

62
2 Ejes.

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería

**BASES PARA LA PLANEACION Y EL CONTROL DE
LA PRODUCCION EN UNA INDUSTRIA
MANUFACTURERA.**

T E S I S

**Que para obtener el Título de
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
Area de Ingeniería Industrial**

P r e s e n t a n

**María Eugenia González Barrera
Adrián Ruiz de Chávez Villafuerte
Pablo Zavaleta Reyes**

Director: Ing. Alberto Liebig Frausto



México, D. F.

1985



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**BASES PARA LA PLANEACION Y CONTROL DE PRODUCCION
EN UNA INDUSTRIA MANUFACTURERA**

I N D I C E

	<u>Pág.</u>
PROLOGO	5
CAPITULO 1: GENERALIDADES DE PLANEACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION	
1.1 Introducción. Evolución de los Sistemas Productivos	8
1.2 Clasificación de los Sistemas Productivos	12
1.3 Planeación y Control de la Producción:	
1.3.1 Definición	16
1.3.2 Funciones	22
1.3.2.1 Planeación y Control - de la Producción en un Sistema de Producción por Pedidos (SPP)	23
1.3.2.2 Planeación y Control - de la Producción en un Sistema de Producción en Serie (SPS)	26
 CAPITULO 2: COSTOS	
2.1 Introducción	29
2.2 Clasificación de los Costos	31
2.3 Sistemas de Costeo	33
2.4 Costos y Sistemas de Información	35
2.5 Corolario	35
 CAPITULO 3: ADMINISTRACION DE MATERIALES	37
 CAPITULO 4: DECISIONES Y SISTEMAS DE INFORMACION	
4.1 Introducción	45
4.1.1 Decisiones	45
4.1.2 Proceso de Decisión	47
4.1.3 Estructura de las Decisiones ..	48
4.1.4 Niveles en la Toma de Decisiones	49
4.2 Sistemas de Información	51
4.2.1 Información	51
4.2.2 Tipos	51
4.2.3 Sistemas de Información en sí..	53

	<u>Pág.</u>
4.2.3.1 Sistema Operativo	55
4.2.3.2 Base de Datos	55
4.2.4 Factores de Exito	57
4.3 Conclusión	57
 CAPITULO 5: DIAGNOSTICO	
5.1 Descripción de la Empresa	60
5.1.1 Clasificación de Productos	63
5.2 Estructura de la Empresa	65
5.3 Factor Humano	67
5.3.1 Problemas de Factor Humano en la Empresa	68
5.4 Finanzas	70
5.5 Abastecimientos	72
5.6 Ventas	74
5.7 Planeación y Control de la Producción..	75
5.8 Control de Inventarios	78
5.9 Condiciones de Planta	80
5.10 Costos	82
 CAPITULO 6: BASES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE PLANEACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION ...	86
 CAPITULO 7: INFORMACION RELEVANTE PARA LA PROGRAMACION - Y EL CONTROL DE LA PRODUCCION, COMO OBTENER- LA Y PARA QUE USARLA	103
 CAPITULO 8: APLICACION PRACTICA	129
 CONCLUSIONES	149
 GLOSARIO.....	154
 APENDICE A: METODOS DE PRONOSTICOS	157
 APENDICE B: PLANEACION AGREGADA	162

	<u>Pág.</u>
APENDICE C: EL METODO SIMPLEX	172
ANEXO CORRESPONDIENTE AL ANALISIS DE CORRELACION, DESVIA CION Y VARIANCIA	187
BIBLIOGRAFIA	189

PROLOGO

"En el desconcierto absoluto o malestar cósmico que produce la multiplicación de los objetos del mundo, los hombres están - solos en medio de las cosas que se amplían sin cesar. ¿No es verdad acaso que ésto es ya la soledad de la época, la falacia - general de su identidad y, en fin, lo que podemos llamar la se - gunda pérdida del yo?".

René Zavaleta M.

El mundo está en crisis. Nuestro continente, nuestros paí - ses, la sociedad, las relaciones sociales, familiares, políticas económicas y culturales también. Frente a este estado de las - cosas, ¿qué puede uno hacer como individuo y como profesional?.

El Ingeniero Industrial como responsable del diseño y opera - ción de los sistemas productivos, tiene, a partir de ahora, que instrumentarlos con orientaciones marcadamente satisfactorias de las necesidades humanas y ambientales, internas y externas a la organización. Para poder conseguir ésto, es necesario que, - usando y viendo el todo en su conjunto (usando el enfoque sisté - mico), demos respuestas propias. No debemos seguir importando

técnicas que si bien funcionan en otros países, están diseñadas para otras condiciones.

Los trabajos teóricos, toman como base, normalmente, libros en su mayoría escritos en el exterior. Adolecen de partida de la falta de ubicación en el contexto general de nuestros países. Es por esta razón que decidimos hacer una tesis teórico-práctica. Tomamos los elementos de conocimiento acumulado por otras personas y en el proceso de aplicarlos a la realidad, las hemos adaptado, encontrándonos con el hecho que surgieron nuevos y a veces contradictorios conocimientos en el proceso.

Nuestro deber es conseguir que se dé el cambio cualitativo necesario, en nosotros mismos primero, en el grupo en el cual trabajamos, segundo y, finalmente, en la organización dentro de la cual nos habremos de desenvolver. Si ésto resulta, habremos dado el primer paso en la solución de los problemas que nos aquejan.

Canek dijo: "En la fe el espíritu descansa; en la razón vive; en el amor goza, sólo en el dolor adquiere conciencia". Esta conciencia es el primer cambio. El segundo lo aprendimos a lo largo del año de estar trabajando juntos. El hecho de tener una meta común, de esforzarse, de querer hacer las cosas, nos llevó a superar los obstáculos que se interpusieron, desarrollando una dinámica de grupo que nos dejó un conocimiento de las relaciones humanas inalcanzable de otro modo. En cuanto -

al tercero, una organización que motiva a las personas, que garantiza la acción voluntaria de su parte sin fuerza desintegradora, en donde las personas realizan un trabajo significativo, que habilita a todos para luchar por el logro de los objetivos del grupo; eso es lo que se buscó. A lo largo de múltiples discusiones, se llegó a la conclusión siguiente: "Mientras más comunicación exista entre los seres humanos, hay más acción creativa por parte de los mismos". Los conocimientos de toda organización vienen siendo, los sistemas de información. De éstos, - - aquél en especial, en el que se basa todo sistema productivo, es el de producción. Es a éste entonces al cual hemos dirigido - nuestros esfuerzos. Esperamos que nuestro trabajo sirva, no como un modelo, sino mas bien como una pauta a seguir en cuanto al establecimiento de una relación estrecha entre la sociedad y el campo universitario.

GENERALIDADES DE PLANEACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

1.1 Introducción. Evolución de los Sistemas Productivos

Los economistas suelen definir la producción en forma general, como el proceso mediante el cual se agrega valor a las cosas (materiales o no) para transformarlas en bienes y servicios útiles para el hombre. Si adoptamos esta definición nos daremos cuenta de la enorme gama de actividades que en el gobierno, la escuela, el transporte, la distribución, la manufactura y, en general, en la vida, abarcan los sistemas productivos.

Desde siempre, el hombre ha tenido la preocupación de satisfacer sus necesidades básicas como ser biológico: alimentos, casa y abrigo. Esta preocupación lo llevó a buscar en la naturaleza los medios que le permitieran satisfacer tales necesidades, es decir, a trabajar para agregar valor a las cosas, a hacerlas más valiosas, más útiles para él. Así el hombre producía (agregaba valor) al matar al animal que se iba a comer (le era más útil muerto que vivo para este fin), al quitarle la piel, al cocerlo, etc. También producía al hacer ciertas adaptaciones a -

la cueva donde dormía o al bajar un fruto de un árbol. En fin, al hacer todas estas cosas el hombre hacía más valiosas para él las prendas que le quitaba a la naturaleza.

Aquí descubrimos entonces, que el primer sistema productivo lo formaban los miembros de una familia o de un clan. Dicho sistema productivo tenía como fin satisfacer las necesidades biológicas de los hombres.

El punto que marca un hito en el desarrollo de la sociedad humana, ocurre cuando el hombre genera un excedente. Es en base a éste, que el sentido de la producción cambia del individuo hacia el grupo. Poco a poco, el hombre ya no habrá de producir para satisfacer sus necesidades, sino las de una sociedad que, a cambio, le entregará los satisfactores que él requiera. Es entonces cuando surgen los sistemas productivos sociales.

Así nace el comercio y, con él, la división del trabajo. La producción de las diferentes comunidades se va haciendo cada vez más especializada. La producción doméstica y artesanal se va desplazando de forma natural de los hogares a pequeños talleres. Nacen los gremios y la preocupación por mantener una buena calidad en el producto para poder conseguir buenas cosas a cambio. Es entonces cuando, en los gremios, los maestros llevan una especie de control en la calidad de los productos y en la aceptación de nuevos miembros a su comunidad. Aparece la vida urbana, más propicia que la vida campesina, por obra del con-

tínuo trato social, para satisfacer todas las inquietudes del espíritu. La vida ciudadana fue entonces, un fermento poderoso de civilización. Es en las ciudades donde se realizaron los grandes cambios en las artes, la ciencia y la economía que preludiaban ya hacia el siglo XIII el advenimiento de los tiempos modernos.

Hasta el siglo XVII, la producción, que era de tipo artesanal, había dependido mucho de las contingencias de la naturaleza y, en el siglo XVIII el hombre sentía ya la necesidad de buscar algún modo de independizarse, aunque fuera gradualmente, de ella. Esto podría mejorar la calidad de su producción y, como consecuencia, permitirle adquirir más y mejores satisfactores para sus necesidades.

En esta época se registraron grandes avances en la filosofía en la astronomía, en las matemáticas y en física. Fue durante este período (siglos XVII y XVIII) cuando emergieron hombres como Bacon, Kant, Copérnico, Kepler, Galileo, Descartes y Newton, pensadores cuya curiosidad intelectual y empeño en el conocimiento científico prepararon el camino para los grandes cambios económicos, políticos y sociales.

Hasta entonces había habido tres importantes razones para el retardo del progreso industrial, de la llegada de la mecanización:

1. La falta de desarrollo del método científico
2. El peso histórico de la tradicional dependencia de hom - bres, animales, agua y aire para la obtención de energía
3. Lo barato de la vida y de la mano de obra

Ahora se tenían ya los elementos para vencer estos problemas y hacer más controlable la producción, menos sujeta a los caprichos de la naturaleza.

En este nuevo marco histórico, con tales inquietudes y tales avances, se pudieron dar las geniales invenciones que cambiaron, a largo plazo, el curso de la humanidad. Inventos tales como - la máquina de vapor de Watt, la despepitadora de Whitney, la bom ba para pozos de minas movida por vapor de Newcomen, la hiladora de algodón de Hargreaves, el telar mecánico de Cartwright, etcétera, vinieron a acelerar el progreso, que se tornó exponencial. Cada pequeño invento despertaba el ingenio de otros hombres para inventar otra cosa y así se formó la cadena que nos tiene donde ahora estamos. En fin, todos estos avances de ingeniería facilitaron la producción, permitieron incrementar sus volúmenes y - su calidad y propiciaron ascenso en el nivel de vida de la socie dad en general.

Sin embargo, estas máquinas no eran económicamente viables para pequeños talleres, de donde surge la necesidad de unirse y formar las primeras fábricas con un volumen de producción tal - que les permitiera absorber los costos de la mecanización. Es-

tábamos en plena Revolución Industrial y la vida humana ya no era la misma.

El paso de talleres pequeños a fábricas bastante más grandes trajo muchas ventajas, pero también muchos problemas que nunca antes se le habían presentado al hombre. Al tener más obreros una fábrica, el lugar donde ésta se hallaba debía brindar más servicios para satisfacer las necesidades de la creciente población. Esto trajo a su vez nuevas fábricas, nuevos comercios, en un solo concepto, nuevas industrias, que a su vez, trajeron nuevos obreros, y así sucesivamente. Es decir, la vida en general, dentro y fuera de los centros manufactureros, se hizo mucho más compleja. Para las empresas aumentaron los problemas; se enfrentaban ahora a una mayor competencia, a nuevas demandas de sus empleados y clientes, a problemas de programación en sus ciclos de fabricación y en sus necesidades financieras. Había llegado la hora de administrar científicamente a la empresa, de cuidar cada paso que se daba, de planear y controlar sus actividades. Es en este contexto en el que nos movemos actualmente.

1.2 Clasificación de los sistemas productivos

Hemos dicho ya que cualquier organización cuyas actividades giren en torno a la agregación de valor a algo para transformarlo en un bien o un servicio, puede considerarse como un sistema productivo. De ahí que sea enorme la variedad de sistemas productivos que puedan existir y que establecer una clasificación -

completa y absoluta sea muy difícil. Sin embargo, para los fines de este trabajo, hablaremos de dos tipos de sistemas productivos.

Esta clasificación se basa fundamentalmente en la naturaleza de la demanda de los bienes y servicios que el sistema produce. Cuando la demanda se refiere a un volumen relativamente grande de un producto estandarizado, de ordinario encontramos líneas de producción cuidadosamente diseñadas para producir artículos en serie. A estos sistemas se les denomina sistemas de producción en serie (SPS). Como ejemplos típicos tenemos a las empresas que fabrican automóviles y a las industrias de procesos químicos. En cambio, cuando la demanda se refiere a artículos a la medida, o bien, cuando la tecnología de producción crea una situación en la que la capacidad es muy grande en relación con la demanda del artículo, el sistema productivo debe ser flexible para poder adaptarse a una gran variedad de estilos, tamaños o diseños. A estos se les denomina sistemas de producción por pedidos (SPP). Como ejemplos típicos tenemos a las empresas que fabrican máquinas partes metálicas o moldes de plástico y a los talleres de máquinas-herramienta.

Algunas diferencias básicas entre estos dos tipos de sistemas de producción son las siguientes:

En términos del costo unitario del producto o del servicio, el SPS por lo general los rinde más bajos que el SPP. Esto se

debe a las economías de escala, donde un alto volumen de producción disminuye los costos fijos unitarios, lo que a su vez hace bajar el costo total unitario hasta un cierto límite.

Los costos unitarios de almacenamiento, por lo común, son - más bajos en un SPS, debido a que la materia prima se almacena - durante un tiempo más corto y los inventarios de producto en proceso tienen un mayor índice de rotación.

El tiempo total de proceso normalmente es menor en los SPS.

Por otro lado, para el manejo de materiales, en un SPS se - utilizan, por lo general, equipos de trayectoria fija, lo que contrasta con el equipo usado para ello en el SPP, dada la gran flexibilidad necesaria en un sistema de este tipo.

