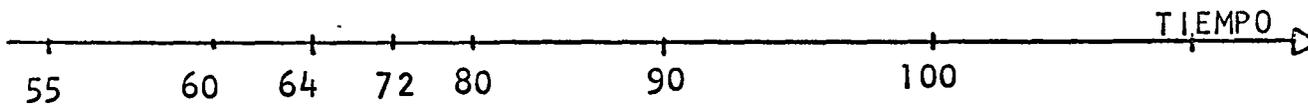
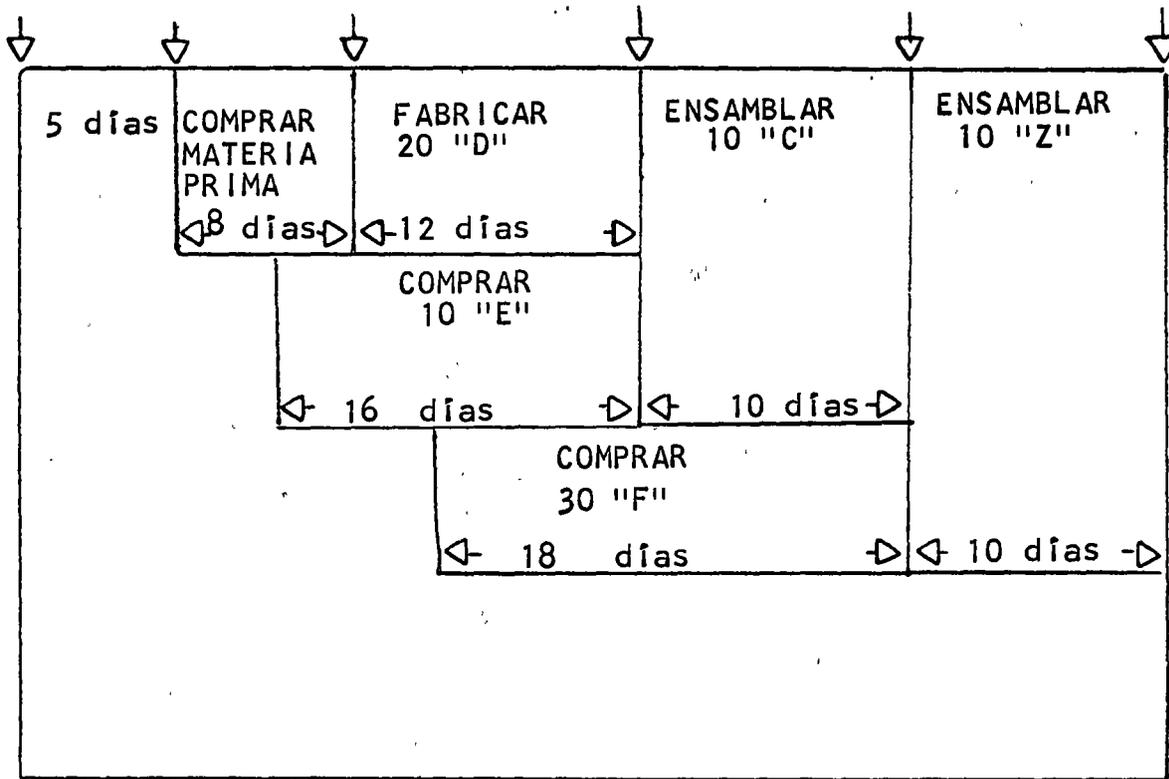
Este procedimiento se repite para calcular todos los requerimientos y ordenes necesarios para satisfacer la orden del cliente en la fecha determinada.

CICLO DE ORDENES

Orden; 10 "Z" para el día 100



SE RECIBE LA ORDEN DEL CLIENTE	SE REQUIERE MAT. PRIMA PARA 20 D	SE REQUIEREN 20 "D" 10 "E"	SE REQUIEREN 10 "C" 30 "F"
--------------------------------------	--	----------------------------------	----------------------------------



3.3.2.3 Relación entre ordenes de clientes (pedidos) y pronosticos de venta.

	Período 1	Período 2	Período 3
Pronóstico de Vtas.	1000	1000	1100
Ordenes de clientes (Pedidos) Recibidos a la Fecha	900	800	1500
Balance Pronósticos-órdenes	+ 100 A inventarios	+ 200 A inventarios	- 400
Existencia Disponible de Períodos Anteriores	0	100	200
Cantidades para satis- facer las necesidades REQUERIMIENTOS	1000	900	1300

Este diagrama muestra que para calcular los requerimientos en cada período, tomamos en cuenta, como cantidades necesarias, la mayor entre el pronóstico y las órdenes de cliente (en cada período).

3.3.2.4 El Tapas en la planeación de requerimientos

A. Considerar las necesidades externas.

Las necesidades externas que provocan todas las acciones de manufactura son :

Nuevos pronósticos

Nuevas órdenes de clientes

Ajustes y cancelaciones

Estas necesidades deben ser clasificadas y colocadas en un archivo, además deben efectuarse los ajustes correspondientes al archivo de inventarios.

B. Seleccionar los productos para la programación de la producción.

Seleccionar todos los productos que tengan reservaciones externas y todas sus componentes, asegurandose de que cada producto o componente sea seleccionado una sola vez - en cada período.

C. Asegurar la existencia de partes cuando se necesitan.

Se debe prever que existan suficientes partes o ensamblajes cuando se necesiten, y las órdenes de producción o de compra deben ser programadas para cumplir con las fechas de entrega de las ordenes.

$$\text{Inventario (tiempo T)} = \text{Inventario actual} + \text{órdenes (Tiempo T)} - \text{requerimientos (Tiempo T)}$$

D Crear órdenes para cumplir con los requerimientos - a tiempo. Se deben seguir los siguientes pasos para crear las órdenes.

Calcular las cantidades a ordenar

Calcular las fechas de iniciación y terminación de cada orden

Registrar cada orden

Reservar componentes para los productos ordenados y repetir el proceso para cada nivel de componente.

a) Calcular las cantidades a ordenar

Para este cálculo se pueden seguir una de las siguientes políticas de orden:

Orden Económica (EOQ)

Revisiones Periódicas

Considerar todos los requerimientos acumulados en un período de tiempo como tamaño mínimo de orden -

(P.E.J. un turno de trabajo)

Pedidos especiales no controlados por el sistema.

Ajustes

Punto de Reorden

Factor de Pérdidas (material defectuoso, etc.)

Tamaño de Lote. La orden se redondeará hasta alcanza un múltiplo de esta cantidad.

- b) Calcular las fechas de iniciación y terminación de -
cada orden

Fecha de iniciación. (fecha de liberación)

Fecha en que se debe comenzar a trabajar en
la orden.

Permite al vendedor o a la planta disponer-
de suficiente tiempo para manufacturar o en-
tregar la cantidad ordenada.

Fecha de entrega. Fecha en que la cantidad -
del producto o la parte debe existir en el -
almacén o en la planta.

- c) Registrar cada orden.

Registrar en el archivo de órdenes cada una de
ellas.

- d) Reservar componentes para los productos ordena-
dos y repetir el proceso.

Explosión del producto ordenado

Obtener cantidades y fechas y generar -
órdenes para cada componente.

3.3.2.5

INFORMATICA

A.- DOCUMENTOS BASICOS :

INFORME DE ORDENES PLANEADAS

INFORME DE ORDENES PLANEADAS									
No. PARTE	DESCRIPCION	FABRICAR COMPAR	No. ORDEN	CANTIDAD	FECHA		TIEMPO		TOTAL
					INICIO	FIN	PREP.	MANUF.	
Z	Producto Z	F	10	10	90	100	10	10	
C	Parte C	F	20	10	80	90		10	
F	Parte C	C	30	30	72	90		18	
D	Parte D	F	40	20	68	80		12	
E	Parte E	C	50	10	64	80		16	
MPD	Materia Prima	C	60	20	60	68			

B.- BANCO DE DATOS

Archivo de Inventario
Archivo de Lista de Partes
Archivo de Reservaciones
Archivo de Ordenes

a) Archivo de inventarios.

Al archivo definido en el 1er. Modulo será necesario agregar los siguientes datos en cada registro.

Punto de reorden

Fabricar ó comprar

Tiempo de entrega del proveedor

Política de orden (EOQ TIME BUCKET)

Factor de desperdicio

Tamaño de lote

Reservaciones para pronósticos

Reservaciones pendientes

Reservaciones liberadas

Ordenes pendientes

Ordenes liberadas

Cadena con el archivo de reservaciones

Cadena con el archivo de ordenes

b) Archivo de Lista de Partes

Tal y como fué definido en el 1er. Modulo

c) Archivo de reservaciones

Número de Reservaciones

Tipo de Reservación (Pronóstico, orden, interno)

Cantidad requerida

Status de la Reservación (pendiente, liberada)
Cadena con el archivo de inventarios
Cadena con la siguiente reservación para el --
mismo producto aparte.

d) Archivo de Ordenes.

Número de Orden

Número de Parte

Cantidad

Compra o fabricación

Fecha de liberación

Fecha de entrega o de completado

Status de la orden (pendiente, liberada)

Cadena con el archivo de inventario

Cadena con la siguiente orden para el mismo producto
o parte

Operaciones

Tiempos de las operaciones

Cadena con el archivo de rutas de procesos

Cadena con registros de costos

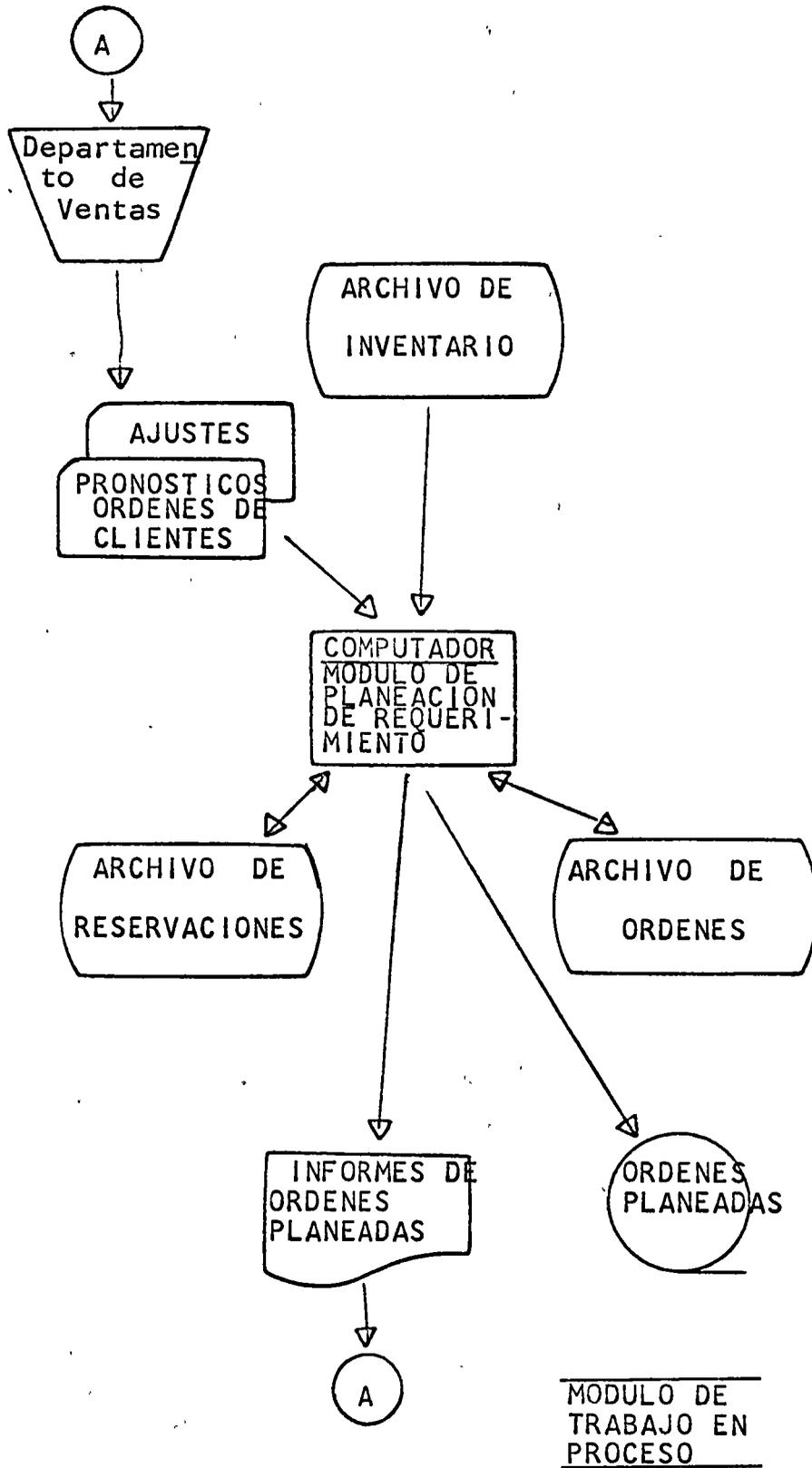
Proveedor

Número de orden de compra

Cantidad regresada al vendedor

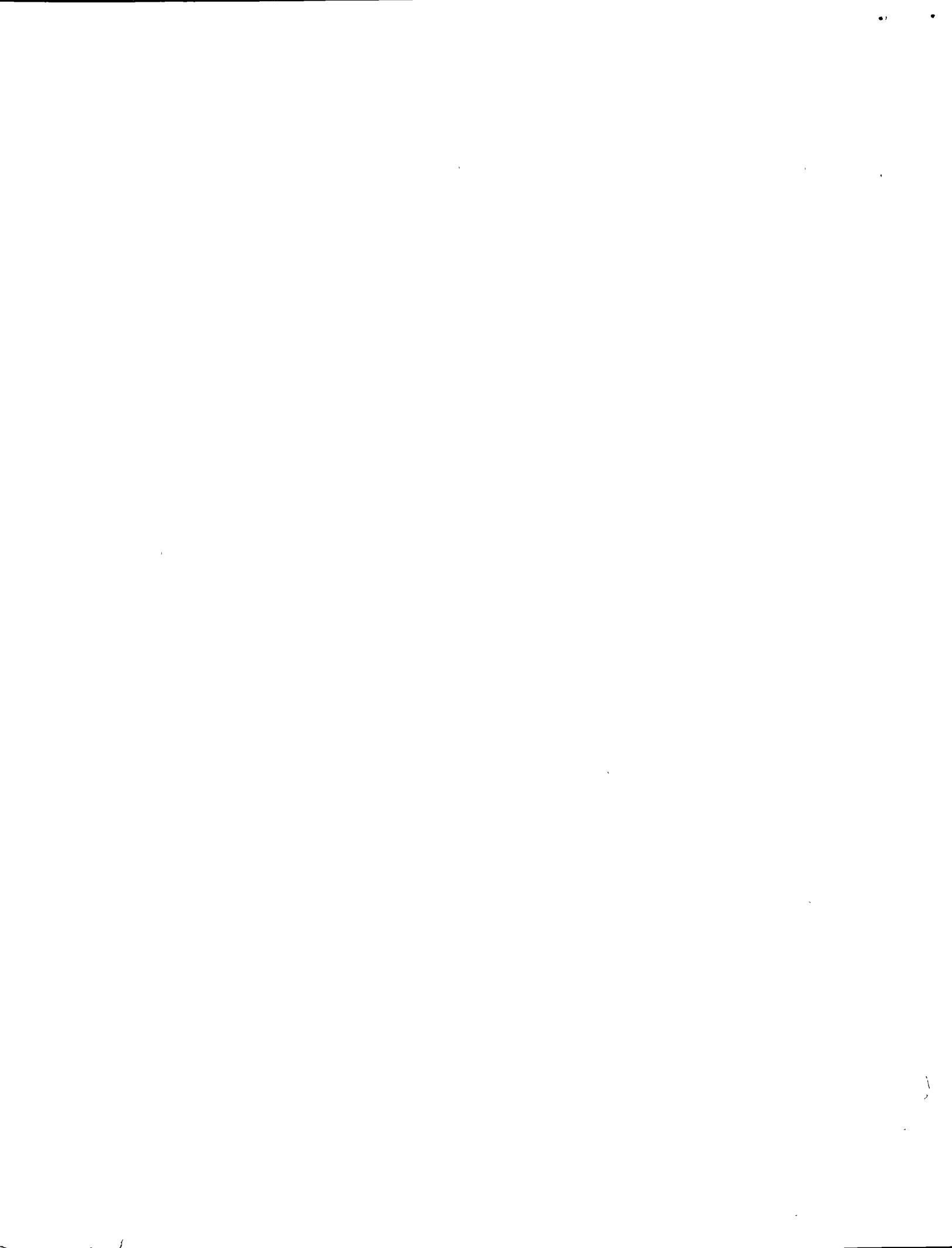
Cadena con registros de costos

C. DIAGRAMA GENERAL DEL MODULO DE PLANEACION DE REQUERIMIENTOS.



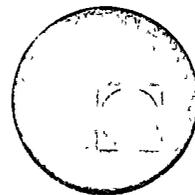
e) Archivo de Ordenes Planeadas. (CINTA)

Contiene la misma información que el informe de órdenes planeadas





centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



CURSO DE INGENIERIA DE PRODUCCION

✓ 5. CONTROL DE PRODUCCION

Maestro. Aurelio Ahumada Rivera

3.3.3. MODULO DE INVENTARIOS

3.3.3.1 OBJETIVOS

Actualizar la información en el archivo -
de inventarios.

Generar informes sobre las existencias

Proporcionar canales adecuados para el flu
jo de información

3.3.3.2 Actualización del archivo de inventarios.

Los siguientes datos deben ser actualizados, cada-
vez que una parte sea surtida, ordenada, vendida,-
etc.

Acumulación de la demanda

Inventario actual

Tiempo de proceso

Fuente de la parte

Costo unitario

Política de reórden

Orden económica

Factor de desperdicio

Tamaño del lote

Clasificación de la parte

3.3.3.3 Canales de Información

Uno de los mayores problemas cuando se usa un computador en una fábrica es que gran parte de la información es generada en un medio ambiente diferente al de la oficina, lo que ocasiona un gran porcentaje de error, de ilegibilidad y de información perdida u olvidada, además de la natural resistencia del personal de producción a realizar trabajos de codificación de información.

Una solución a este problema es :

Documentos circulantes creados por la computadora, que tienen las siguientes ventajas :

Información preimpresa

Precisión y confiabilidad en la información preimpresa (datos fijos)

Rápidez

Minimizan el tiempo de codificación

El sistema puede utilizar los documentos circulantes de la siguiente manera :

Anticipar los eventos

Perforar una tarjeta para cada evento

Cada tarjeta sirve como

Medio de comunicación

Recordatorio

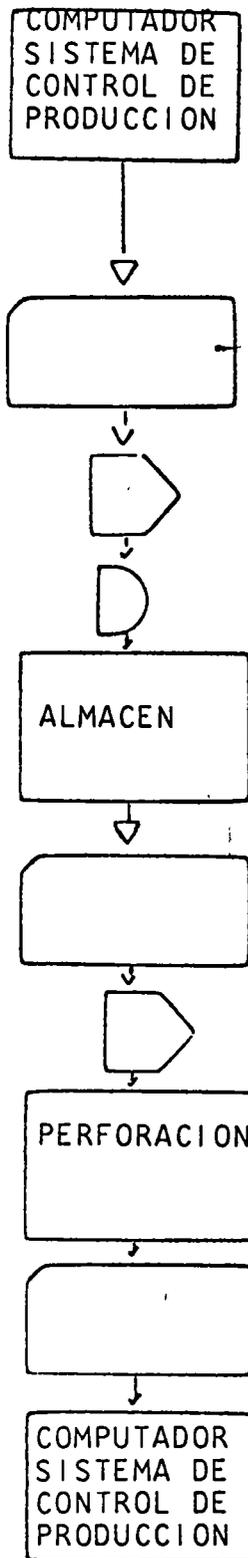
Cuando el evento ocurre, la misma tarjeta regresa al sistema, agregandosele la información variable (fecha de ocurrencia del evento, cantidad, etc.)

Los datos fijos (número de parte, etc.) están previamente perforados en la tarjeta.

Los datos variables se perforan en la tarjeta, cuando esta regresa.

La tarjeta entra e informa al sistema sobre el evento.

DOCUMENTOS CIRCULANTES.



EL SISTEMA SE ANTICIPA A UN EVENTO Y PERFORA UNA TARJETA CON LA INFORMACION NO VARIABLE.

EVENTO: LLEGADA DE LA PARTE A ALMACEN

DATOS IMPRESOS (PERFORADOS)

No. DE PARTE
No. DE ORDEN
FECHA DE PROBABLE LLEGADA
CANTIDAD ORDENADA

AL ALMACEN

LA TARJETA SE ARCHIVA HASTA QUE LLEGA LA ORDEN

AL LLEGAR LA ORDEN SE MARCA EN LA TARJETA LA CANTIDAD QUE REALMENTE LLEGO Y LA FECHA DE RECEPCION

A PERFORACION

SE PERFORAN LOS DATOS AGREGADOS EN EL ALMACEN

AL COMPUTADOR

EL SISTEMA TOMA LA INFORMACION DEL EVENTO Y LA PROCESA

3.3.3.4. Documentos circulantes creados por el sistema

a) Eventos anticipados :

Ordenes de materia prima y de componentes

Ordenes de proceso

Inspección de componentes

Recepción en el almacén

Ordenes de salida

b) Eventos de inspección

Rechazos

Devoluciones

Reproceso

Desecho

c) Documentos de entrada no creados por el sistema

Eventos imprevistos
Orden de generar un informe de estado de existencias

3.3.3.5 Mantenimiento de ordenes y reservaciones

Una vez que se ha completado una orden, es necesario borrarla del archivo de ordenes, guardando la información sobre su costo en el archivo de costos.

Las órdenes planeadas en el módulo de -- planeación de Requerimientos, aseguran la existencia de partes necesarias en cada etapa, a menos que :

Se reciban menos partes que las planeadas.

Se retrase el cumplimiento de una orden

Se requieran unas partes que las planeadas

Es necesario que se detecten a tiempo - posibles faltantes y se haga una replaneación de requerimientos cada vez que :

Cambien parámetros de planeación (existencia, punto de reorden)

Se retrase una orden

Cambie la cantidad a ordenar

La cantidad recibida sea menor que

la cantidad ordenada

Una salida de material ocasione que la existencia quede abajo del punto de reorden

Para poder TOMAR A TIEMPO UNA ACCION PREVENTIVA que EVITE FALTANTES, es necesario disponer periódicamente, y por excepciones de los siguientes informes :

Informes de Actividades

Recepción de materiales y partes

Compras

Inspección

Salidas de materiales y partes

Informe de Existencias

Ordenes de compra retrasadas.

3.3.3.6 SIMULACION

El siguiente diagrama es una simplificación del proceso de simulación necesario para prevenir faltantes.

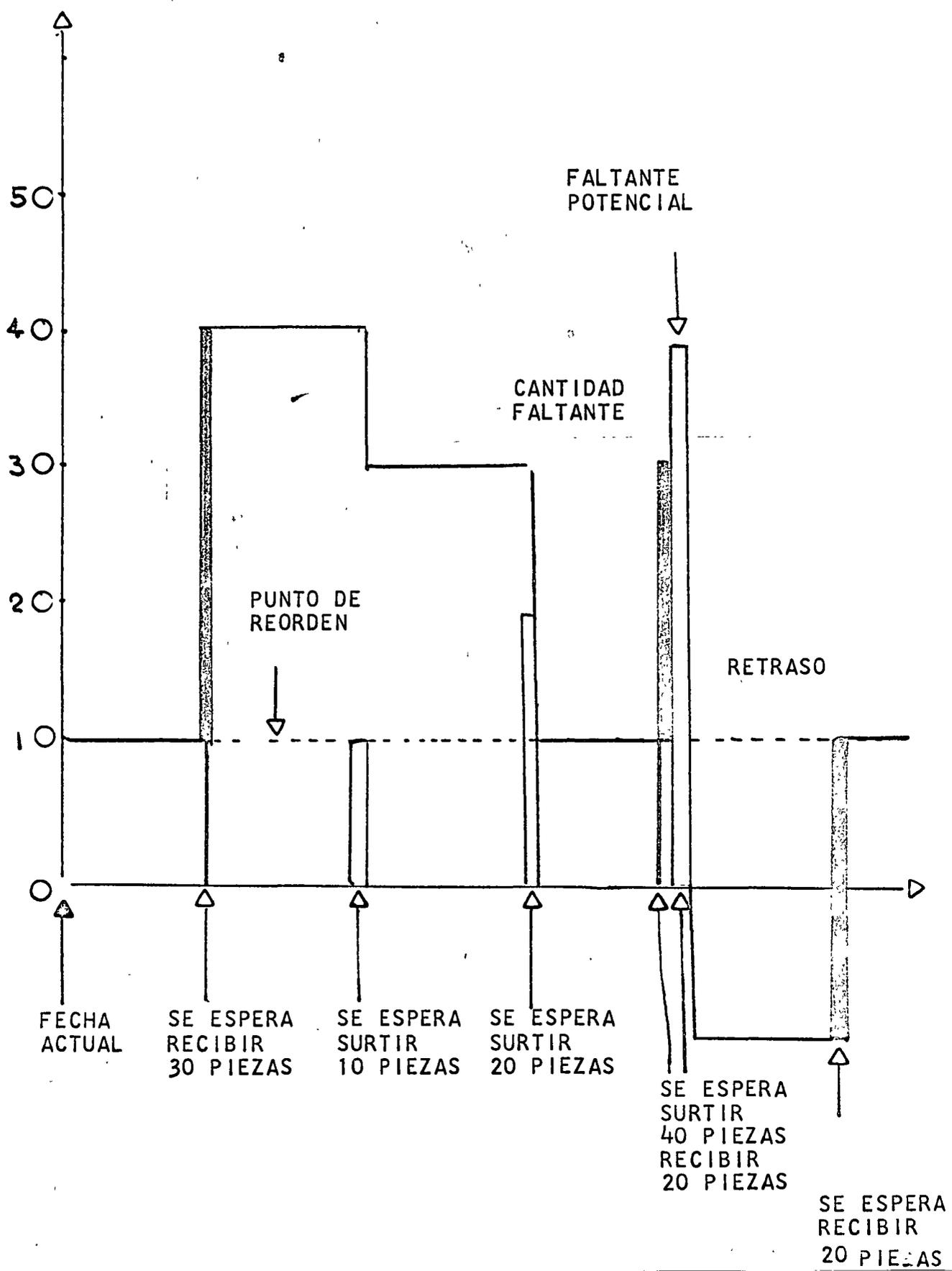
Las cantidades se representan en el eje vertical y el tiempo en el eje horizontal.

El punto de reorden es de 10 piezas. Se espera recibir pronto 30 piezas, lo que hará aumentar la existencia en el almacén a 40 piezas. Tiempo después está programada una orden de surtimiento a producción por 10 -- piezas, y una tarde otra por 20 piezas. Entonces nuestras existencias en almacén serán de 10 piezas, o sea que estaremos en el punto de reorden.

Este es ya un punto crítico puesto que esperamos la llegada de una orden por 20 piezas y al mismo tiempo tenemos que surtir a la línea de producción 40 piezas. En ese momento nos faltarán por lo menos 10 piezas.

Algo tiene que hacerse, necesariamente para corregir dicha situación. Se puede acelerar la última orden o incrementar la cantidad, o debe tomarse alguna otra acción correctiva a tiempo; y esto es posible solo si se conoce con anterioridad el problema.

SIMULACION



3.3.3.7 INFORMATICA

A. Informe de Existencias

Informe de Simulación

SIMULACION AL DIA 70

FECHA	PARTE	EXISTENCIA	PUNTO DE REORDEN
001	A	10	10

NUM. ORDEN	CANTIDAD	FECHA DE SALIDA FECHA DE ENTRADA	EXISTENCIA
ORDEN 020	30	020-E	40
RESER 075	10	030-S	30
RESER 080	20	040-S	10
ORDEN 030	20	050-E	30
RESER 085	40	050-S	-10
ORDEN 040	20	060-E	20

xx Punto de Reorden xx

xxx Faltante Potencial xxx

Informes de llegadas

ORDEN	CANTIDAD ORDENADA	CANTIDAD RECIBIDA	CANTIDAD RECHAZADA	CANTIDAD ACEPTADA	FECHA
020	30	30	0	30	20
030	20	15	0	15	50
040	20	20	5	15	60

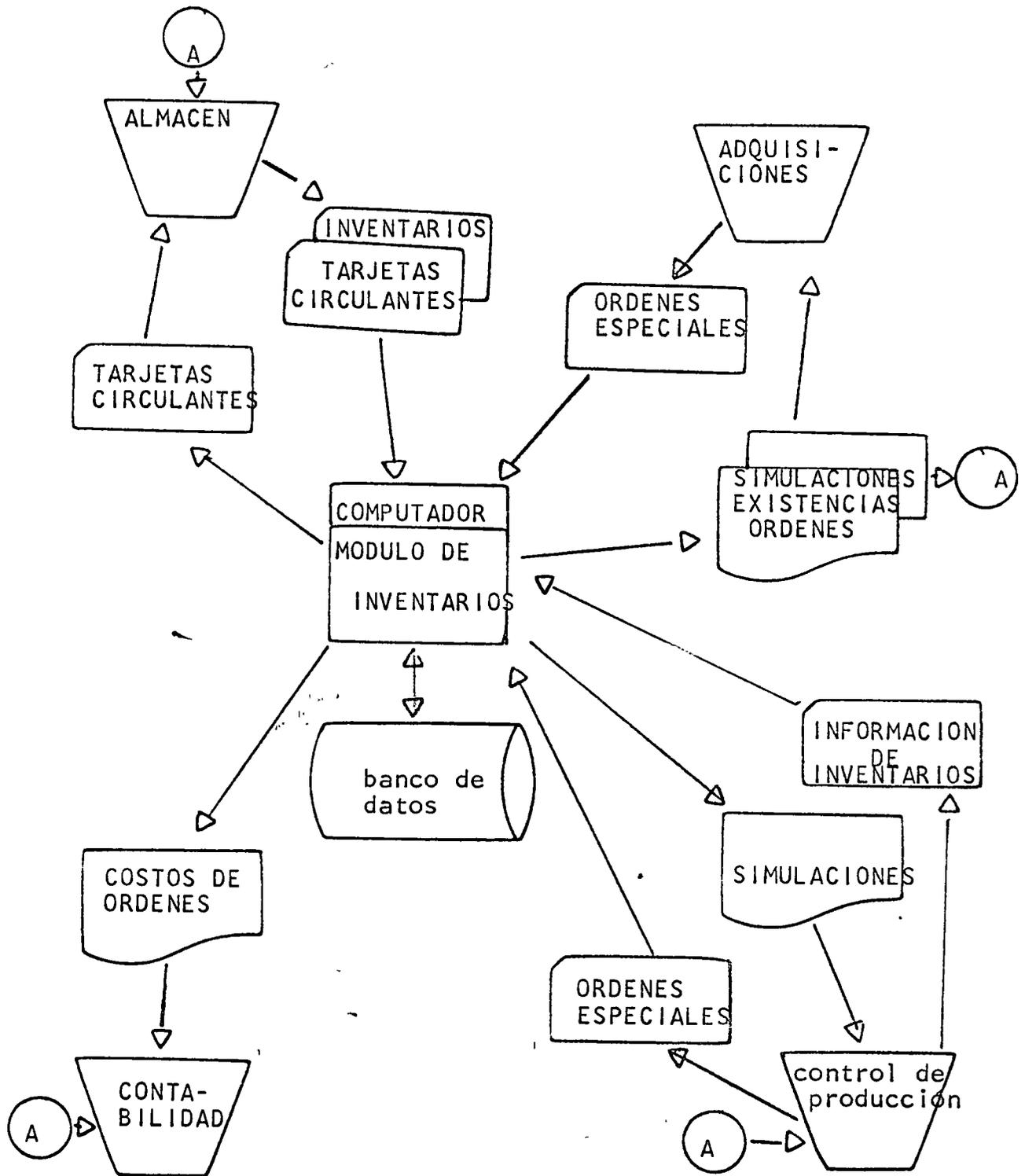
Informe de órdenes de compra

ORDEN	FECHAS		CANTIDAD	PROVEEDOR	COSTO
	EMISION	ENTREGA			
075	001	030	10	ALFASA	1000

Informe de órdenes de compra atrasadas

- B. Banco de Datos
- Archivo de Inventario
- Archivo de Reservaciones
- Archivo de Ordenes
- Archivo de Costos de Ordenes
- Archivo de Rutas de Proceso

C. DIAGRAMA GENERAL DEL MODULO DE INVENTARIOS



3.3.4 MODULO DE TRABAJO EN PROCESO

3.3.4.1 OBJETIVOS

Establecer y mantener un banco de datos de trabajo-en proceso.