En lo tocante a la inversión que se realiza en cada uno de estos dos tipos de sistemas, en los SPS se requiere más capital para pagar los equipos especiales de alto volumen de producción, incluyendo instalaciones de servicios y equipo auxiliar (para movimiento de materiales, controles automáticos, etcétera).

Otra diferencia importante que a la vez puede ser considera- da para la clasificación de los sistemas productivos es la con-cerniente a la distribución de planta. En términos generales, los SPS utilizan lo que se conoce como Distribución por Producto que es tener una línea de producción bien balanceada y con equi-

po especial ajustado a los requerimientos de fabricación del producto que se trate. Por su parte, los SPP utilizan lo que se conoce como Distribución por Proceso, que consiste en tener un área determinada todo el equipo necesario para la producción de los diversos artículos, ubicando cada máquina en un lugar tal que maximice la eficiencia de la planta (minimizar costos de movimiento de materiales, minimizar el tiempo de los artículos en proceso, etc.). Esto trae como consecuencia, una mayor capacidad de adaptación a los requerimientos de producción a la hora de cambiar el producto (o sea flexibilidad).

También las características de mercadotecnia de las compañías que usan SPS suelen diferir de las que usan SPP. En las primeras, el esfuerzo de mercadotecnia se concentra en el desarrollo de canales de distribución para el gran volumen de la producción y a persuadir a los clientes para que acepten productos estandarizados. En cambio, en los segundos, el esfuerzo se dirige hacia obtener y cumplir pedidos individuales para diversos productos.

Finalmente, las funciones de Planeación y Control de la Producción (PCP) varían en cada uno de ellos, pero ello se verá más adelante.

A continuación se muestran las principales diferencias hasta aquí anotadas:

CARACTERISTICA	S.P.S.	S.P.P.
Volumen de producción	Grande	Pequeño
Tipo de producto	Estandarizado	Especial
Maquinaria	Especializada	General
Flexibilidad	Menor*	Mayor*
Costos Unitarios	Menor*	Mayor*
Capital necesario	Mayor*	Menor*
Tiempo de proceso	Menor*	Mayor*
Equipo de Mov. de Mat.	De trayectoria fija	De múltiples trayectorias
Distribución de planta	Por producto	Por proceso

* Se usan términos relativos, para referirse a la comparación entre ambos sistemas productivos.

Hasta aquí se han enunciado las principales diferencias que existen entre ambos sistemas, aunque éstas, en realidad, varíen de acuerdo con las características más propias de cada empresa.

En términos prácticos, la mayoría de los sistemas reales se pueden clasificar en un grupo u otro, pero realmente si quisiéramos hacer un análisis más profundo encontraríamos, en la mayoría de los casos, alguna combinación de las características descritas anteriormente.

1.3 Planeación y control de la producción

1.3.1 Definición

Como es de esperarse, para que los sistemas de producción -

funcionen, es necesario contar con ciertos recursos (materiales y humanos), los cuales generalmente son limitados. Es por ésto que surge la necesidad de administrarlos de una manera óptima; - ésto se logra mediante una adecuada planeación y control de la - producción.

Es necesario comprender más a fondo este concepto. Vayamos por partes.

Comencemos por la palabra "Planeación. ¿Qué significa?. Ackoff plantea lo siguiente: "La Planeación es proyectar un futuro deseado y los medios para obtenerlo" y continua más adelante "...es evidente que la Planeación es un proceso de toma de decisiones; pero es igualmente cierto que la toma de decisiones no - siempre equivale a la Planeación... La Planeación difiere de la toma de decisiones en tres aspectos (en resumen):

1. La Planeación es una toma de decisiones anticipada
2. Es un Sistema de decisiones, porque el hecho futuro que deseamos implica un conjunto de decisiones interdepen - dientes.
3. La Planeación es un proceso que se orienta hacia la generación un estado futuro deseado que no es probable que - ocurra a menos que se haga algo al respecto..."^{1/}

Existen tres diferentes horizontes de Planeación: a corto,

^{1/} Un concepto de Planeación de Empresa. Russell L. Ackoff. Ed. Limusa. Primera Edición. 1972. México, D.F. pág. 14.

a mediano y a largo plazo. Cada uno de ellos tiene características diferentes sobre todo en cuanto al nivel en el cual se - - ejerce y a la forma de hacer y llevar a cabo los planes. En general mientras menor sea el plazo de acción de la planeación, - más específica puede ser ésta.

Un programa, de hecho, no es más que un caso particular de - la planeación. La programación es una planeación altamente específica, en cuanto a las acciones que se realizarán y al tiempo que deben consumir cada una de ellas. Al ser tan específica, es requisito para la programación, que los parámetros que la de - terminan no cambien durante el período que ésta cubre y, por lo tanto, esta situación la identificamos sobre todo, con el corto plazo, aunque de ninguna manera es exclusiva de éste.

De la misma manera, la planeación de la producción debe defi nir con acciones y políticas concretas, el marco general en el - que se desarrollarán las actividades específicas consideradas - por los programas de producción.

Podemos considerar que básicamente, la planeación de la pro - ducción nos sirve para relacionar y equilibrar los recursos de - la empresa con los requerimientos de producción durante el perío do bajo consideración, a fin de que se asegure que todos los re - cursos necesarios para producir los bienes y/o servicios requeri dos se encuentren en el lugar, en el momento y en las cantidades apropiadas, así como que el aprovechamiento de los mismos sea el

máximo.

Planear las operaciones requiere conocer qué, cuánto y cómo producir. El qué y el cuánto se determinan en base a la predicción de la demanda que, como veremos más adelante, se hace a partir de datos históricos, de opiniones de conocedores o de ciertos indicadores indirectos.

Para saber cómo producir, habrá que cuantificar los materiales y la maquinaria necesaria y/o disponible, determinar qué proceso (o ruta de fabricación) va a seguir nuestro producto, en qué orden cronológico, qué se habrá de mover y, en fin, tendremos que integrar todos y cada uno de los aspectos relativos a la fabricación de los productos.

Es importante considerar que las fluctuaciones que constantemente se experimentan en la demanda afectan en forma considerable las actividades de toda empresa. Así, si la empresa cuenta con una gran cantidad de maquinaria que en un momento dado sería tal vez insuficiente para satisfacer la demanda, en otro momento podría permanecer ociosa por ser la demanda muy baja. Lo mismo sucedería si tratara de equilibrar dichas fluctuaciones con recursos humanos, es decir, contratando una gran cantidad de obreros cuando la demanda es alta y despedirlos cuando ésta es baja, o bien contratar un número fijo de obreros y pagar horas extras cuando la demanda crece; o con los inventarios a sabiendas de que los costos de mantener inventarios excesivos son muy altos.

Es por todo esto que los planes y programas de producción siem - pre buscan la forma de resolver de la manera mas adecuada y, por supuesto al menor costo, el gran problema de la flúctuación en - la demanda.

En toda empresa se maneja una gran cantidad de información - entre el área de producción y las diferentes áreas de la misma, la que va encaminada a determinar qué, cuándo y cómo producir.

Del área de mercadotécnia provienen los pedidos y las fechas de entrega que los vendedores han prometido a los clientes, to - mando en cuenta los tiempos críticos implicados en la fabrica - ción de los productos, compra de materiales y partes, etcétera.

Del área de ingeniería proviene toda la información descrip - tiva acerca de los productos y procesos comprendidos en la fabri - cación; ésta integra las rutas de fabricación y las estructuras detalladas de los productos.

Del área de personal se obtiene información acerca de la dis - ponibilidad y de la contratación de nuevos empleados.

Del área de abastecimientos, acerca de los materiales y par - tes disponibles en el mercado.

Considerando todo esto, la planeación de la producción se en - carga, por medio de los programas de producción, de recopilar to

dos estos datos para lograr lo siguiente:

1. Terminar a tiempo un alto porcentaje de las órdenes
2. Alta utilización de las máquinas y del personal
3. Bajos inventarios de producto en proceso.
4. Bajo tiempo extra
5. Mantener un nivel óptimo en los inventarios de materia prima y producto terminado

Analícemos ahora qué significa la palabra "control", o mejor dicho qué acepción de la misma es la que vamos a tomar para nuestros usos y fines.

"El control es la función de seguir la orden emanada de -- nuestro centro de planeación y compararla contra los resultados esperados. En base a esa comparación, se verá qué iniciativas es preciso tomar para conseguir los resultados propuestos".

El control tiene que ejecutarse de tal manera que, a través de las múltiples formas que pueda asumir, nos diga qué se está haciendo, dónde, cuándo, cómo y, por encima de todo, si es que eso que se está haciendo es realmente lo que se ordenó en la -- planeación. Es obvio que si no se cumplen las órdenes emanadas del aparato planificador, el medio ambiente desarrollado no va estar dentro de los parámetros considerados inicialmente haciendo entonces inútiles algunas previsiones tomadas si es que no to

das.

En suma: el control implica comprobaciones para cerciorarse que se está ejecutando el trabajo de acuerdo con los planes originales, para detectar cuándo se ha presentado una desviación, analizar lo que ha ocurrido, decidir qué acción correctiva es la apropiada, aplicar dicha acción y retroalimentar la información sobre el progreso al área de planeación para mejorar la planificación futura.

El control es el medio más eficaz para lograr mantener nuestra producción en movimiento y de acuerdo a las actividades programadas, controlando los hechos a medida que se presentan, comparando los resultados reales con el nivel de resultados que puede esperarse razonablemente y emprendiendo las acciones apropiadas tanto a corto como a largo plazo.

En resumen, la planeación y control de la producción es: *"Aquel conjunto de funciones de planeación, programación y control, orientadas a lograr el mejor aprovechamiento posible de los recursos para la producción".*

1.3.2 Funciones

Hasta aquí hemos visto qué es lo que se entiende por planeación y control de la producción (PCP) y por qué ésta es considerada por muchos analistas de la dirección de empresas como la co

lumna vertebral de una organización productiva. También se ha dicho que las funciones de la PCP varían de acuerdo al tipo de sistema productivo que se esté tratando. De esto nos ocuparemos ahora tomando como base las ideas de Richard Hopeman.

1.3.2.1 Planeación y Control de la Producción en un Sistema de Producción por Pedidos (SPP)

Como se recordará, este tipo de sistemas están caracterizados por máquinas de propósito general, equipo para manejo de materiales sin trayectoria fija, producción en lotes de tamaño relativamente pequeño, gran variedad de productos, distribución de planta por procesos y producción basada en órdenes de venta.

En forma general en estos sistemas, las actividades de PCP están basadas en las órdenes de venta y están coordinadas por el uso de número de orden. Este número es asignado habitualmente al momento de recibir el pedido del cliente y, durante todo el proceso se identifica al artículo con ese número.

Una vez que se recibe la orden de ventas, se procede a determinar las materias primas requeridas para la fabricación del artículo, sus cantidades y las operaciones que se requerirán para completar el proceso de producción de esa orden. Para esto es bueno tener a la mano la lista de materiales y la secuencia de operaciones asociadas con ese artículo en el caso que se haya

fabricado antes. Una lista de materiales incluye típicamente - todas las materias primas y partes necesarias para fabricar el - producto en una unidad, así como la cantidad de artículos que de - ben producirse. Por su parte, la lista de secuencia de opera - ciones indica, como su nombre lo dice, los pasos u operaciones que se requieren para fabricar una unidad de ese artículo. Ade - más, para efecto de la programación de la producción, esta lista (también denominada hoja de ruta de fabricación) comprende la in - formación relativa a los ajustes que deben hacerse en las máqui - nas por las que el artículo va a pasar, las herramientas auxilia - res para su fabricación y el tiempo esperado de procesamiento - en cada centro de trabajo. Esta hoja de ruta de fabricación - puede incluir en algunos casos, una breve descripción de la ope - ración que se realizará en cada centro de trabajo. Ambas lis - tas deben contener información sobre el número de orden, cliente fecha de pedido y, si se requieren especificaciones y referen - cias a dibujos.

Una vez que se tiene la lista de materiales y la hoja de ru - ta de fabricación, el siguiente paso es hacer un programa de pro - ducción. Esto implica la determinación de los requisitos de - tiempo para terminar el trabajo. Responde a la pregunta de - cuándo debe ejecutarse cada operación. Para esto se emplea la información de las hojas de ruta relativa a los tiempos de proce - so y tiempos de cola esperados para cada operación.

Para formular un programa de producción detallado es necesi -

rio encontrar respuestas adicionales, tales como la capacidad específica de las máquinas, la cantidad de materia prima y partes que existen en el inventario, cuál es el tiempo que tarda el abastecimiento de lo que no hay en el almacén y la prioridad de la orden que se está considerando. Encontradas estas respuestas, es posible establecer el calendario de producción: cuándo hay que meter las órdenes de compra, cuándo hay que comenzar a fabricar el artículo, cuánto hay que pedir al almacén, cuándo iniciar las operaciones de submontaje y de montaje final, etcétera.

Cuando ya se tiene el programa de producción se puede elaborar la orden de trabajo para el departamento de fabricación. Esta orden debe incluir genéricamente lo siguiente: nombre del producto, número de la orden, cantidad a producir, operaciones requeridas y su descripción, departamentos involucrados en la operación, nombre del cliente y fechas en las que se deberán iniciar las operaciones. En algunas compañías las órdenes de trabajo se mandan al superintendente de producción, quien determina ciertos detalles, tales como el número de obreros que intervendrán en la fabricación del producto en cada centro de trabajo, herramientas específicas que se deben usar, etcétera.

Junto con la orden de trabajo se suelen mandar órdenes de requisición al almacén de materias primas y refacciones y al departamento de abastecimientos, órdenes de movimiento de materiales indicando qué, cuándo y dónde mover, etcétera.

Estas órdenes conviene que se entreguen a personas responsables, que estén en estrecho contacto con el área de producción y con los pedidos, de tal manera que se esté en posición de observar cuidadosamente lo que sucede y reportar desviaciones del programa. En el caso que surjan contratiempos en la planta tales que rompan con el calendario planeado (por ejemplo descompostura de alguna máquina, ausentismo de los trabajadores, demoras o faltantes de aprovisionamiento de insumos para producir, etc.), se debe avisar al departamento de PCP para reprogramar los pedidos, considerar el trabajar tiempo extra o bien, tomar alguna decisión pertinente. Todo ésto pertenece al sistema de control.

En resumen, la PCP en los SPP, comienza cuando se recibe la orden del Departamento de Ventas, continúa al determinar la lista de materiales, las hojas de ruta de fabricación, el programa de producción, la emisión de las órdenes de fabricación y, finalmente la utilización de un sistema de información que detecte desviaciones en las actividades planificadas para poder aplicar las medidas correctivas adecuadas.

1.3.2.2 Planeación y Control de la Producción en un Sistema de Producción en Serie (SPS)

Como se mencionó anteriormente, los SPS están caracterizados por emplear máquinas para usos especiales, equipo de movimiento de materiales de trayectoria fija, producción de artículos estandarizados, grandes volúmenes de producción y fabricación de exis

tencias para pedidos a plazo futuro.