Generar órdenes
Despachar trabajos
Asignar prioridades
Informar de las condiciones de los centros de trabajo.

Este módulo debe :

Liberar órdenes planeadas o especiales, generando órdenes de compra o de trabajo

Conocer el estado de cada orden liberado por medio de documentos circulantes o de una terminal del computador

Despachar órdenes de trabajo en cada centro a -- travez de simular las condiciones de carga de trabajo.

Proveer a la gerencia de información adecuada, - que ayude en la toma de decisiones para utilizar lo mejor posible los recursos (Reducir losttiempos muertos en operarios y máquinas)

Ayudar a terminar los trabajos a tiempo.

3.3.4.2 Generación de órdenes

El módulo de requerimientos programa las ordenes y crea la cinta de ordenes programadas. El módulo de trabajo en proceso utiliza esta información para:

- Generar órdenes de fabricar o comprar
- Permitir la introducción de nuevas órdenes
- Crar paquetes de trabajo (documentos circulantes)
- Crear paquetes de adquisiciones (documentos circulantes)
- Crear rutas de trabajo y registros de costos
- Generar informes de:

Errores
Faltantes
Requisiciones

3.3.4.3 Paquete de trabajo

El paquete consta de documentos circulantes que informan al sistema acerca del estado de una orden a través de la planta ha que está completada.

Los documentos impresos del paquete son:

-Carta de proceso: materia prima, una narración del proceso y todas las operaciones en el orden en que deben ser ejecutadas.

-Lista de Partes (Estructura de las partes)

-Tarjetas circulantes son:

- Tarjeta de materia prima
- Tarjetas de componentes (una por cada componente)
- Tarjetas de operaciones (una por operación)
- Tarjetas de inspección (informan los resultados de la inspección)
- Tarjetas de recibo (número de piezas recibidas en inventario)

3.3.4.4. Retroalimentación

... Pueden existir miles de órdenes en producción en varios estados de avance, algunas a tiempo, otras retrasadas o adelantadas.

-Control de Producción debe conocer acerca de cada orden.

- En qué centro de trabajo se encuentra
 - Cuál será el próximo centro de trabajo
 - Cuál es el costo de la orden
 - Cuántas piezas se han completado
 - Quién está trabajando la orden
 - Cuánto tiempo ha estado en ese centro
 - Cuándo se completará la orden
 - Razones de cambios a lo planeado, cuando estos ocurran para cada centro de trabajo.
- Las condiciones de carga (cuánto ha sido hecho y cuánto trabajo está en espera)

El sistema de retroalimentación maneja la información para todos los aspectos arriba mencionados, y para mantener, cambiar o cancelar las ordenes de trabajo.

3.3.4.5 Seguimiento de las órdenes

En cada contro de trabajo se debe resolver continuamente esta pregunta:

¿Cuál debe ser la secuencia de procesamiento de cada una de las órdenes en espera?

Este módulo debe solucionar esta pregunta periódicamente, y en cada centro de trabajo. Una manera eficaz de lograrlo es:

A) Efectuar una simulación para un período corto de tiempo tomando en cuenta la siguiente información.

- Las órdenes que esperan en cada centro de trabajo
- La capacidad de cada centro de trabajo en horas-hombre y horas-máquinas

- Los recursos necesarios para cada orden en horas-hombre y horas-máquina.

B) El sistema asigna las prioridades a las órdenes,-- basado en los tiempos para cada orden hasta su terminación, de la manera siguiente:

a) Después de que toda la información de retroalimentación ha sido procesada y todos los archivos han sido actualizados, el sistema considera que todos los trabajos que han sido reportados en proceso continuación siendo procesados sin interrupciones.

b) Se determina cual será el próximo centro de trabajo dispensable (se termina un trabajo)

c) Se carga el trabajo terminado a la línea de espera del siguiente centro de trabajo, de acuerdo al tiempo de -- llegada.

d) Se examina la lista de espera de un centro de trabajo que se haya desocupado para seleccionar el siguiente trabajo que deba procesarse.

e) Se calcula la prioridad de cada trabajo

$$\text{Prioridad} = (\text{Tiempo en espera}) (\text{Tiempo actual}) (\text{Tiempo para terminar})$$

que falta

NUMERO DE OPERACIONES QUE FALTAN

F) Evalua la capacidad disponible contra la capacidad requerida por la orden

g) Se asigna el trabajo con la más alta prioridad al centro de trabajo que tenga la capacidad adecuada.

h) Se calcula la duración de la operación guardando el tiempo de terminación en una tabla.

i) Se consideran los otros trabajos que deberán efectuarse, cuando el centro de trabajo se desocupe y se busca el siguiente centro de trabajo desocupado en la tabla y se repite el proceso.

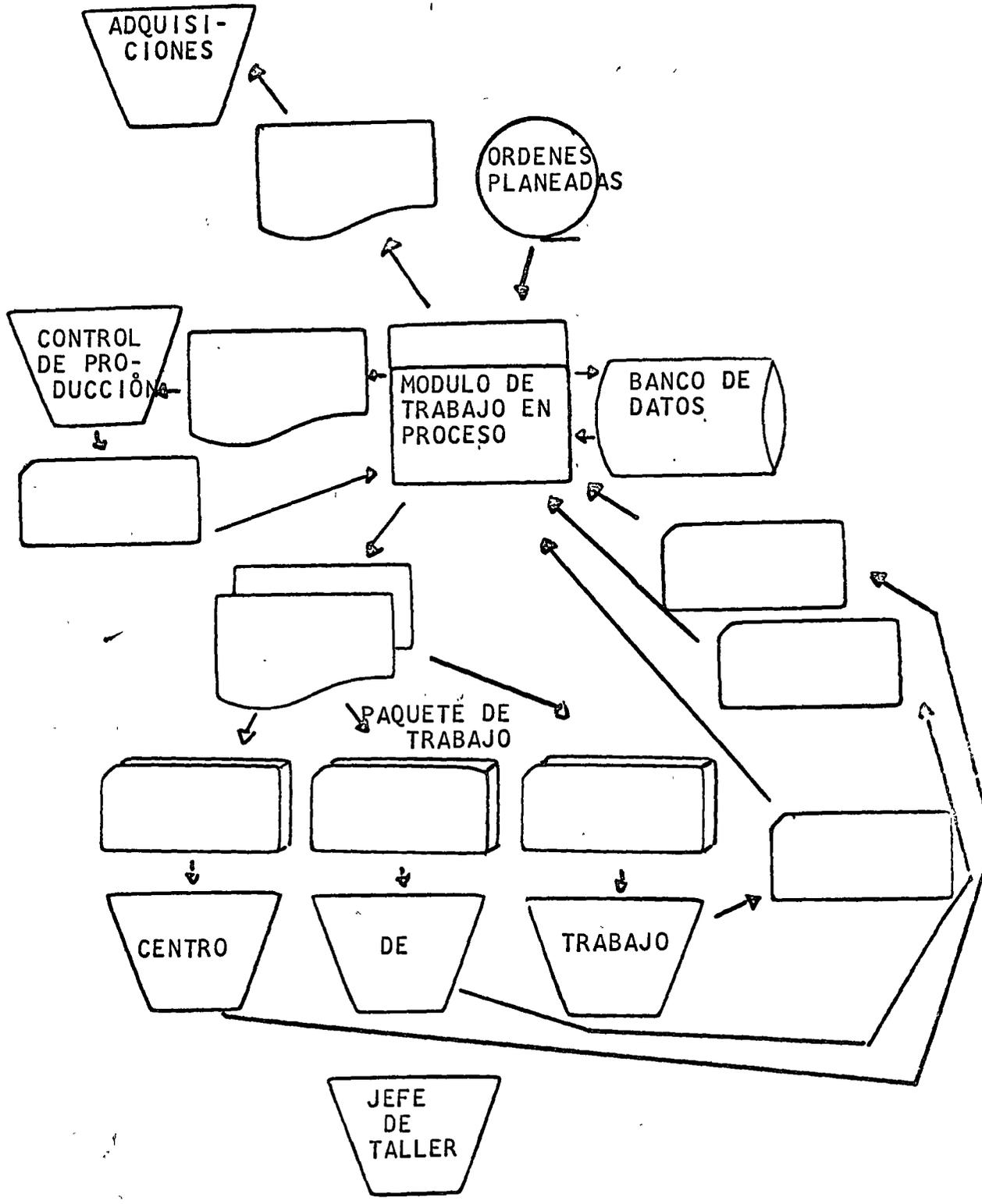
j) Se continua el proceso hasta que se terminen las órdenes.

k) Se genera en informe de utilización de la capacidad de la planta.

3.3.4.6 INFORMATICA

- A. Banco de datos:
 - Archivo de inventarios
 - Archivo de Lista de Partes
 - Archivo de ruta de proceso
 - Archivo de centros de trabajo
 - Archivo de reservaciones
 - Archivo de órdenes
 - Archivo de Costos de orden
 - Cinta de órdenes planeadas

B) DIAGRAMA GENERAL DEL MODULO DE TRABAJO EN PROCESO



B) DIAGRAMA GENERAL DEL MODULO DE TRABAJO EN PROCESO

3.3.5 MODULO DE CARGA DE MAQUINAS

3.3.5.1 OBJETIVOS :

- Calcular por anticipado las condiciones de carga de trabajo
- Simular el efecto de diferentes alternativas
- Generar un reporte de las condiciones de carga de trabajo y capacidad de Planta en el tiempo.

3.3.5.2 PROCESO DE CARGA DE TRABAJO

- Establecer calendario. El usuario establece el periodo de tiempo que deberá ser simulado.
- Establecer los parámetros de capacidad de Planta.
- El sistema crea dos archivos.

Archivo de capacidad de cada centro de trabajo
 Archivo de las órdenes de trabajo.

En estos dos archivos se carga toda la información de las órdenes de trabajo y las capacidades de cada centro.

- Se ordena dicha información y en base el calendario se examina cada orden de trabajo.
- El sistema informa de las condiciones encontradas en la situación simulada (estar arriba o abajo de la capacidad, etc.)
- Si es necesario se repite el proceso con diferentes condiciones hasta que el problema sea resuelto.

3.3.5.3 INFORMACION DE ENTRADA

Se puede establecer, agregar o cambiar la siguiente información:

- Calendario
- Días de Trabajo, días festivos, etc.
- Órdenes

Fechas de iniciación de órdenes
 Cantidades
 Operaciones
 Tiempos de movimiento
 Períodos de carga

-Centros de Trabajo

- Horas de trabajo por turnos
- Capacidades de hombres y/o máquinas
- Tiempo de espera
- Tiempo de movimiento

3.3.5.4 INFORMES

El sistema genera informes y diagramas.

- Informe de carga de los centros de trabajo
- Todas las órdenes en cada centro de trabajo por periodos, con toda la información pertinente.
- Información de la capacidad de cada centro de trabajo por periodo incluyendo excesos de carga o de capacidad detectados.
- Informe de los parámetros originales y los propuestos.

DIAGRAMA DE CARGA DE CENTROS DE TRABAJO

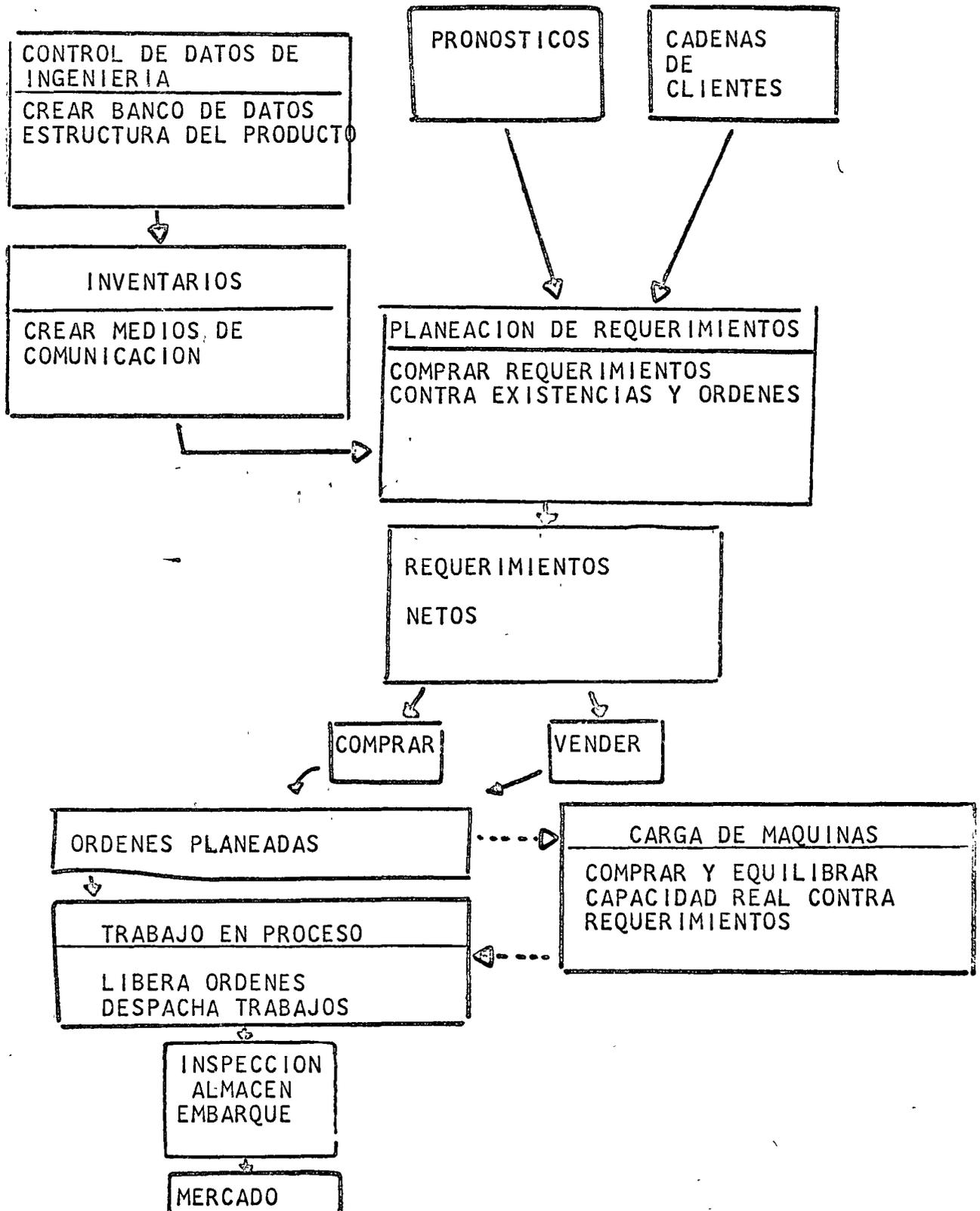
Una representación gráfica de cada centro de trabajo con toda la información arriba mencionada.

INFORME Y DIAGRAMA RESUMIDO.

Resumen de la carga de trabajo de toda la Planta y de su capacidad por periodo.

4. IMPLANTACION DEL SISTEMA

4.1 DIAGRAMA GENERAL



Como se observa en el diagrama el sistema puede implantarse por fases, empezando por el Módulo de Control de datos de Ingeniería, siguiendo la secuencia marcada.

4.3 Paquetes de Aplicaciones Generales

Casi todas las compañías fabricantes de computadores - han desarrollado paquetes de programas para aplicaciones generales que cubren muchos aspectos del sistema, de Control de Producción.

La utilización de dichos paquetes puede reducir enormemente el tiempo de desarrollo de programas de computador; pero siempre es necesario adaptarlos a las situaciones particulares de cada empresa.

Algunos paquetes de Sistemas de Control de Producción-
son:

- Production Control System, Burroughs
- BOM, PICS, etc. IBM
- Production scheduling and Control, Honeywell-Bull
- Production Control System, Univac
- ETC.



centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam

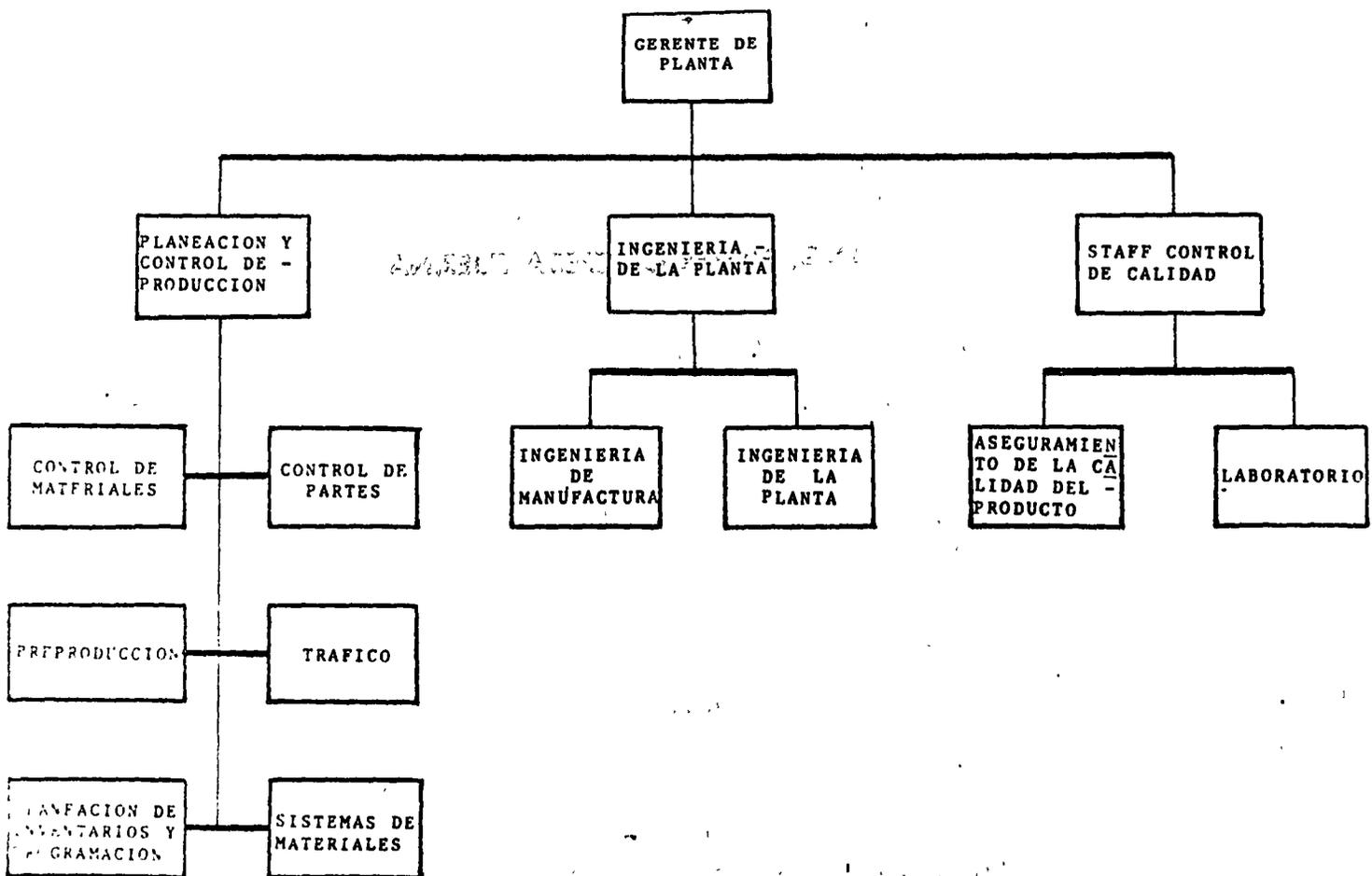


INGENIERIA DE PRODUCCION

INVENTARIOS

ING. FILIBERTO CEPEDA TIJERINA

1973



5. SISTEMAS DE INVENTARIOS

5.1. OBJETIVO

El objetivo de emplear un sistema de inventarios es el mismo para cualquier otro tipo de sistema, o sea optimizar por medio de normas un conjunto de elementos que se encuentran ordenados al azar o bien en un orden no óptimo, y que para este caso son elementos físicos que deben ser guardados por un tiempo y se consumirán conforme se vayan requiriendo, y como es obvio, el objetivo es optimizar el costo de realizar dicho almacenaje.

Cuando se piensa en costos no sólo se hace referencia a los monetarios, sino también a cualquier medio de evaluación, y que por tanto estará dado en cualquier tipo de unidades, siendo estos los factores de ponderación a considerar.

5.2. SIMULADOR

Dentro de la diversidad de ejemplos que se podrían encontrar existe uno que permitirá ver físicamente el comportamiento teórico de cualquier sistema de inventarios y que facilitará la observación del desarrollo de los sistemas que se utilizarán. Se hace referencia al sistema ilustrado en la Fig. 5.1, y que consiste en:

1. Un ducto de abastecimiento, por el cual se tiene el flujo de entrada que estará regulado.
2. Un recipiente que contendrá el nivel de inventario almacenado.
3. Un ducto de salida, por donde se darán los requerimientos que sean solicitados, o sea regulado por la válvula de salida.

5.2.1. EJEMPLOS INDUSTRIALES

El simulador anterior da una idea general de lo que sucederá en el comportamiento de los inventarios, e incluso podría servir para encontrar la interrelación de las variables de un sistema, que no sea tratada en este libro y que pueden ser relativos a los siguientes elementos:

Materias primas, productos en proceso, productos terminados, materiales auxiliares, papelería, etc.

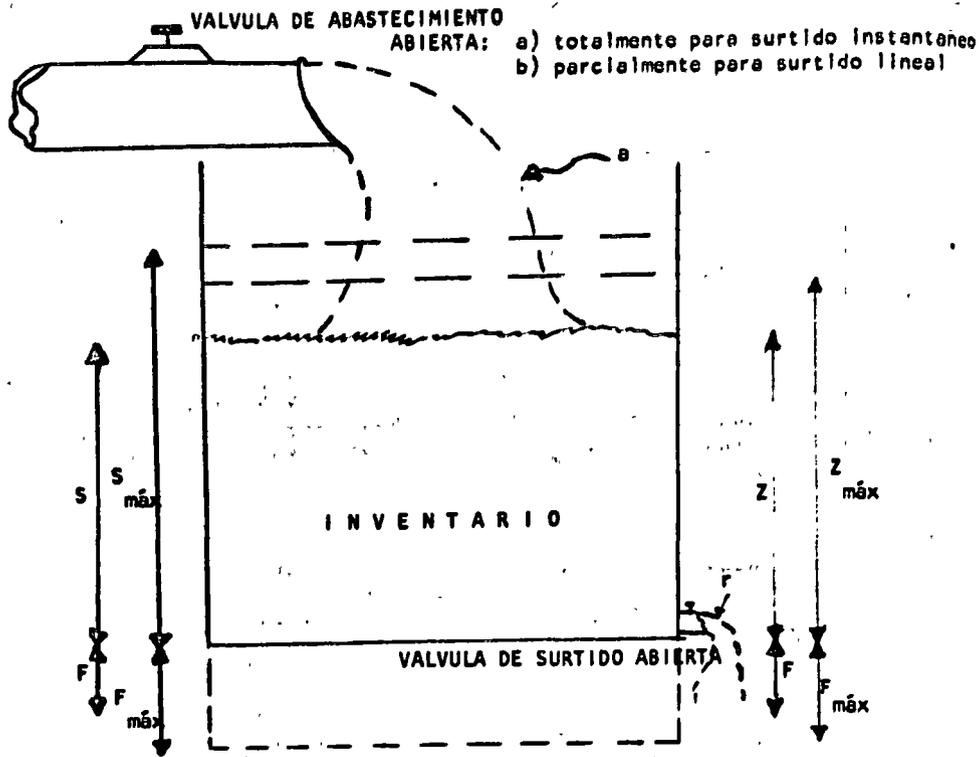


Fig. 5.1. Simulación gráfica ilustrativa.

- S nivel del inventario cuando existe abastecimiento instantáneo
- $S_{m\acute{a}x}$ nivel máximo del inventario cuando existe abastecimiento instantáneo
- Z nivel del inventario cuando el abastecimiento es lineal
- $Z_{m\acute{a}x}$ nivel máximo cuando el abastecimiento es lineal
- F nivel de los faltantes para ambos casos
- $F_{m\acute{a}x}$ nivel de faltante máximo para ambos casos
- r requerimiento del inventario por unidad de tiempo
- a abastecimiento del inventario por unidad de tiempo
- Q abastecimiento total $(S_{m\acute{a}x} + F_{m\acute{a}x})$ o $(Z_{m\acute{a}x} + F_{m\acute{a}x})$

5.3. OTROS EJEMPLOS

Como es fácil deducir de los párrafos anteriores, los sistemas de inventarios no son de la exclusividad de la industria, ya que son aplicables a cualquier actividad de uso común, comercial, de servicios o inclusive de la ciencia, siempre y cuando existan los flujos y el nivel descritos en el simulador, tales como: Flujo y nivel de moneda de una institución bancaria, carga en un generador eléctrico o en un capacitor, y así se podrían citar varios ejemplos y que pueden abarcar hasta el inventario más elemental.

5.4. SISTEMAS CON REQUERIMIENTOS LINEALMENTE PROPORCIONALES AL TIEMPO

En la literatura se les conoce como sistemas de Lote - Económico, ya que su objetivo es abastecer periódicamente un número de unidades del producto al inventario, mismos que son consumidos en un tiempo mayor, igual o menor al del período de abastecimiento, siempre buscando el costo menor de operación.

Respecto al abastecimiento, se podrá realizar de diversas formas:

- Instantáneo. Como sucede cuando las entregas de material las hacen los proveedores, puesto que normalmente suministran un conjunto de partes en forma simultánea.
- Linealmente al tiempo. Se presenta cuando se produce y guarda el producto en el almacén.
- Según alguna ley específica.

Para surtir el requerimiento se ha impuesto la ley que seguirá en todos los casos, pero si en la realidad no sucede así, podrán hacerse ajustes o crearse bancos de contingencia para salvar dichas desviaciones, o bien, si siguen una ley específica se podrá hacer un desarrollo matemático siguiendo los lineamientos que se emplearán para analizar los problemas que se establezcan, o bien usar una simulación rudimentaria, como la que aquí se presenta, o una más elaborada como las que existen para las computadoras, tal como el sistema DYNAMO, indicado para este tipo de problemas.

Ahora bien, en algunas ocasiones será más económico no tener un nivel de inventario durante determinado tiempo, ahorrando algunos costos y pagando alguna multa por incumplimiento de la demanda, dando la diferencia de ambos un ahorro.

Por otro lado, los costos podrán clasificarse en un número infinito de formas, pero para el efecto del trabajo, se formarán tres grandes grupos, de acuerdo a los párrafos anteriores, y son:

1. Los costos de mantener el inventario
2. Los costos de pedir o producir, que se llamarán de abastecer
3. Los costos de no tener existencias o de faltantes.

Analizando éstos, se encuentra que para los de mantener una parte será por necesidad fija o independiente de la cantidad de unidades de producto que se tenga en el inventario, y otra dependiente, que se llamará variable. En forma general, el costo total de mantener estará dado por:

$$CTM = CFM + CUM \times I$$

donde

- CTM costo total de mantener
- CFM costo fijo de mantener
- CUM costo unitario de mantener (generalmente estará en función de las unidades de evaluación empleadas y del tiempo, no siendo necesario que sea así)
- I = nivel del inventario. Generalmente es una variable en función del tiempo.

Para los costos de ordenar puede decirse que son fijos aquellos que se erogan por necesidad, haya o no pedidos o producción, tales como salarios de los encargados de hacer las compras, los de hacer seguimiento a los proveedores (en caso de que se les pague un salario fijo), siendo estos ejemplos cuando el abastecimiento es efectuado del exterior; para el caso productivo, serán aquellos que provienen de los estudios contables.

Los variables son aquellos que dependen de la cantidad pedida o producida, tales como: precio de compra, valor de los materiales empleados en la producción, así como los salarios a desdajo, materiales auxiliares, fletes, etc..

Debido a la doble interpretación que se le puede dar a estos costos, se les denominará simplemente de "abastecer" y no de pedir o producir, entendiéndose para cada caso específico como más convenga.

De lo antes expuesto, puede escribirse en forma general:

$$CTA = CFA + CUA \times Q$$

donde:

- CTA Costo total de abastecer
- CUA costo unitario de abastecer y que generalmente depende de la cantidad abastecida, Q;

En cuanto al costo de no tener existencias, éste no tendrá parte fija, puesto que sólo existe en los casos en que se presenta dicha situación, por lo que tanto:

$$CTF = CUF \times F$$

donde:

- CTF costo total del faltante
- CUF costo unitario del faltante, que generalmente estará dado en función de las unidades de evaluación y del tiempo
- F cantidad faltante y que normalmente es función del tiempo y del requerimiento.

Es conveniente profundizar en cada uno de estos costos, mostrándose para ello el siguiente análisis y cuadro sinóptico

5.4.1. ELEMENTOS DEL COSTO DE MANTENER INVENTARIOS

El costo de mantener inventarios, puede determinarse en forma particular para cualquier empresa, considerando, entre otros, los siguientes factores básicos:

- I. Costos comerciales
 - a) Intereses sobre la inversión en inventario
 - b) Seguros sobre el inventario
 - c) Impuestos, si los hay, sobre el inventario
- II. Costo de almacenamiento
 - a) Sistemas de control
 - b) Sistemas de manejo

III. Costo de los riesgos

- a) Riesgo de desuso u obsolescencia
- b) Riesgo de deterioro o daño
- c) Riesgo de disminución de precios

El resumen de estos factores, o sea el costo de mantener inventarios, generalmente se expresa en porcentajes, y se puede considerar, en forma muy general, que este valor varía entre 20 y 30 por ciento.

5.4.2. ELEMENTOS DEL COSTO DE PEDIR

El costo de pedir, al igual que el de mantener inventarios, se puede determinar en forma particular para cualquier empresa, considerando entre otros los siguientes factores:

I. Costo de papelería

Este concepto incluye gastos como: mano de obra para preparar y tramitar los pedidos, papelería utilizada, renta o depreciación de las máquinas de oficina, cargos proporcionales de gastos indirectos (luz, supervisión), etc..