Las actividades de la PCP asociadas con estos sistemas son - mucho más sencillas que las asociadas con los SPP. Aquí no hay necesidad de preocuparse por la ruta de fabricación, puesto que ésta se define desde que se diseña el sistema productivo. El arreglo de los equipos está basado en productos estandarizados y por lo tanto, las máquinas se colocan en secuencia. No hay que asignar trabajadores a un centro de trabajo por cada pedido puesto que la línea de producción se balancea desde que se diseña el sistema. Tampoco es necesario describir las operaciones para - cada fabricación pues éstas nunca cambian.

Básicamente la función de la planeación de la producción - comprende la determinación del volumen de producción en un periodo para mantener un nivel predeterminado óptimo en el almacén de producto terminado. Una vez establecido el volumen de producción, el problema es planear el abastecimiento adecuado de insumos para la producción de modo que éste sea en la cantidad y en el momento justos para mantener siempre a la línea en operación.

La función del control de la producción está dirigida hacia el mantenimiento del flujo de producción de manera que se produzca el número requerido de artículos.

Como se ve, en estos sistemas el control del inventario adquiere mucha importancia. El inventario de materia prima debe

ser el mínimo suficiente para mantener en operación al sistema. Por otro lado no se puede permitir que los inventarios de producto terminado y producto en proceso crezcan más allá de cierto límite, pues esto elevaría mucho los costos.

En resumen, la PCP en un sistema de éstos comprende dos actividades: primero, asegurarse que haya suficiente materia prima para abastecer a la línea de producción y remover los artículos terminados del sistema, cuidando de mantener el nivel adecuado de inventario de producto terminado; segundo, mantener el ritmo de flujo en el sistema de producción de manera que éste pueda funcionar hasta cerca de su capacidad en algunos casos o que cubra los requisitos del mercado en otros.

En ambos sistemas la PCP está orientada a lograr una mayor productividad, misma que se reflejará en una disminución de los costos, tanto contables como económicos (de oportunidad). De hecho una buena medida de las funciones de PCP se tiene a través del control de los costos, de la comparación y análisis de tendencias entre lo presupuestado y lo incurrido. En el siguiente capítulo hablaremos más a fondo de éstos.

2

COSTOS

2.1 Introducción

Los factores que inciden en la producción son a grosso modo tres: recursos humanos, financieros y materiales. Los costos consisten en obligaciones explícitas e implícitas^{1/} contraídas con los propietarios de los factores. Estos dependen fundamentalmente de:

- a) El precio que la empresa debe pagar por los factores
- b) La eficiencia con la cual ésta los usa

El primer punto depende de factores externos (la demanda por ejemplo), por lo que lo único que podemos controlar de forma efectiva es el segundo. Resulta clara entonces, la importancia de la Planeación y Control de la Producción con respecto a este punto, ya que el objetivo principal de la misma es la maximización de la función beneficio mediante la optimización en el uso

^{1/} Obligaciones explícitas: Gastos por factores comprados o alquilados, sueldos, materias primas, productos semielaborados, gastos generales, depreciación y amortización.

Obligaciones implícitas: Costo de los factores propios, interés de la inversión, salarios en forma de beneficios, costo de oportunidad de la inversión.

de los recursos para la producción; de tal manera que se minimicen los costos unitarios^{2/}

El hecho de conocer nuestros costos no garantiza que se vayan a tener utilidades, pero nos sirve como un patrón básico para el control (y por ende para la planeación). Este patrón es tanto más importante cuanto que nos relaciona, mediante la misma unidad, todos los rubros que se manejen. Nos permite manejar un denominador común para todos los factores.

Es importante distinguir la relevancia que tiene el tiempo en la aplicación de los costos. Es diferente aplicar los costos de producción en el corto que en el largo plazo. En un caso real, el corto plazo se identifica con un período de tiempo tan reducido que las cantidades de factores tales como terrenos, edificios, maquinaria pesada y personal directivo, no alcanzan a modificarse (factores fijos), y suficientemente extenso como para permitir variaciones en las cantidades de factores como trabajo, materias primas y otras semejantes (factores variables). En cambio, el largo plazo se identifica con un período tan amplio que permite que todos los factores sean variables. Por ésto, en el corto plazo los costos variarán solamente en función del volumen de producción.

^{2/} Salvo aclaración contraria, cuando hablemos de costos nos referiremos a los unitarios, no a los globales.

Tomando en cuenta lo anterior, se distingue porque la Planeación y Control de la Producción surte mayor efecto si se realiza en condiciones de corto plazo. Por tal razón adoptaremos dicho plazo para dar una primera clasificación de los costos: - variables son aquellos asociados a los factores variables y fijos son los asociados a los factores fijos, siendo los costos - totales la suma de ambos.

2.2 Clasificación de los Costos

Dada la importancia que tienen los costos para medir el funcionamiento de la empresa, es menester llevar un control de los mismos. Para poder controlarlos es necesario tener una visión panorámica y ordenada del lugar, modo y momento en los que éstos ocurren.

Con el fin de llevar un control adecuado, la contabilidad de costos los ha ordenado según diversos parámetros, entre los que se tienen los siguientes: variables, los que por su relación con respecto al volumen de producción varían de forma directamente proporcional (como en el caso de la materia prima); fijos son los que sí permanecen constantes independientemente del volumen de producción (como es el caso de la depreciación).

Si los factores se integran al producto final se les conoce como costos directos y, si no, se integran como costos indirectos.

Dependiendo del área de la cual provengan los costos, se les conoce como Costos de Producción, Ventas, Finanzas o Administración.

Pueden clasificarse también de acuerdo a la manera como se capturen con respecto al volumen y diversidad de la producción denominándose:

- Costeo por órdenes:

Para capturar estos costos se expide una orden escrita de trabajo para cualquier actividad a desarrollarse. En esta orden se carga específicamente todo aquello que se está invirtiendo para lograrla, de tal manera que al final tengamos el costo total exacto de esa orden.

- Costeo por clase:

Puede sintetizarse este método, diciendo que es una forma condensada del de órdenes de producción. Por clase deberá entenderse el grupo de productos similares.

- Costeo por procesos:

A cada proceso individual se le acumula el material, el trabajo y los gastos indirectos de producción. El costo unitario se obtiene dividiendo el importe de la suma de los costos de los procesos entre las unidades

producidas.

- Costeo por operaciones:

Es un refinamiento de los costos por procesos. Cada proceso se subdivide en varias partes que reciben el nombre de operaciones, de ahí que el proceso puede incluir varias operaciones.^{3/}

Por último tenemos aquellos costos que ocurren antes o después en el tiempo.

Los costos que ya ocurrieron son conocidos como Históricos o Reales, los que se calculan o se estiman antes de que sucedan se llaman Predeterminados.

Los Costos Predeterminados y los Históricos actuando conjuntamente, son los que dan la base para la Planeación y Control de los Costos, lo que a su vez nos da la base para la toma de decisiones de Planeación y Control de la Producción.

2.3 Sistemas de costeo

Hemos visto como se clasifican los costos y como se capturan, ahora se hablará del manejo que se les debe dar.

^{3/} "Técnica de los costos". Sealtiel Alatríste Jr.; Editorial Porrúa, México 1966, pág. 75. Decimoséptima Edición.

Para manejar los costos se han diseñado dos formas: el Sistema de Costeo Directo (SCD) y el Sistema de Costeo Absorbente (SCA). Cada uno tiene sus características especiales -- que los hacen útiles para determinados fines.

En el SCA, los costos fijos se prorratan por unidad producida, lo cual genera una elevación ficticia del valor de los inventarios que se tengan.

En el SCD sólo los costos variables son los que se aplican al producto; el total de costos fijos se carga al ejercicio fiscal correspondiente sin distribuirlo entre las unidades producidas. Para esto es necesario tener claramente diferenciados los costos fijos de los variables.

La diferencia principal entre ambos radica en el manejo que cada uno de ellos da a los costos fijos.

El SCA es el que demanda el fisco para efectos de las declaraciones hacendarias, pero el SCD es más conveniente para el control de la producción por el manejo que de los costos variables hace (en especial los rubros de materia prima y mano de obra directa, vitales para medir la eficiencia del área de producción). El SCD es más complejo pero también más completo y adecuado para la toma de decisiones en virtud de que elimina distorsiones en la visión general de la empresa, por lo que es

recomendable llevar simultáneamente los dos sistemas. ^{4/}

2.4 Costos y sistemas de información

La contabilidad de costos, y en general todo lo que de costos hemos hablado hasta aquí sería inútil si no se cuenta con un buen sistema de información.

Si los costos son el principal medio de control operativo en una planta, es de suma importancia que éstos se conozcan con la mayor veracidad y transparencia posibles. En este sentido, la Planeación y Control de la Producción, en especial en su fase de control, debe proporcionar al sistema de información, a través de las hojas de control que ella diseñe, los reportes de lo que realmente ocurrió en la planta para que se pueda hacer un costeo veraz de la materia prima, la mano de obra y los gastos indirectos de fabricación (el tipo de reportes que se deben usar y la forma de ordenar y manejar los costos depende de las particularidades de cada empresa).

2.5 Corolario

Con ésto queda establecida la doble relación que existe entre Costos y Planeación y Control de la Producción: ésta últi

^{4/} Si el nivel de los inventarios fuese de cero, el SCA sería igual al SCD, pero como esta situación no se presenta casi nunca debido a las necesidades estratégicas de mercadotecnia y de producción, se impone la necesidad de llevar ambos sistemas.

ma le proporciona a Costos (por lo menos indirectamente) la in - formación para hacer dicho costeo real de las operaciones, mientras que Costos le da a Planeación y Control de la Producción la pauta para modificar planes y aumentar o disminuir el control en ciertas facetas de la producción.

La PCP, por sí sola no tiene sentido, son los costos los que la justifican pues el objetivo de la PCP, en última instancia, - es disminuir los costos variables de operación en una empresa, - de modo que se aumente la contribución marginal por producto.

3

ADMINISTRACION DE MATERIALES

Uno de los conceptos, a nuestro juicio, más revolucionarios en el campo de la Administración de Empresas y la Ingeniería Industrial, es el de Administración de Materiales. Esta nueva función administrativa ha dado pie a extensas discusiones entre teóricos y analistas de la Dirección de Empresas en virtud del impacto tan grande que tiene en la estructura de una organización y, por ello, habría mucho que escribir a este respecto. No obstante, con este capítulo no pretendemos más que, mediante una breve exposición de los aspectos fundamentales de la Administración de Materiales, enfatizar su importante relación con la Planeación y Control de la Producción.

1. Concepto y Funciones Básicas

La Administración de Materiales, de hecho, no es más que la adaptación de las actividades militares de Logística a la Administración de Negocios. En la milicia, la Logística comprende todas aquellas funciones encargadas de apoyar a los soldados que directamente luchan. Por ejemplo, corresponde a la Logística el abastecimiento oportuno de armas, municiones, equipo

y alimento, el transporte de tropas de combate y re -- fuerzas, el recoger heridos y proveer a los médicos de campaña de medicamentos y equipo de cirugía, etc. Es - tas actividades deben dar sostén a la operación duran - te todo su ciclo de vida y, por lo tanto, han de estar presentes en todas sus etapas, desde la planeación has - ta completar su ejecución.

Al extender este concepto a áreas distintas a la mili - tar, la S.L.E. (Society of Logistics Engineers) lo de - finió de la siguiente manera:

"Logística es el arte y ciencia de administración, in - geniería y otras actividades técnicas relacionadas con requerimientos, diseño, aprovisionamiento y manteni - miento de recursos de apoyo a objetivos, planes y ope - raciones de un sistema".

En la industria estas actividades van, fundamentalmen - te, orientadas a todo lo relativo a los materiales (di - rectos o indirectos) requeridos para la producción de bienes y servicios. Controlar las existencias y el mo - vimiento de los materiales con miras a su eficiencia - global, ha sido de particular interés en las grandes - compañías debido sobre todo a la repercusión tan fuer - te que estos aspectos tienen en sus costos de operación.

Así se podría decir que el objetivo básico de la Administración de Materiales es el de incrementar la rentabilidad del capital invertido en los materiales, tanto directa (compra de ellos) como indirectamente (en equipo de transporte y en los inventarios de productos terminados y en proceso).

Para lograr ésto en una forma global, el concepto se apoya en el enfoque de sistemas y pone a todas las funciones relacionadas con los materiales bajo una sola cabeza. De este modo, son responsabilidad de la Administración de Materiales las actividades que tradicionalmente eran controladas, en forma fragmentada, por diversas áreas de la empresa (tales como Compras, Producción y Ventas), con las consecuentes fallas y problemas para la integración sistémica total.

Desde este punto de vista, una Gerencia de Materiales es la encargada de dirigir: Compras, Control de Inventarios, Manejo de Materiales y Tráfico; secciones todas que a su vez implican una fuerte relación con otros departamentos, los cuales, según las particularidades de cada organización pueden o no depender de ella. Con ésto nos referimos a Distribución, Control de Calidad y Programación y Control de la -- Producción.

Con objeto de hacer más clara la relación entre los departamentos mencionados y la Administración de Materiales, consideramos conveniente hablar un poco de sus funciones principales típicas:

- Compras:

Su objetivo básico es el de conseguir los insumos necesarios para mantener en operación a la compañía en la cantidad, calidad y tiempo adecuados de modo que se minimicen los gastos de inventario. - Además este departamento debe centralizar la función de adquisiciones, proporcionando canales de comunicación entre todas las áreas de la organización.

- Control de Inventarios:

Existen varios objetivos para esta sección, entre los cuales podemos mencionar los que siguen: minimizar la inversión en el inventario y los costos de almacenamiento mediante el establecimiento de lotes económicos de compra y producción; minimizar las pérdidas por daños, obsolescencia y artículos percederos; mantener artículos suficientes para que Producción no tenga que detenerse -- por falta de insumos; tener un sistema eficiente de transporte de materiales, tanto para despacho como para recepción; registrar siempre buena in -

formación sobre las existencias en la base de datos.

- Manejo de Materiales:

Su función principal es la de ubicar a los materiales donde son requeridos de manera que se faciliten sus movimientos y almacenajes y se reduzca el costo propio de esto. Lo anterior implica que todas las materias primas, partes, productos y material de apoyo deben estar disponibles en el tiempo, lugar y cantidad planeadas con el mejor aprovechamiento posible del espacio dentro de la planta.

- Tráfico:

A él corresponde lograr que los materiales se muevan con la mayor eficiencia posible fuera de la planta. Conseguir medios de transporte, hacer trámites de importación y exportación y, en general, todo lo necesario para transportar materiales de fuera de la planta a ésta y viceversa.

- Distribución:

Le compete vigilar que los productos lleguen a los clientes en la fecha y en las condiciones prometidas. Su relación con Tráfico es obvia.

- Control de Calidad:

Su propósito es mantener ciertas normas en la producción de artículos. Se relaciona con el control de materiales especialmente en sus facetas de inspeccionar lo comprado y cuidar que la calidad de los productos no merme durante los movimientos que se tengan que hacer, tanto dentro como fuera de la planta.

En cuanto a la Programación y Control de la Producción, ya se ha hablado lo suficiente en cuanto a sus funciones y objetivos.

2. Relación entre Planeación y Control de la Producción y Administración de Materiales

La relación entre estas funciones básicas de la administración moderna se ve muy claramente a través del abastecimiento de materiales a la línea de producción. Esto involucra, por el lado de la Administración de Materiales, a las áreas de Control de Inventarios, Compras y Manejo de Materiales y, por el de Planeación y Control de la Producción, buena información en todo lo relativo a planes y programas.

Como se verá más adelante, es a partir de un plan anual de producción de donde surgen el plan de reque

rimientos de materiales y las políticas de Control de Inventarios, siendo el programa de producción -- quien activa los ajustes necesarios en ambos. Por consecuencia, las actividades propias de Planeación y Control de Producción y de Administración de Materiales están íntimamente ligadas:

- No se puede hacer un programa de producción sin conocer la disponibilidad de materias primas o el período de su abastecimiento.
- Entre los dos, junto con el Departamento de Ingeniería, deciden si un material o parte de éste, se compra o se fabrica.
- Si algo debe ser maquilado en el exterior, ellas se tienen que poner de acuerdo en aspectos tales como, cuándo se lleva, en qué se transporta, etcétera.
- Con respecto a la distribución de los productos ocurre algo similar, sobre todo en lo que se refiere a tiempo de entrega, empaque y transporte.
- También se relacionan fuertemente en lo que toca al establecimiento de lotes óptimos de producción y niveles de inventarios de productos terminados

y en proceso, etcétera.

La interdependencia mencionada es tan grande, que en muchas compañías la responsabilidad de desarrollar estas dos funciones se encomienda a una sola persona. La ventaja principal de ésto radica en que toda la responsabilidad de los inventarios está bajo un solo gerente, evitándose así las pugnas que tienen lugar cuando ésta se divide. No obstante, cada empresa debe decidir si hacer lo anterior conviene a sus condiciones particulares de producción, compras y recur-sos humanos.

Para concluir diremos que el desempeño efectivo de las funciones de la Administración de Materiales puede implicar cambios profundos en la estructura com-pleta de una organización. Cambios que, sin duda, pueden causar molestias de diversa índole a varios de sus miembros, sin embargo, pensamos que las ventajas que ésto puede traer, en especial en cuanto a reducción de costos de operación y mejoría del control administrativo de la empresa, recompensa con creces las dificultades que en un principio podrían surgir.

4

DECISIONES Y SISTEMAS DE INFORMACION

4.1 Introducción

En una empresa como en cualquier otra organización humana, las decisiones sobre su propia existencia desencadenan todo un proceso que, como veremos en este capítulo, gira alrededor de un concepto básico: la información; ¿qué es?, ¿de dónde surge?, ¿quién la necesita?, ¿qué formas asume?, ¿cómo se debe generar para que sea útil?, y en fin, ¿qué importancia tiene?; - son solamente algunos aspectos que habremos de mencionar aquí.

4.1.1 Decisiones

En realidad todo acto que ejecuta un ente implica una decisión, pero toda decisión implica otras más (qué objetivos -- cumplir, cómo lograrlos, etc.) que a su vez involucran más decisiones ..., y así vemos que la decisión fundamental de existir nos lleva, mediante un proceso de partición, hasta las decisiones más simples.

Es evidente, por otro lado, que las decisiones, o mejor -

dicho, el hecho de tomar una decisión, conlleva diferentes aspectos: niveles, tipos, fines, necesidades, responsabilidades, etc.

- Definición:

"Cuando existe una situación en la cual se pueden -- distinguir dos o más cursos de acción posibles (alternativas), una decisión consiste en seleccionar -- uno de estos cursos de acción, excluyendo el otro o los otros ..." ^{1/}

Partiendo de esta definición vemos que el hecho de decidir implica conocer las alternativas existentes; pero para poder conocerlas necesitamos información.

Ahora bien la información referente a un curso de acción puede ser muy amplia. ¿Necesitamos conocerla toda? Obviamente no. Se ha visto en la práctica que solamente necesitamos aquella información relevante al problema y de ésta, sólo una parte para poder tomar una buena decisión. A propósito de esto hemos encontrado la siguiente analogía: "Se ha sugerido que las enfermedades mentales son el producto de una sobrecarga de información. Si el individuo puede mantenerse

^{1/} Mize, White, Brooks. "Planificación y Control de Operaciones". Editorial Prentice Hall International. Pág. 22. España 1973.

en equilibrio con su medio ambiente, esta sano. En un sentido, son capaces de lidiar con las condiciones externas y mantienen un papel normal en la sociedad. Sin embargo, si son incapaces de procesar la información -tanto los flujos externos como internos- eficientemente, ocurre una condición de sobrecarga de información y se genera una ruptura en el sistema. La sobrecarga puede desarrollarse debido a la inhabilidad para depurar información irrelevante en las tareas de toma de decisiones del individuo. Cuando una persona pierde -- contacto con la realidad, ella (o el) se describen como mentalmente enfermos". ^{2/}

4.1.2 Proceso de Decisión

Se puede decir que el proceso completo de la toma de decisiones está integrado por las siguientes etapas:

- 1) Definición del problema
- 2) Establecimiento de criterios de evaluación
- 3) Esperanza de solución
- 4) Recolección de datos
- 5) Conversión de éstos a información
- 6) Establecimiento de alternativas

^{2/} "Organization and Management: a System and Contingency approach" -- International Student Edition. 1981
Kast, Fremont and Rosenzweig, James, Ed. MacGraw Hill. New York, USA 1981.

- 7) Asignación de criterios de utilidad para cada alternativa
- 8) Selección de alternativas (Decisión)
- 9) Aplicación de la alternativa escogida

4.1.3 Estructura de las Decisiones

En un sistema de Planeación y Control, el tener una buena estructura decisoria requiere de la aplicación de algunos principios generales:

- 1) La información es una base necesaria para la decisión.
- 2) Los datos recopilados deben ser directamente aplicables o tales que, mediante alguna transformación más o menos simple, puedan hacerse aplicables para el criterio de efectividad que se usara.
- 3) Estos datos deben ser de una o de dos clases: aquellos que sirven para establecer las alternativas y los que pueden emplearse para fijar las medidas de utilidad.
- 4) Suponiendo que se han establecido alternativas y asignado medidas de efectividad, los datos adicionales son inútiles a menos que afecten las utilidades asignadas.
- 5) La recolección de datos deberá terminarse antes de establecer alternativas y asignar utilidades.

- 6) La exactitud que se requiere en los datos es función de las técnicas utilizadas en la asignación de las medidas de utilidad y de las utilidades relativas -- asignadas a las alternativas.
- 7) Asumiendo que para tomar una decisión determinada, las nuevas etapas del proceso de decisión están bien definidas y encausadas y que esta decisión es de naturaleza repetitiva, la totalidad del proceso de decisión puede delegarse a un nivel más bajo de la organización o programarse para que sea realizado por equipo mecánico o electrónico.^{3/}
- 8) La mayoría de las situaciones de decisión pueden reducirse a una selección entre dos alternativas o a una serie de tales selecciones por eliminación de -- aquellas alternativas de baja utilidad.^{4/}

4.1.4 Niveles en la Toma de Decisiones

Aún cuando todas las decisiones se ajustan a la decisión

^{3/} En términos generales, podemos hablar de dos tipos de decisiones: -- programadas y no-programadas. Las decisiones programadas son aquellas que a fuer de repeticiones se convierten en reflejos automáticos, en hábitos. Esto permite ahorrar energía, tiempo y otros recursos, pero a su vez entorpece la innovación. Se presentan continuamente. Las decisiones no-programadas son decisiones en el amplio -- sentido de la palabra; requieren que se piense para poder ser tomadas. Necesitan asimismo, una mayor cantidad de información por lo novedoso de las situaciones a las que el decisor se enfrenta. Normalmente consumen mucho tiempo y recursos. Sólo se presentan esporádicamente.

^{4/} Mizze, White, Brooks. "Planificación y Control de Operaciones". -- Editorial Prentice Hall Internacional. Págs. 23-24

que hemos planteado, es obvio que no todas son iguales entre sí, cada decisión afecta de distinto modo nuestro sistema. - Las hay a diferentes niveles y en diversos grados de complejidad. Podríamos hablar por ejemplo de niveles gerenciales y - niveles operativos, pero ésto no dejaría clara la diferencia esencial entre un nivel y otro.

Es más práctico hablar de decisiones a diferente nivel - con respecto al alcance que tienen éstas en el tiempo. Así, hablaremos de decisiones de nivel estratégico, táctico y técnico.

1) Decisiones Estratégicas:

Son no-programables^{5/}, afectan normalmente el futuro completo de la organización y su efecto se siente a largo plazo. Ejemplos: Planeación, definición de políticas, etc.

2) Decisiones Tácticas:

Básicamente son no-programables, aunque ocasionalmente pueden comportarse de manera distinta. Su horizonte en el tiempo es a mediano y corto plazo. -- Ejemplo: Programar la producción.

^{5/} Para una mayor claridad en este concepto dirigirse a la nota 3 y a Rocco L. Martino, en su libro "Sistemas de Información para Directivos de Empresas". Editorial Técnica, S. A. México 1970. Primera Edición.

3) Decisiones Técnicas:

Son programables en esencia. Sus resultados son notorios a corto plazo. Ejemplo: Requisiciones de -- compra en base al punto de reorden.

Como se ve, hay una relación directa entre la complejidad de la decisión, el tiempo necesario para tomarla y el alcance temporal que ésta tiene.

Si decimos que todas las decisiones son diferentes entre sí, es razonable suponer que la información necesitada debe ser diferente también en cuanto a profundidad, alcance y extensión para cada uno de estos niveles.

4.2 Sistemas de Información

4.2.1 Información

Para efectos de este trabajo definiremos la información como aquel conjunto de datos procesados que tienen sentido. -- Los datos no son información, sino una parte componente de la misma.

4.2.2 Tipos

Se puede decir que existen dos tipos de información:

- Información Activa:

Aquella que cambia en un corto plazo. Es necesario estar pendientes de su exactitud y oportunidad constantemente. Ejemplos: Reportes de producción, ausentismo de los trabajadores, etc.

- Información Pasiva:

Este tipo de información no cambia en el corto plazo. Asimismo es más cara de obtener y más completa que la activa. Ejemplos: Capacidades de producción, estándares de trabajo, etc.

"Aunque mucha gente considera que la información y las decisiones están relacionadas muy estrechamente, parece que -- existe desacuerdo en cuanto a cual debe considerarse primero en el diseño de sistemas de planeación y control. Sin embargo, nosotros pensamos que la estructura de las decisiones de la organización debe determinarse en primer lugar y el sistema de información ha de diseñarse para ser compatible con ésta." ^{6/}

"La dirección pierde a menudo de vista la aparentemente obvia y simple relación entre la estructura organizacional y las necesidades de información." ^{7/} Por ello, además de las -

^{6/} Mizze, White, Brooks. "Planificación y Control de Operaciones". - Editorial Prentice Hall International. Pág. 21.

^{7/} D. Ronald Daniel. "Management Information Crisis". Harvard Business Review. Sept-Oct. 1961. Págs. 112-113.

diferencias entre información apropiada para propósitos de planeación y aquella buena para los de control, es importante diseñar cuidadosamente sistemas de información-decisión. ^{9/}

"Un sistema de información es vital para el proceso de toma de decisiones. La información es la materia prima del aspecto cognoscitivo que reconoce que una decisión debe ser tomada. De hecho, una decisión puede ser vista como un sistema de procesamiento de información. ^{9/}

4.2.3 Sistemas de Información en sí

Hemos llegado ya al punto en el cual es necesario definir qué es un sistema de información. Este es un conjunto de elementos (ya sea electrónicos o mecánicos, etc.) que interactúan entre sí generando información necesaria para la toma de decisiones y las actividades de supervisión. Tiene las siguientes funciones:

- Reducir la incertidumbre en la toma de decisiones
- Medir el impacto de las decisiones antes y después de ser tomadas

^{9/} "Organization and Management: a System and Contingency Approach". -- International Student Edition, 1981. Págs. 254-256.

^{9/} Idem. nota 8. Pág. 354.

- Proporcionar un conjunto de estándares, reglas de evaluación y decisión para la determinación y comunicación de advertencias y retroalimentación para fines de planeación y control.
- Reaccionar dentro de un tiempo apropiado
- Tomar decisiones programadas cuando se presente el caso

Este sistema debe cumplir con las características siguientes:

- Oportunidad:
Los datos deben procesarse y comunicarse con la mayor rapidez posible con el fin de tener una concatenación con la operación física que los generó.
- Pertinencia:
El sistema debe producir la información adecuada y entregarla al destinatario correcto en el momento que se necesite.
- Exactitud y Precisión:
La desviación de la información con respecto a lo real no debe sobrepasar los límites del error tolerable.

- Viabilidad Económica:

El costo del sistema no debe exceder al valor de los beneficios que proporciona ni ser una carga excesiva en la operación de la empresa.

- Eficiencia:

El sistema debe dar el máximo posible de información por unidad monetaria invertida.

4.2.3.1 Sistema Operativo

Un sistema de información tiene dos componentes básicos: El sistema operativo y la base de datos.

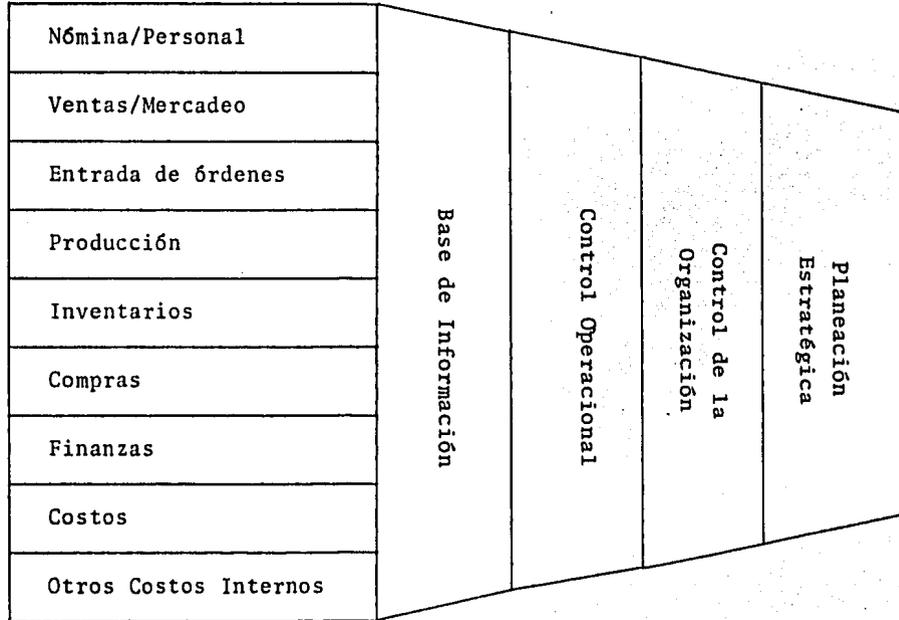
El sistema operativo es quien se encarga de efectuar todas las operaciones del manejo de los datos: captura, verificación, clasificación, ordenación, sumarización, cálculos, almacenamiento, recuperación, reproducción y distribución (comunicación).