II. Costo de gestiones

Relativos a artículos comprados; incluye:

- a) Negociaciones sobre precios y entregas
- b) Gastos de administración
- c) Gastos de comunicación (teléfono, correo, etc.)
- d) Gastos generales indirectos que incluyen algunos gastos de revisión y aceleración para comprobar fechas, acelerar el proceso del pedido, etc..

III. Costo de preparación

Se refieren a los costos de preparación del equipo cuando se trata de pedidos a manufactura para el almacén, y comprenden:

- a) Costo de mano de obra de la preparación
- b) Costo de materiales empleados en la preparación

- c) Costo de inspección de las primeras piezas y del deshecho inicial.

5.4.3. ELEMENTOS DEL COSTO DE FALTANTE

Este costo es quizá el más difícil de evaluar por lo intangible de sus elementos, y sin embargo, puede llegar a ser en proporción el mayor componente del costo total de mantener la inversión de inventarios. Entre una serie de factores pueden considerarse los siguientes:

I. Faltante de un artículo fabricado

- a) Costo de reprogramación de los departamentos de producción y montaje
 - Revisión de los programas
 - Aceleración del movimiento del artículo a través de su proceso
 - Riesgo de mayor desperdicio
- b) Pérdidas de la capacidad de producción originadas por preparaciones extras
- c) Manejo extra de materiales por tener que apartar otros trabajos
- d) Pérdidas debidas a la utilización de material de sustitución más caro

II. Faltante de un artículo comprado

- a) Gastos de comunicación con el proveedor
 - Conferencias telefónicas
 - Telegramas
 - Cartas
- b) Gastos de aceleración
 - Gastos de viajes y subsistencia
 - En ocasiones gastos de representación
- c) Primas por los gastos extraordinarios del proveedor
 - Preparaciones extras

Horas extraordinarias

Subcontratos

Extras por pequeños lotes

d) Primas por transportes rápidos

Gastos especiales de envío express

Gastos especiales de carga aérea

e) Gastos internos originados por los pequeños lotes

Recepción

Inspección de recibo y control de calidad

Manejo de materiales

Trabajo administrativo

f) Pérdidas debidas a la utilización de materiales más caros en sustitución:

5.4.4. EFECTOS EXTERNOS

A. Costo de los esfuerzos extraordinarios de ventas:

1. Visitas a los proveedores, al cliente para explicar por qué ocurrió el faltante y para reparar los daños en las relaciones, en lugar de intentar hacer mayores ventas del artículo.
2. El tiempo de los directivos que se gasta en la aceleración de los pedidos.
3. Gastos de publicidad adicionales necesarios para compensar los efectos de un mal servicio a los clientes.

B. Evaluación de los efectos de los faltantes sobre el volumen de ventas y los beneficios futuros:

1. La posición del producto en la línea de productos de la compañía

El primero

Importante

Corriente

Artículo de servicio

2. Política de mercados

Una línea de prestigio que hay que mantener por delante de la competencia.

Se mantendrá siempre una reserva para hacer frente a las demandas de los clientes en cualquier momento.

Dar la orden de trabajo solamente cuando se ha recibido la orden del cliente.

Originar la suficiente demanda para vencer los efectos de los retrasos en lugar de hacer fuertes inversiones en inventarios.

3. La posición de la compañía en relación con la competencia

No hay competencia

La compañía es la más fuerte en su ramo

La compañía es uno entre varios competidores fuertes

La compañía es una de las muchas fuentes de suministros.

4. Potencial de ventas del producto

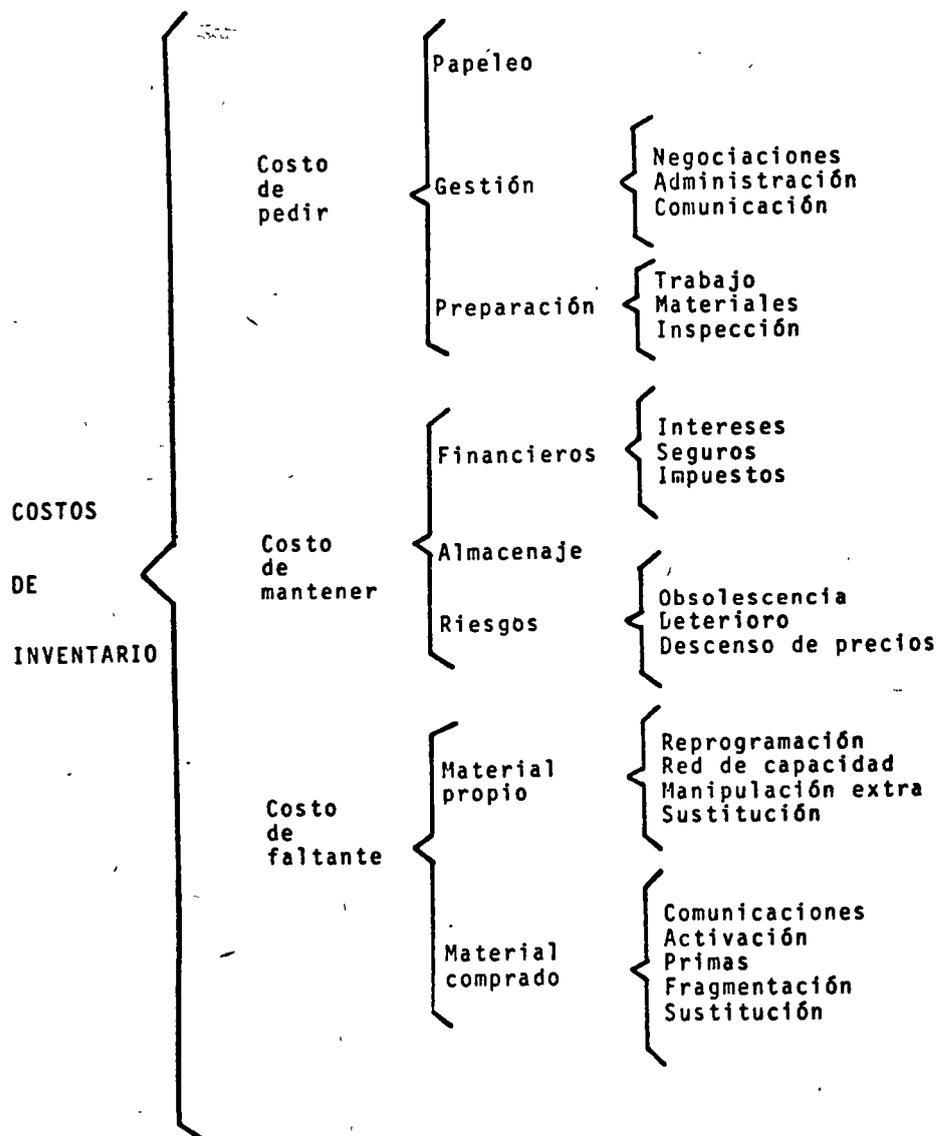
El mercado está en una etapa de crecimiento rápido de alcanzar la madurez

Se espera que el mercado aumente gradualmente con la economía

El mercado está saturado y muestra pocas probabilidades de nuevos clientes

El mercado se está contrayendo debido a desarrollos tecnológicos o cambios en la economía.

CUADRO SINÓPTICO DE COSTOS DE INVENTARIO



5.4.5. INTRODUCCION A LAS TECNICAS DE INVENTARIOS

Hasta aquí, aún no se ha especificado si se trata de un solo producto o de varios, para tal fin se incluye una sección (subcapítulo 5.6), donde se presentan las técnicas especiales relativas a este problema y cuándo se pueden utilizar las técnicas de un solo producto para cada uno de los que se analizarán.

De lo anterior, puede verse que existe una infinidad de combinaciones posibles en lo que se refiere a los comportamientos del abastecimiento, el requerimiento o la forma de clasificar los costos, por lo que a continuación se desarrollan algunas de las posibles alternativas, con objeto de dar al lector sólo el procedimiento a seguir, debiendo él adaptar dichas técnicas al problema que se le presente, y no se pretende dar formularios que puedan llevarlo a un fracaso por no analizar las bases de dichas fórmulas.

Se analizarán los siguientes casos:

1. Sistema de lote económico con surtido lineal y demanda insatisfecha.
2. Sistema de lote económico con surtido lineal y demanda satisfecha.
3. Sistema de lote económico con surtido instantáneo y demanda insatisfecha.
4. Sistema de lote económico con surtido instantáneo y demanda satisfecha.
5. Política de descuentos por cantidades.
6. Políticas con varios productos.
7. Uso de bancos de contingencia.
8. Control de inventarios.

5.5. SISTEMA DE LOTE ECONOMICO CON SURTIDO LINEAL Y DEMANDA INSATISFECHA

5.5.1. Requerimientos.- Tendrán variación lineal con respecto al tiempo; así, si "R" es el requerimiento total para el lapso "T" por unidad de tiempo se necesitarán "r" unidades de producto. Dimensionalmente, estas literales serán:

R unidades de producto (piezas) U
 T unidades de tiempo (días) T
 $r = \frac{\text{unidades de producto}}{\text{Unidades de tiempo}} = \frac{(\text{piezas})}{(\text{días})} = \frac{U}{T}$

De acuerdo con las figuras 5.2 y 5.3, que ilustran en forma simulada y gráfica, el comportamiento de este sistema, puede decirse que el requerimiento por ciclo "Q" es igual a:

$$Q = T_c \cdot r$$

donde:

Q abastecimiento por ciclo (o requerimiento por ciclo)

T_c duración de un ciclo

Dimensionalmente:

$$(Q) = (\text{unidades de tiempo}) \left(\frac{\text{unidades de producto}}{\text{unidades de tiempo}} \right) = (\text{unidades de producto})$$

Sea $S_{\text{máx}}$ la parte positiva de Q' , y aunque no tiene más significado que éste, para este sistema, más adelante se obtendrá al tratar con abastecimientos instantáneos.

5.5.2. Abastecimiento.- Tendrá variación lineal con respecto al tiempo, y si se requieren del inventario "R" unidades del producto en el lapso "T" es obvio que se tendrá que abastecer de la misma cantidad, pudiendo hacerse en un tiempo igual (caso en que se consume lo que se abastece) o en un tiempo menor a él (caso en estudio), por lo que se podrá definir un abastecimiento por unidad de tiempo "a", que será mayor a "r" (o sea el caso de consumir lo abastecido, ya que menor no tiene sentido para este estudio). Dimensionalmente será:

$$a = \frac{\text{unidades de producto}}{\text{unidades de tiempo}} = \frac{(\text{piezas})}{(\text{días})} = \frac{U}{T}$$

Como el abastecimiento y el requerimiento deben ser iguales, puede decirse que para un ciclo el abastecimiento será "Q", pudiéndose definir en función del tiempo de abastecimiento que se tenga:

$$Q = a \cdot T_a$$

siendo:

$$T_a = T_{fa} + T_{sa}$$

donde:

T_a tiempo de abastecimiento

T_{fa} tiempo con faltante y abastecimiento

T_{sa} tiempo con surtido en el inventario y abastecimiento

Q abastecimiento total en un ciclo (o requerimiento)

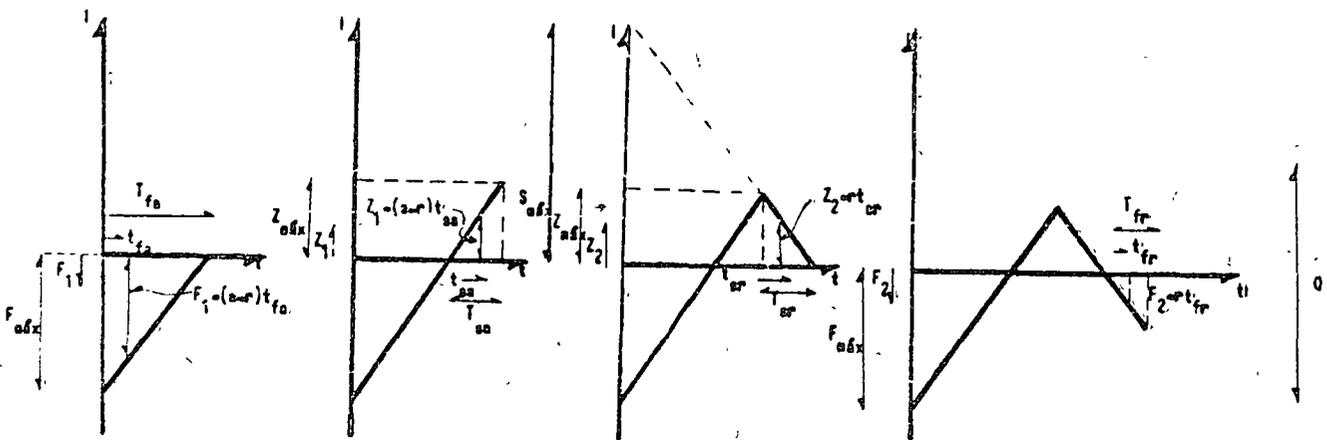
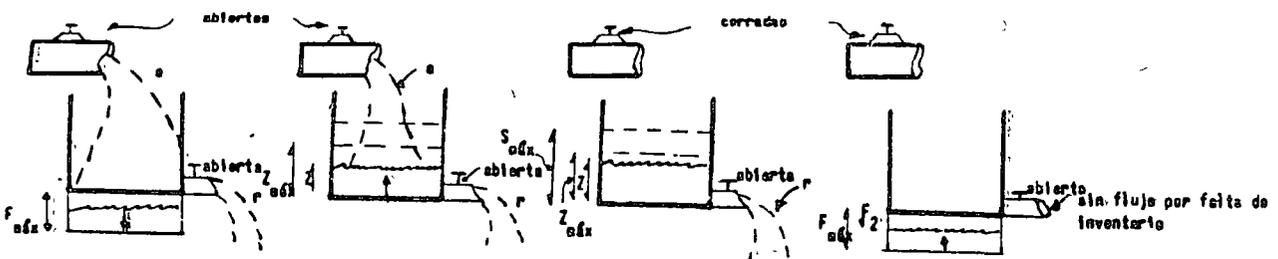


Fig. 5.2.

5.5.3. Niveles de inventario y faltante durante un ciclo.- De las Figs. 5.2. y 5.3. puede observarse que el ciclo se inicia con un faltante máximo, por lo que se tendrán cuatro etapas:

Disminución de los faltantes. En el momento en que haya faltante máximo " $F_{m\acute{a}x}$ ", se inicia el abastecimiento, reduciéndose los faltantes durante el transcurso del tiempo " t_{fa} ", hasta satisfacerlos por completo cuando el tiempo " t_{fa} " toma su máximo, " T_{fa} ", todo esto a razón de " $a-r$ " unidades de producto por unidad de tiempo, así, puede decirse que el comportamiento en esta etapa seguirá la ley:

$$F_{fa} = F_{m\acute{a}x} - (a-r)t_{fa} \quad (1.2)$$

donde F_{fa} será el nivel del faltante durante el abastecimiento para cualquier instante.

Integrando la ec 1.2, pueden encontrarse las unidades de producto faltantes en esta etapa:

$$F'_{fa} = \int_0^{T_{fa}} [F_{m\acute{a}x} - (a-r)t_{fa}] dt_{fa} = F_{m\acute{a}x} \cdot T_{fa} - \frac{(a-r)T_{fa}^2}{2} \quad (1.3)$$

Si $F_{fa} = F_{m\acute{a}x}$, entonces $t_{fa} = 0$

Sustituyendo en la ec 1.2 $0 = F_{m\acute{a}x} - (a-r)T_{fa}$

$$\text{de donde } T_{fa} = \frac{F_{m\acute{a}x}}{a-r} \quad (1.4)$$

Sustituyendo la ec 1.4 en 1.3

$$F'_{fa} = \frac{F_{m\acute{a}x}^2}{a-r} - \frac{F_{m\acute{a}x}^2}{2(a-r)} = \frac{F_{m\acute{a}x}^2}{2(a-r)} \quad (1.5)$$

Aumento del nivel del inventario. Al finalizar la etapa anterior, el faltante había sido cubierto totalmente, dejando que se acumule durante esta etapa el inventario, tomando valor 0 cuando el tiempo " t_{sa} " toma ese mismo valor, aumentando en el transcurso de " t_{sa} " a razón de " $a-r$ " unidades de producto por unidad de tiempo y que adquiere el valor máximo, $Z_{M\acute{a}x}$, cuando " t_{sa} " vale " T_{sa} ". Por lo tanto, el nivel de inventa-

rio Z_{sa} sigue la ley:

$$Z_{sa} = (a-r)t_{sa} \quad (1.6)$$

Integrando la ec 1.6 se obtiene el número de unidades que se tienen en esta etapa del inventario:

$$Z'_{sa} = \int_0^{T_{sa}} (a-r)t_{sa} dt_{sa} = \frac{(a-r)T_{sa}^2}{2} \quad (1.7)$$

pero cuando $Z_{sa} = Z_{M\acute{a}x}$, t_{sa} es igual a T_{sa} , se tendría en la ec. 1.6:

$$Z_{M\acute{a}x} = (a-r)T_{sa}$$

de donde

$$T_{sa} = \frac{Z_{M\acute{a}x}}{a-r} \quad (1.8)$$

sustituyen la ec 1.8 en la ec 1.7:

$$Z'_{sa} = \frac{Z_{M\acute{a}x}^2}{2(a-r)} \quad (1.9)$$

Disminución del inventario. En la etapa anterior, al tomar el inventario su valor máximo $Z_{M\acute{a}x}$, se suspende el abastecimiento, lo que origina la disminución del inventario a razón " r ". Al tiempo de esta etapa, en su forma variable se llama " t_{sr} ", y a su valor máximo " T_{sr} ".

Puede observarse (Figs. 5.2 y 5.3) que el comportamiento en esta etapa será:

$$Z_{sr} = Z_{M\acute{a}x} - rt_{sr} \quad (1.10)$$

Siguiendo el procedimiento análogo a las etapas anteriores:

$$Z'_{sr} = \int_0^{T_{sr}} (Z_{M\acute{a}x} - rt_{sr}) dt_{sr} = Z_{M\acute{a}x} T_{sr} - \frac{rT_{sr}^2}{2} \quad (1.11)$$

pero cuando $Z_{sr} = 0$, $t_{sr} = T_{sr}$, por lo que considerando la ec 1.10

$$0 = Z_{M\acute{a}x} - r \cdot T_{sr}$$

miento del inventario, o sea las integraciones ya efectuadas, obteniéndose Z'_{sa} y Z'_{sr} . Por supuesto, la suma de las dos será el inventario que se guardará

$$Z = Z'_{sa} + Z'_{sr} = \frac{Z_{M\acute{a}x}^2}{2(a-r)} + \frac{Z_{M\acute{a}x}^2}{2r} = Z_{M\acute{a}x}^2 \left(\frac{1}{2(a-r)} + \frac{1}{2r} \right)$$

$$= Z_{M\acute{a}x}^2 \left(\frac{2a}{4(a-r)r} \right) = \frac{Z_{M\acute{a}x}^2}{2r} \left(\frac{a}{a-r} \right) \quad (1.19)$$

Por lo tanto, el costo variable de mantener será:

$$CVM_c = CUM_t \cdot \frac{Z_{M\acute{a}x}^2}{2r} \left(\frac{a}{a-r} \right) \quad (1.20)$$

Costo de tener faltante

Fijos. Para este caso no existirán, ya que esta situación sólo se presenta a intervalos y no durante todo el lapso en estudio, T.

Variable. El razonamiento es idéntico a los de mantener, por lo tanto:

$$CVF_c = CUF_t (F'_{fa} + F'_{fr}) = CUF_t \left(\frac{F_{M\acute{a}x}^2}{2(a-2r)} + \frac{F_{M\acute{a}x}^2}{2r} \right)$$

$$CVF_c = CUF_t \frac{F_{M\acute{a}x}^2}{2} \left(\frac{a-r}{(a-r)r} \right)$$

finalmente

$$CVF_c = CUF_t \frac{F_{M\acute{a}x}^2}{2r} \quad (1.21)$$

Costo de abastecer

Fijos. Los costos fijos, al igual que los de mantener, serán linealmente proporcionales al tiempo, por lo que se obtendría una expresión similar:

$$CFA_c = \frac{CFA T_c}{T} = CFA_t T_c$$

y como:

$$T_c = \frac{Q}{r}$$

entonces:

$$CFA_c = CFA_t \frac{Q}{r} \quad (1.22)$$

Variables. Estos normalmente están compuestos del costo unitario y de su producto por la cantidad abastecida en cada orden, Q.

El costo unitario, a diferencia de los de mantener, estará dado en las siguientes unidades:

<u>unidades de evaluación</u>	<u>\$</u>
unidades de producto	pieza

En este caso no interviene el tiempo debido a que al comprar una pieza o al producirla, es a un precio o costo fijo (para la producción, está sujeto a pequeñas variaciones de ajuste, y para los comprados a descuentos por cantidades, situaciones que posteriormente se analizarán; por ahora se considerará constante).

Entonces:

$$CVA_c = CUA Q \quad (1.23)$$

Además de los fijos y variables aparece otro que es constante por cada pedido que se haga o cada vez que se inicie una corrida de producción, que en la literatura se conoce como costo de arranque o de puesta en marcha, el cual comprende, para la fabricación, aquéllos que se efectúan para preparar las máquinas, planeación de la producción, etc.. Para las compras se harán todos aquéllos que sean necesarios para hacer un pedido y que se presentan en cada ocasión que se realizan, tales como comunicaciones de largas distancias, viajes, etc.. Dicho costo se llamará K.

Sumando los costos anotados bajo las ecs 1.18 y 1.20 a 1.23, así como el costo de arranque "K", se obtendrá el total por ciclo:

$$CT_c = (CFM_t + CFA_t) \frac{Q}{r} + CUM_t \frac{Z_{M\acute{a}x}^2}{2r} \left(\frac{a}{a-r} \right) + CUF_t \frac{F_{M\acute{a}x}^2}{2r} + CUA Q + K \quad (1.24)$$

5.5.5. OPTIMIZACION DEL SISTEMA CON BASE EN LOS COSTOS

Como hasta ahora se han obtenido las ecuaciones en función de un ciclo, y dado que el tiempo en que ocurre éste es variable, no se obtendría ningún beneficio al optimizar con base en él, por lo que es conveniente hacerlo con base en el costo total por unidad de tiempo:

de donde

$$T_{sr} = \frac{Z_{M\acute{a}x}}{r} \quad (1.12)$$

sustituyéndola en la ec 1.11:

$$Z'_{sr} = \frac{Z_{M\acute{a}x}^2}{r} - \frac{Z_{M\acute{a}x}^2}{2r} = \frac{Z_{M\acute{a}x}^2}{2r} \quad (1.13)$$

Aumento de los faltantes. Finalmente, el inventario agotado en la etapa anterior se convierte en faltantes que se irán acumulando desde su valor nulo hasta el valor máximo " $F_{M\acute{a}x}$ ", durante el tiempo " t_{fr} ", que varía de 0 a T_{fr} .

De acuerdo al razonamiento establecido en las etapas anteriores, el nivel de faltantes en cualquier instante de esta etapa será:

$$F_{fr} = r t_{fr} \quad (1.14)$$

y el número de unidades faltantes en esta etapa:

$$F'_{fr} = \int_0^{T_{fr}} r t_{fr} dt_{fr} = r \frac{T_{fr}^2}{2} \quad (1.15)$$

pero cuando $F_{fr} = F_{M\acute{a}x}$, $t_{fr} = T_{fr}$, entonces, de la ec 1.14

$$F_{M\acute{a}x} = r T_{fr}$$

de donde:

$$T_{fr} = \frac{F_{M\acute{a}x}}{r} \quad (1.16)$$

sustituyéndola en la ec 1.15

$$F'_{fr} = \frac{F_{M\acute{a}x}^2}{2r} \quad (1.17)$$

5.5.4. COSTO DE UN CICLO

Como se ha mencionado, los costos se clasifican en tres partes importantes, donde se pueden englobar todos aquéllos que normalmente se presentan en la práctica y que son:

Costo de mantener el inventario

Fijos. Como los costos fijos normalmente están dados para un período determinado y son lineal-

mente proporcionales al tiempo, puede calcularse el valor de los mismos por unidad de tiempo, que será:

$$CFM_t = \frac{CFM}{T}$$

donde:

CFM_t costo fijo de mantener por unidad de tiempo

CFM costo fijo de mantener en el período T

T tiempo del lapso en estudio

cuyo análisis dimensional es el siguiente:

CFM unidades de evaluación \$ E

T unidades de tiempo días T

por lo tanto:

CFM_t $\frac{\text{unidades de evaluación}}{\text{unidades de tiempo}}$ $\frac{\$}{\text{días}}$ $\frac{E}{T}$

Por lo que el costo por ciclo estará dado por:

$$CFM_c = \frac{CFM T_c}{T} = CFM_t T_c$$

pero T_c está definido en la ec 1.1:

$$CFM_c = CFM_t \frac{Q}{r} \quad (1.18)$$

siendo sus dimensiones: unidades de evaluación \$

Variables. Están normalmente compuestos del costo unitario y de su producto por la cantidad que se tiene en el inventario. Para cada instante se tendrá:

a) El costo unitario de mantener estará dado por el valor de guardar una pieza en la unidad de tiempo, siendo sus dimensiones:

CUM_t unidades de evaluación por unidad de producto por unidad de tiempo \$/unidad de producto x T

b) La cantidad de inventario será el área bajo la curva (en este caso recta) del comporta-

$$\frac{CUF_t \cdot CUM_t}{(CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r})^2}$$

se obtiene:

$$-\frac{2 \cdot K \cdot r}{Q^2} + \frac{CUF_t \cdot CUM_t}{(CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r})^2} \cdot \left[-CUF_t \cdot \frac{a}{a-r} + 2 \cdot (CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}) - CUM_t \right] = 0$$

reduciendo los términos entre paréntesis:

$$-\frac{2 \cdot K \cdot r}{Q^2} + \frac{CUF_t \cdot CUM_t}{(CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r})^2} \cdot (CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}) = 0$$

simplificando los términos que se anulan en el -
cociente y en el denominador:

$$\frac{2 \cdot K \cdot r}{Q^2} = \frac{CUF_t \cdot CUM_t}{CUM_t + CUF_t \cdot \frac{a}{a-r}}$$

despejando Q^2 , se encuentra el valor óptimo:

$$Q^2 = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot r}{CUM_t} \sqrt{\frac{CUM_t + CUF_t \cdot \frac{a}{a-r}}{CUF_t}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot r}{CUM_t} \sqrt{\frac{CUM_t}{CUF_t} + \frac{a}{a-r}}} \quad (1.31)$$

sustituyendo la ec 1.31 en la ec 1.30, se llega:

$$Z_{m\acute{a}x}^+ = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot r}{CUM_t} \sqrt{\frac{CUM_t + CUF_t \cdot \frac{a}{a-r}}{CUF_t}}} \cdot \left(\frac{CUF_t}{CUM_t + CUF_t \cdot \frac{a}{a-r}} \right)$$

finalmente, introduciendo los dos últimos térmi-
nos al radical y efectuando reducciones, se obten-
drá el valor óptimo de $Z_{m\acute{a}x}$.

$$Z_{m\acute{a}x}^+ = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot r}{CUM_t} \sqrt{\frac{CUF_t}{CUM_t + CUF_t \cdot \frac{a}{a-r}}}} \quad (1.32)$$

reemplazando esta en la 1.26, se obtiene el valor

de $S_{m\acute{a}x}$.

$$S_{m\acute{a}x}^+ = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot r}{CUM_t} \sqrt{\frac{CUF_t \cdot \left(\frac{a}{a-r}\right)^2}{CUM_t + CUF_t \cdot \frac{a}{a-r}}}} \quad (1.33)$$

Sustituyendo las ecs 1.31 y 1.33 en la 1.27, se
obtiene el valor óptimo de $F_{m\acute{a}x}$.

$$F_{m\acute{a}x}^+ = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot r}{CUM_t} \left[\sqrt{\frac{CUM_t + CUF_t \cdot \frac{a}{a-r}}{CUF_t}} \sqrt{\frac{CUF_t \cdot \left(\frac{a}{a-r}\right)^2}{CUM_t + CUF_t \cdot \frac{a}{a-r}}} \right]}$$

elevando al cuadrado y desarrollando el binomio:

$$F_{m\acute{a}x}^{+2} = \frac{2 \cdot K \cdot r}{CUM_t} \left[\frac{CUM_t + CUF_t \cdot \frac{a}{a-r}}{CUF_t} - 2 \sqrt{\frac{CUM_t + CUF_t \cdot \frac{a}{a-r}}{CUF_t} \sqrt{\frac{CUF_t \cdot \left(\frac{a}{a-r}\right)^2}{CUM_t + CUF_t \cdot \frac{a}{a-r}}}} + \frac{CUF_t \cdot \left(\frac{a}{a-r}\right)^2}{CUM_t + CUF_t \cdot \frac{a}{a-r}} \right]$$

haciendo operaciones:

$$F_{m\acute{a}x}^{+2} = \frac{2 \cdot K \cdot r}{CUM_t} \left[\frac{CUM_t + CUF_t \cdot \frac{a}{a-r}}{CUF_t} - 2 \frac{a}{a-r} + \frac{CUF_t \cdot \left(\frac{a}{a-r}\right)^2}{CUM_t + CUF_t \cdot \frac{a}{a-r}} \right]$$

obteniendo un común denominador:

$$F_{m\acute{a}x}^{+2} = \frac{2 \cdot K \cdot r}{CUM_t} \left[\frac{CUM_t^2 + 2CUM_t \cdot CUF_t \frac{a}{a-r} + CUF_t^2 \frac{a^2}{(a-r)^2}}{CUF_t} \right]$$

De la ec 1.1: $T_c = \frac{Q}{r}$

dividiendo la ec 1.24 entre la ec 1.1

$$CT_t = CFM_t + CFA_t + CUA_r + \frac{Kr}{Q} + CUM_t \frac{Z_{M\acute{a}x}^2}{Q} \left(\frac{a}{a-r}\right) + CUF_t \frac{F_{M\acute{a}x}^2}{2r} \quad (1.25)$$

Para optimizar, se deriva parcialmente con respecto a $Z_{M\acute{a}x}$ y Q , previa eliminaci3n de $F_{M\acute{a}x}$, que se hace de la siguiente manera:

de la ec 1.8:

$$T_{sa} = \frac{Z_{M\acute{a}x}}{a-r}, \text{ y como (Figs. 5.2 y 5.3), } T_{sa} = \frac{S_{M\acute{a}x}}{a}$$

entonces

$$S_{M\acute{a}x} = Z_{M\acute{a}x} \frac{a}{a-r} \quad (1.26)$$

Considerando las figs. 5.2 y 5.3

$$Q = S_{M\acute{a}x} + F_{M\acute{a}x}$$

de donde:

$$F_{M\acute{a}x} = Q - S_{M\acute{a}x} \quad (1.27)$$

sustituyendo la ec 1.26 en la ec 1.27:

$$F_{M\acute{a}x} = Q - Z_{M\acute{a}x} \frac{a}{a-r} \quad (1.28)$$

Sustituyendo la ec 1.28 en la 1.25, quedar3 eliminado $F_{M\acute{a}x}$:

$$CT_t = CFM_t + CFA_t + CUA_r + \frac{Kr}{Q} + CUM_t \frac{Z_{M\acute{a}x}^2}{2Q} \frac{a}{a-r} + CUF_t \frac{(Q - Z_{M\acute{a}x} \frac{a}{a-r})^2}{2Q} \quad (1.29)$$