4.2.3.2 Base de Datos

La base de datos es el origen y el destino de todos los datos tanto antes como después de ser procesados. El objetivo fundamental de la base de datos es el de contar con información única y no contradictoria que sirva a todas las áreas de la empresa, de donde se deriva que no debe haber más de una ba

FIGURA 4.1

SISTEMA DE INFORMACION - DECISION



Base Interna de Datos

se de datos. La información que contenga debe estar disponible, además, de una manera flexible, de modo que pueda serle útil a cualquier departamento o persona que lo requiera. Esto se representa en la figura 4.1

Debido a la gran cantidad de información que se maneja en la actualidad, a la necesidad de pertinencia de la misma y a otros factores ya mencionados, su manejo no es posible sin la ayuda de un sistema electrónico de procesamiento de datos (computadora). En una computadora, la base de datos funciona más o menos de la siguiente manera: Los datos son recogidos directamente en el lugar donde ocurren los eventos, en hojas con formatos especialmente diseñados para que los capturistas no tengan problemas al alimentar a la máquina. Los datos así capturados son almacenados en diversos archivos a través de programas. Después, cuando alguna información es requerida, mediante programas de aplicación, los datos de los archivos interactúan y son operados hasta proporcionar la información deseada. Por ejemplo: si se tiene un archivo de todos los productos que se manejan en la empresa, con su descripción, clientes, unidad de venta, precio unitario, etc.; uno de los centros de trabajo que se tienen, indicando el número de empleados que allí laboran, el tiempo de preparación y proceso, los insumos que requiere, etc.; otra de las rutas de fabricación que siguen los artículos y otra más donde se indique la lista de materiales que cada producto utilice, se puede, en un momento dado, al recibirse un pedido, hacer una cotización

en unos cuantos minutos disponiendo de los programas que relacionen los registros y los campos correspondientes de los archivos adecuados.

4.2.4 Factores de Exito

Los factores que se suman para determinar el éxito en el diseño e implementación de un sistema de información son cuatro:

- 1) Conocimiento de los requerimientos para toma de decisiones y necesidades de información
- 2) Interés y habilidad para implantar el sistema
- 3) Competencia técnica en el diseño de sistemas
- 4) Motivación para cambiar un sistema

4.3 Conclusión

El hecho de diseñar un sistema de información orientado hacia la toma de decisiones tiene diversas ventajas:

- 1) Previene el desarrollo de información inútil, pues solamente aquella que tiene significado en los procesos de decisión es capturada.
- 2) Este enfoque enfatiza el problema en sí más que las técnicas de análisis. El objetivo no es optimizar el uso de los sistemas electrónicos de procesamiento

de datos, sino el desarrollo de mejores sistemas de información-decisión.

3) Un sistema de información efectiva reporta:

- a) Incremento de utilidades
- b) Reducción del riesgo en la toma de decisiones
- c) Información rápida y de mejor calidad
- d) Comparación de soluciones alternativas
- e) Expansión del personal en áreas alternativas

Por último cabe remarcar que: " ... la planeación establece los objetivos y el control, garantiza el logro de los -- mismos a través de una retroalimentación de informes a la administración mediante el sistema de información ..."

5

DIAGNOSTICO

"¿Sobre qué descansan sus cimientos o quién asentó su piedra angular entre las aclamaciones de los astros matutinos y los aplausos de todos los hijos de Dios?"

Libro de Job

Se podría decir que es a través de las funciones de Planeación y Control de la Producción que se relacionan todas las áreas de una empresa.

En este capítulo hacemos un breve análisis de las áreas de la misma que mayor repercusión tienen en las labores de PCP, pretendiendo enfatizar la idea de que ningún sistema se desarrollará como es debido si hay fallas en alguno de sus elementos constitutivos.

5.1 Descripción de la Empresa

La institución donde se llevó a cabo este estudio se fundó hace ya muchos años y, hasta hace poco, su administración era ca-

si totalmente familiar, descuidando en varios aspectos los principios de la administración científica. Esta consideración es importante para poder entender la mayoría de los problemas que actualmente se viven en ella y que, sin duda alguna, afectan la efectividad de las funciones de PCP.

La empresa tiene una integración vertical parcial. Está formada por cuatro plantas independientes, una de las cuales, tiene la función única de proporcionar a las otras tres parte de las materias primas que éstas requieren para su operación, teniendo que obtener el resto de otros proveedores. Esta planta (Planta A) utiliza un proceso de producción continua y su volumen de producción mensual actualmente se fija en base a la cantidad del insumo básico con que se cuenta (cuya naturaleza hace difícil la predicción de su disponibilidad) y a la utilización máxima alcanzable de la capacidad instalada de producción (actualmente ésta no rebasa el 60% debido a una multitud de problemas técnicos que abordaremos más adelante), no habiendo necesidad prácticamente de considerar los requerimientos de materia prima de las otras tres plantas en virtud de que la capacidad instalada de producción de la planta A no alcanza a saturar la demanda por su producto.

Las plantas B, C y D tienen procesos de fabricación muy semejantes, diferenciándose en las capacidades de sus máquinas, en algunos tipos de ellas y en las características de sus artículos terminados.

En estas tres plantas el proceso de producción se compone de dos partes: un proceso principal básico por el que todos los artículos deben pasar y un proceso de conversión secundaria por el que no todos los artículos pasan.

El proceso principal básico es de producción continua y en él se transforma la materia prima en un producto que, en la ma -
yor parte de los casos, se considera como producto intermedio. En algunos otros, se considera producto terminado y se vende así al cliente, quien lo utiliza como materia prima para elaborar -
otros productos. En esta serie de operaciones se le dan al pro -
ducto las características que lo distinguen de los demás, deján-
dolo listo para entrar al proceso de acabado o de conversión, -
del que nos ocuparemos posteriormente. El proceso es idéntico
en las tres plantas y la única diferencia estriba en la capaci -
dad de producción del equipo que lo lleva a cabo. Además, cada
planta tiene varios de estos equipos, por lo que el mismo se - -
efectúa simultáneamente varias veces en cada una de ellas. La
planta B tiene tres equipo mientras que la C y la D tienen dos -
cada una. Por otro lado, aunque estos son semi-automáticos, se
requieren obreros para controlar algunas partes del proceso y ha -
cer los ajustes adecuados que den las caracterfsticas deseadas -
en cada artículo que habrá de fabricarse. Cada equipo se consi -
dera como una línea de producción y en todos los casos ésta se -
halla bien balanceada. Además, es en este proceso principal bá -
sico donde se adicionan casi todas las materias primas que compo -
nen a cada producto, por lo que los equipos donde se realiza - -

constituyen uno de los principales centros de costos de la empresa.

El proceso de conversión se considera de producción intermitente y, tanto las rutas de fabricación como el grado de conversión, varían según el artículo terminado que se quiera obtener. Es en este proceso donde encontramos la variedad más amplia de máquinas, el mayor número de obreros y donde los problemas de manejo de materiales son más complejos. A esta etapa entra el producto tal como sale del proceso básico y se le va transformando poco a poco, hasta dejarlo como va a ser entregado al consumidor. Es aquí donde se realizan la mayor parte de las funciones de programación y control de la producción.

5.1.1 Clasificación de Productos

En otro aspecto la variedad de artículos que se fabrican en esta empresa es amplia (alrededor de 600) y, aunque su proceso de fabricación es muy similar (diferiendo sólo en los insumos que utilizan y en algunos ajustes menores), tienen condiciones de venta diferentes, las cuales nos obligan para fines de nuestro estudio, a clasificarlos de la siguiente forma:

1. En cuanto al número de clientes que los demandan los podemos dividir en:
 - a) Artículos de línea. Son aquellos cuya demanda pro -

viene de un sinnúmero de personas y cuya venta está en función de la capacidad de penetración al mercado de los vendedores de la corporación. Estos artículos son los que enfrentan la competencia más fuerte y en los que mayor importancia tiene el inventario de producto terminado

b) Artículos especiales. Estos artículos son producidos para muy pocos clientes que piden características muy particulares en ellos, pero con un volumen tal que hará redituable la operación. Los artículos especiales se fabrican únicamente sobre pedido y, por lo tanto, no existe inventario de ellos.

2. En cuanto a la frecuencia con que se les demanda, los podemos agrupar en:

a) Regulares. Pueden ser artículos especiales o de línea cuya demanda es pronosticable.

b) Eventuales. También pueden ser especiales o de línea, pero su demanda no es pronosticable.

Esta clasificación nos será muy útil.

Por otro lado, en las tres plantas se fabrican artículos de línea pero, los más, se hacen en las plantas B y D. La planta C da prioridad a artículos especiales. La planta B opera también como maquiladora de algunos artículos de la planta D. Es-

to se debe a que en esta última se tiene un cuello de botella - muy importante al entrar al proceso de conversión, puesto que el volumen de producción de uno de los equipos del proceso básico - es mayor que el del proceso de conversión, mientras que en la - planta B sucede lo contrario.

Finalmente según la clasificación que establecimos para los sistemas productivos, dada la gran variedad de artículos que se producen aquí, diremos que la empresa constituye un sistema de - producción por pedidos y, por lo tanto, nos basaremos en esta - consideración para el planteamiento de un sistema adecuado de - Planeación y Control de la Producción.

5.2 Estructura de la Empresa

No se pueden plantear las bases de un sistema para la Planeación y el Control de la Producción sin considerarlo dentro de la estructura de la organización. Es preciso ubicarlo ahí, pues - es esta estructura la que determina los grados de libertad posibles del sistema en su diseño y, en gran parte, el éxito o el - fracaso en su desempeño.

La estructura de una empresa se define en términos generales por: a) las relaciones formales entre las parte de la organización (organigrama); b) la manera en que las diversas tareas son asignadas a los diferentes departamentos (diferenciación); c) la manera en que estas tareas son coordinadas (integración); y, por

Último, d) el sistema administrativo de la organización (políticas, procedimientos y controles que conducen las actividades y relaciones entre los miembros). Sin embargo, no es nuestra intención hacer un análisis detallado de la estructura de esta empresa, sino solamente mencionar aquellos puntos que consideramos de interés para nuestro trabajo.

En la sección anterior se dijo que, durante mucho tiempo se ignoraron muchos principios de la Administración Científica. Esto se reflejaba en la estructura de la empresa con problemas tales como que se pasaban por alto las relaciones formales de la organización, se tenían duplicaciones de trabajo, caprichos de los tomadores de decisiones, etc. Muchos de estos problemas se han ido resolviendo a medida que se ha logrado establecer una administración más formal y pluralista, pero aun quedan otros por resolver.

Uno de los principales problemas que todavía se tienen, es la falta de coordinación de las labores que se realizan entre las diferentes áreas de la empresa. Cada cual trabaja actualmente, a veces, como si formara parte de una empresa diferente (no necesariamente de la competencia, claro está, aunque en ocasiones eso parezca). Incluso se ha llegado al punto de tener una codificación diferente para los mismos datos en varios departamentos, mientras que hay otros datos que, pudiéndoles ser útiles, ni siquiera se toman en cuenta.

Esta carencia de estandarización, crea un sistema de desin -
formación fantástico que contribuye fuertemente a aumentar la -
falta de coordinación entre las diversas áreas de la empresa, -
además de dar pie a que se siga duplicando la labor.

Este problema es el que más preocupa a los directivos en es-
te momento y es en el que mayor énfasis están poniendo para solu-
cionar. De hecho, recientemente se ha creado la Gerencia de -
Planeación y Control de la Producción, uno de cuyos fines es, en
colaboración con la Gerencia de Administración de Materiales in-
tegrar, en un solo sistema, toda la información relativa a las -
operaciones de las cuatro plantas. Este sistema deberá, a su -
vez, ser integrado a otro más grande que maneje, sin duplicida -
des, la información estandarizada de todas las áreas (Costos, -
Tráfico, Facturación, Contabilidad, Ventas, etc.).

El proceso de integración de la información debe conducir, -
con el tiempo, a la fusión de varios departamentos que ahora, -
por diversas razones, se hayan separados, como es el caso de Trá-
fico, Distribución y Facturación. Esta reestructuración le de-
berá ir dando más solidez a la empresa con lo que podrá hacer me-
jor frente a sus compromisos ante sus clientes, sus empleados y
sus dueños.

5.3 Factor Humano

Los problemas anteriormente mencionados no se pueden resol -

ver simplemente diseñando nuevos sistemas de Administración, Ventas, Finanzas, Procesamiento de Datos o Planeación y Control de la Producción. Es necesario considerar la enorme influencia - que el Factor Humano tiene en el desempeño de cualquier sistema donde intervenga.

Así, en cualquier sistema productivo, por mas que se hayan - desarrollado procesos mecanizados, estos necesitan y necesitarán la presencia del hombre. Comprensiblemente, una persona que se sienta a gusto con su trabajo lo va a desempeñar mejor que otra que se encuentre en situación opuesta.

Las empresas (sobre todo, en épocas de crisis) tienen problemas para conseguir que sus trabajadores estén contentos, porque no es fácil conciliar sus necesidades particulares (de realización, aceptación, autoestima, etc.) con los objetivos de la empresa.

5.3.1 Problemas de Factor Humano en la Empresa

En el caso analizado, encontramos varios problemas con respecto al factor humano. En su mayor parte, estos tienen su origen en los problemas estructurales de la empresa o en deficiencias en los programas de motivación, como veremos más adelante.

En términos generales, los problemas relativos al factor humano en la empresa bajo consideración son los siguientes:

- a) Mala distribución del personal. Se tiene personal calificado en un área, trabajando en otra, que la mayor parte de las veces no corresponde a aquella para la cual fue entrenado (por ejemplo tener a un físico en el departamento de relaciones humanas). Esto, además de formentar la desorganización y provocar que muchas labores importantes no se hagan como es debido, se convierte en una de las causas del problema que a continuación se presenta.
- b) Principio de Autoridad Inoperante. Se da una orden y ésta no se cumple adecuadamente. Esto implica un mal ejercicio de la autoridad de ciertos miembros de la organización que es a su vez fuente de trastornos serios en el desempeño global del sistema.
- c) Falta de horizontes de desarrollo profesional. Mucha gente capaz entra a la empresa y se va después de un tiempo porque, o bien siente que no va a poder superarse dentro de la misma en virtud del desorden existente, o bien su superior le pone trabas por temor a verse rebasado. En términos generales faltan planes de capacitación y desarrollo adecuados.
- d) La actitud paternalista de la Dirección. Esto se ve en la deficiente delegación de responsabilidades imperante, que, aunada a las fallas en los programas de capacitación y desarrollo, no permite que los empleados maduren profesionalmente. La falta de motivación que ésto implica lleva a que el trabajo no siempre se haga bien.

Los problemas anteriormente expuestos desembocan directamente en la existencia de barreras para el desarrollo personal y la comunicación entre los integrantes de la organización.

Podríamos decir, en resumen, que el estado actual de las cosas en este aspecto no es todo lo bueno que pudiera ser y ésto - afecta considerablemente la productividad y el funcionamiento general de la empresa.

Hasta aquí hemos hablado de aspectos de la empresa que no se han referido propiamente a ningún departamento en particular, sino, más bien, a la empresa en su conjunto. En adelante, en este capítulo, se tratarán asuntos un poco más técnicos. En forma particular de las áreas que mayor relevancia tienen para las funciones de PCP.

5.4 Finanzas

Es Finanzas el área encargada de administrar los recursos monetarios. Su importancia radica en que el éxito o el fracaso de una empresa se mide en términos de las utilidades generadas y su relación con la PCP es obvia. Cualquier acción que sea ejecutada por esta área afecta al Departamento de PCP, ya que es quien determina los recursos monetarios que habrán de estar disponibles para cierto período.

Al hablar de disponibilidades nos referimos al aspecto de -

planificación. No se puede efectuar ésta sin saber con qué recursos se cuenta. Es por esto que PCP tiene que recibir los presupuestos de capital de trabajo, salarios, mantenimiento y de más aspectos relacionados con la producción. Por otro lado, es asimismo, función del área de Finanzas, controlar el uso que se le da a los recursos suministrados por ella.

Ahora bien, la situación actual está lejos de ser la idónea. No existen los presupuestos. La situación se torna especialmente grave en lo que respecta a capital de trabajo, ya que se gasta lo que se necesita sin planificación de por medio. El resultado es que se tienen problemas regulares de liquidez. Aún en el caso que intentaran predeterminar el monto de capital de trabajo, no podrían, ya que no existen políticas claras que definan ni lo que es el nivel de los diversos inventarios ni lo que son cuentas por cobrar. Tal vez existan estas políticas en alguna parte, pero la tibieza con la cual han sido aplicadas aunada al poco control que sobre ellas se ha ejercido, ha llevado a una situación tal, que podríamos decir que son inexistentes.

Por otro lado, el control del uso que se le da a los recursos viene siendo ejecutado por la Contraloría, quien recibe los reportes de los departamentos de Costos y Contabilidad y los traduce en: Estado de Resultados, Balance, Estado de Origen y Aplicación de Recursos y en diversos Indices Financieros. El problema en este punto es que se registran, más no se señalan, los aspectos conflictivos, lo que conduce a que no exista la retroa-

limentación necesaria. Esto, a su vez, es causa de que Planeación no tenga una visión clara que le permita hacer las modificaciones adecuadas, con los consiguientes traspiés en la marcha de la empresa.

Hasta aquí hemos expuesto en forma muy breve lo que ocurre - en esta área, donde, sin necesidad de hacer un análisis profundo se puede concluir que un sistema para planear y controlar la producción, no funcionará correctamente si no se mejoran sustancialmente la Planeación y el Control de los recursos financieros de la compañía.

5.5 Abastecimientos

La función primordial del área de abastecimientos es la obtención de materiales, equipo, servicios y otros suministros en la calidad y cantidad adecuados, en el momento oportuno y al mejor precio posible.

Ahora bien, tradicionalmente el Departamento de Abastecimientos se ha encontrado siempre entre dos fuegos. El primero es Producción, que quiere tener grandes cantidades de suministros para evitar el tener que interrumpir sus operaciones por falta de los mismos; el segundo es Finanzas, quien exige tanto buenas condiciones de pago, como inventarios mínimos (nulos si esto fuera posible).

Una vez ubicados dentro de este marco nos podemos referir al área en cuestión de esta compañía, en la cual se han observado ciertos vicios provocados por las fallas del Departamento de Compras, quien al no realizar sus funciones adecuadamente, altera en varios aspectos a todo el sistema.

Uno de ellos es que, al no cumplir como se debe con la entrega de los suministros en el tiempo, calidad o cantidad requeridos, los otros departamentos comienzan a hacer sus propias compras por fuera de abastecimientos, las cuales, a la larga, se van haciendo mayores, fomentando nuevamente el desorden e impidiendo el control adecuado de la empresa.

Además, las solicitudes de compra de los diversos departamentos vienen con una sugerencia de proveedor; ocurre que el departamento de Abastecimientos lo toma como una orden, lo que provoca que no se escojan las mejores condiciones de compra ocasionando que Abastecimientos deje de ejercer prácticamente sus funciones.

Expuesto lo anterior, se pueden considerar tres acciones a tomar para intentar corregir tales vicios. En primer lugar, redefinir las políticas de compras y verificar que se respeten; en segundo lugar, realizar una adecuada definición de responsabilidades, que permita a cada uno de los miembros del departamento conocer exactamente sus funciones y comprometerse con las mismas, por último, en caso que el personal no tenga la competencia ne-

cesaria para desempeñar dichas funciones, reubicarlo.

5.6 Ventas

Encontramos algunas fallas en esta sección. En particular, aquella actividad del Area de Ventas que está en estrecha relación con PCP, es la de informar acerca de la situación del mercado y de su capacidad para vender, de manera que se tenga una buena base para decidir qué, cuánto y cuándo producir. Esta información se debe reflejar a través de predicciones de demanda y pronósticos de ventas (más adelante abordaremos las diferencias que hacemos entre ambos conceptos). En cuanto a los primeros, éstos no se hacen actualmente pero en lo referente a los pronósticos de ventas, a la fecha se han venido realizando en forma totalmente empírica. Dichos pronósticos se elaboran anualmente, detallando, mes a mes, la cantidad que se espera vender de cada familia de productos (nótese que el pronóstico es hecho por familias o grupos de productos y no por cada producto en particular, lo que puede causar problemas para la planeación de la producción). No obstante, no existe sistematización alguna en su elaboración, ya que el pronóstico no se hace propiamente ni en base a datos históricos registrados ni a ningún tipo de estudio estadístico, debido a que se carece de tales registros. Además, existe el canal obvio, entre ambas áreas, que informa sobre los pedidos pendientes y sobre las fechas de entrega prometidas a los clientes.

Es pues creible que, la información que reciba el área de - PCP no sea la más adecuada para hacer tanto el plan como el programa de fabricación. De hecho se tienen serios problemas debido a estas deficiencias en la información, los que se ven acentuados por la fuerte injerencia del área de ventas en la elaboración de dicho programa.

Ya que estamos en este punto, pasemos a ver como se maneja hoy en día lo que respecta precisamente a la Planeación y al Control de la Producción.

5.7 Planeación y Control de la Producción

En la actualidad, la nueva Gerencia de Planeación y Control de la Producción aún se encuentra en proceso de integración, y es Ventas la principal elaboradora de los programas de fabricación. No se puede hablar de una planeación de la producción ya que estos programas se basan casi únicamente en la información del listado de pedidos pendientes. Sin embargo, algunos artículos sí se programan en base al pronóstico de ventas, pero ya dijimos lo confiable que es éste.

Por otro lado, la programación de la producción se limita a ordenar (asignarles una secuencia) los productos conforme habrán de entrar al proceso de fabricación. Para hacer la ordenación no se consideran ni tiempos de procesamiento por máquina ni demoras ni otros factores por el estilo. Sólo se toman en cuenta

ta algunas restricciones que marca el proceso y las capacidades de los principales equipos. Este trabajo lo hacen Ventas y una persona designada en cada planta para ello, pero Ventas es quien tiene la última palabra.

Las operaciones se programan sin antes consultar con el almacén si es que se dispone de la materia prima suficiente para producir los artículos programados. Esto trae a las Areas de Producción, Control de Inventarios, Abastecimientos y Ventas, serios problemas, ya que, si en un momento dado del proceso la materia prima se termina, Producción tiene que hacer una de dos cosas: romper el programa de producción cambiando de fabricación y pidiendo al almacén lo que ahora le haga falta, o bien, continuar con la misma fabricación, usando materias primas alternas disponibles, las que van en detrimento del costo y de la calidad del artículo por no ser las adecuadas. De este modo, Abastecimientos recibe pedidos urgentes que no puede satisfacer; el propio almacén no puede cumplir bien con sus funciones y todo el sistema sufre alteraciones.

Se tiene también el mal hábito de hacerle alteraciones al programa en forma cotidiana. Esto es porque algunos clientes ofrecen condiciones de pago muy convenientes para la empresa, mismas que generan activo circulante rápidamente y ayudan a liberar los problemas de liquidez de que se habló al analizar el Area de Finanzas; máxime si consideramos la crisis económica que vive el país.

De cualquier forma, sea cual fuere la justificación de las susodichas alteraciones, éstas traen más problemas que soluciones y, por ello, debe hacerse todo lo posible por evitarlas. Para lograrlo un buen primer paso sería hacer mejores pronósticos de ventas y un plan de producción acorde con los objetivos de la dirección. En cuanto a esto último, ya se han tomado medidas, salidas de la Gerencia de PCP, que pretenden resolver el problema de los malos pronósticos, pero aún queda mucho por hacer.

En lo concerniente al Control de la Producción actualmente, el método que se sigue es diferente en cada planta. Con la nueva gerencia se pretende estandarizarlo. En forma general se puede decir que, aunque de entrada Ventas asigna un número a cada pedido, éste se pierde en el proceso de fabricación, de modo que el control no se lleva por pedidos sino por proceso. Esto repercute fuertemente en el costeo de cada orden de producción, según se explica en el análisis del Area de Costos. Además, el control que se tiene es deficiente pues no se cuenta todavía con un sistema que permita obtener datos veraces y procesarlos correctamente.

En resumen, a la nueva gerencia le espera un largo andar. Pero claro debe ser que, si se quiere tener un buen sistema para planear y controlar la producción, la labor debe ser de todos, pues, como se ha venido recalcando en este capítulo y se seguirá haciendo en los incisos subsiguientes, hay muchos factores que -

limitan la eficiencia de las tareas de la Gerencia de Planeación y Control de la Producción. Ahora, sigamos adelante con nuestro análisis.

5.8 Control de Inventarios

Pese a que el control de los inventarios depende directamente de la Gerencia de PCP, hemos decidido analizarlo por separado dada la importancia que éste tiene para una empresa cualquiera.

En un caso como éste, el mantener los suministros a la línea de producción de manera oportuna y en la cantidad exacta es una función clave que se le asigna al Departamento de Control de Inventarios. Son éstos un punto medular de la organización donde confluyen y a veces chocan los intereses de Abastecimientos, Finanzas, Producción y Ventas. Aunque es la Gerencia de PCP la encargada de decretar las políticas que medien entre ellos a través, entre otras cosas, del establecimiento de lotes económicos de compra y producción (tales que minimicen los costos propios del inventario y maximicen la satisfacción de los requerimientos de Producción y Ventas), es Control de Inventarios quien debe vigilar el cumplimiento de ellas.

Una de las herramientas básicas para el control de los inventarios y que proporciona a los demás entes del sistema elementos adecuados para la toma de decisiones, es el sistema de información del inventario, el cual debe ser eficiente y exacto para

que aquellas decisiones basadas en el mismo estén mejor cimentadas.

En torno a este asunto, hemos encontrado que en el almacén de materiales auxiliares y refacciones, los datos son capturados adecuadamente y, por tanto, se puede obtener información sobre existencias en inventario al momento que se desee con solamente un día de retraso. En cambio, en el almacén de materias primas lo que hay en inventario sólo puede conocerse mensualmente. Es to porque no se lleva un buen control de las entradas y salidas de artículos y al final del mes, las existencias se calculan por diferencia de inventarios sin que se hagan recuentos esporádicos de comprobación fuera de las auditorías, lo cual no indica real - mente las cantidades de las diversas materias primas que se están utilizando en la elaboración de los productos.

Por otro lado, el inventario de productos en proceso y el de producto terminado se controlan con la ayuda de un sistema dis - tinto, que está funcionando bien gracias a que el personal encar - gado realiza un trabajo muy eficiente. Sin embargo, el sistema no es el mejor y pronto se tendrán ambos almacenes, junto con el de materias primas, controlados por el mismo sistema que maneja el inventario de materiales auxiliares y refacciones.

Es importante hacer hincapié en la trascendencia que tiene - el conocer con exactitud y veracidad el nivel de existencias que hay en cada almacén, especialmente en el de materias primas y en

el de producto terminado. Deficiencias en este sentido impiden por una parte, que se pueda ejercer un costeo real de los mate - riales y, por la otra, que, al crear los planes y programas de - producción, no se visualicen con claridad las necesidades reales de fabricación.

Por último, hay que decir que aún es necesario que se defi - nan claramente las políticas que han de regir el control de los inventarios. Para ello ya se desarrolló un estudio bastante - amplio al respecto cuyos resultados todavía no se aplican por un sinnúmero de razones. Queremos resaltar la importancia de que dichas políticas sean dictadas a la brevedad pues, de otra forma es imposible hacer correcciones a los métodos actuales de con - trol en los almacenes pese a que se sabe tienen defectos varios.

5.9 Condiciones de Planta

Las condiciones que privan en el Area de Fabricación tienen siempre una considerable repercusión en muchos otros departamentos, tales como Costos, Recursos Humanos, Administración de Mate - riales y, por supuesto, PCP.

En este caso, la edad de la empresa y la falta de planeación en su crecimiento, han provocado diversos problemas que dificultan las tareas en sus cuatro plantas. En todas ellas, especial - mente en las plantas A, B y C se denota la falta de mantenimiento, tanto preventivo como correctivo. Esto ocasiona que se ten

ga mucha maquinaria parada totalmente u operando muy por debajo del 100% de eficiencia, con la consecuente baja en la productividad del proceso y el incremento en los costos de producción. Además esto dificulta la programación de la producción y el control de los materiales en proceso.