Derivando parcialmente con respecto a $Z_{M\acute{a}x}$ esta 3ltima ecuaci3n:

$$\frac{\partial CT_t}{\partial Z_{M\acute{a}x}} + \frac{2CUM_t Z_{M\acute{a}x}}{2Q} \frac{a}{a-r} - 2CUF_t \frac{a}{2(a-r)} \frac{(Q - Z_{M\acute{a}x} \frac{a}{a-r})}{2Q} = 0$$

reduci3ndola a su m3nima expresi3n:

$$CUM_t \cdot Z_{M\acute{a}x}^+ \cdot \frac{a}{a-r} = CUF_t \cdot \frac{a}{a-r} \cdot (Q^+ - Z_{M\acute{a}x}^+ \frac{a}{a-r})$$

Considerando t3rminos semejantes:

$$CUM_t \frac{a}{a-r} Z_{M\acute{a}x}^+ + CUF_t \frac{a}{a-r} \frac{a}{a-r} \cdot Z_{M\acute{a}x}^+ = CUF_t \frac{a}{a-r} \cdot Q^+$$

factorizando $Z_{M\acute{a}x}^+ \frac{a}{a-r}$:

$$Z_{M\acute{a}x}^+ \frac{a}{a-r} (CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}) = CUF_t \cdot \frac{a}{a-r} \cdot Q^+$$

despejando $Z_{M\acute{a}x}^+$:

$$Z_{M\acute{a}x}^+ = Q^+ \left(\frac{CUF_t}{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}} \right) \quad (1.30)$$

Derivando parcialmente con respecto a Q en la ec 1.29:

$$\frac{\partial CT_t}{\partial Q} = \frac{K \cdot r}{Q^2} - CUM_t \frac{Z_{M\acute{a}x}^2}{2Q^2} \cdot \frac{a}{a-r} + 2CUF_t \frac{Q^+ Z_{M\acute{a}x}^+ \frac{a}{a-r}}{2Q^2} - CUF_t \frac{(Q^+ - Z_{M\acute{a}x}^+ \frac{a}{a-r})^2}{2Q^2} = 0$$

Sustituyendo la ec 1.30, esta 3ltima expresi3n y simplificando Q :

$$\begin{aligned} & - \frac{K \cdot r}{Q^2} - CUM_t \cdot \left(\frac{CUF_t}{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}} \right)^2 \frac{a}{2(a-r)} + CUF_t \cdot \\ & \cdot \left(1 - \frac{CUF_t \cdot \frac{a}{a-r}}{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}} \right) - CUF_t \cdot \\ & \frac{(1 - \frac{CUF_t \cdot \frac{a}{a-r}}{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}})^2}{2} = 0 \end{aligned}$$

para reducir a su m3nima expresi3n, se opera la cantidad entre par3ntesis en los dos 3ltimos t3rminos y sacando factor com3n:

$$\frac{CUM_t + CUF_t \cdot \frac{a}{a-r} - CUF_t \cdot \frac{a}{a-r}}{CUM_t + CUF_t \cdot \frac{a}{a-r}} = \frac{CUM_t}{CUM_t + CUF_t \cdot \frac{a}{a-r}}$$

s3stituyendo en su lugar esta expresi3n, multiplicando por 2 y factorizando a :

$$\frac{CUF_t^2 \cdot \left(\frac{a}{a-r}\right)^2 - 2 \frac{a}{a-r} CUF_t CUM_t - 2 \frac{a}{a-r} CUF_t^2}{(CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-2r})}$$

$$\left[\frac{a(a-r)^2 + CUF_t^2 \left(\frac{a}{a-r}\right)^2}{(a-r)^2} \right]$$

asociando términos semejantes y factorizando:

$$F_{\text{máx}} + 2 = \frac{2.K.r}{CUM_t} \left[\frac{CUM_t^2 + 2CUM_t CUF_t \left(\frac{a}{a-r} - \frac{a}{a-r}\right) + CUF_t^2 \left\{ \left(\frac{a}{a-r}\right)^2 - \left(\frac{a}{a-r}\right)^2 \cdot 2 + \left(\frac{a}{a-r}\right)^2 \right\}}{CUF_t} \right]$$

$$\left[\frac{CUF_t^2 \left\{ \left(\frac{a}{a-r}\right)^2 - \left(\frac{a}{a-r}\right)^2 \cdot 2 + \left(\frac{a}{a-r}\right)^2 \right\}}{(CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r})} \right]$$

$$F_{\text{máx}} + 2 = \frac{2.K.r}{CUM_t} \frac{CUM_t^2}{CUF_t (CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r})}$$

finalmente, al sacar raíz cuadrada se llega a:

$$F_{\text{máx}} + 2 = \sqrt{\frac{2.K.r}{CUF_t}} \sqrt{\frac{CUM_t}{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}}} \quad (1.34)$$

Para hallar la expresión óptima de cada uno de los lapsos en estudio, se procede de la manera siguiente:

De la ecuación 1.1

$$T_c = \frac{Q}{r} \quad (1.1)$$

por lo tanto, para calcular el óptimo (sustituyendo la ec 1.31)

$$T_c^+ = \sqrt{\frac{2.K}{r.CUM_t}} \sqrt{\frac{CUM_t}{CUF_t + \frac{a}{a-r}}} \quad (1.35)$$

De la ec 1.4:

$$T_{fa} = \frac{F_{\text{máx}}}{a-r}$$

por lo tanto, el óptimo será: (sustituyendo la 1.34)

$$T_{fa}^+ = \sqrt{\frac{2.K}{CUF_t}} \sqrt{\frac{r}{a-r}} \sqrt{\frac{CUM_t}{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}}} \cdot \frac{1}{a-r} \quad (1.36)$$

$$\text{de la ec 1.8} \quad T_{sa} = \frac{Z_{\text{máx}}}{a-r}$$

sustituyendo la ec 1.32, su valor óptimo será:

$$T_{sa}^+ = \sqrt{\frac{2.K}{CUM_t} \frac{r}{a-r}} \sqrt{\frac{CUF_t}{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}}} \cdot \frac{1}{a-r} \quad (1.37)$$

siguiendo el mismo procedimiento, de la ec 1.12:

$$T_{sr} = \frac{Z_{\text{máx}}}{r}$$

y el óptimo será (sustituyendo la ec 1.32):

$$T_{sr}^+ = \sqrt{\frac{2.K}{CUM_t r}} \sqrt{\frac{CUF_t}{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}}} \quad (1.38)$$

finalmente, de la ec 1.16:

$$T_{fr} = \frac{F_{\text{máx}}}{r}$$

siendo el óptimo (sustituyendo la ec 1.34)

$$T_{fr}^+ = \sqrt{\frac{2.K}{CUF_t r}} \sqrt{\frac{CUM_t}{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}}} \quad (1.39)$$

El costo óptimo por unidad de tiempo para el lapso T, se calcula de la manera siguiente:

Sustituyendo las ecs 1.31, 1.32 y 1.34 en la 1.25, se obtiene el valor óptimo del costo total por unidad de tiempo:

$$CT_t^+ = CFM_t + CFA_t + CUA.r + \frac{2.K.r + CUM_t \frac{a}{a-r}}{2 \sqrt{\frac{2.K.r}{CUM_t}}}$$

$$\frac{\frac{2.K.r}{CUM_t} \frac{CUF_t}{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}} + CUF_t \frac{2.K.r}{CUF_t}}{\sqrt{\frac{CUF_t + CUF_t \frac{a}{a-2r}}{CUF_t}}}$$

$$\frac{CUM_t}{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}}$$

efectuando el cociente:

$$CT_t^+ = CFM_t + CFA_t + CUA.r + \frac{\sqrt{2.K.r.CUM_t}}{2}$$

$$\frac{\sqrt{\frac{CUF_t}{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}}}}{2} + \frac{\frac{a}{a-r} \cdot \sqrt{2.K.r.CUM_t} \left[\frac{CUF_t}{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}} \right]^{\frac{3}{2}}}{2}$$

$$\frac{\sqrt{2.K.r.CUM_t} + \frac{\sqrt{CUF_t} CUM_t}{(CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r})^{\frac{3}{2}}}}{2}$$

factorizando:

$$CT_t^+ = CFM_t + CFA_t + CUA.r + \frac{\sqrt{2.K.r.CUM_t}}{2}$$

$$\frac{\sqrt{\frac{CUF_t}{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}}}}{2} \left(1 + \frac{a}{a-r} \frac{CUF_t}{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}} + \frac{CUM_t}{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}} \right)$$

$$CT_t^+ = CFM_t + CFA_t + CUA.r + \frac{\sqrt{2.K.r.CUM_t}}{2}$$

$$\frac{\sqrt{\frac{CUF_t}{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}}}}{2} \left(\frac{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r} + CUF_t \frac{a}{a-r} + CUM_t}{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}} \right)$$

$$CT_t^+ = CFM_t + CFA_t + CUA.r + \frac{1}{2} \sqrt{2.K.r.CUM_t}$$

$$\frac{\sqrt{CUF_t}}{\sqrt{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}}} \left(\frac{2CUM_t + 2CUF_t \frac{a}{a-2r}}{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-2r}} \right)$$

finalmente:

$$CT_t^+ = CFM_t + CFA_t + CUA.r + \sqrt{2.K.r.CUM_t}$$

$$\frac{\sqrt{CUF_t}}{\sqrt{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}}} \quad (1.40)$$

Para obtener el costo total en el tiempo de estudio T, bastará multiplicar la expresión anterior por él.

$$CT^+ = T(CFM_t + CFA_t) + CUA.r.T + \sqrt{2.K.r.T^2.CUM_t}$$

$$\frac{\sqrt{CUF_t}}{\sqrt{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}}}$$

pero como:

$$CFM = CFM_t.T, CFA = CFA_t.T \text{ y } R = r.T$$

se tendrá

$$CT^+ = CFM + CFA + CUA.R + \sqrt{2.K.R.T.CUM_t}$$

$$\frac{\sqrt{CUF_t}}{\sqrt{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}}} \quad (1.41)$$

5.5.6. RESUMEN DE FORMULAS

NO OPTIMAS

$$Q = T_c r, T_c = \frac{Q}{r} \quad (1.1)$$

$$F_{fa} = F_{\max} - (a-r)t_{fa} \quad (1.2)$$

$$T_{fa} = \frac{F_{\max}}{a-r} \quad (1.4)$$

$$F_{fa} = \frac{F_{\max}^2}{2(a-r)} \quad (1.5)$$

$$Z_{sa} = (a-r)t_{sa} \quad (1.6)$$

$$T_{sa} = \frac{Z_{\max}}{a-r} \quad (1.8)$$

$$Z'_{sa} = \frac{Z^2_{\text{máx}}}{2(a-r)} \quad (1.9)$$

$$Z_{sr} = Z_{\text{máx}} - r t_{sr} \quad (1.10)$$

$$T_{sr} = \frac{Z_{\text{máx}}}{r} \quad (1.12)$$

$$Z'_{sr} = \frac{Z^2_{\text{máx}}}{2r} \quad (1.13)$$

$$F_{fr} = r \cdot t_{fr} \quad (1.14)$$

$$T_{fr} = \frac{F_{\text{máx}}}{r} \quad (1.16)$$

$$F'_{fr} = \frac{F^2_{\text{máx}}}{2r} \quad (1.17)$$

$$CFM_c = CFM_t \frac{Q}{r} \quad (1.18)$$

$$Z = Z'_{sa} + Z'_{sr} = \frac{Z^2_{\text{máx}}}{2r} \left(\frac{a}{a-r} \right) \quad (1.19)$$

$$CVM_c = CUM_t \cdot \frac{Z^2_{\text{máx}}}{2r} \left(\frac{a}{a-r} \right) \quad (1.20)$$

$$CFF_c = 0$$

$$F = F'_{fa} + F'_{fr} = \frac{F^2_{\text{máx}}}{2r}$$

$$CVF_c = CUF_t \frac{F^2_{\text{máx}}}{2r} \quad (1.21)$$

$$CFA_c = CFA_t \cdot \frac{Q}{r} \quad (1.22)$$

$$CVA_c = CUA \cdot Q \quad (1.23)$$

Nota: Para obtener cualquiera de estos costos por unidad de tiempo bastará dividirlos entre el tiempo del ciclo (T_c), o sea entre $\frac{Q}{r}$.

$$CT_c = (CFM_t + CFA_t) \frac{Q}{r} + CUM_t \frac{Z^2_{\text{máx}}}{2r} \frac{a}{a-r} + CUF_t$$

$$\frac{F^2_{\text{máx}}}{2r} + CUA \cdot Q + K \quad (1.24)$$

$$CT_t = CFM_t + CFA_t + CUA \cdot r + \frac{K \cdot r}{Q} + CUM_t \frac{Z^2_{\text{máx}}}{2Q}$$

$$\frac{a}{a-r} + CUF_t \frac{F^2_{\text{máx}}}{2r} \quad (1.25)$$

$$S_{\text{máx}} = Z_{\text{máx}} \frac{a}{a-r} \quad (1.26)$$

$$F_{\text{máx}} = Q - S_{\text{máx}} \quad (1.27)$$

$$F'_{\text{máx}} = Q - Z_{\text{máx}} \frac{a}{a-r} \quad (1.28)$$

$$CT_t = CFM_t + CFA_t + CUA \cdot r + \frac{K \cdot r}{Q} + CUM_t \frac{Z^2_{\text{máx}}}{2Q} \frac{a}{a-r}$$

$$+ CUF_t \frac{(Q - Z_{\text{máx}} \frac{a}{a-r})^2}{2Q} \quad (1.29)$$

OPTIMAS

$$Z^+_{\text{máx}} = Q + \left(\frac{CUF_t}{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}} \right) \quad (1.30)$$

$$Q^+ = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot r}{CUM_t}} \sqrt{\frac{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}}{CUF_t}} = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot r}{CUM_t}} \sqrt{\frac{CUM_t}{CUF_t}} + \frac{a}{a-r} \quad (1.31)$$

$$Z^+_{\text{máx}} = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot r}{CUM_t}} \sqrt{\frac{CUF_t}{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}}} \quad (1.32)$$

$$S^+_{\text{máx}} = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot r}{CUM_t}} \sqrt{\frac{CUF_t \cdot \left(\frac{a}{a-r} \right)^2}{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}}} \quad (1.33)$$

$$F^+_{\text{máx}} = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot r}{CUF_t}} \sqrt{\frac{CUM_t}{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}}} \quad (1.34)$$

$$T^+_c = \sqrt{\frac{2 \cdot K}{r \cdot CUM_t}} \sqrt{\frac{CUM_t}{CUF_t} + \frac{a}{a-r}} \quad (1.35)$$

$$T_{fa}^+ = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot r}{CUF_t \cdot a - r}} \sqrt{\frac{CUM_t}{CUM_t + CUF_t \cdot \frac{a}{a-r}}} \frac{1}{a-r} \quad (1.36)$$

$$T_{sa}^+ = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot r}{CUM_t \cdot a - r}} \sqrt{\frac{CUF_t}{CUM_t + CUF_t \cdot \frac{a}{a-r}}} \frac{1}{a-r} \quad (1.37)$$

$$T_{sr}^+ = \sqrt{\frac{2 \cdot K}{r \cdot CUM_t}} \sqrt{\frac{CUF_t}{CUM_t + CUF_t \cdot \frac{a}{a-r}}} \quad (1.38)$$

$$T_{fr}^+ = \sqrt{\frac{2 \cdot K}{CUF_t \cdot r}} \sqrt{\frac{CUM_t}{CUM_t + CUF_t \cdot \frac{a}{a-r}}} \quad (1.39)$$

$$CT_t^+ = CFM_t + CFA_t + CUA \cdot r + \sqrt{2 \cdot K \cdot r \cdot CUM_t}$$

$$\sqrt{\frac{CUF_t}{CUM_t + CUF_t \cdot \frac{a}{a-r}}} \quad (1.40)$$

$$CT^+ = CFM + CFA + CUA \cdot R + \sqrt{2 \cdot K \cdot R \cdot T \cdot CUM_t}$$

$$\sqrt{\frac{CUF_t}{CUM_t + CUF_t \cdot \frac{a}{a-r}}} \quad (1.41)$$

Cálculo del número de ciclos, N.

De las figuras se observa que:

$$N = \frac{T}{T_c} = \frac{R}{Q} \quad (1.42)$$

Para el caso óptimo:

$$N^+ = \frac{T^+}{T_c^+} = \frac{R}{Q^+} \quad (1.43)$$

RESUMEN DIMENSIONAL

NOTACION	DESCRIPCION	DIMENSIONES	NOTACION	EJEMPLO
Q	ABASTECIMIENTO TOTAL EN UN CICLO	unidades de producto	U	piezas
Q ⁺	ABASTECIMIENTO TOTAL OPTIMO EN UN CICLO	unidades de producto	U	piezas
Z _{máx}	NIVEL DEL INVENTARIO MAXIMO	unidades de producto	U	piezas
Z _{sa}	NIVEL DEL INVENTARIO EN CUALQUIER MOMENTO DURANTE EL ABASTECIMIENTO	unidades de producto	U	piezas
Z _{sr}	NIVEL DEL INVENTARIO EN CUALQUIER MOMENTO DURANTE EL CONSUMO	unidades de producto	U	piezas
Z' _{sa}	NIVEL DEL INVENTARIO EN CUALQUIER MOMENTO DURANTE EL ABASTECIMIENTO POR UNIDAD DE TIEMPO	unidades de producto por unidad de tiempo	U T	piezas/días
Z' _{sr}	NIVEL DEL INVENTARIO EN CUALQUIER MOMENTO DURANTE EL CONSUMO POR UNIDAD DE TIEMPO	unidades de producto por unidad de tiempo	U T	piezas/días
Z	NIVEL DEL INVENTARIO EN CUALQUIER MOMENTO MIENTRAS EXISTA SURTIDO EN EL POR UNIDAD DE TIEMPO	unidades de producto por unidad de tiempo	U T	piezas/días
Z _{máx} ⁺	NIVEL DEL INVENTARIO MAXIMO OPTIMO	unidades de producto	U	piezas
F _{máx}	NIVEL DEL FALTANTE MAXIMO	unidades de producto	U	piezas
F _{fa}	NIVEL DEL FALTANTE EN CUALQUIER MOMENTO DURANTE EL ABASTECIMIENTO	unidades de producto	U	piezas
F _{fr}	NIVEL DEL FALTANTE EN CUALQUIER MOMENTO DURANTE EL CONSUMO	unidades de producto	U	piezas

NOTACION	DESCRIPCION	DIMENSIONES	NOTA CION	EJEMPLO
F'_{fa}	NIVEL DEL FALTANTE - EN CUALQUIER MOMENTO DURANTE EL ABASTECIMIENTO POR UNIDAD DE TIEMPO	unidades de - producto por unidad de - tiempo	U T	piezas/días
F'_{fr}	NIVEL DEL FALTANTE - EN CUALQUIER MOMENTO DURANTE EL CONSUMO, POR UNIDAD DE TIEMPO	unidades de - producto por unidad de - tiempo	U T	piezas/días
F	NIVEL DEL FALTANTE - EN CUALQUIER MOMENTO MIENTRAS EXISTE FALTANTE, POR UNIDAD DE TIEMPO	unidades de - producto por unidad de - tiempo	U T	piezas/días
$F_{m\acute{a}x}^+$	NIVEL DEL FALTANTE - MAXIMO OPTIMO	unidades de - producto	U	piezas
$S_{m\acute{a}x}$	PARTE POSITIVA DE Q	unidades de - producto	U	piezas
$S_{m\acute{a}x}^+$	PARTE POSITIVA DE Q OPTIMA -	unidades de - producto	U	piezas
NOTA: $S_{m\acute{a}x}$ REPRESENTA EN LOS CASOS DE SURTIDO INSTANTANEO EL NIVEL DEL INVENTARIO.				
R	REQUERIMIENTO TOTAL EN EL PERIODO T	unidades de - producto	U	piezas
r	REQUERIMIENTO POR UNIDAD DE TIEMPO	unidades de - <u>producto</u> / unidad de - tiempo	$\frac{U}{T}$	$\frac{\text{piezas}}{\text{día}}$
a	ABASTECIMIENTO POR UNIDAD DE TIEMPO	unidades de - <u>producto</u> / unidad de - tiempo	$\frac{U}{T}$	$\frac{\text{piezas}}{\text{días}}$
T	TIEMPO EN ESTUDIO	unidades de - tiempo	T	días
T_c	TIEMPO DE UN CICLO	unidades de - tiempo	T	días

NOTACION	DESCRIPCION	DIMENSIONES	NOTA CION	EJEMPLO
T_{fa}	DURACION DEL ABASTECIMIENTO EXISTIENDO FALTANTE	unidades de - tiempo	T	días
T_{sa}	DURACION DEL ABASTECIMIENTO CON SURTIDO	unidades de - tiempo	T	días
T_{sr}	DURACION DEL CONSUMO CON SURTIDO	unidades de - tiempo	T	días
T_{fr}	DURACION DEL CONSUMO CON FALTANTES	unidades de - tiempo	T	días
t_{fa}	TIEMPO VARIABLE DEL ABASTECIMIENTO EXISTIENDO FALTANTES	unidad de - tiempo	T	días
t_{sa}	TIEMPO VARIABLE DEL ABASTECIMIENTO CON SURTIDO	unidad de - tiempo	T	días
t_{sr}	TIEMPO VARIABLE DE CONSUMO CON SURTIDO	unidad de - tiempo	T	días
t_{fr}	TIEMPO VARIABLE DE CONSUMO CON FALTANTES	unidad de - tiempo	T	días
T_c^+	TIEMPO DE UN CICLO - OPTIMO	unidad de - tiempo	T	días
T_{fa}^+	DURACION DEL ABASTECIMIENTO EXISTIENDO FALTANTES, OPTIMO	unidad de - tiempo	T	días
T_{sa}^+	DURACION DEL ABASTECIMIENTO CON SURTIDO, OPTIMO	unidad de - tiempo	T	días
T_{sr}^+	DURACION DEL CONSUMO CON SURTIDO, OPTIMO	unidad de - tiempo	T	días
T_{fr}^+	DURACION DEL CONSUMO CON FALTANTE, OPTIMO	unidad de - tiempo	T	días
CFM	COSTO FIJO DE MANTENER EL INVENTARIO EN EL LAPSO T	unidad de evaluación	E	\$

NOTACION	DESCRIPCION	DIMENSIONES	NOTACION	EJEMPLO
FA	COSTO FIJO DE ABASTECER EL INVENTARIO EN EL LAPSO T	unidad de <u>eva</u> luación	E	\$
FM _t	COSTO FIJO DE MANTENER EL INVENTARIO EN LA UNIDAD DE TIEMPO	unidad de <u>eva</u> luación unidad de -- tiempo	$\frac{E}{T}$	$\frac{\$}{\text{día}}$
FAT	COSTO DE ABASTECER - POR UNIDAD DE TIEMPO	unidad de <u>eva</u> luación unidad de -- tiempo	$\frac{E}{T}$	$\frac{\$}{\text{día}}$
UA	COSTO UNITARIO DE ABASTECIMIENTO	unidad de <u>eva</u> luación unidad de pro ducto	$\frac{E}{U}$	$\frac{\$}{\text{pieza}}$
	COSTO DE ARRANQUE O DE PEDIR	unidad de <u>eva</u> luación	E	\$
UM _t	COSTO UNITARIO DE MANTENER POR UNIDAD DE TIEMPO	unidad de <u>eva</u> luación unid. de prod. por tiempo	$\frac{E}{UT}$	$\frac{\$}{\text{pieza día}}$
UF _t	COSTO UNITARIO POR FALTANTE POR UNIDAD DE TIEMPO	unidad de <u>eva</u> luación unid. de prod. por tiempo	$\frac{E}{UT}$	$\frac{\$}{\text{pieza día}}$
FM _c	COSTO FIJO DE MANTENER POR CICLO	unidad de <u>eva</u> luación	E	\$
FAC	COSTO FIJO DE ABASTECER POR CICLO	unidad de <u>eva</u> luación	E	\$
FF _c	COSTO FIJO POR FALTANTES POR CICLO	unidad de <u>eva</u> luación	E	\$
FT	COSTO TOTAL PARA EL LAPSO T	unidad de <u>eva</u> luación	E	\$
FT _c	COSTO TOTAL POR CICLO	unidad de <u>eva</u> luación	E	\$
FT _t	COSTO TOTAL POR UNIDAD DE TIEMPO	unidad de <u>eva</u> luación unidad de -- tiempo	$\frac{E}{T}$	$\frac{\$}{\text{día}}$

NOTACION	DESCRIPCION	DIMENSIONES	NOTACION	EJEMPLO
N	NUMERO DE CICLOS QUE EXISTEN EN T	adimensional	-	-
CVM _c	COSTO VARIABLE DE MANTENER POR CICLO	unidad de <u>eva</u> luación	E	\$
CVA _c	COSTO VARIABLE DE ABASTECER POR CICLO	unidad de <u>eva</u> luación	E	\$
CVF _c	COSTO VARIABLE DEL FALTANTE POR CICLO	unidad de <u>eva</u> luación	E	\$

5.6. SISTEMA DE LOTE ECONOMICO CON SURTIDO LINEAL Y DEMANDA SATISFECHA

Debido a que tanto este sistema, como los de surtido instantáneo son casos particulares del visto en el subcapítulo anterior, sólo se presentan las figuras que ilustran el simulador, la interpretación gráfica general del sistema y el resumen de formulas, así como las razones del cambio de unas por otras (Figs. 5.4 y 5.5)

Para este caso y a diferencia del anterior, lo que interesa es no tener faltantes, situación que se presenta cuando el costo de tenerlos es muy grande, o sea que el costo unitario del faltante (CUF_t) tiende hacia infinito.

En algunos problemas prácticos este costo no es de tal magnitud, pero por políticas propias de una empresa en particular, no se desea tener faltantes, utilizándose como procedimiento de cálculo el dar valor infinito a dicho costo.

Lo que sucede con el simulador es:

Como no se desea tener faltantes, la condición inicial será tener inventario nulo. Por lo que las cuatro etapas quedan como sigue:

Disminución de los faltantes: No existe.

Aumento en el nivel del inventario. En ésta, ocurre lo mismo que en el caso anterior, es decir, aumentando el inventario a un ritmo de $a-r$ unidades de producto por unidad de tiempo, hasta alcanzar su máximo después de un tiempo T_{sa} .

Disminución del inventario. Ocurre lo mismo que para el caso anterior, o sea disminuye el inventario del valor máximo que alcanzó en la etapa anterior, a razón de "r" unidades de producto por unidad de tiempo. Después de un tiempo " T_{sr} " el inventario se ha agotado.

Aumento de los faltantes. Como no se desea, no existirá esta etapa, situación que se evita iniciando el abastecimiento al momento de llegar a "0" el nivel del inventario en la etapa anterior.

5.6.1. MODIFICACION DE LAS ECUACIONES

Lo único que se hace es sustituir el valor infinito, en el costo unitario por faltante, llegando así al siguiente resumen de fórmulas:

5.6.2. RESUMEN DE FORMULAS

NO OPTIMAS

$$Q = T_c r, T_c = \frac{Q}{r} \quad (2.1)$$

como $t_{fa} = 0$ y $F_{m\acute{a}x} = 0$:

$$F_{fa} = 0 - (a-r) 0 = 0 \quad (2.2)$$

$$T_{fa} = \frac{0}{a-r} = 0 \quad (2.4)$$

$$F'_{fa} = \frac{0}{2(a-r)} = 0 \quad (2.5)$$

$$Z_{sa} = (a-r) t_{sa} \quad (2.6)$$

$$T_{sa} = \frac{Z_{m\acute{a}x}}{a-r} \quad (2.8)$$

$$Z'_{sa} = \frac{Z_{m\acute{a}x}^2}{2(a-r)} \quad (2.9)$$

$$Z_{sr} = Z_{m\acute{a}x} - r t_{sr} \quad (2.10)$$

$$T_{sr} = \frac{Z_{m\acute{a}x}}{r} \quad (2.12)$$

$$Z'_{sr} = \frac{Z_{m\acute{a}x}^2}{2r} \quad (2.13)$$

$$F_{fr} = (r) 0 = 0 \quad (2.14)$$

$$T_{fr} = \frac{0}{r} = 0 \quad (2.16)$$

$$F'_{fr} = \frac{0}{2r} = 0 \quad (2.17)$$

$$CFM_c = CFM_t \frac{Q}{r} \quad (2.18)$$

$$Z = Z'_{sa} + Z'_{sr} = \frac{Z_{m\acute{a}x}^2}{2r} \left(\frac{a}{a-r} \right) \quad (2.19)$$

$$CVM_c = CUM_t \cdot \frac{Z_{m\acute{a}x}^2}{2r} \left(\frac{a}{a-r} \right) \quad (2.20)$$

$$CFF_c = 0$$

$$F = 0 + 0 = 0$$

$$CVF_c = \frac{0}{2r} = 0 \quad (2.21)$$

$$CFA_c = CFA_t \cdot \frac{Q}{r} \quad (2.22)$$

$$CVA_c = CUA \cdot Q \quad (2.23)$$

Nota: Para obtener cualquiera de estos costos por unidad de tiempo, será suficiente dividirlos entre el tiempo del ciclo (T_c), o sea entre $\frac{Q}{r}$.

$$CT_c = (CFM_t + CFA_t) \frac{Q}{r} + CUM_t \frac{Z_{m\acute{a}x}^2}{2r} \frac{a}{a-r} + CUA \cdot Q + K \quad (2.24)$$

$$CT_t = CFM_t + CFA_t + CUA \cdot r + CUM_t \frac{Z_{m\acute{a}x}^2}{2Q} + 0 \quad (2.25)$$

$$S_{m\acute{a}x} = Z_{m\acute{a}x} \frac{a}{a-r} \quad (2.26)$$

$$0 = Q - S_{m\acute{a}x}, \text{ o sea } Q = S_{m\acute{a}x} \text{ (se demostrar\acute{a} en los \acute{o}ptimos)} \quad (2.27)$$

$$0 = Q - Z_{m\acute{a}x} \frac{a}{a-r} \quad (2.28)$$

$$CT_t = CFM_t + CFA_t + CUA \cdot r + \frac{K \cdot r}{Q} + CUM_t \frac{Z_{m\acute{a}x}^2}{2Q}$$

$\frac{a}{a-r} + 0$ pero como

$$Q = Z_{m\acute{a}x} \frac{a}{a-r} \text{ (ec 2.28), entonces:}$$

$$CT_t = CFM_t + CFA_t + CUA \cdot r + \frac{K \cdot r}{Q} + CUM_t \frac{Z_{m\acute{a}x}^2}{2} \quad (2.29)$$

OPTIMAS

$$Z_{m\acute{a}x}^+ = Q^+ \left(\frac{\infty}{CUM_t + \frac{a}{a-r}} \right) = Q^+ \left(\frac{1}{0 + \frac{a}{a-r}} \right) = Q^+ \frac{a-r}{a}$$

o sea que:

$$Z_{m\acute{a}x}^+ = Q^+ \frac{a-r}{a} \text{ (n\acute{o}tese que coincide con la ec 2.28)} \quad (2.30)$$

$$Q^+ = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot r}{CUM_t}} \sqrt{\frac{CUM_t}{\infty} + \frac{a}{a-r}} = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot r}{CUM_t}} \sqrt{\frac{a}{a-r}} \quad (2.31)$$

$$Z_{m\acute{a}x}^+ = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot r}{CUM_t}} \sqrt{\frac{\infty}{CUM_t + \frac{a}{a-r}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot r}{CUM_t}} \sqrt{\frac{a-r}{a}} \quad (2.32)$$

$$S_{m\acute{a}x}^+ = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot r}{CUM_t}} \sqrt{\frac{\infty \left(\frac{a}{a-r} \right)^2}{CUM_t + \frac{a}{a-r}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot r}{CUM_t}} \sqrt{\frac{a}{a-r}} \quad (2.33)$$

N\acute{o}tese que: $S_{m\acute{a}x}^+ = Q^+$, cumpli\acute{e}ndose la ec 2.27.

$$F_{m\acute{a}x}^+ = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot r}{\infty}} \sqrt{\frac{CUM_t}{CUM_t + \frac{a}{a-r}}} = 0 \quad (2.34)$$

N\acute{o}tese que se cumpli\acute{o} lo que se deseaba, o sea que $F_{m\acute{a}x} = 0$

$$T_c^+ = \sqrt{\frac{2 \cdot K}{r \cdot CUM_t}} \sqrt{\frac{CUM_t}{\infty} + \frac{a}{a-r}} = \sqrt{\frac{2 \cdot K}{r \cdot CUM_t}} \sqrt{\frac{a}{a-r}} \quad (2.35)$$

$$T_{fa}^+ = \sqrt{\frac{2 \cdot K}{\infty} \frac{r}{a-r}} \sqrt{\frac{CUM_t}{CUM_t + \frac{a}{a-r}} \cdot \frac{1}{a-r}} = 0 \quad (2.36)$$

cumpli\acute{e}ndose lo esperado, o sea que $T_{fa}^+ = 0$

$$T_{sa}^+ = \sqrt{\frac{2 \cdot K}{CUM_t}} \sqrt{\frac{r}{a-r}} \sqrt{\frac{\infty}{CUM_t + \frac{a}{a-r}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot K}{CUM_t}}$$

$$\cdot \sqrt{\frac{r}{a-r}} \quad (2.37)$$

$$T_{sr}^+ = \sqrt{\frac{2 \cdot K}{r \cdot CUM_t}} \sqrt{\frac{\infty}{CUM_t + \frac{a}{a-r}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot K}{r \cdot CUM_t}}$$

$$\cdot \sqrt{\frac{a-r}{a}} \quad (2.38)$$

$$T_{fr}^+ = \sqrt{\frac{2 \cdot K}{\infty}} \sqrt{\frac{CUM_t}{CUM_t + \frac{a}{a-r}}} = 0 \quad (2.39)$$

$$CT_t^+ = CFM_t + CFA_t + CUA \cdot r + \sqrt{2 \cdot K \cdot r \cdot CUM_t}$$

$$\cdot \sqrt{\frac{\infty}{CUM_t + \frac{a}{a-r}}} = CT_t = CFM_t + CFA_t + CUA \cdot r$$

$$+ \sqrt{2 \cdot K \cdot r \cdot CUM_t} \sqrt{\frac{a-r}{a}} \quad (2.40)$$

$$CT^+ = CFM + CFA + CUA.R + \sqrt{2.K.R.T.CUM_t}$$

$$\sqrt{\frac{\infty}{CUM_t + \frac{\infty}{a-r}}}; CT^+ = CFM + CFA + CUA.R + \sqrt{2.K.R.T.CUM_t} \sqrt{\frac{a-r}{a}} \quad (2.41)$$

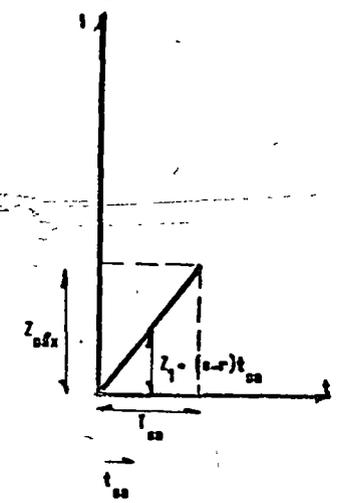
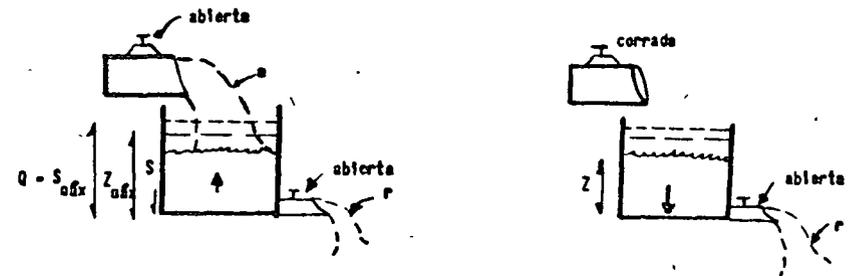
Cálculo del número de ciclos (n).