Por otro lado, la distribución de planta deja mucho que de - sear. Muchos equipos se han instalado donde ha existido espa - cio y no donde su posición facilite el recorrido de los artícu - los durante su fabricación, lo que incrementa considerablemente el tiempo de operación, que a su vez hace crecer a los costos - financieros asociados a los artículos en proceso. Esta situa - ción, aunada a la deficiente programación de la producción, ha forzado a la gente que trabaja en esta sección a improvisar alma - cenes, complicando así, tanto el control de los inventarios como el manejo de materiales dentro de la planta.

También es frecuente el encontrar, en cualquier lugar de la planta, restos de maquinaria ya vieja. Este hecho (o deshecho, mejor dicho) además de provocar problemas como los mencionados en los párrafos anteriores, genera en los trabajadores un sentimiento tal, que ellos no se ven motivados a trabajar con orden y limpieza. Si a esto le agregamos que las condiciones de ilumi - nación no son buenas, especialmente para los obreros que laboran de noche, no es de extrañar que las cosas no se hagan lo mejor posible.

En fin, aunque se tienen muchos problemas en este aspecto, solo el de la distribución de planta es extremadamente difícil y costoso para resolver. Los demás se pueden solucionar con voluntad, responsabilidad y disciplina por parte de todos los miembros de la empresa que, de algún modo, tienen que ver con las actividades de la planta propiamente dicha comenzando, desde luego, por los puestos de mayor hasta los de menor jerarquía.

5.10 Costos

Para terminar este análisis de las áreas de la empresa que consideramos tiene mayor relación con las funciones de PCP, hablaremos del Departamento de Costos.

En los capítulos previos hemos resaltado la importancia de la PCP en el control de los costos y la relevancia de este último para la buena administración. Asimismo, se han asentado los principios fundamentales de la Contabilidad de Costos, necesarios para estar en condiciones de opinar sobre lo que se viene haciendo en este departamento. Basándonos en ellos, encontramos varias imperfecciones.

En primer lugar, desde nuestro punto de vista, el Sistema de Costeo Directo (SCD) que se está llevando en la empresa actualmente no contempla correctamente los siguientes aspectos: mano de obra directa (MOD), costo financiero de los diversos inventarios y materiales directos.

Aclaremos:

La teoría dice que los salarios devengados por concepto de MOD son un costo variable. Sin embargo, en este caso, se ha observado que son fijos y, por lo tanto, no deberían ser incluidos en el renglón de costos variables en la estructura del SCD, pues esto proporciona información falsa que resulta vital a los responsables de la toma de decisiones.

El costo financiero de los diversos inventarios es, realmente, un costo variable, toda vez que este cambia con el nivel de los mismos. Pues bien, el Departamento de Costos lo maneja como fijo. Por otro lado, cuando analizamos la administración de los inventarios, dejamos ver que no se conoce el nivel exacto de existencias en los almacenes a excepción de contadas veces en el año. ¿Es entonces razonable suponer que se conoce el costo financiero de estos? Lamentablemente, lo que ocurre en este momento es que se estiman en lugar de cuantificarlos. No es necesario mencionar las fallas que ello provoca en la toma de decisiones.

En lo que respecta al costeo de los materiales directos es evidente lo que ocurre como consecuencia de las dificultades habidas en el control del almacén de materias primas, mismas que señalamos oportunamente. Por si fuera poco, en la actualidad se costea por proceso, prorrateando los insumos que se cree se consumieron en un período, entre las unidades producidas en ese

lapso. Esto origina un desconocimiento de cuáles insumos co - rresponden a qué productos y, por ende, que se desconozca lo que costó un producto en particular.

Por otra parte, el Departamento de Costos recibe del de Producción una lista de todos los materiales que se han de integrar al producto, junto con los pasos que habrán de ser cumplidos y - las máquinas que se utilizarán en su fabricación. Dicha lista toma el nombre de Lista de Materiales Integrados al Producto - (LMIP) y ésta calculada por unidad del artículo.

Aquí surge otro de los problemas en el costeo de los materia les. Si la LMIP no cambiara, si fuese exacta, cada vez que se calcularán costos, éstos, por consecuencia, serían exactos. El detalle radica en dos puntos. Primero, las LMIP cambian periódicamente por disposición de la dirección de operaciones y la ge nencia de las diferentes plantas cuando así lo creen mejor para los intereses de la organización, sin que siempre se le notifi - que al Departamento de Costos de los hechos. Segundo, lo que - está señalado en la LMIP no es lo que se le agrega al producto - en realidad, pues la mala programación de las operaciones así co - mo las fallas en las Areas de Abastecimientos y Control de In - ventarios mencionadas, obligan a utilizar lo que queda disponi - ble en vez de lo que debe haber. ¿Resultado? Costos calcula un cargo que no corresponde al real.

Para resolver algunos de estos problemas, podemos sugerir en

primer lugar que se cambie a un Sistema de Costeo por Ordenes de Trabajo; después, que se modifique la estructura del SCD. De estas soluciones, una depende del Departamento de Costos Únicamente, mientras que la otra lo hará de la buena integración de varias áreas de la empresa: Costos, Producción, Abastecimientos Control de Inventarios y PCP, siendo, por su naturaleza, ésta última la que más puede ayudar en la solución de esta seria falla en la empresa.

6

BASES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE PLANEACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

1. Introducción

En tanto mayor es el número de recursos que conjuntamente se requieren para realizar una serie de actividades, mayor es la necesidad y la importancia de tener un plan que las coordine de la mejor forma posible, estableciendo primero los objetivos a largo plazo y luego, en función de éstos, los objetivos a plazos menores y las acciones a seguir para alcanzar cada uno de ellos.

Para una empresa manufacturera, el éxito de las operaciones depende de la interacción oportuna, eficiente y coordinada de todas sus áreas constitutivas, de modo que la planeación tiene aquí un papel particularmente importante. Por desgracia, en muchas empresas mexicanas no se ha tomado conciencia de ello y se trabaja "según van llegando los pedidos", porque, se argumenta, es casi imposible hacer un plan de producción para las condiciones tan variantes que privan "en esta tan peculiar empresa" (y lo mismo se dice en todas).

En lo que resta de nuestro trabajo trataremos de demostrar - que sean cuales fueren las condiciones particulares de una empresa, un plan de producción se puede y se debe hacer. Comenzaremos por establecer una metodología para la elaboración de dicho plan.

2. Cómo hacer planes y programas de producción

El fin último de la planeación de la producción es indicar, con todo detalle, qué se va a hacer, cómo y cuándo, asignando - operaciones particulares a condiciones específicas de fabrica - ción con tiempos definidos de iniciación y terminación, lo cual constituye, en esencia, un programa de producción. Este programa es el último paso de todo un proceso de planeación y control; es el resultado de una serie de ajustes cada vez más finos he - chos a partir de un plan anual de producción, resultado, a su - vez, del refinamiento progresivo de los planes de largo plazo de la alta dirección de la empresa. (Es importante recalcar que - primero se establecen los planes de largo plazo y éstos, en fun - ción del desarrollo de los hechos, se van ajustando para estable - cer los planes de plazos menores).

El proceso se inicia a partir de la predicción de la deman - da. Esta predicción se basa en estudios hechos por el área de Mercadotecnia e indica todo lo que el mercado puede absorber de los artículos que la empresa fabrica, sin considerar restriccio - nes de ningún tipo (no importa la fuerza de ventas o la capaci -

dad de producción). De este modo se da pie a decisiones concier-
nientes a ampliar la capacidad de planta, los medios de distribu-
ción, etc., mismas que ayudan a establecer nuevos objetivos a -
largo plazo o a modificar los existentes. El siguiente paso es
el de elaborar un pronóstico de ventas por producto para cada -
mes del año.

A través de las políticas de ventas y, en general, de la admi-
nistración (planeación, dirección y control) de los recursos del
área de comercialización, se debe establecer este pronóstico, el
cual ha de considerar la capacidad actual y algunas posibles am-
pliaciones de la fuerza de ventas, a fin de que se diga, con un
grado razonable de certeza, todo lo que se puede y espera ven- -
der. La administración propia del área cobra aquí singular im-
portancia, pues pronósticos muy audaces o muy pobres pueden - -
traer consecuencias serias para la organización completa. Un -
pronóstico de ventas realistas es el primer paso para hacer las
cosas con orden en una organización productivas. Posteriormente
ahondaremos más sobre el particular.

En base al pronóstico de ventas se debe continuar con el -
Plan Maestro de Producción Anual (PMPA). Este es el plan que -
regirá las actividades de producción durante todo el año y alrede -
dor suyo se elaboran los planes para las otras áreas de la empre -
sa. El PMPA se desarrolla en la Dirección de Operaciones y/o -
en el área de Planeación.

En el PMPA se establecen los lineamientos generales de producción que permitirán enfrentar mejor las fluctuaciones de la demanda. Ahí se define, globalmente, qué se va a producir en cada mes y qué recursos se van a emplear para hacerlo. Por ello, es de aquí de donde emanan las políticas sobre Control de Inventarios, contratación y desarrollo de recursos humanos, contratación de maquiladores, etc., así como también los planes generales de Abastecimientos (Planeación de Requerimientos de Materiales) y Finanzas.

El establecimiento del PMPA requiere de mucha información. Especialmente importante es la relativa a costos: de materiales, de mano de obra, de inventarios, de contratación de obreros y maquiladoras y de utilización de planta. También es necesario tener información sobre la capacidad de planta, la que resulta de gran ayuda si se encuentra soportada por datos de rutas de proceso y centros de trabajo de los artículos que se fabrican. Dicho de otro modo, además de la información que se utiliza para los pronósticos de ventas, una buena planeación de la producción necesita de una sólida y eficiente base de datos, capaz de proporcionar la información mencionada, ya sea en forma directa o indirecta.

Si se cuenta con los datos confiables suficientes, los encargados de la planeación de la producción pueden hallar, en la Investigación de Operaciones, una herramienta muy valiosa para cumplir satisfactoriamente con sus objetivos. Los métodos de la

Planeación Agregada, la Programación Lineal, el Análisis de Re -
des y la Simulación, por decir algunos, pueden ser de gran ayuda

Cuando ya se ha establecido el PMPA, éste se turna a las -
áreas de Finanzas y Ventas para que ellas lo revisen y propongan
las modificaciones pertinentes.

De este modo, la metodología propuesta reduce el tiempo de -
juntas entre varios departamentos, lo que, sin duda, hace más -
eficiente la toma de decisiones. De hecho, las únicas juntas -
necesarias serían para pasar documentos y hacer ajustes en el -
PMPA, siendo todo, por supuesto, coordinado por la Dirección Ge-
neral.

Al final de todo ésto se habrán obtenido los lineamientos -
generales que guiarán las acciones de la organización durante -
el año. Lo que seguirá, será hacer los ajustes finos a dicho -
plan para trabajar al corto plazo, pero siempre dentro del marco
establecido.

Sobre esta base, cada mes Ventas tendrá que ajustar el pro -
nóstico de los artículos de línea y recibir los pedidos de los -
artículos especiales (regulares y eventuales para ambos casos).
Aquí es importante hacer notar que de casi todos los artículos -
se puede y se tiene que elaborar un pronóstico de ventas, sobre
todo de los regulares (especiales y de línea). Sin embargo, pa
ra los productos cuyo comportamiento es impredecible (los espe -

ciales eventuales fundamentalmente), se deben dejar huecos en el plan de producción, de manera que se puedan aceptar sin exceder la capacidad de producción cuando sean demandados.

Ajustado el pronóstico de ventas y recibidos o confirmados - los pedidos de artículos especiales, así como establecidas ya - las políticas de inventarios y otros aspectos importantes para - la producción, se puede proceder a crear el listado de productos que se han de fabricar y a elaborar el programa de producción, - el cual, a su vez, sirve de base para elaborar el programa de re - querimientos de materiales y concretar los contratos con maquila - dores y empleados extra.

Con este programa se inician propiamente las actividades de fabricación y, a medida que va transcurriendo el período de su - validez, como parte de la acción de control de la producción, se le van haciendo los ajustes pertinentes que garanticen la buena marcha ininterrumpida de las operaciones.

Aquí concluye la metodología para generar el plan y el pro - grama de producción. Esta se encuentra resumida en el cuadro - 1.

CUADRO 1

SECUENCIA DE ACTIVIDADES EN EL SISTEMA DE PLANEACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

A C T I V I D A D	AREA REALIZADORA	PLAZO DE INFLUENCIA
1. Predicción de la Demanda	Mercadotécnia	Uno o más años
2. Pronóstico de Ventas	Ventas	Un año
3. Plan Maestro de Producción Anual (P.M.P.A.)	Dirección de Operaciones y Planeación	Un año
4. Revisión del P.M.P.A.	Comercialización, Finanzas y Recursos Humanos	Un año
5. Definición de Políticas Varias: Inventarios, Abastecimientos, Maquiladores, Nuevos Obreros, Fuentes de Capital, etc.	Areas Correspondientes	Un año
6. Ajuste al Pronóstico de Ventas y Recepción de Pedidos	Ventas	Uno o dos meses
7. Autorización de Pedidos por Crédito y Cobranzas	Crédito y Cobranzas	
8. Lista de Productos a Fabricar	Programación y Control de la Producción	Uno o dos meses
9. Programa de Producción	Programación y Control de la Producción	Un mes o menos
10. Ejecución del Programa de Producción	Producción	Siempre
11. Control de la Producción	Programación y Control de la Producción	Siempre

3. Importancia de la Dirección de Operaciones

Se desprende del apartado anterior la relevancia que en una empresa manufacturera tiene la Dirección de Operaciones. De hecho, nosotros pensamos que debe ser la piedra angular de la organización, pero sin que de ninguna manera se pierda el enfoque sistémico dentro de ella.

Hemos visto que en muchas empresas de manufactura, la batuta la lleva la Dirección de Comercialización, la cual, en varias ocasiones, modifica los programas de producción casi a su antojo, causando varios problemas para la empresa. El argumento principal que sostiene esta situación es que la empresa vive de lo que vende y no tanto de lo que produce. Esto, en principio, es correcto, pero hay que analizar un poco más a fondo esta premisa para poder llegar a una conclusión.

Realmente, la empresa no vive directamente de sus ventas, sino de sus utilidades, que, en términos generales, están dadas por la diferencia de lo que vendió menos sus costos. Por otra parte, ella tiene mayor control sobre su funcionamiento interno que sobre la demanda de sus productos. En otras palabras, puede controlar mejor sus costos que sus ingresos (con lo que de ninguna manera pretendemos negar la influencia tan activa que una empresa puede ejercer en su mercado).

No es justificable meter pedidos "urgentes", de último minu-

to, al programa de producción porque, en primer lugar, los pedidos importantes son, de algún modo y en condiciones normales, - previsibles; en segundo, la desestabilización del sistema producida por una alteración brusca del programa de fabricación, trae consigo un costo asociado muy alto.