De las figs. 5.4 y 5.5, puede observarse:

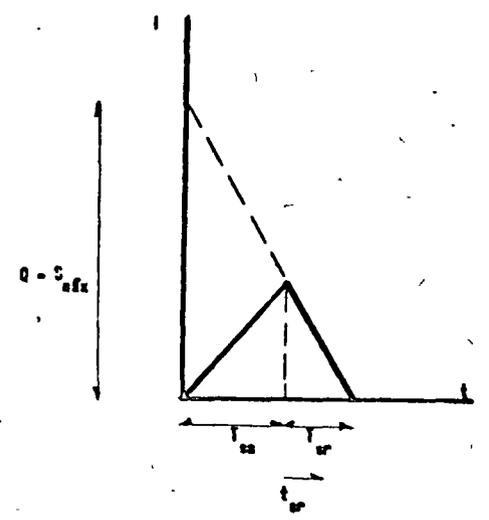
$$N = \frac{T}{T_c} = \frac{R}{Q} \quad (2.42)$$

y para el óptimo:

$$N^+ = \frac{T}{T_c^+} = \frac{R}{Q^+} \quad (2.43)$$



durante t_0 (de 0 a t_0) se abastece linealmente partiendo de 0.



durante t_0 se consume el inventario hasta agotarlo.

Fig. 5.4

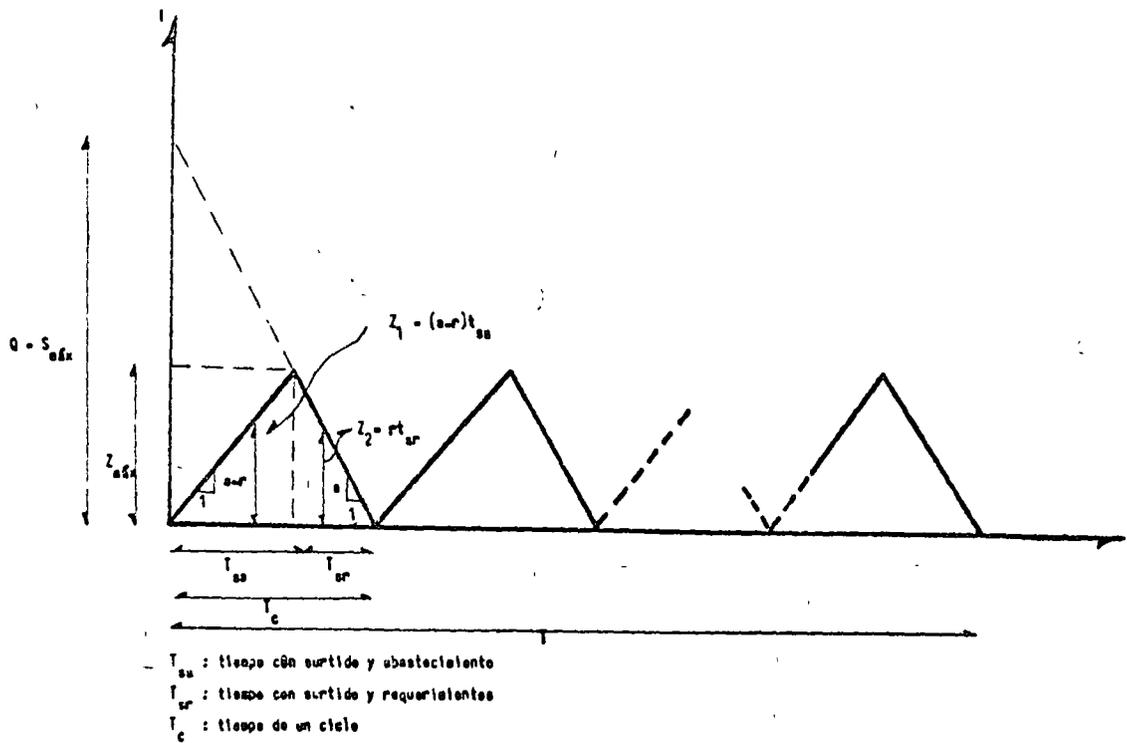


FIG. 5.5. ILUSTRACION GRAFICA GENERAL

5.7. SISTEMA DE LOTE ECONOMICO CON SURTIDO INSTANTANEO Y DEMANDA INSATISFECHA

Como se ha mencionado, este sistema es un caso particular del expuesto en el subcapítulo 5.5, siendo sus cuatro etapas las siguientes:

Aumento en el nivel del inventario. Iniciándose con un faltante máximo, en una diferencial de tiempo que tiende a cero, se eliminan los faltantes y el inventario alcanza su valor máximo ($S_{\text{máx}} = Z_{\text{máx}}$) dado que el surtido es instantáneo.

Disminución en el faltante. Queda incluido en el párrafo anterior.

Disminución del inventario. Este se lleva a cabo en la forma descrita en el subcapítulo 5.5, o sea que disminuye a un ritmo de "r" unidades de producto por unidad de tiempo.

Aumento de los faltantes. Crecen a un ritmo "r" (subcapítulo 5.5).

5.7.1. MODIFICACIONES DE LAS ECUACIONES:

Para obtener las ecuaciones de este sistema, lo único que debe hacerse es considerar un ritmo de producción o surtido "a" tendiente al infinito, y remplazar dicho valor en las ecuaciones anteriores, llegando al resumen que se presenta después.

(Sólo se anotan las expresiones resultantes, quedando para el lector hacer las operaciones necesarias para llegar a ellas).

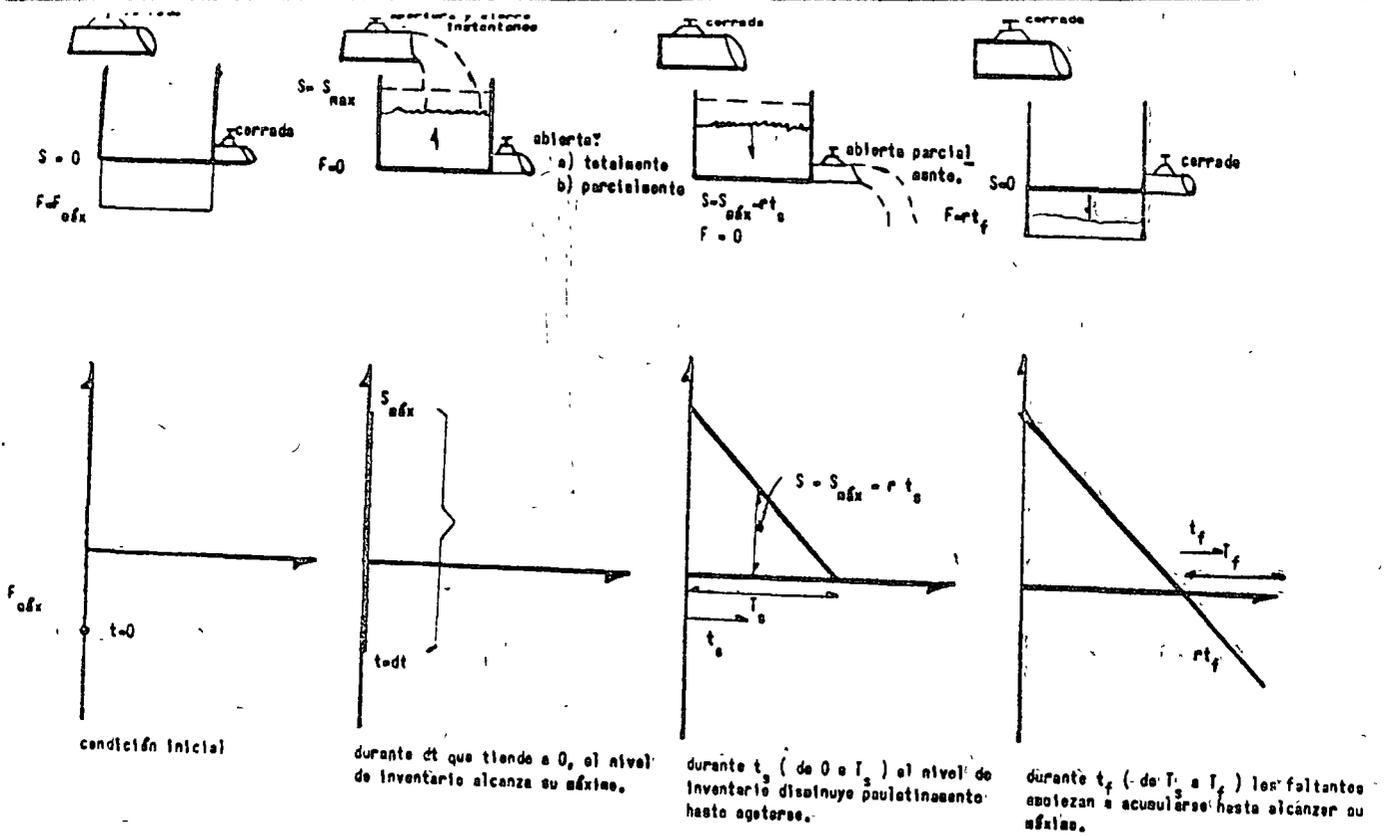
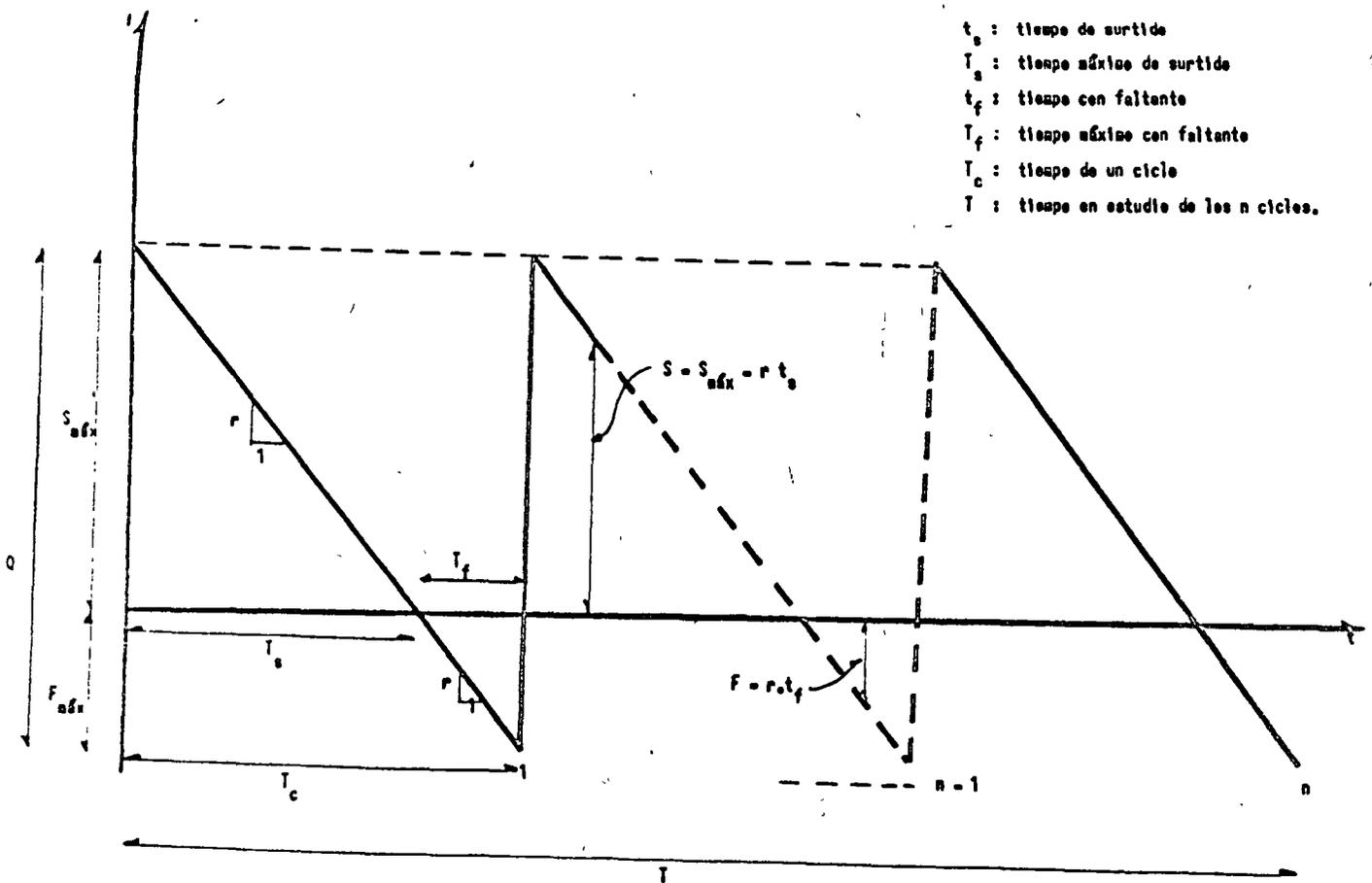


Fig. 5.6. ILUSTRACION SIMULADA Y GRAFICA



- t_s : tiempo de surtida
- T_s : tiempo máximo de surtida
- t_f : tiempo con faltante
- T_f : tiempo máximo con faltante
- T_c : tiempo de un ciclo
- T : tiempo en estudio de los n ciclos.

Fig. 5.7. ILUSTRACION GRAFICA GENERAL

RESUMEN DE FORMULAS

NO OPTIMAS:

$$Q = T_c \cdot r, T_c = \frac{Q}{r} \quad (3.1)$$

$$F_{fa} = 0 \text{ (ya que tiende a infinito y } t_{fa} \text{ a 0)} \quad (3.2)$$

$$T_{fa} = 0 \quad (3.4)$$

$$F'_{fa} = 0 \quad (3.5)$$

$$Z_{sa} = 0 \text{ (ya que tiende a infinito y } t_{sa} \text{ a 0)} \quad (3.6)$$

$$T_{sa} = 0 \quad (3.8)$$

$$Z'_{sa} = 0 \quad (3.9)$$

$$Z_{sr} = Z_{m\acute{a}x} - r t_{sr} = S_{m\acute{a}x} - r t_{sr} \quad (3.10)$$

$$T_{sr} = \frac{Z_{m\acute{a}x}}{r} = \frac{S_{m\acute{a}x}}{r} \quad (3.12)$$

$$Z'_{sr} = \frac{Z_{m\acute{a}x}^2}{2r} = \frac{S_{m\acute{a}x}^2}{2r} \quad (3.13)$$

$$F_{fr} = r \cdot t_{fr} \quad (3.14)$$

$$T_{fr} = \frac{F_{m\acute{a}x}}{r} \quad (3.16)$$

$$F'_{fr} = \frac{F_{m\acute{a}x}^2}{2r} \quad (3.17)$$

$$CFM_c = CFM_t \frac{Q}{r} \quad (3.18)$$

$$Z = Z'_{sr} = \frac{Z_{m\acute{a}x}^2}{2r} \quad (3.19)$$

$$CVM_c = CUM_t \cdot \frac{Z_{m\acute{a}x}^2}{2r} \quad (3.20)$$

$$CFF_c = 0$$

$$F = F'_{rf} = \frac{F_{m\acute{a}x}^2}{2r} \quad (3.21)$$

$$CVF_c = CUF_t \frac{F_{m\acute{a}x}^2}{2r} \quad (3.21)$$

$$CFA_c = CFA_t \frac{Q}{r} \quad (3.22)$$

$$CVA_c = CUA \cdot Q \quad (3.23)$$

Nota: Para obtener cualquiera de estos costos por unidad de tiempo, bastará dividirlos entre la duraci3n de un ciclo (T_c), o sea $\frac{Q}{r}$.

$$CT_c = (CFM_t + CFA_t) \frac{Q}{r} + CUM_t \frac{Z_{m\acute{a}x}^2}{2r} + CUA \cdot Q + K$$

$$= (CFM_t + CFA_t) \frac{Q}{r} + CUM_t \frac{S_{m\acute{a}x}^2}{2r} + CUA \cdot Q + K \quad (3.24)$$

$$CT_t = CFM_t + CFA_t + CUA \cdot r + \frac{K \cdot r}{Q} + CUM_t \frac{Z_{m\acute{a}x}^2}{2Q}$$

$$= CFM + CFA + CUA \cdot r + \frac{K \cdot r}{Q} + CUM_t \frac{S_{m\acute{a}x}^2}{2Q} \quad (3.25)$$

$$S_{m\acute{a}x} = Z_{m\acute{a}x} \quad (3.26)$$

$$F_{m\acute{a}x} = Q - S_{m\acute{a}x} = Q - Z_{m\acute{a}x} \quad (3.27)$$

$$F'_{m\acute{a}x} = Q - Z_{m\acute{a}x} \quad (3.28)$$

$$CT_t = CFM + CFA + CUA \cdot r + \frac{K \cdot r}{Q} + CUM_t \frac{S_{m\acute{a}x}^2}{2Q} \quad (3.29)$$

OPTIMAS

$$Z_{m\acute{a}x}^+ = Q^+ \left(\frac{CUF_t}{CUM_t + CUF_t} \right) \quad (3.30)$$

$$Q^+ = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot r}{CUM_t} \frac{CUM_t + CUF_t}{CUF_t}} \quad (3.31)$$

$$Z_{m\acute{a}x}^+ = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot r}{CUM_t}} \sqrt{\frac{CUM_t + CUF_t}{CUF_t}} \quad (3.32)$$

$$S_{m\acute{a}x}^+ = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot r}{CUM_t}} \sqrt{\frac{CUM_t + CUF_t}{CUF_t}} \quad (\text{n3tese que } Z_{m\acute{a}x}^+ = S_{m\acute{a}x}^+) \quad (3.33)$$

$$F_{m\acute{a}x}^+ = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot r}{CUF_t}} \sqrt{\frac{CUM_t}{CUM_t + CUF_t}} \quad (3.34)$$

$$T_c^+ = \sqrt{\frac{2 \cdot K}{r \cdot CUM_t}} \sqrt{\frac{CUM_t + CUF_t}{CUF_t}} \quad (3.35)$$

$$T_{fa}^+ = 0 \text{ y } T_{sa}^+ = 0 \quad (3.36 \text{ y } 3.37)$$

$$T_{sr}^+ = \sqrt{\frac{2 \cdot K}{CUM_t}} \sqrt{\frac{CUF_t}{CUM_t + CUF_t}} \quad (3.38)$$

$$T_{fr}^+ = \sqrt{\frac{2 \cdot K}{CUF_t}} \sqrt{\frac{CUM_t}{CUM_t + CUF_t}} \quad (3.39)$$

$$CT_t^+ = CFM_t + CFA_t + CUA \cdot r + \sqrt{2 \cdot K \cdot r \cdot CUM_t}$$

$$\frac{CUF_t}{CUM_t + CUF_t} \quad (3.40)$$

$$CT^+ = CFM + CFA + CUA \cdot R + \sqrt{2 \cdot K \cdot R \cdot T \cdot CUM_t}$$

$$\frac{CUF_t}{CUM_t + CUF_t} \quad (3.41)$$

$$N = \frac{T}{T_c} = \frac{R}{Q} \quad (3.42)$$

$$N^+ = \frac{T}{T_c^+} = \frac{R}{Q^+} \quad (3.43)$$

5.8. SISTEMA DE LOTE ECONOMICO CON SURTIDO INSTANTANEO Y DEMANDA SATISFECHA

Este sistema es un caso particular de cualquiera de los tres vistos anteriormente, ya que se eliminan tanto los faltantes como el surtido lineal.

Así, las cuatro etapas quedarán reducidas sólo a dos, que son:

Aumento en el nivel del inventario. La condición inicial se presenta cuando el inventario es nulo, aumentando rápidamente en una diferencial de tiempo, hasta tomar el valor máximo. Esto hará que el flujo de abastecimiento tienda al infinito, como se vió en el subcapítulo 5.7.

Disminución del inventario. Este se lleva a cabo en la forma que se vió anteriormente, o sea a razón de "r" unidades de producto por unidad de tiempo, desde luego que al agotarse el inventario se vuelva a abastecer, impidiendo con ello los faltantes, situación que hará que el costo de los mismos tomen el valor infinito, como se hizo en el subcapítulo 5.6.

Del resumen de fórmulas que aparece a continuación y de las Figs. 5.8 y 5.9, se desprende que el abastecimiento total "Q", el inventario máximo para abastecimiento lineal "Z" y el de surtido instantáneo "S" serán iguales, quedando el resumen de fórmulas como se presenta.

RESUMEN DE FORMULAS

$$Q = S_{\text{máx}} = Z_{\text{máx}} = T_c \cdot r, \quad T_c = \frac{Q}{r} = \frac{S_{\text{máx}}}{r} = \frac{Z_{\text{máx}}}{r} \quad (4.1)$$

$$F_{fa} = 0 \quad (4.2)$$

$$T_{fa} = 0 \quad (4.4)$$

$$F'_{fa} = 0 \quad (4.5)$$

$$Z_{sa} = 0 \quad (4.6)$$

$$T_{sa} = dt \rightarrow 0 \quad (4.8)$$

$$Z'_{sa} = 0 \quad (4.9)$$

$$Z_{sr} = S_{sr} = Q - rt_{sr} = Z_{\text{máx}} - rt_{sr} = S_{\text{máx}} - rt_{sr} \quad (4.10)$$

$$T_{sr} = \frac{Q}{r} = \frac{Z_{\text{máx}}}{r} = \frac{S_{\text{máx}}}{r} = T_c \quad (4.12)$$

$$Z'_{sr} = \frac{Q^2}{2r} = \frac{Z_{m\acute{a}x}^2}{2r} = \frac{S_{m\acute{a}x}^2}{2r} \quad (4.13)$$

$$F_{fr} = 0 \quad (4.14)$$

$$T_{fr} = 0 \quad (4.16)$$

$$F'_{fr} = 0 \quad (4.17)$$

$$CFM_c = CFM_t \frac{Q}{r} \quad (4.18)$$

en adelante sólo mencionaremos a Q omitiendo a $Z_{m\acute{a}x}$ y a $S_{m\acute{a}x}$, ya que son iguales.

$$Z = Z'_{sa} + Z'_{sr} = Z'_{sr} = \frac{Q^2}{2r} \quad (4.19)$$

$$CVM_c = CUM_t - \frac{Q^2}{2r} \quad (4.20)$$

$$F = F'_{fa} + F'_{fr} = 0 \quad (4.21)$$

$$CVF_c = \infty \times 0 \quad (4.21)$$

$$CFA_c = CFA_t \frac{Q}{r} \quad (4.22)$$

$$CVA_c = CUA.Q \quad (4.23)$$

Nota: Para obtener cualquiera de estos costos por unidad de tiempo bastará dividirlos entre el tiempo del ciclo (T_c), o sea entre $\frac{Q}{r}$.

$$CT_c = (CFM_t + CFA_t) \frac{Q}{r} + CUM_t \frac{Q^2}{2r} + 0 + CUA.Q + K \quad (4.24)$$

$$CT_t = CFM_t + CFA_t + CUA.r + \frac{K.r}{Q} + CUM_t \frac{Q}{2} \quad (4.25)$$

$$S_{m\acute{a}x} = Z_{m\acute{a}x} \quad (4.26)$$

$$F_{m\acute{a}x} = Q - S_{m\acute{a}x} = Q - Q = 0 \quad (4.27)$$

$$F'_{m\acute{a}x} = 0 \quad (4.28)$$

$$CT_t = CFM_t + CFA_t + CUA.r + CUM_t \frac{Q}{2} \quad (4.29)$$

OPTIMAS

$$Z_{m\acute{a}x}^+ = Q^+ \quad (4.30)$$

$$Q^+ = \sqrt{\frac{2.K.r}{CUM_t}} \quad (4.31)$$

$$Z_{m\acute{a}x}^+ = Q^+ = \sqrt{\frac{2.K.r}{CUM_t}} \quad (4.32)$$

$$S_{m\acute{a}x}^+ = Q^+ = Z_{m\acute{a}x}^+ = \sqrt{\frac{2.K.r}{CUM_t}} \quad (4.33)$$

$$F_{m\acute{a}x}^+ = 0 \quad (4.34)$$

$$T_c^+ = T_{sr}^+ = \sqrt{\frac{2.K}{rCUM_t}} \quad (4.35 \text{ y } 4.38)$$

$$T_{fa}^+ = T_{sa}^+ = T_{fr}^+ = 0 \quad (4.36, 4.37 \text{ y } 4.39)$$

$$CT_t^+ = CFM_t + CFA_t + CUA.r + \sqrt{2.K.r.CUM_t} \quad (4.40)$$

$$CT^+ = CFM + CFA + CUA.R + \sqrt{2.K.R.T.CUM_t} \quad (4.41)$$

$$N = \frac{T}{T_c} = \frac{R}{Q} \quad (4.42)$$

$$N^+ = \frac{T}{T_c^+} = \frac{R}{Q^+} \quad (4.43)$$

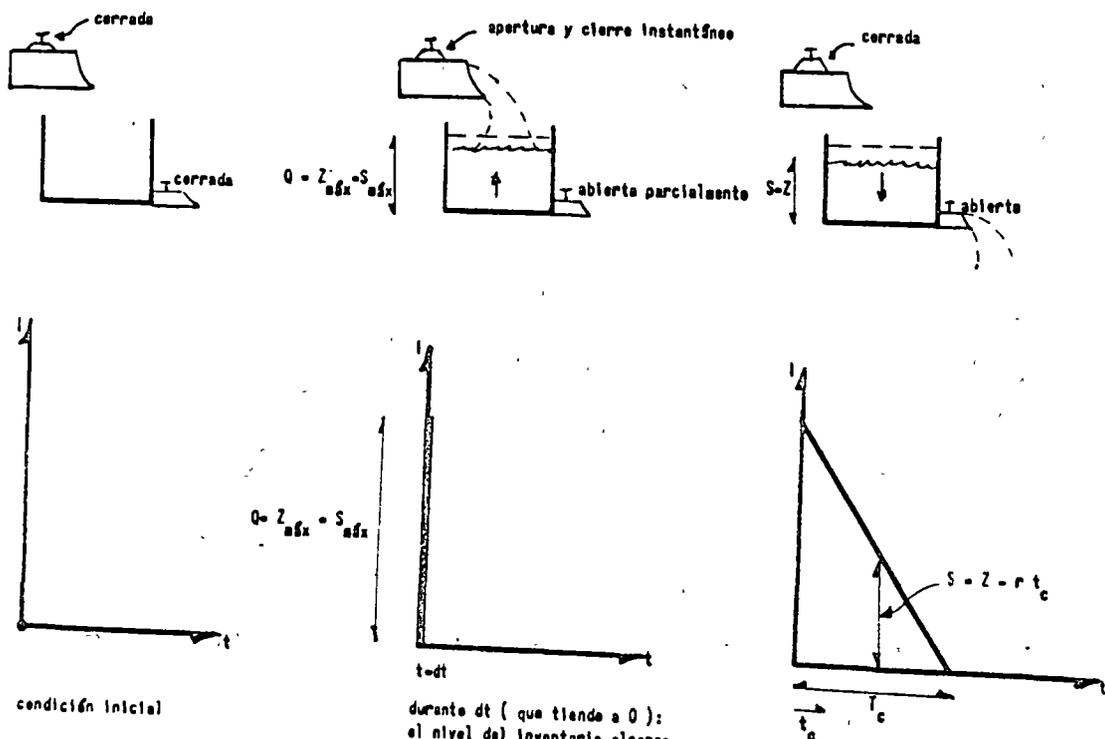


Fig. 5.8. INTERPRETACION SIMULADA Y GRAFICA

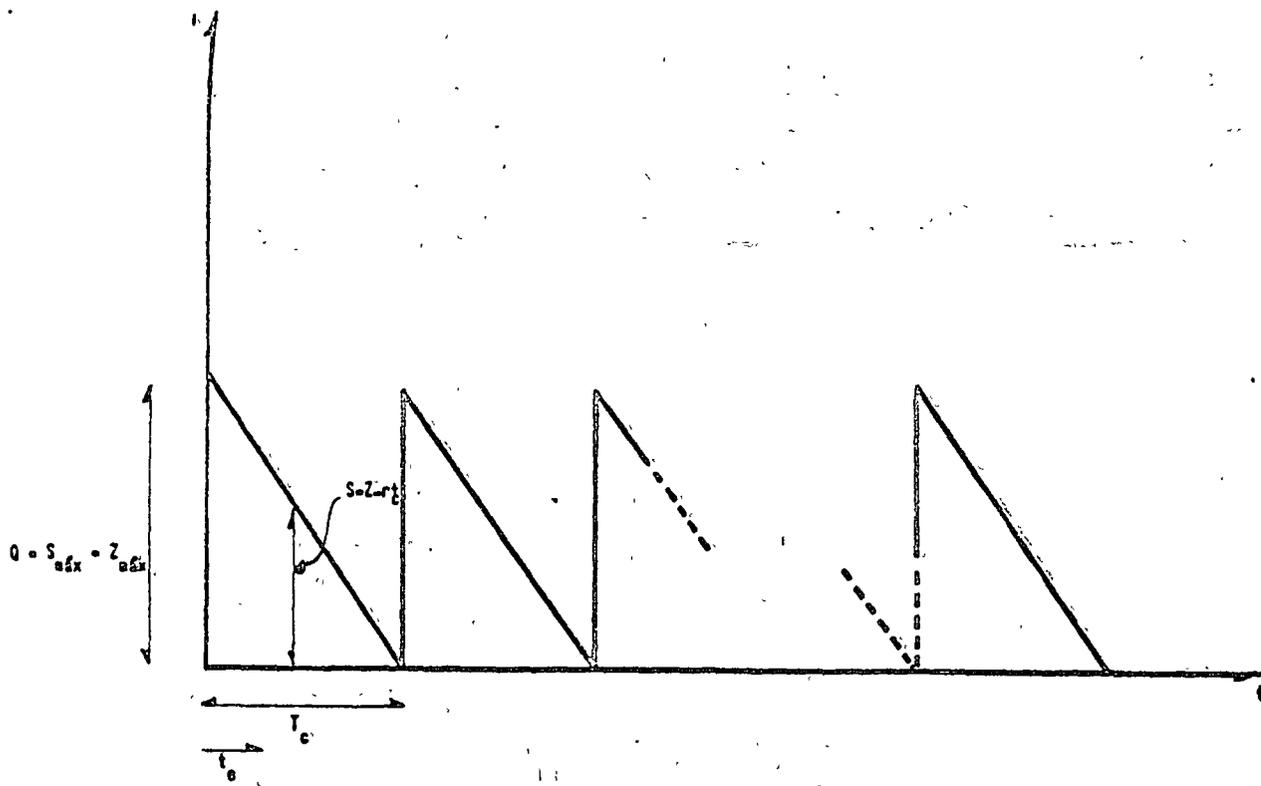


Fig. 5.9. INTERPRETACION GRAFICA GENERAL

POLITICAS CUANDO EXISTEN DESCUENTOS POR CANTIDADES

Hasta aquí se ha considerado que para cualquier nivel de inventario, los costos que en él intervienen, fijos o por unidad, son constantes, pero ¿esto ocurre en la práctica? desde luego que no, lo que sí ocurre con frecuencia es que son constantes dentro de un intervalo o bien cambian en un momento dado. Para resolver estas situaciones, pueden darse las siguientes soluciones:

- a) Si el cambio se efectúa de un momento a otro, se deben recalcular los parámetros óptimos, y con ello se resuelve el problema.
- b) Si esos cambios están sujetos a un determinado nivel de inventario, de faltante y/o de abastecimiento, el problema es un poco más complejo en cuanto a la toma de la decisión que lo resuelva.

Ejemplos de la ocurrencia de estos son:

Aumento en los costos fijos de mantener por no ser suficiente el almacén (recipiente) que contiene al inventario, lo cual representa la existencia de un límite después del cual debe adquirirse un nuevo almacén.

Aumento en el costo unitario del faltante por unidad de tiempo (CUM_t) a determinado nivel de estos, que puede deberse a varias causas, como pérdida de mercado por no surtir, políticas de la empresa, etc..

Descuentos por cantidades a determinado abastecimiento, tales como descuentos en materias primas, productos terminados, etc..

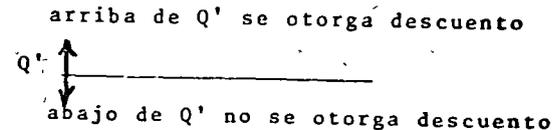
Así, se puede citar gran número de aumentos sujetos a descuentos de cantidades que pueden presentarse simultáneamente o en forma individual, por lo cual existirán una infinidad de formas para tomar dichas decisiones. Por lo tanto, se ha anotado una sola política de decisión, a fin de ilustrar sólo el razonamiento que puede seguirse en cada problema en particular, y es el anotado en el título de este subcapítulo.

5.9.1. Análisis del problema

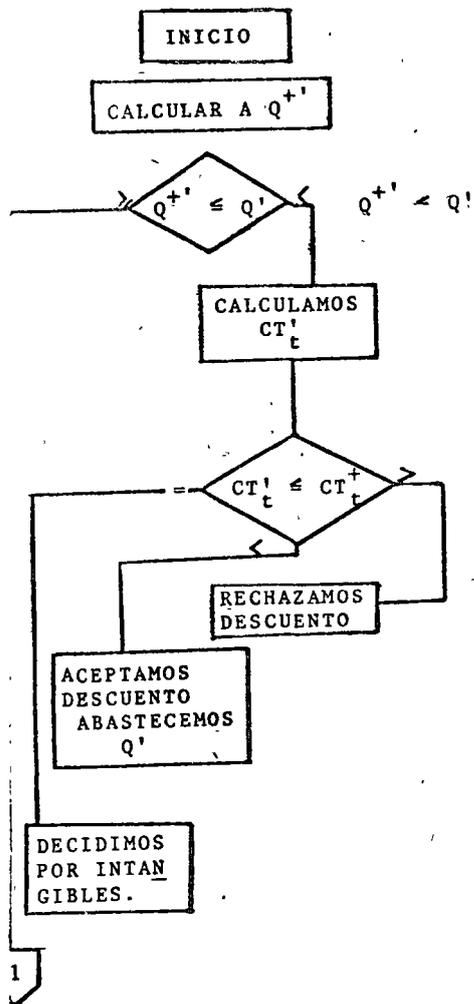
Cuando se otorgan descuentos por cantidades, éstos afectan los costos, principalmente al costo

unitario de abastecer, por incluir al precio, y al costo unitario de mantener por unidad de tiempo (CUM_t) por considerarse en este el costo de capital. Si el capital invertido es menor, también lo será su costo. Desde luego, no son las únicas causas ni tampoco los únicos que se pueden alterar.

Como se ha dicho, esto implicará que a un determinado valor del abastecimiento (Q), se otorgará dicho descuento (límite) al que se denomina Q' , y que simbólicamente se representa:



Dicha situación implica una decisión, puesto -- que es probable que al comprar al nuevo precio, implique erogar un gasto mayor por almacenamiento que el ahorro obtenido con el descuento, situación que desde luego no es deseable; así, se puede escribir el siguiente árbol de decisiones:



Q^+ , se calcula con los nuevos costos

¿Es suficiente el nuevo valor de Q^+ para conseguir el descuento?

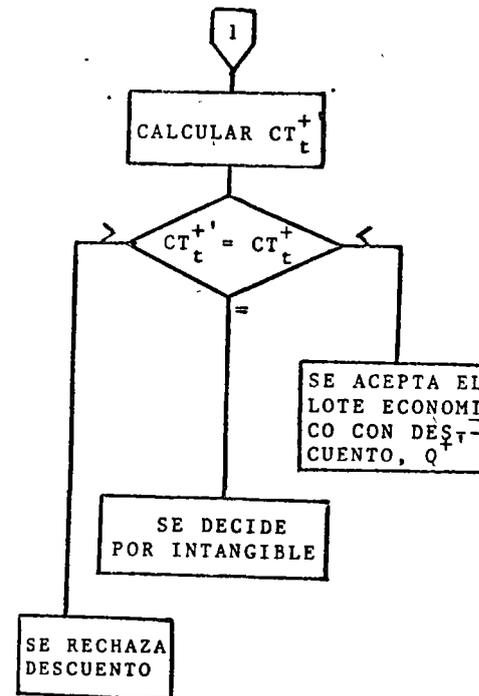
Como no se alcanza el descuento, se calcula el costo total por unidad de tiempo, pues existe la posibilidad de que el costo en el límite de ruptura sea menor que el anterior. (Nota: este costo se calcula con las ecuaciones no óptimas).

¿Es menos o igual el costo en el límite que el costo óptimo anterior?

Si es mayor, se rechaza por incosteable y se opera con los costos anteriores.

Si es menor, se acepta el límite de ruptura por ser más económico.

Si es igual, la decisión está en función de los intangibles de la situación.



En caso de ser mayor el lote económico óptimo con los nuevos costos que el límite de ruptura, debe observarse si el costo total por unidad de tiempo para dichos costos nuevos es menor que el anterior.

Si es menor el costo total nuevo, se acepta y solicita un abastecimiento de Q^+ unidades de producto.

En caso de ser iguales, la decisión será tomada por los intangibles que existan al efectuar el abastecimiento.

No se acepta el descuento por incosteable.

Conviene aclarar, que al calcular el costo total para el límite de ruptura, es necesario conocer la proporción que existe entre $Z_{m\acute{a}x}^+$ y Q , con objeto de conocer el primero; éste parámetro interviene en las ecuaciones no óptimas con que se calculará dicho costo. Si se desea conocer la proporción óptima, puede obtenerse del cociente de las ecs 1.31 y 1.32 (para el caso más general tratado en los subcapítulos anteriores), de la siguiente forma:

$f_{Z_{m\acute{a}x}^+, Q} = \frac{Z_{m\acute{a}x}^+}{Q}$ y que en función de los costos quedará:

$$f_{Z_{m\acute{a}x}^+, Q} = \frac{\sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot r}{CUM_t}} \sqrt{\frac{CUF_t}{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}}}}{\sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot r}{CUM_t}} \sqrt{\frac{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}}{CUF_t}}} = \frac{CUF_t}{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}}$$

Aplicando las modificaciones para sus casos particulares, se obtiene (subcapítulo 5.6):

Lote económico con abastecimiento lineal y demanda satisfecha:

$$f_{Z_{\text{máx}}, Q}^+ = \frac{a-r}{a}$$

Lote económico con abastecimiento instantáneo y demanda insatisfecha (subcapítulo 5.7):

$$f_{Z_{\text{máx}}, Q}^+ = \frac{CUF_t}{CUM_t + CUF_t}$$

Lote económico con abastecimiento instantáneo y demanda satisfecha (subcapítulo 5.8):

$$f_{Z_{\text{máx}}, Q}^+ = 1$$

Por lo tanto, el procedimiento de cálculo será:

1. Calcular dicho factor de proporción
2. Calcular $Z_{\text{máx}}$ (no óptima):

$$Z_{\text{máx}} = Q \cdot f_{Z_{\text{máx}}, Q}^+$$

3. Calcular el costo buscado (CT_t') con esos datos.

Con este razonamiento se está en posibilidad de resolver cualquier problema específico que se presente, buscando sólo el árbol de decisión adecuado.

10. SISTEMAS DE VARIOS PRODUCTOS

En los capítulos anteriores se ha estudiado la planeación de los inventarios para un solo producto, pero ¿qué sucede cuando se tiene que planear varios? La respuesta a esta interrogante puede resolverse de acuerdo a las condiciones de abastecimiento que se tengan en el problema específico, pudiéndose tener éste de diversas formas:

1. Si el abastecimiento proviene de una fuente, o de una por cada inventario pero con surtido instantáneo, podrá abastecerse a todos en cualquier momento y en consecuencia, la planeación podrá hacerse en forma individual.

2. Si el abastecimiento se realiza linealmente, pero con una fuente para cada inventario, no existirá problema alguno y la planeación se hará individualmente.

3. Si el abastecimiento es lineal y de una sola fuente para todos los inventarios, se presentan dos casos:

a) El tiempo que se invierte en surtir todos los inventarios es mayor que el tiempo de cada uno de sus ciclos individualmente, situación que permite surtir a cada uno de ellos, mientras los demás se están consumiendo.

b) El tiempo de surtido a todos los inventarios es menor que algún o algunos en la duración de su ciclo, derivado de la planeación individual. En este caso, no se podrá surtir a estas excepciones, o parte de ellas, en el tiempo de abastecimiento total asignado.

Esta situación puede expresarse con la siguiente desigualdad:

$$T_{c1}, T_{c2}, T_{c3}, \dots, T_{ci} > T_{a1} + T_{a2} + T_{a3} + \dots, T_{am}$$

o bien:

$$T_{ci} > \sum T_{ai} \quad i = 1, 2, 3, \dots, m$$

donde:

T_c tiempo de ciclo de cada producto planeado individualmente

T_a duración del tiempo de abastecimiento de cada producto planeado individualmente. (En el caso más general, $T_a = T_{fa} + T_{sa}$).

Precisamente, el objetivo de esta parte del trabajo es la resolución de este problema, ya que los demás se resolverán con lo visto en los subcapítulos anteriores.

Dicha solución es igualar el número de ciclos para cada producto en el tiempo en estudio T , o de otra manera, que todos los productos tengan igual duración en sus ciclos; situación que puede lograrse de la manera siguiente:

De la ec 1.42:

$$Q_i = \frac{R_i}{N_i}$$

(Nota: Se emplea el subíndice \bar{i} para diferenciar los diversos productos).

Pero como se intenta que el número de ciclos sea igual, se tendrá:

$$N_i = N_m, \text{ para toda } i$$

por lo que la ecuación anterior quedará:

$$Q_i = \frac{R_i}{N_m}$$

además:

$$R_i = r_i T$$

entonces:

$$Q_i = \frac{r_i T}{N_m} \quad (6.1)$$

pero en el subcapítulo anterior se definió un factor de proporción entre $Z_{m\bar{x}}$ y Q , que se llama

$$f_{Z_{m\bar{x}}, Q_i}$$

el cual puede ser óptimo o no, y puede definirse arbitrariamente conforme a los requerimientos, y óptimamente será:

$$f_{Z_{m\bar{x}}, Q_i} = \frac{CUF_t}{CUM_t + CUF_t \frac{a}{a-r}}$$

A fin de simplificar su escritura, para este análisis se denotará, en las demostraciones, simplemente "f".

Por lo tanto, $Z_{m\bar{x}}$ vale:

$$Z_{m\bar{x}} = f \cdot Q_i = f \cdot \frac{r_i T}{N_m}$$

sustituyendo ambas en la ec 1.29, se obtiene:

$$CT_{t_i} = CFM_{t_i} + CFA_{t_i} + CUA_i \cdot r_i + \frac{K_i \cdot r_i}{r_i T} N_m + CUM_{t_i}$$

$$\frac{(f \frac{r_i T}{N_m})^2}{\frac{r_i T}{N_m}} + CUF_{t_i} \frac{(\frac{r_i T}{N_m})^2 (1 - f_i \frac{a_i}{a_i - r_i})^2}{2 \frac{r_i T}{N_m}}$$

simplificando y factorizando:

$$CT_{t_i} = CFM_{t_i} + CFA_{t_i} + CUA_i \cdot r_i + \frac{K_i N_m}{T} + CUM_{t_i} \frac{f_i^2 r_i T}{2 N_m}$$

$$\frac{a_i}{a_i - r_i} + CUF_{t_i} \frac{r_i T}{2 N_m} (1 - f_i \frac{a_i}{a_i - r_i})^2$$

$$CT_{t_i} = CFM_{t_i} + CFA_{t_i} + CUA_i \cdot r_i + \frac{K_i N_m}{T} + (\frac{r_i T}{2 N_m}) \cdot$$

$$\cdot (CUM_{t_i} f_i^2 \frac{a_i}{a_i - r_i} + CUF_{t_i} (1 - f_i \frac{a_i}{a_i - r_i})^2)$$

sumando ahora los costos de los m productos:

$$\sum CT_{t_i} = \sum CFM_{t_i} + \sum CFA_{t_i} + \sum (CUA_i \cdot r_i) + \sum \frac{K_i N_m}{T} + \frac{T}{2 N_m} \cdot$$

$$\sum r_i (CUM_{t_i} f_i^2 \frac{a_i}{a_i - r_i} + CUF_{t_i} (1 - f_i \frac{a_i}{a_i - r_i})^2)$$

derivando esta expresión con respecto a N_m , se obtiene el valor de ésta, que minimiza los costos:

$$\frac{d \sum CT_{t_i}}{d N_m} = 0 + 0 + 0 + \sum \frac{K_i}{T} + \frac{T}{2 N_m^2} \sum r_i (CUM_{t_i} f_i^2 \frac{a_i}{a_i - r_i}$$

$$+ CUF_{t_i} (1 - f_i \frac{a_i}{a_i - r_i})^2) = 0$$

despejando N_m se obtiene su valor óptimo:

$$N_m = \sqrt{\frac{\sum r_i (CUM_{t_i} f_i^2 \frac{a_i}{a_i - r_i} + CUF_{t_i} (1 - f_i \frac{a_i}{a_i - r_i})^2)}{2 \sum K_i}} T \quad (6.2)$$

reemplazando ahora el valor de la fracción óptima tendremos:

$$N_m^+ = T \sqrt{\frac{\sum r_i (CUM_{t_i} \frac{CUF_{t_i}^2}{(CUM_{t_i} + CUF_{t_i} \frac{a_i}{a_i - r_i})^2} \frac{a_i}{a_i - r_i})}{2 \sum K_i}} + CUF_{t_i} \frac{CUM_{t_i}^2}{(CUM_{t_i} + CUF_{t_i} \frac{a_i}{a_i - r_i})^2}$$

La cual puede simplificarse en la forma:

$$N_m^+ = T \sqrt{\frac{\sum r_i \frac{CUM_{t_i} CUF_{t_i}}{CUM_{t_i} + CUF_{t_i} \frac{a_i}{a_i - r_i}}}{2 \sum K_i}}$$

pero como:

$$f_i^+ = \frac{CUF_{t_i}}{CUM_{t_i} + CUF_{t_i} \frac{a_i}{a_i - r_i}}$$

en forma general puede escribirse:

$$N_m^+ = T \sqrt{\frac{\sum r_i CUM_{t_i} f_i^+}{2 \sum K_i}} \quad (6.3)$$

La ec 6.3 permite pasar del caso general estudiado en el subcapítulo 5.5, a cualquiera de los casos particulares (subcapítulo 5.6 a 5.8), sustituyendo en esta el valor correspondiente a la fracción f_i , o sea que para:

Sistema con surtido lineal y demanda satisfecha:

$$f_i^+ = \frac{a_i - r_i}{a_i}$$

Sistema con surtido instantáneo y demanda insatisfecha:

$$f_i^+ = \frac{CUF_{t_i}}{CUM_{t_i} + CUF_{t_i}}$$

Sistema con surtido instantáneo y demanda satisfecha:

$$f_i^+ = 1$$

Se ha supuesto que todos los productos tienen el mismo sistema, situación que no suele ocurrir en la práctica y que se podría solucionar modificando la ecuación antes expuesta:

Considérese un subíndice diferente para cada uno de los dos sistemas que pueden caer en este problema (con surtido lineal) y que en forma indistinta pueden ser:

j, K

quedando dicha ecuación:

$$N_m^+ = T \sqrt{\frac{\sum r_j CUM_{t_j} f_j^+ + \sum r_K CUM_{t_K} f_K^+}{2 \sum K_j + 2 \sum K_K}} \quad (6.4)$$

Para encontrar el costo total por producto, bastará - reemplazar el valor óptimo de N_m (ecs 6.3 o 6.4) en la ecuación que define el costo m total por producto en función de esta constante.

Para encontrar el costo total se sustituye la ec 6.3 en la que define la suma de todos los costos totales - por producto:

$$\sum CT_{t_i}^+ = \sum CFM_{t_i} + \sum CFA_{t_i} + \sum CUA_{t_i} \cdot r_i + \sqrt{\frac{\sum r_i CUM_{t_i} f_i^+}{2 \sum K_i}}$$

$$\cdot \sum K_i + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2 \sum K_i}{\sum r_i CUM_{t_i} f_i^+}} \sum (CUM_{t_i} f_i^+ \frac{a_i}{a_i - r_i} +$$

$$CUF_{t_i} (1 - f_i^+ \frac{a_i}{a_i - r_i})^2) r_i$$

En la demostración de N_m^+ puede observarse que el valor entre paréntesis equivale a $CUM_{t_i} f_i^+$, y sustituyendo en la ecuación que se está usando, lleva a:

$$\sum CT_{t_i}^+ = \sum CFM_{t_i} + \sum CFA_{t_i} + \sum CUA_{t_i} \cdot r_i +$$

$$\sqrt{(\sum r_i CUM_{t_i} f_i^+) (\frac{\sum K_i}{2})} + \sqrt{(\sum r_i CUM_{t_i} f_i^+) (\frac{\sum K_i}{2})}$$

finalmente:

$$\sum CT_{t_i}^+ = \sum CFM_{t_i} + \sum CFA_{t_i} + \sum CUA_{t_i} \cdot r_i +$$

$$\sqrt{2(\sum r_i CUM_{t_i} f_i^+) (\sum K_i)} \quad (6.5)$$

Para el caso en que existan diversos sistemas, se lle-

ga a la ecuación:

$$\begin{aligned} \sum CT_{t_i} = & \sum CFM_{t_j} + \sum CFM_{t_K} + \\ & + \sum CFA_{t_j} + \sum CFA_{t_K} + \\ & + \sum CUA_j \cdot r_j + \sum CUA_K \cdot r_K + \\ & + \sqrt{2(\sum r_j \text{CUM}_{t_j} f_j^+) (\sum K_j) + 2(\sum r_K \text{CUM}_{t_K} f_K^+) (\sum K_K)} \quad (6.6) \end{aligned}$$

En resumen, puede darse la siguiente política de decisiones para cuando se presente un problema en el cual intervienen varios productos:

1. ¿Todos los productos tienen abastecimiento instantáneo?

Sí. Se analiza individualmente y se planea cada uno con las expresiones de los subcapítulos 5.5 a 5.8.

No. ¿Proviene todos de la misma fuente?

NO. Se agrupan por fuentes comunes y se planean en forma separada de acuerdo con los puntos siguientes.

2. Se tiene una serie de productos que provienen de una sola fuente y tienen abastecimiento lineal, por lo cual surge la siguiente interrogante:

Previo cálculo de las duraciones de los ciclos y abastecimiento, individuales (por las ecuaciones de los subcapítulos 5.5 a 5.8), ¿serán todos los lapsos de los ciclos (cada uno) mayores que la suma de los abastecimientos?

Sí. Se planean individualmente cada uno de ellos.

No. Se planean en conjunto todos los productos mediante las ecuaciones citadas en este subcapítulo.

1. USO DE BANCOS DE CONTINGENCIA

Como se ha mencionado (subcapítulo 4.5), en la mayor parte de los inventarios éstos no tienen una variación lineal en el abastecimiento y/o en el consumo del mismo, y es cuando surge la necesidad de crear una reser-

va para dichas ocasiones desviadas de dicha tendencia lineal, o bien, si siguen una tendencia continua no lineal, se puede realizar un desarrollo matemático análogo a los anteriores, o convertirla a lineal y considerar la creación del banco de contingencia para salvar los errores de dicha consideración.

Para resolver este problema existen una infinidad de criterios que van desde su cálculo al azar hasta estudios estadísticos muy complejos, como los vistos en el cálculo de pronósticos; por ejemplo, el de promedios exponenciales ponderados, que resultan de experiencias históricas, estudio de su distribución probabilística, o desarrollo de fórmulas empíricas; pero uno de los más simples y que pueden dar un resultado satisfactorio es el siguiente:

1. Obtener el histograma de las demandas o requerimientos unitarios.
2. Identificar el tipo de distribución estadística que se trate.
3. Obtener el valor máximo con la confiabilidad deseada del requerimiento. Siendo en este caso la confiabilidad el nivel de servicio que se desea.
4. Con dicho valor máximo del requerimiento, se obtiene el del banco de contingencia de la siguiente forma:

Si r' es el requerimiento máximo, de acuerdo con la fig. 5.10.:

$$Q^+ + B = r' \cdot T_c^+$$

por lo tanto:

$$B = (r' - r) \cdot T_c^+$$

Cabe aclarar que en este caso los faltantes deben interpretarse como faltantes del límite superior del banco de contingencia y no faltantes o inexistencia de producto, situación que se presenta en aquellos casos en que llegar a dicho límite representa gastos extras como los de seguimiento de proveedores o vigilancia de los niveles reales de existencias. Si el faltante es de productos, no tendrá sentido crear bancos de contingencia ya que son innecesarios.

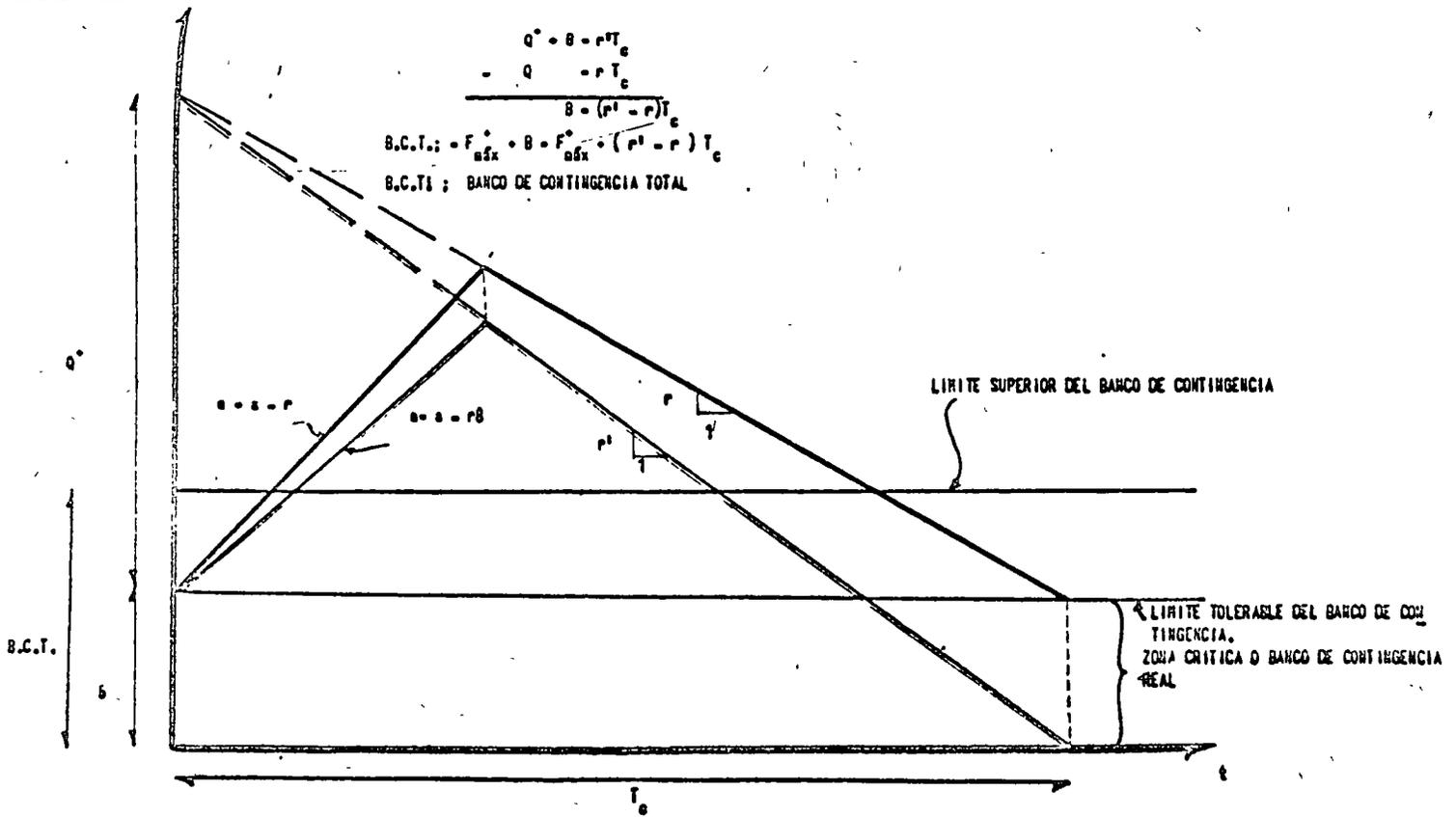


Fig. 5.10

Para el caso en que después de elaborar el histograma, resulta una distribución normal, puede decirse que:

$$r' = \bar{r} + 2S$$

donde S es la desviación estándar de la población estimada, o sea:

$$S = \sqrt{\frac{(r' - \bar{r})^2}{n-1}} = \sqrt{\left(\frac{r}{n} - \bar{r}^2\right) \frac{n}{n-1}}$$

siendo el número 2 el equivalente a un 95 por ciento de confiabilidad según las tablas de distribución normal, pudiéndose obtener diversas confiabilidades si se multiplica por diversos factores la desviación estándar como pueden ser:

para 68 %	por 1
87 %	por 1.5
95 %	por 2
97 %	por 2.25
99 %	por 2.5
100 %	por 3 ó más

Una vez estimado el valor máximo de la demanda unitaria, se sustituyen los valores en las ecuaciones obtenidas en el inciso 4 anterior y obtener así el valor del banco de contingencia.

Puede haber la duda de cómo calcular los períodos T_{sr}^+

y T_{fr}^+ , o cualquier otro parámetro óptimo de los vistos en el desarrollo de los capítulos del tema de inventarios, ya que en ellos se habla del requerimiento y abastecimiento unitarios, mismos que pueden estar definidos en la práctica por estudios de mercadotecnia y capacidades de abastecimiento ya sea por parte de los proveedores o de las líneas de producción o, como es el caso de esta parte, por medios estadísticos representados principalmente por la media estadística de ambos parámetros.

12. CONTROL DE INVENTARIOS

En cuanto a la forma física de controlar los inventarios, se puede decir que cada empresa tiene su propia técnica debido al gran número de factores propios, tales como: confianza y responsabilidad delegada en el personal, distribuciones de los almacenes, calidad y cualidad de los productos almacenados, etc., por lo que se darán dos procedimientos o políticas a seguir para el abastecimiento de ellos:

- 1) Establecimiento de puntos de reorden, que consiste en emitir la orden de abastecimiento al llegar el nivel de inventario a determinado valor, punto que se determina básicamente de acuerdo con el tiempo necesario para ejecutar esa orden (Fig. 5.11).
- 2) De ciclo constante. Consiste en revisar periódicamente el nivel alcanzado emitiendo la orden para recuperar las unidades consumidas, por lo que será necesario definir el nivel máximo del inventario para suministrar solamente la diferencia entre este y la existencia real.

Desde luego, ambos métodos pueden llevarse a la práctica, pero en el primero se requiere una vigilancia constante y en el segundo se corre el riesgo de no detectar a tiempo la falta del producto, por lo cual puede realizarse una combinación de ambos, como puede ser revisar las existencias periódicamente, estimar una fecha de pedido (en la que se espere que el nivel llegue al punto de reorden), y programar una inspección para esa fecha confirmando con ello dicho acontecimiento, pudiéndose dictaminar en ese momento una nueva fecha o bien efectuar la orden, lográndose con ello un programa de actividades que permite una vigilancia menos rigurosa que en el primer caso, y detectar posibles agotamientos por omisión debido al programa que representa el segundo caso.

Dependiendo del interés y de los casos que se presenten, la elección de cualquiera de ellos o la creación de alguno propio.

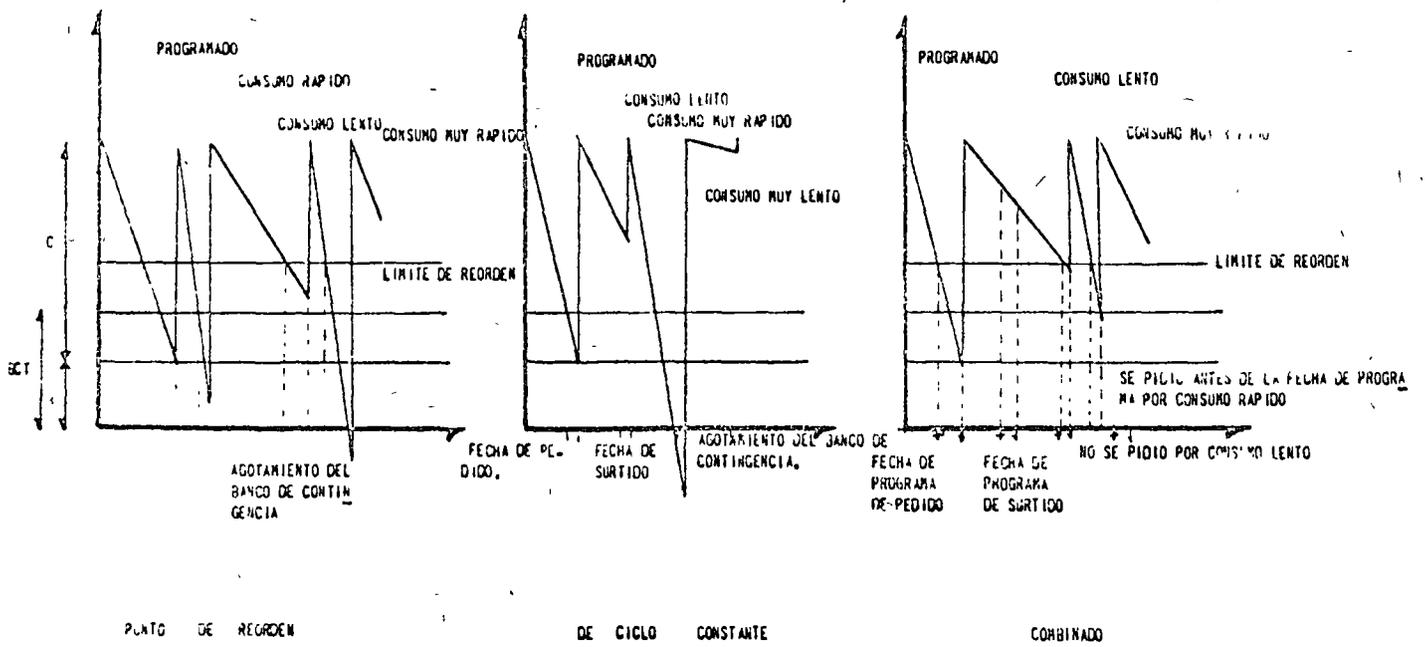


Fig. 5.11





centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



INGENIERIA DE PRODUCCION

PLANEACION Y PROGRAMACION DE SISTEMAS DE
PRODUCCION CONTINUA

ING. ARTURO DURAN PEÑA

6. PLANEACION Y PROGRAMACION DE SISTEMAS DE PRODUCCION CONTINUA.

OBJETIVO DE LA SESION.- La confirmación de los conceptos al rededor de la planeación y programación de sistemas que nos permitan desarrollar planes y programas realizables en la medida de los recursos con que cuenta nuestra empresa; mediante la aplicación de criterios generales normativos y la adaptación de algunas técnicas existentes; a través de un caso ejemplificativo de un sistema tipo.

En las sesiones anteriores hemos comunicado la importancia del cuanto, al referirnos a los pronósticos, sistemas de inventarios; conceptos en los que nos apoyaremos para responder al cómo y cuándo hemos de fabricar: mediante la planeación y programación de un sistema de producción.

6.1 PLANEACION.- Es la organización lógica de ocurrencia de una serie de acciones encaminadas al cumplimiento de objetivos. Es en sí misma un instrumento de racionalización de políticas, en su aspecto formal significa básicamente la optimización de las relaciones entre medios y fines dados. La cuantificación y rigor de las técnicas instrumentales utilizadas para sugerir formas alternativas de lograr más rápidamente y con menor costo los fines perseguidos constituyen las características principales del razonamiento planificador (10).

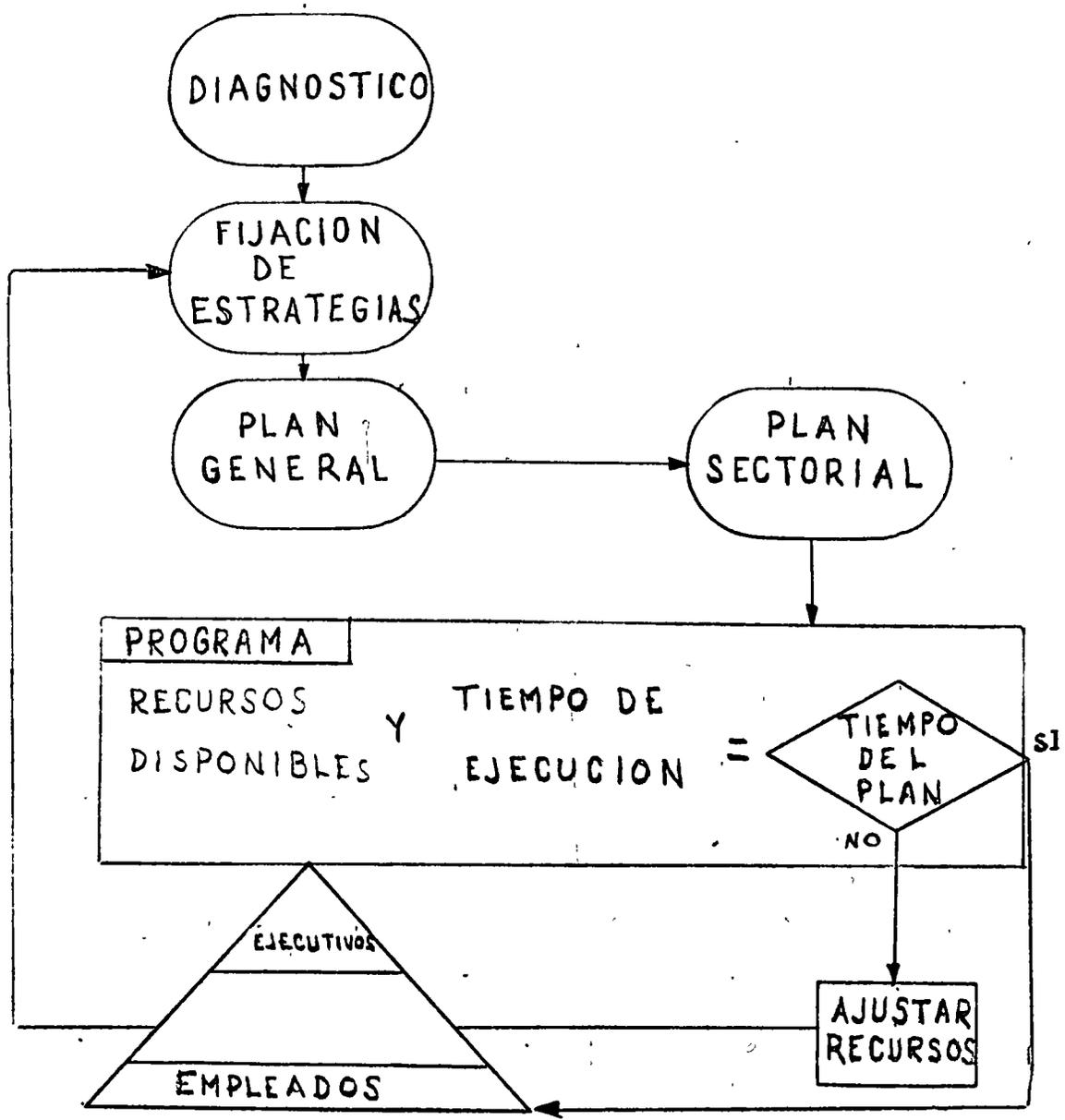
6.2 TIPOS DE PLANEACION, (LARGO, MEDIANO Y CORTO PLAZO).

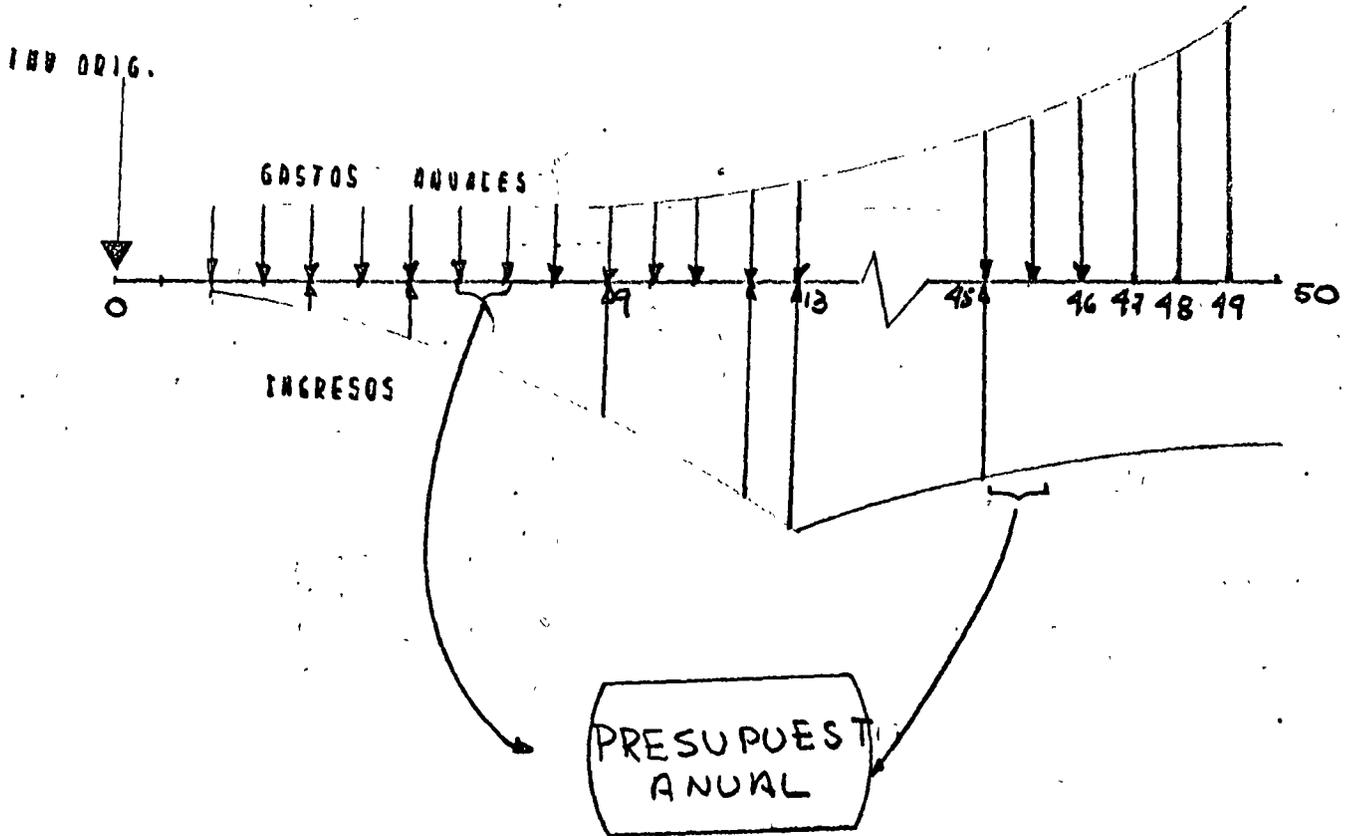
- 6.2.1. LARGO PLAZO.- Si incluye planes de expansión, modernización en las construcciones e instalaciones generales en plazos de 5 a 20 años.
- 6.2.2. MEDIANO PLAZO.- Si considera la asignación de recursos, de bienes de capital, o afecta a programas menores de construcción o equipo en períodos de 1 a 5 años.
- 6.2.3. CORTO PLAZO.- Cuando trata del nivel general de actividades de la empresa en los recursos existentes o inmediatos tales como; los turnos de operación, los volúmenes de la mano de obra etc. en períodos de 3 meses a 2 años (12).
- 6.3. ESTRUCTURA DE LA PLANEACION.- Consideremos la secuencia lógica que vá desde el diagnóstico, a la fijación ^{de} estrategias, de ésta a la elaboración de un plan general, de éste a los planes sectoriales que determinan criterios específicos y finalmente de éstos a la preparación y ejecución del programa. Esto no excluye la posibilidad de que una vez fijada la estrategia del plan puedan llevarse a cabo proyectos claves (tácticos) para su concreción ya que hay planeación en la medida que las decisiones se tomen coordinadamente en función de objetivos predeterminados, orientados hacia el largo plazo y con sentido de continuidad.

De todas formas es evidente que el factor tiempo debe considerarse cuando se examina la interdependencia entre planes y programas y es éste parámetro el que -- junto con el conocimiento detallado de -- las posibilidades de acción en los planes a corto plazo nos delimita un plan y un programa .

Cabe aclarar que al poner en marcha un proceso de planeación se debe trabajar desde el principio la preparación de los programas y esta tarea no debe quedar con finada al programador (que inicia su tarea una vez que se tienen los detalles de la demanda, los materiales y las mezclas de producción) sino en la autoridad central de la cúspide que permita realimentar los estudios iniciales del diagnóstico mejorar las proyecciones del plan y -- continuar en forma iterativa más que consecutiva al cumplimiento del objetivo -- (10).

- 6.4. IMPORTANCIA DEL PRESUPUESTO.- En tanto -- que un plan a largo y mediano plazo se -- formula casi siempre en base a sus montos equivalentes según la vida del plan, a -- fin de que tenga sentido operativo y flexibilidad suficiente para adaptarse a las variaciones y coyunturas; además protege y calcula los riesgos; pero no se consigue suficiente coordinación si no se recurre a la formulación del presupuesto que detalla las acciones para el siguiente --





período y es el mejor instrumento estratégico que frecuentemente varía con relación a las cifras del plan a largo y mediano plazo modularmente.

6.5. SISTEMAS.- Mize define un sistema como un -- conjunto de componentes (principios, hechos -- y reglas) ordenados lógicamente que relacio -- nan en un todo las distintas partes del con -- junto.(12).

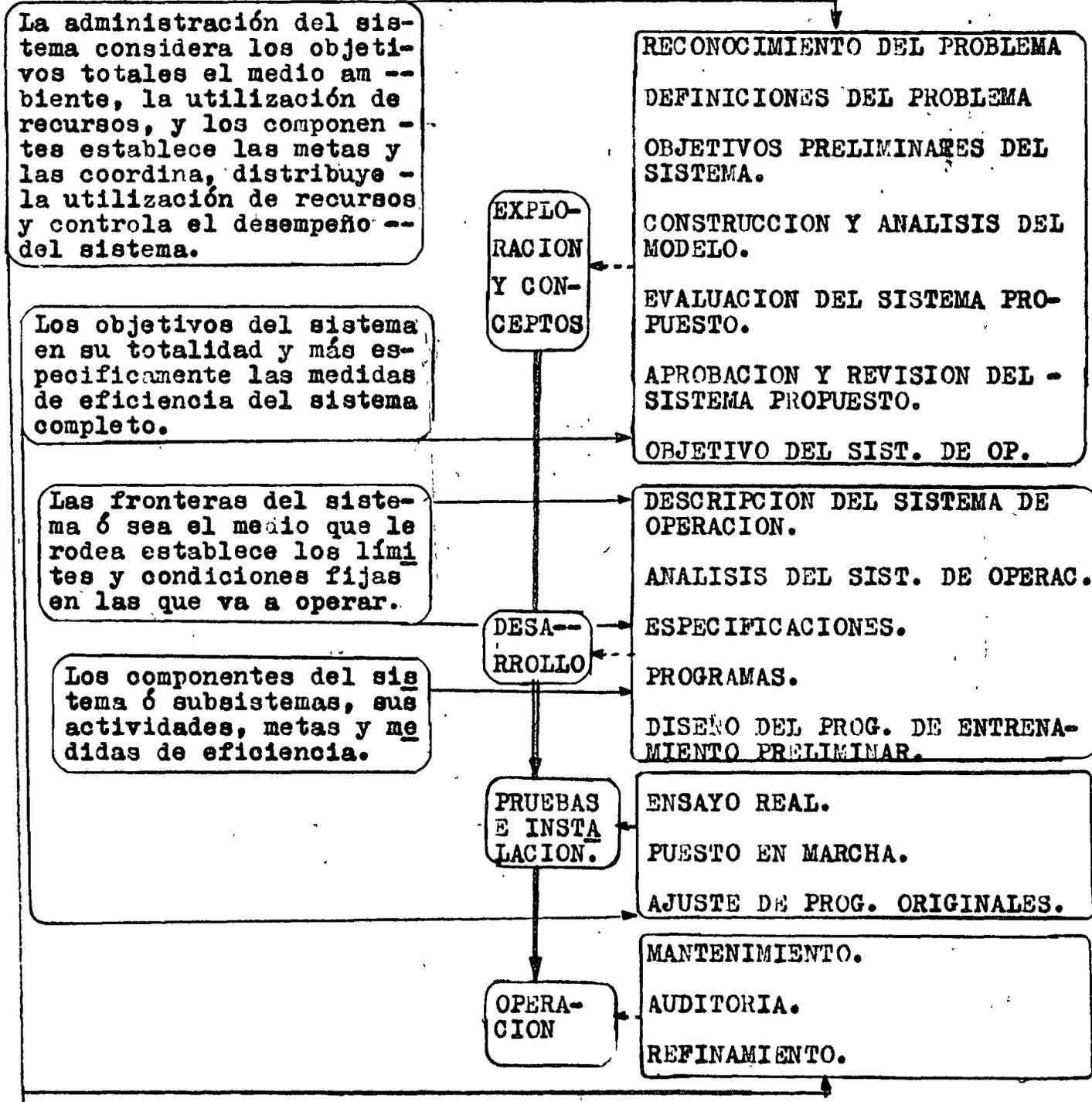
Barsse lo define como un conjunto de par tes coordinadas para la consecución de un con junto de objetivos (2).

Vemos que es difícil crear una defini -- ción lo bastante amplia para cubrir las mu -- chas aplicaciones y lo suficientemente consi -- sa para que resulte práctica.

El sistema debe responder adecuadamente tanto a particularidades externas como a even tos internos. Nótese también que el ciclo de control de operaciones se ejecuta usualmente sobre una base periódica de corto plazo, mien -- tras que el ciclo de control de planificación se realiza sobre una base irregular a largo -- plazo.

Puede compararse este sistema de control con un sistema de control de temperatura, en el cual el termostato actúa como comparador -- de efectividad. En ambos sistemas deseamos -- mantener su función dentro de ciertos límites. Esto es que no deseamos reacciones excesivas frente a fluctuaciones insignificantes en el desempeño del sistema, ni reacciones mínimas -- ante fluctuaciones significativas (7).

El cuadro de la hoja siguiente considera las implicaciones básicas del sistema y sus -- fases de desarrollo; que nos servirán de guía ante un problema dado.



6.6. CONCEPTOS COMPLEMENTARIOS DE SISTEMAS.- Es de especial importancia el considerar los límites ó fronteras de un sistema; ya que si ocurren modificaciones fuera del sistema (exógenas) y le afectan, estará operando fuera de los módulos (sistema abierto), por el contrario si ocurre una actividad dentro del sistema (endógena) estará operando dentro de sus módulos, entonces decimos que es un sistema cerrado en oposición al primer supuesto. Así mismo decimos que un sistema es determinístico si la salida de una actividad puede ser descrita completamente en función de su entrada; en tanto que decimos de un sistema es estocástico, cuando las actividades de entrada varían probabilísticamente entre varias salidas.

Se dice que un sistema es continuo cuando tiene cambios suaves y sin alteraciones bruscas; si las reacciones son predominantemente discontinuas se dice que el sistema es discreto.

6.7. DISEÑO DE UN SISTEMA PRODUCTIVO.- Hasta este punto conocemos el concepto de un sistema; faltaría por definir producción que muy frecuentemente se conoce también con el término de operación y que podemos definir como: el proceso por medio del cual se crean bienes y/o servicios (3).

De lo anterior se deduce que el diseño de un sistema dependerá del tipo de bien o servicio que deseemos producir asimismo podemos inferir que tendremos implícito uno y otro criterio en sí mismo. esto es; si nuestra actividad está concentrada en la administración siempre

produciremos servicios a producción en tanto que si nuestra actividad se enmarca en la línea de producción produciremos bienes auxiliados de las ayudas administrativas o servicios administrativos con lo cual se degrada el sistema al nivel de subsistema para reubicarse en el nivel general de actividades de la empresa o sea en el plan general (3).

- 6.8. CALENDARIO O CEDULA DE PRODUCCION.- Habiendo delimitado nuestros recursos escasos en el sector ó subsistema en estudio (mano de obra equipo disponible, materiales, etc. si hablamos de producción. Cantidad de materiales, -- tiempo de abastecimiento, niveles de inventario, etc. si hablamos de su control administrativo. Tiempo de máquina, frecuencia, volúmenes de entrada y salida de información etc. si hablamos de sistemas. Fuentes y aplicación de recursos económicos si hablamos de finanzas); así enmarcando cada subsistema -- hasta barrer todos los recursos escasos y -- sobre las bases de presupuestos departamentales cada área optimizará el aprovechamiento de sus recursos disponibles mediante el calendario de uso de fondos o cédulas de producción. Que no es de otra cosa que un arreglo calendarizado de disponibilidad de recursos que se obtiene del planteamiento minucioso de todas las alternativas posibles y las combinaciones de todos los recursos en juego, tendiendo siempre al marco limitativo general de políticas y plan maestro de la empresa (v/b marino).

6.9. PROGRAMACION INTEGRAL DE UN SISTEMA CONTINUO.- Este tipo de actividades se inicia -- con la estimación funcional de cada área de la empresa en relación al tiempo mínimo y -- máximo que cada departamento requiere para la cobertura de sus actividades en el ciclo productivo.

Se concentran todas las actividades -- por cada nivel operativo y se fijan prioridades por cada dirección funcional (ventas manufactura, finanzas, administrativa,), se discuten entre las direcciones las prioridades de la empresa; se procesa la información recabada y se ajustan en un proceso inverso (direcciones, gerencias, departamentos, supervisiones) al programa integrado que puede consistir desde la más modesta -- gráfica de Gantt al más sofisticado programa Pert dependiendo de la magnitud de actividades relevantes que formen el programa -- (tema 8 de este curso).

6.10. CONCEPTOS DEL BALANCE DE LINEA.- A la asignación de elementos de trabajo a los respectivos puestos de trabajo se le conoce como balance de línea de ensamble, ó simplemente, balance de línea. Entendiéndose que un elemento de trabajo es la mayor unidad de trabajo que no es divisible a más de un operario -- sin crear una interferencia. Un puesto de trabajo es un área adyacente a la línea de ensamble, donde se ejecuta una cantidad dada de trabajo (una operación). Una operación es un conjunto de elementos de trabajo asignados a un puesto de trabajo. Tiempo --

del ciclo es el tiempo que permanece el producto en cada estación de trabajo. Demora de balance es la cantidad total de tiempo ocioso en la línea, que resulta de una división desigual de los puestos de trabajo.

De los conceptos anteriores queda marcado nuestro objetivo el cual consistirá en -- agrupar los elementos de trabajo de tal manera que nos aproximemos a una cantidad de trabajo realizado igual para cada estación.

6.11. CASO PRACTICO.- Hemos escogido a una industria automotriz (X) para describir la forma en que se planea y programa un sistema, por considerar que éste tipo de complejos industriales reúne todos los problemas que cualquier otro tipo de industrias podría tener -- aisladamente ya que aún cuando su integración en México no es horizontal, si posee las características de fabricación, ensamble y distribución, típicas de un sistema continuo.

6.11.1. ANTECEDENTES.- La industria automotriz que nos ocupa mueve 3000 millones de pesos al año y produce 50,000 automóviles entre 3 modelos distintos grandes y medianos y 21,000 camiones ligeros e intermedios, así como 100,000 motores de 6 y 8 cilindros. Da ocupación a cerca de 3,500 hombres entre obreros y empleados. -- Mantiene inventarios de casi 90 millones de pesos, teniendo que controlar aproximadamente 10,000 partes diferentes en sus 3 plantas y posee un capital social de 700 millones --

con importaciones anuales de cerca -
de 980 millones de pesos .

6.11.2. ORGANIZACION.- Esta compañía esta di
vidida en 8 direcciones 33 gerencias y
128 jefaturas de departamento que --
operan bajo la base de presupuesto -
anual, labora durante 250 días al año
en turnos de 8 horas y sigue la de -
legación jerargica⁹⁰¹ de funciones.

6.11.3. DESARROLLO.- Para llevar a efecto --
sus operaciones requiere de iniciar
sus actividades con 68 semanas de --
anticipación al lanzamiento del nue-
vo modelo; lo cual obliga a transla-
dar sus actividades en cada ciclo.

Hasta con 3 series distintas --
según se puede ver en el diagrama de
planeación y programación que se pre-
senta.

Toda la actividad se inicia en
el comité de planeación, integrado -
por todos los directores de la cor-
poración, los cuales juntos con el --
director general fijan las políticas
a seguir y formulan el calendario --
maestro para cada serie, que no es -
otra cosa que un programa Pert que -
indica a nivel departamental todas -
las actividades involucradas y el -
cual será la base de planes y proyec-
tos sectoriales de la empresa. Asi -
mismo, se auxilia de una serie de re-
portes de control que miden la efec-
tividad de realización de los planes
maestros como se verá en el desarro-

llo de la exposición del diagrama de
planeación y programación.

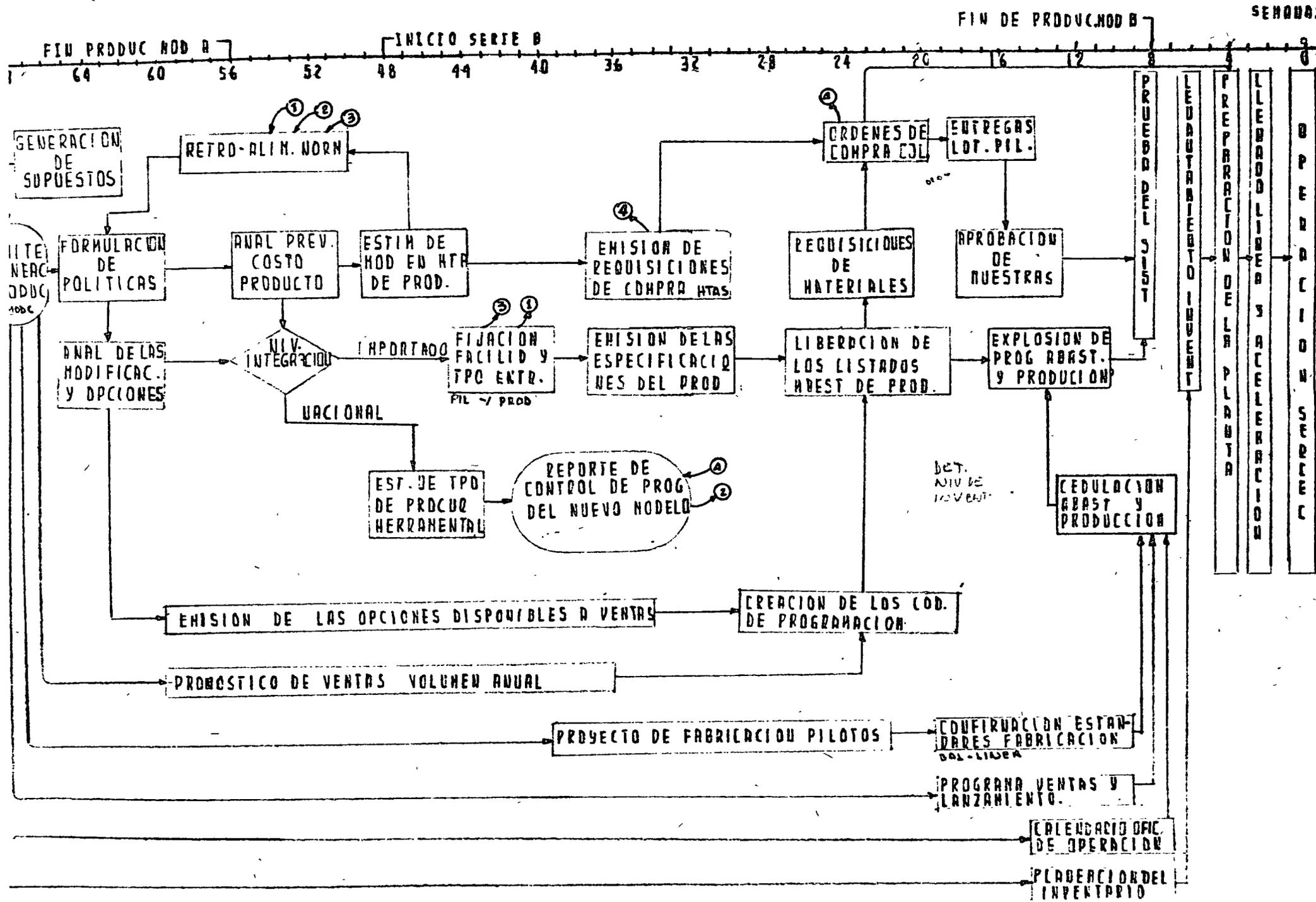
B I B L I O G R A F I A
B A S I C A
T E M A 6

PLANEACION Y PROGRAMACION DE SISTEMAS Y PRO
DUCCION CONTINUA.

ORDEN	A U T O R	T I T U L O
1	AMAPP (Asociación Mexi cana de Administración Pública y Privada.)	PRIMER SIMPOSIUM SOBRE ADMINISTRACION EN ME / XICO. Edit. AMAPAAC. 1971.
2	AMAPP (Asociación Mexi cana de Administración Pública y Privada.)	TECNICAS CUANTITATIVOS APLICADAS A LA ADMINIS TRACION. Edit. AMAPAAC. 1973.
3	Buffa Elwood S.	OPERATIONS MANAGEMENT PROBLEMS AND MODEL. Edit. John Wiley & Sons Inc. 1968.
4	Buffa Elwood S.	PRODUCTION - INVENTORY SYSTEMS PLANNING AND -- CONTROL. Edit. Richard D. Irwin, Inc. 1968.
5	Bethel Laurence L.	INDUSTRIAL ORGANIZATION AND MANAGEMENT. Edit. McGraw-Hill - - - Kogakusha. 1962.
6	Grijalva L. Manuel	PROCESO DE MODELADO EN LA INGENIERIA DE SISTEMAS. Revista de Ing. Ind. No.3 Vol. I Pag. 10 a 12. 1973.
7	H. Greene James	CONTROL DE LA PRODUCCION SISTEMAS Y DECISIONES. Edit. Diana. 1971.

ORDEN	A U T O R	T I T U L O
8	H. Davies.	EXPERIENCE WITH VALUE ANALYSIS AS A WORKING TOOL. Volumen 180.
9	S. Hillier and J. Lieberman.	INTRODUCTION TO OPERATIONS RESEARCH. Edit. Holden-Day, Inc. 1969.
10	Instituto Latinoamericano de Planificación Económica	DISCUSIONES SOBRE PLANIFICACION. Edit. Siglo XXI. 1965.
11	Lockyer K.G.	CONTROL DE LA PRODUCCION Edit. Técnica, S.A. 1967.
12	Mize/White/Brooks.	PLANIFICACION Y CONTROL DE OPERACIONES. Edit. Prentice/Hall,Int.
13	Riggs L. James.	ECONOMIC DECISION MODEL - FOR ENGINEERS AND MANAGER. Edit. McGraw-Hill Book. 1968.
14	Ruscof S. Edwin.	ORGANIZATION FOR PRODUCTION. Edit. Richard D. Irwin, - Inc. 1968.

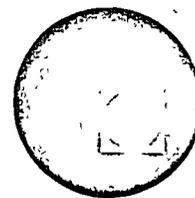
PLANIFICACION Y PROGRAMACION EN UNA PLANTA AUTOMATIZADA







centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam

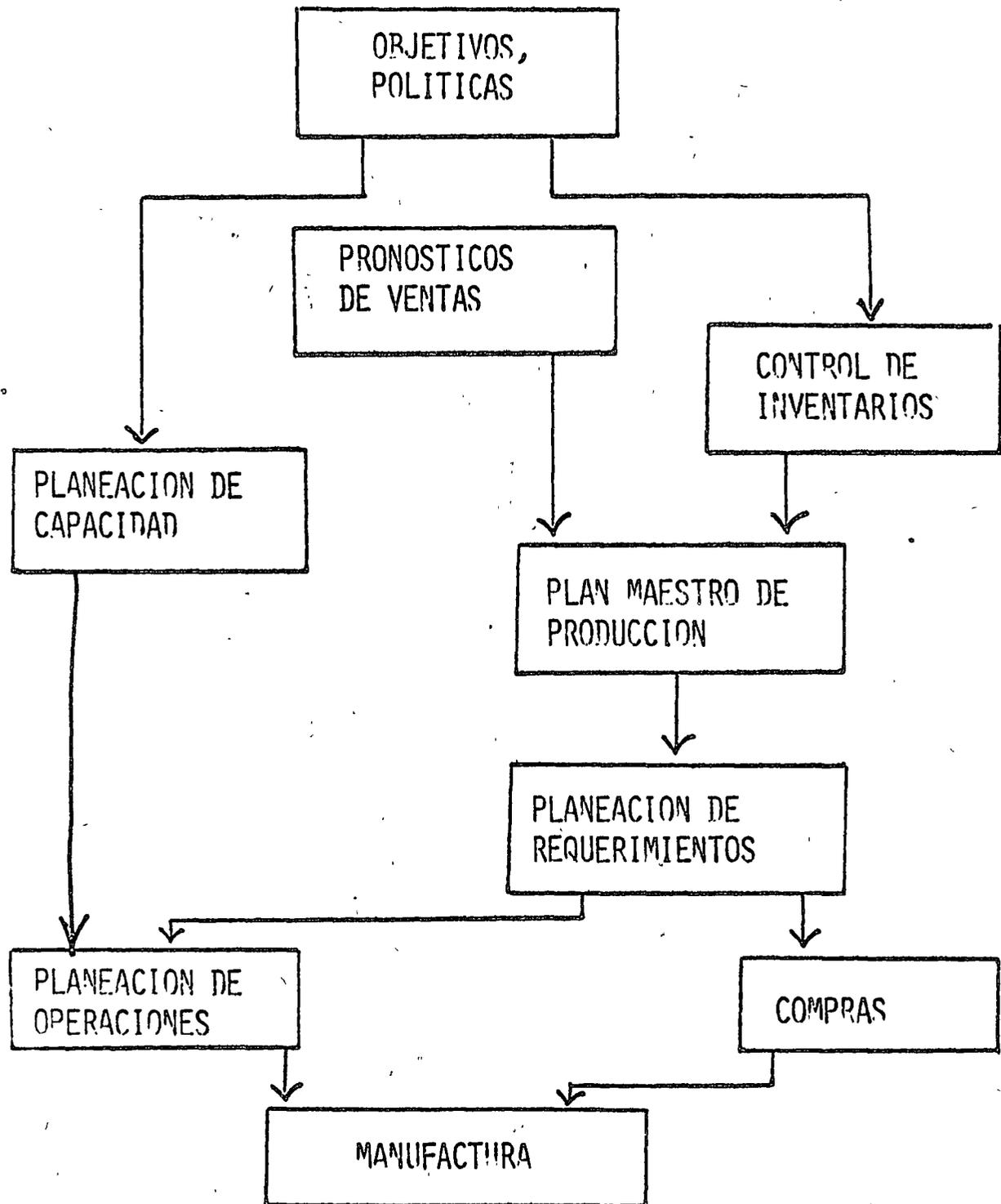


INGENIERIA DE PRODUCCION

PLANEACION Y PROGRAMACION DE LA PRODUCCION

M. en A. BERNARDO SCHLAM

SISTEMA DE PRODUCCION



FLUCTUACION DE LA DEMANDA

PARA ABSORBERLA:

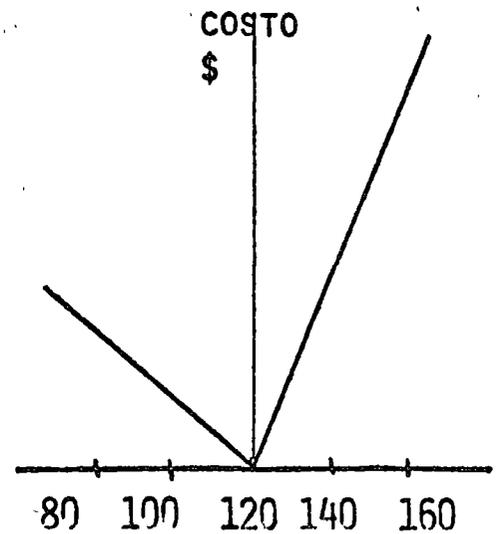
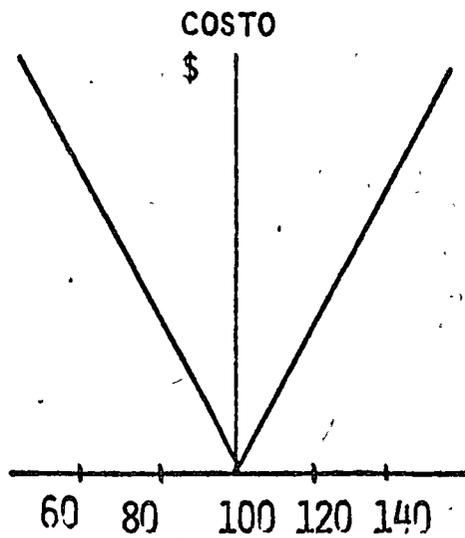
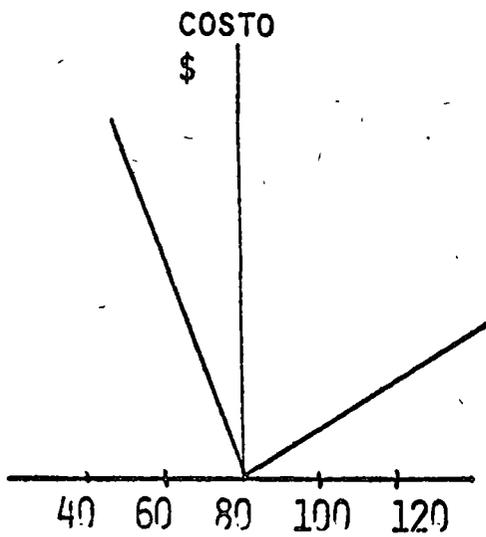
- 1) AJUSTAR TAMAÑO FUERZA DE TRABAJO
- 2) AJUSTAR TASA DE PRODUCCION
- 3) USAR INVENTARIO; ATRASAR ENTREGAS
- 4) SUBCONTRATAR
- 5) VARIAR FUERZA DE VENTAS

3

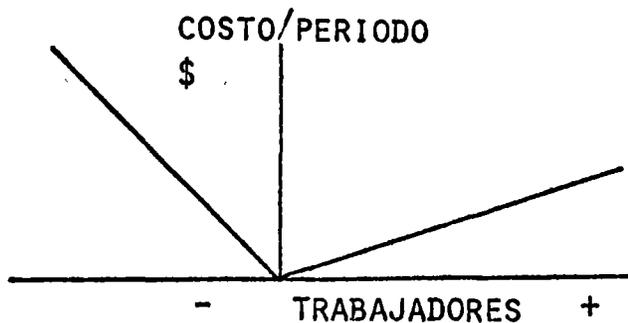
COSTO DEL CAMBIO DEL
NIVEL DE PRODUCCION

FACTORES CRITICOS:

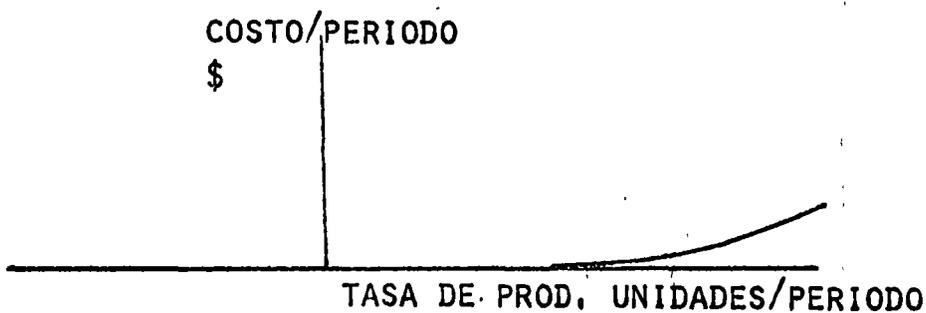
1. PUNTO DE PARTIDA
2. MAGNITUD
3. LONGITUD DEL PERIODO



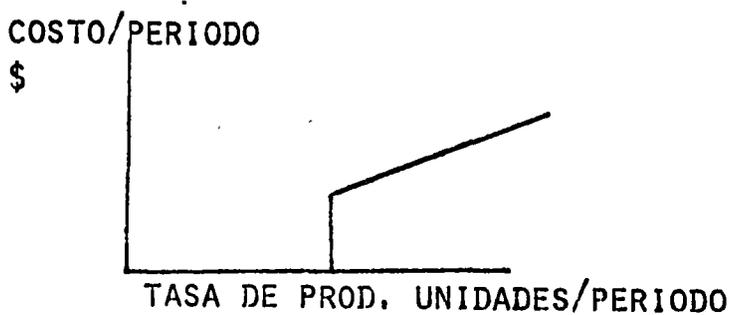
COMPONENTES DEL COSTO
DEL CAMBIO.



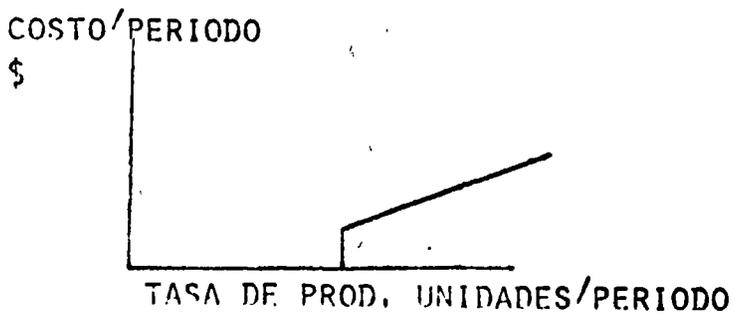
A) COSTO DE CONTRATAR O DESPEDIR



B) COSTO DE TIEMPO EXTRA



C) COSTO DE TURNOS ADICIONALES



D) COSTO DE SUBCONTRATAR

5

MODOS DOMINANTES

	INVENTARIO	FUERZA DE TRABAJO	TASA DE PROD.	PROD. COMPLEM.
ZAPATOS - ESCASEZ DE TRABAJADORES. BUENA FAMA. CLIENTES ESPERAN	X			
PROD. LECHEROS - CONTRA- TOS FIJOS DE ABASTECI- MIENTO. EXCESO DE MATERIA PRIMA SE APLICA A PROD. DE MAYOR VIDA	X			
LATAS PARA BEBIDAS MECA- NIZACION LIMITA VARIAC. FUERZA DE TRABAJO. SERVI- CIO RAPIDO EN MERCADO COMPETITIVO.	X		X	
DULCES Y CHOCOLATES - VIDA LIMITADA. DISPONI- BILIDAD DE M/O BARATA.		X		
MOTORES FUERA BORDA - DEMANDA ESTACIONAL. M/O ALTAMENTE ESPE- CIALIZADA				X

PRONOSTICO DE PRODUCCION

	DIAS	ACUM.	REQ.	ACUM.	COLCHON	PROD/DIA	MAX
ENERO	22	22	700	700	300	32	1,000
FEBRERO	18	40	900	1,600	340	50	1,940
MARZO	22	62	1,100	2,700	375	50	3,075
ABRIL	21	83	900	3,600	340	43	3,940
MAYO	22	105	650	4,250	290	30	4,540
JUNIO	21	126	600	4,850	275	29	5,125
JULIO	21	147	550	5,400	265	26	5,665
AGOSTO	13	160	400	5,800	236	31	6,030
SEPTIEMBRE	20	180	400	6,200	230	20	6,430
OCTUBRE	23	203	300	6,500	195	13	6,695
NOVIEMBRE	21	224	300	6,800	195	15	6,995
DICIEMBRE	20	244	400	7,200	230	20	7,430

$$\frac{1,100}{300} = 3.67$$

$$\frac{50}{13} = 3.9$$

8,000

7,000

6,000

5,000

4,000

3,000

2,000

1,000

UNIDADES POR DIA

ENE

FEB

MAR

ABR

MAY

JUN

JUL

AGO

SEP

OCT

NOV

DIC

20

40

60

80

100

120

140

160

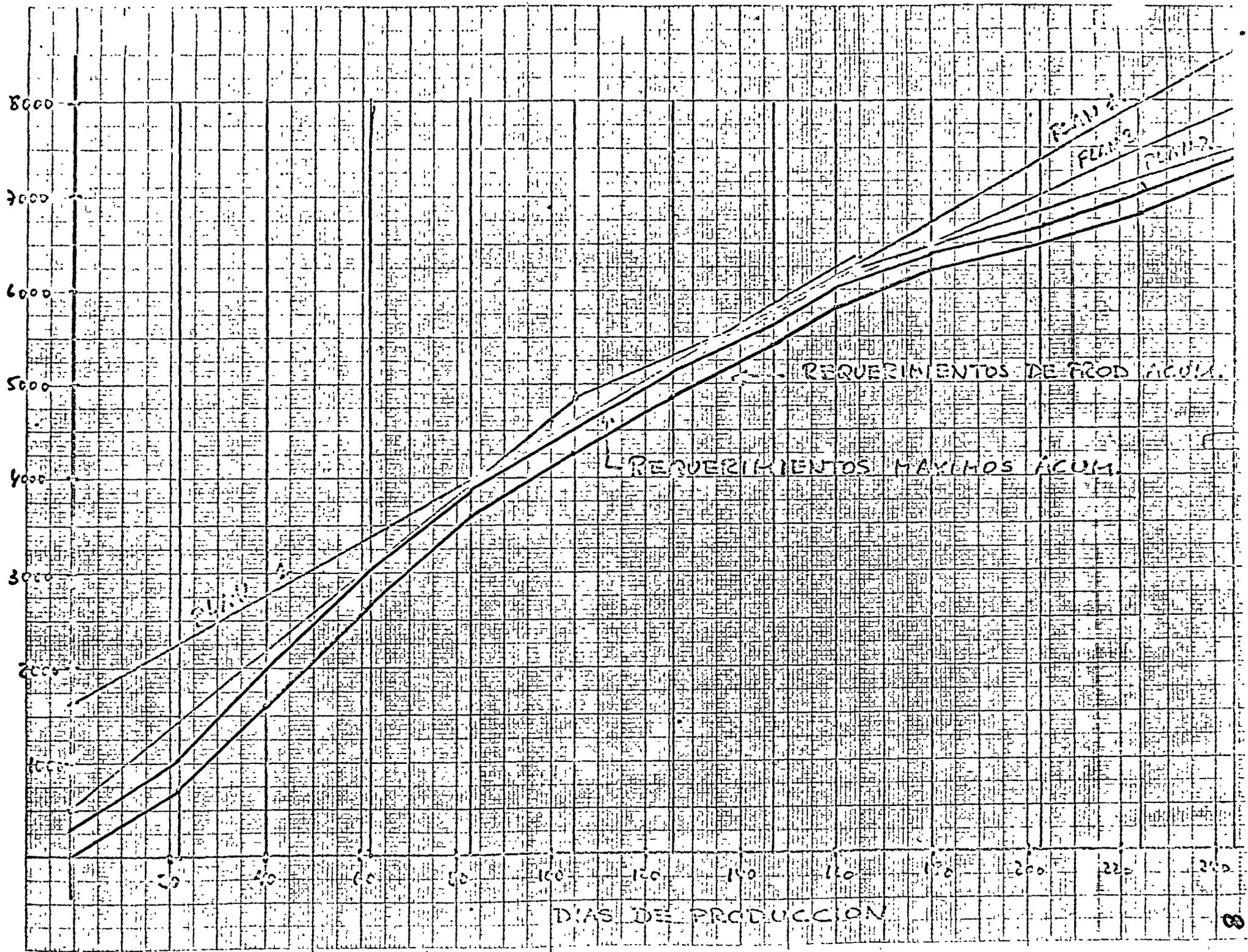
180

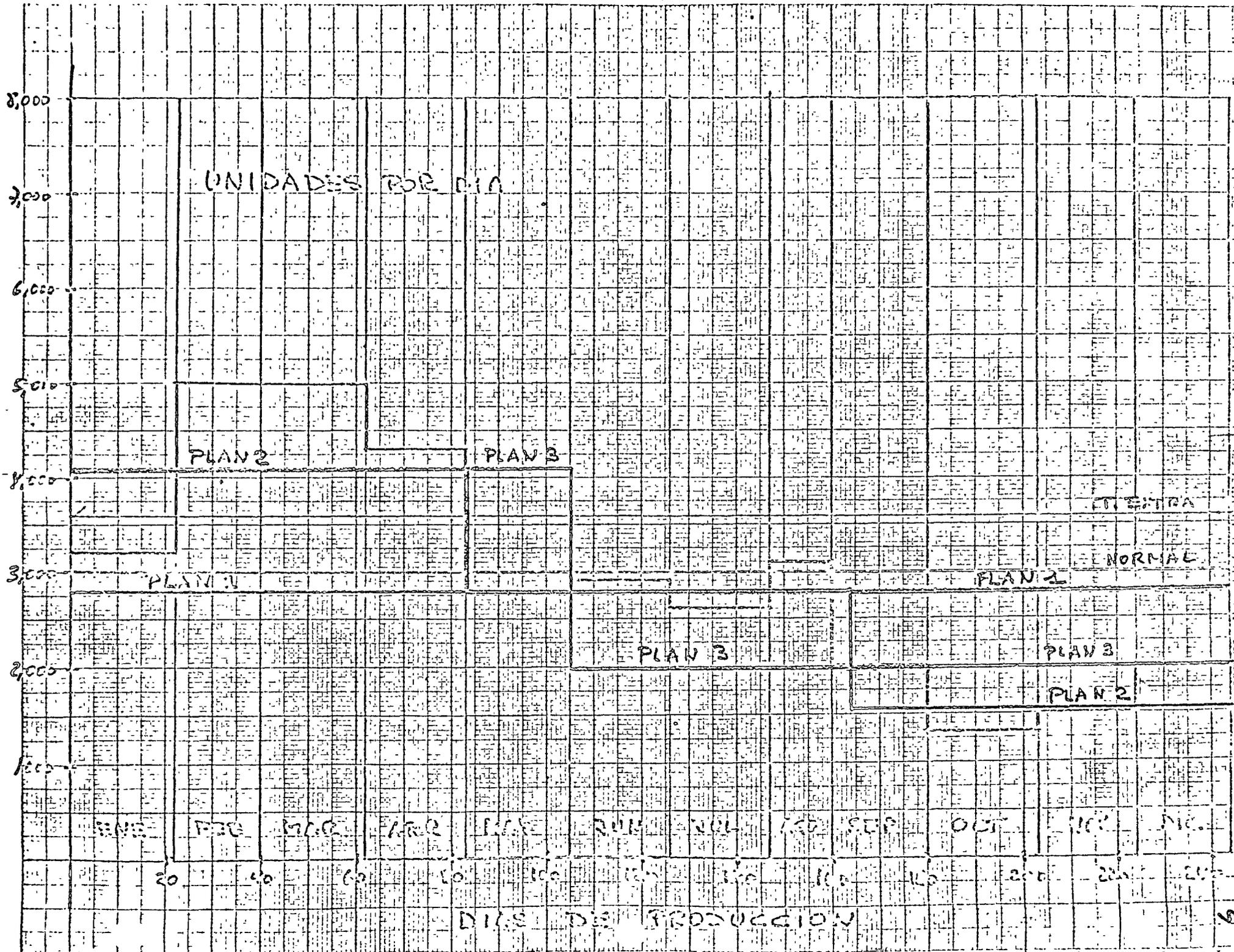
200

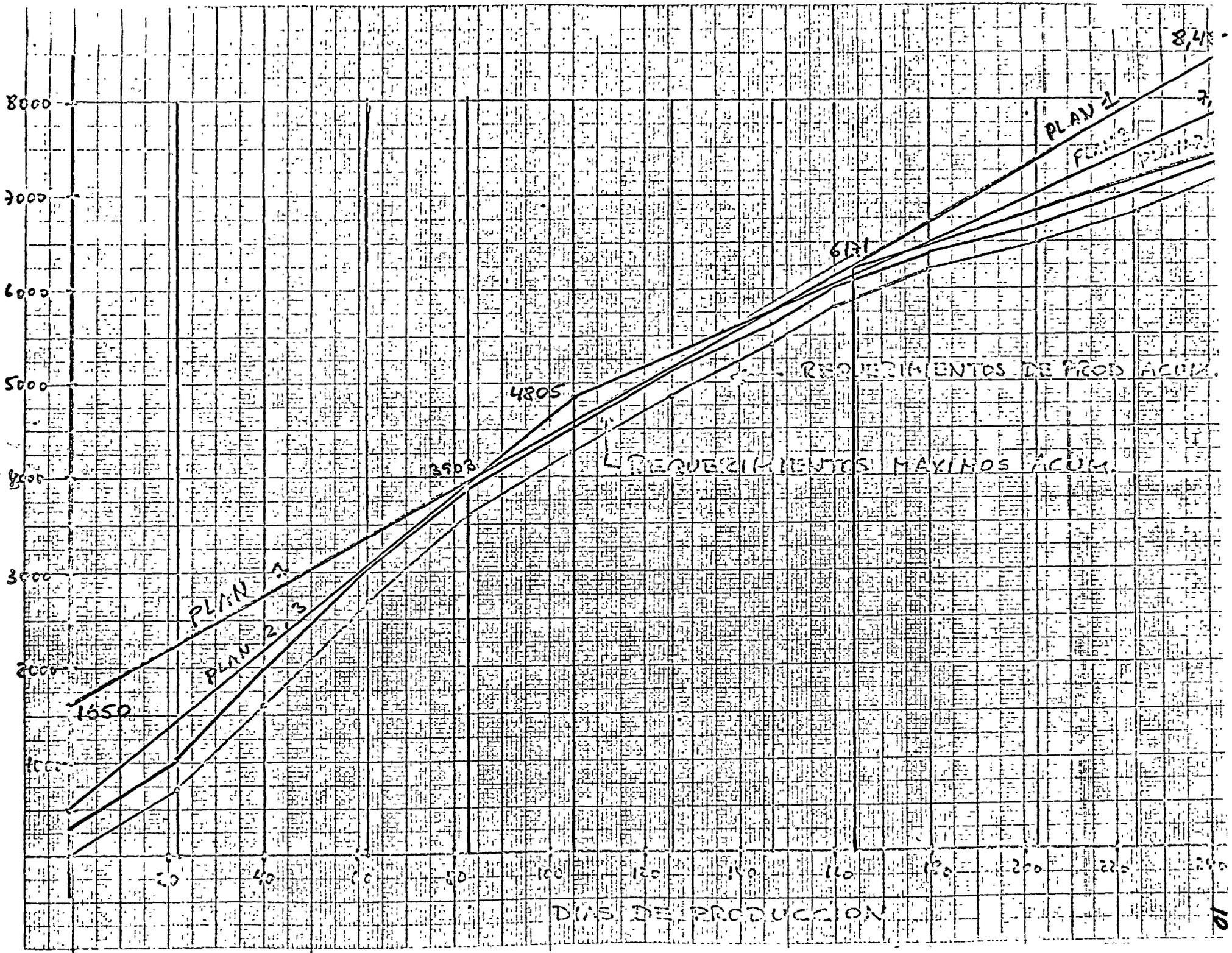
220

240

DIAS DE PRODUCCION



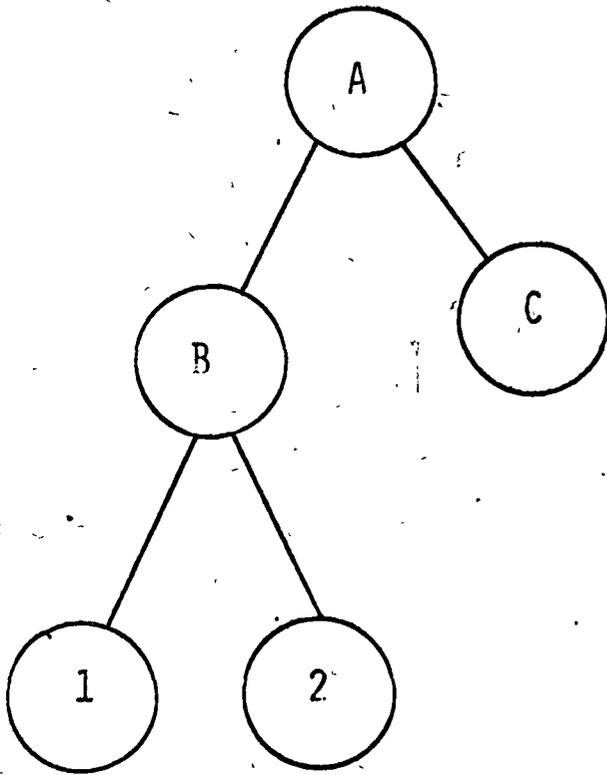




- 11
- A) COSTO DE INVENTARIO: \$2,400/UNIDAD-AÑO
- B) CAMBIO EN EL NIVEL DE PRODUCCION DE 10 UNIDADES
POR DIA:
CONTRATAR O DESPEDIR 50 TRABAJADORES
CON UN COSTO DE 2,000/TRABAJADOR.
- C) UNIDAD PRODUCIDA EN TIEMPO EXTRA:
AUMENTA \$200 / UNIDAD
- D) UNIDAD PRODUCIDA POR SUBCONTRATO:
AUMENTA \$250 / UNIDAD

CUADRO COMPARATIVO

	PLAN 1		PLAN 2		PLAN 3	
INVENTARIO ESTACIONAL	487	\$1,168,000	68	163,200	83	199,200
CAMBIOS EN FUERZA DE TRABAJO	0	0	51	510,000	42.4	424,000
TIEMPO EXTRA	0	0	498	99,600	630	126,000
SUBCONTRATOS	0	0	415	103,750	525	131,250
TOTAL		\$1,168,000		876,550		880,450



REQUERIMIENTOS

A 50 SEM. 7

INVENTARIO:

A 10

B 5

C 10

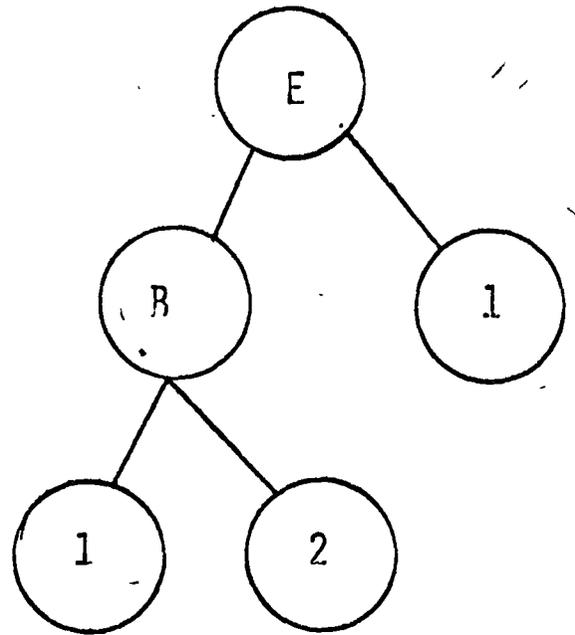
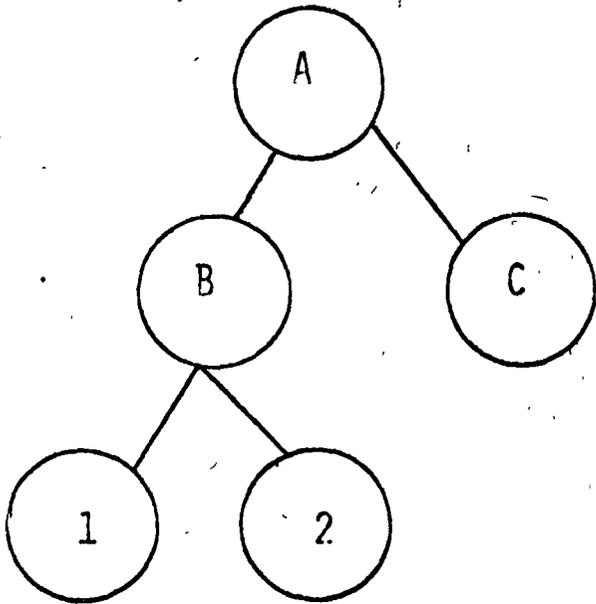
1 15

2 5

TIEMPOS DE ENTREGA

A 1 SEMANA

B 2 SEMANAS



INVENTARIO:

A	10
B	5
C	10
E	15
1	15
2	5

REQUERIMIENTOS

A	50	SFM.7
E	100	SFM.7