Con esto se demuestra que no hay razón para que la Dirección de Comercialización sea quien marque el paso a las otras áreas, justificándose el traslado del centro del sistema de Comercialización a Operaciones, sobre todo porque es, en ésta última, donde se incurre en los principales costos y donde, por tanto, son más importantes la planeación y el control. En la Fig. 6.1 se ilustra ésto de modo general.

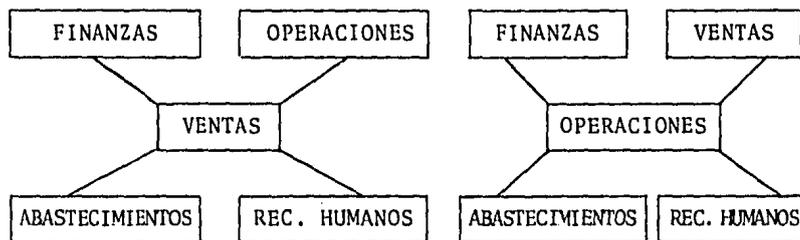


FIG. 6.1 Cambio de centro del sistema. En ambos casos el sistema completo se activa con un pronóstico de ventas. Las actividades se planean y se concretan con respecto a diferente centro.

La importancia de este cambio radica, principalmente, en la mayor estabilidad de los planes de la empresa, estabilidad que garantiza un mejor aprovechamiento de los recursos, originado por la predominancia de lo planeado sobre lo improvisado.

4. Flujo General de Información

En la metodología propuesta en el punto dos de este capítulo siempre está presente, cuando menos en forma implícita, la información. En el capítulo siete, se ve cómo un sistema de decisiones no es posible sin un Sistema de Información, y esta metodología es, precisamente, un sistema de decisiones.

También se ha hablado de información activa y pasiva y de la necesidad de tener una base de datos para planear y controlar la producción. Pues bien, ahora toca ver cómo entran al juego - estos conceptos.

La Fig. 6.2 es un diagrama de bloques que indica como fluye la información para llegar al programa de producción. Con base en ella hacemos el análisis.

Pronóstico de ventas (PV):

Este bloque recibe información del entorno de la empresa y utiliza los registros históricos de ventas provenientes de la base de datos. El resultado es, obviamente, el pronóstico de ventas.

Plan Maestro de Producción Anual (PMPA):

La información que se recibe es la siguiente:

- Pronóstico de Ventas por producto por mes.

- Estándares de producción y otros datos relativos a la fabricación, útiles para elaborar un plan a mediano o largo plazo. Entre éstos tenemos la capacidad de producción global, capacidad de almacenamiento, días hábiles en el año, tiempo de proceso promedio de los principales productos, disponibilidad de maquiladores, disponibilidad de materiales críticos, etc.
- Contribución marginal por producto y principales costos. Entre otros, costo global promedio de proceso por artículo, costos de inventarios, costo de empleo de maquiladores, etc.

La información de los dos últimos rubros se obtiene de la base de datos. Finalmente se procesa todo esto para hacer la evaluación de alternativas y se obtiene:

- El PMPA desglosado por meses, considerando contingencias y pedidos no previstos.
- Información necesaria para la elaboración del plan de requerimientos de materiales, de las políticas de control de inventarios y los planes de requerimientos de capital y contratación y desarrollo de recursos humanos.

Archivo de pedidos (AP):

Actúa fundamentalmente, solo en el corto plazo. Recibe es-

ta información:

- PMPA, con la descripción y cantidad de los artículos que se planeó producir inicialmente.
- El pronóstico ajustado de Ventas para los productos de línea.
- Los pedidos de los productos especiales ya confirmados. Estos deben recibirse con la suficiente anticipación para poder hacer correctamente el programa de requerimientos de material. Lo que se puede lograr aclarándose oportunamente a los clientes como parte de las políticas de comercialización de la compañía.
- Información del almacén de productos terminados y de Control de la Producción para incluir órdenes retrasadas por contingencias.

En base a esto, se elabora la lista de productos a fabricar para el siguiente período, indicando descripción y cantidad de cada artículo, así como sus fechas de entrega.

Programación de la Producción:

Para elaborar el programa de producción, se necesita lo siguiente:

- Lista de productos a fabricar.

- Cancelaciones y sustituciones de último minuto. Estas -
provienen de fuera de la empresa en su mayoría y son in -
evitables. Sin embargo, un buen pronóstico así como polí -
ticas estrictas (pero diplomáticas) de ventas y un plan -
flexible de producción pueden reducir al mínimo tanto las
contingencias como sus efectos.
- Estándares específicos de producción por producto: tiem -
pos de proceso, de carga y preparación de máquinas, rutas
de fabricación, lista de materias primas, eficiencia de -
máquinas, lotes económicos de producción, requerimientos
y disponibilidad de mano de obra, restricciones del proce -
so para ciertas secuencias de fabricación, etc. Se to -
man directamente de la B.D.
- Calendario detallado de la empresa para el período consi -
derado.
- Convenios entre el sindicato y la administración sobre -
tiempo extra, permisos, contrataciones y despidos, etcéte -
ra.
- Información de Control de la Producción sobre el desarro -
llo de las actividades: Porcentaje de terminación de las
órdenes, tiempos reales de proceso, fallas en la maquina -
ria y equipo, magnitud de las líneas de espera, registros
de control de calidad (deshechos y repeticiones), faltan -
tes de material, ausentismo de obreros, necesidades de re -
programar órdenes, etc.
- Necesidades de mantenimiento preventivo.

El programa de producción se hace mensualmente, dividido en partes semanales. Cada semana se pasa a la Superintendencia de Producción lo que le corresponde hacer en la misma. Esto permite que se hagan ajustes al programa, según se vayan desarrollando las actividades.

La información que sale de aquí es ésta:

- El programa de producción semanal para la SP. Esto incluye lo que sigue para cada orden:

* Número de orden de fabricación

* Nombre del cliente.

* Descripción del producto y cantidad a producir.

* Máquinas y centros de trabajo específicos por donde debe pasar esa orden así como en qué secuencia ha de suceder.

* Tiempos estimados de proceso por centro de trabajo y en forma global.

* Observaciones. Por ejemplo la exigencia en el control de calidad (que puede depender del cliente).

El programa obviamente indica la secuencia en que deben ser atendidas las órdenes.

- Información para elaborar detalladamente el programa de

requerimientos de material. Esto incluye las estructuras de los productos a fabricar (LMIP), volumen de fabricación, tiempo en que deben estar listos los materiales en la planta, etc.

- También deben salir detalladamente las necesidades de contratación de maquiladoras. Es decir, productos que se mandarán maquilar, volúmenes y fechas de envío y devolución a la planta, etc.

Producción:

En el último paso del proceso se maneja lo que sigue:

Llega semanalmente el programa de producción con todos los detalles enunciados, y eventualmente, cancelaciones y sustituciones. También llegan medidas de control cuando hay desviaciones serias sobre lo esperado.

Internamente, la Superintendencia de Producción pasa a diario las órdenes de trabajo a cada centro productivo y se encarga del control inmediato de las operaciones asignando, de ser necesario, tareas específicas a cada obrero además de hacer pedidos de almacén de materias primas.

Lo que sale de esta área, propiamente corresponde a las actividades de Control de la Producción. Por un lado se tiene la información que sirve para el control a corto plazo, que es aque

lla que versa sobre el avance y desarrollo de las operaciones. Por el otro, tenemos la recolección de datos que han de ser la fuente principal de alimentación de la BD y que proporcionarán la información para hacer un costeo real de las operaciones. Con esta información se actualizan los estándares de proceso por producto y se detectan desviaciones para tomar acciones de con - trol a mediano plazo. Todo ésto se obtiene de las hojas de Con - trol de Producción, de las que se hablará en detalle más adelante.

7

INFORMACION RELEVANTE PARA LA PROGRAMACION Y EL CONTROL DE LA PRODUCCION, COMO OBTENERLA Y PARA QUE USARLA

Sabemos que uno de los primeros pasos que dará pie a la elaboración del programa de producción son los pronósticos; de ahí que este capítulo comience con una exposición sobre lo que son éstos y su aplicación en una empresa. Posteriormente se plantea todo el análisis sobre la información relevante para la programación y el control de la producción, la cual es obtenida por centro de trabajo y por producto, además de los registros sobre conceptos de costos variables incurridos. Se explica la forma de manejar toda esta información a través de órdenes de fabricación y el flujo que siguen las mismas, así como las hojas de control que servirán para ir acumulando los registros necesarios para la aplicación de un control al detalle. Finalmente se desarrolla un procedimiento que permite comparar los valores reales en los que se incurrió en el período con respecto a los estándares esperados, de manera que se obtengan reportes sobre las desviaciones para tener bases fuertes en la toma de decisiones en control y planeación.

1. Pronósticos y su aplicación en la industria

Cuando se habló del concepto de Planeación, se dijo que ésta se podía ver como una toma de decisiones anticipada, lo cual implica que, de algún modo, se tiene que predecir el marco general en el que se desarrollará la actividad objeto de la planeación. Así tenemos que, en cualquier tipo de planeación que se haga, el primer paso debe ser la predicción de lo que acontecerá durante el período a planear.

En un sistema productivo, la predicción de la demanda de los productos suministra la base para estimar cuáles se requieren, - cuántos serán solicitados por los clientes y cuándo ocurrirán - esos pedidos. Posteriormente esta predicción se convertirá en un pronóstico de ventas que, por medio de las otras funciones de PCP, derivará en programas de producción o para los artículos de línea, de requerimientos de materiales, equipo, y mano de obra, y será base para otras decisiones concernientes a la planeación de operaciones en un período dado.

La función de preparar la predicción de la demanda y los pronósticos de ventas, usualmente compete al Departamento de Mercadotecnia. Sin embargo, es importante comprender que un pronóstico no es una meta de ventas sino que debe indicar lo que consideramos será realmente la demanda en términos objetivos.

Por otra parte, el pronóstico no debe restringirse a la capa

cidad de fabricación, ya que ésto no nos prestaría información - relativa a las necesidades de expansión.

Ahora bien, recordando que la planeación puede ser diferente según la longitud del período para el cual ésta se desarrolla, - se observa que es necesario generar, a partir del pronóstico general, una serie de pronósticos a diferentes niveles que sirvan como base a los planes de operación para períodos distintos de - planeación. Estos son:

1. Planes para las operaciones corrientes y el futuro inmediato.
2. Planes de mediano plazo de las capacidades requeridas de mano de obra, materia prima y equipo.
3. Planes de largo plazo relativos a la capacidad de la - - planta y del almacén, a cambios en la localización y distribución de planta y a cambios en la composición de los productos y en la creación de otros nuevos.

Por otro lado, para que los datos de los pronósticos de ventas sean útiles para la PCP es importante que se encuentren disponibles en forma tal que se puedan traducir fácilmente en requerimientos específicos de equipo, mano de obra y materia prima. Por esta razón, los pronósticos de ventas en unidades monetarias por agente de ventas o por todos los productos en forma global, no ayudan tanto como un pronóstico en unidades de venta por pro-

ducto que resulta de gran utilidad para realizar estas funciones

Entre los factores que determinan la demanda de un producto, algunos tienen un efecto importantísimo, mientras otros pueden considerarse despreciables.

Existen dos tipos de factores:

- a) Los que afectaron a la demanda en períodos anteriores y no son nuevos para el futuro; y
- b) Aquellos que afectaron a la demanda por primera vez y que, desde luego, no son predecibles de ningún modo.

De cualquier manera, el número de dichos factores es tan amplio y varían de forma tan aleatoria, que resulta entendible que rara vez coincida exactamente el pronóstico de ventas con la demanda real. No obstante, el pronóstico reduce considerablemente la incertidumbre en la planeación.

Considerando lo expuesto hasta ahora, para poder elaborar un pronóstico de ventas, uno se suele apoyar tanto en datos históricos de la demanda real (si esto no es posible, entonces en registros históricos de ventas) como en opiniones subjetivas de conocedores del mercado.

Los métodos para pronosticar se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- a) **Métodos cuantitativos.** Se basan en técnicas matemáticas para el tratamiento de datos históricos y permiten tener una base tangible de lo que podemos esperar para nuestros productos durante el siguiente período de planeación. Los más conocidos son: regresión lineal, promedios móviles, suavizamiento exponencial, series de Fourier, etc.
- b) **Métodos cualitativos.** Tienen su base en el juicio subjetivo de las personas que elaboraron el pronóstico y nos proporcionan información sobre efectos difícilmente cuantificables como campañas publicitarias, cambios en el gusto del consumidor, competidores nuevos, fluctuaciones en la economía y aspectos políticos. Entre ellos tenemos: método Delphos, análisis de mercado, acuerdo de panel, etc.

La selección de algún método de pronóstico o de alguna combinación de varios depende de la exactitud que se quiera en la predicción, pretendiendo reducir al máximo el margen de error. La exactitud que requiere un pronóstico se determina comparando el costo relativo de un error en la predicción con el costo de usar cierto método. En general se prefiere usar métodos sencillos.

Si consideramos que un sistema de causas es la totalidad de factores o variables que generan colectivamente el patrón de demanda de un producto, tenemos que, si dicho sistema no varía, la predicción puede hacerse en base a los registros históricos con

un método cuantitativo. Asumiendo que si el sistema de causas no varía es porque el plazo para el cual se pronostica es corto. Sin embargo, a medida que el pronóstico quiera abarcar un plazo mayor, aumenta la incertidumbre que se tiene al afirmar que el sistema de causas no ha de variar, por lo que cada vez cobran más importancia los métodos cualitativos.

Lo anterior no implica que los métodos cualitativos sean exclusivos para predecir a largo plazo ni qué métodos cuantitativos lo sean para el corto plazo. Siempre pueden mezclarse varios métodos, dependiendo todo de las circunstancias en que se pronostique, de la exactitud requerida y del costo permisible.

Aplicación en la empresa:

En la actualidad, en muchas empresas, los únicos pronósticos que se hacen son por grupos de productos en base al criterio personal del encargado de hacerlos, apoyándose un poco en registros históricos de ventas, pero sin rigor estadístico alguno. Además, se hace lo mismo para pronosticar a corto y a largo plazo.

Esta forma de hacer pronósticos de demanda no es la mejor, sin embargo, se tienen elementos que permiten crear las bases necesarias para hacer mejor las cosas.

La eficiencia de predicción de demanda depende en gran medida del sistema de información con que se cuenta. Se debe buscar

car que la información fluya con el mínimo posible de retraso para que no se tomen decisiones a partir de información obsoleta. Es importante que los datos se registren de la manera que más convenga para la planeación de las operaciones.

Como se dijo, lo mejor para la PCP es tener registros históricos de la demanda por producto en unidades de éste; de donde se desprende que el primer paso para hacer las cosas correctamente es obtener dichos registros.

Es preciso hacer notar que una factura de ventas nos puede proporcionar toda la información requerida para generar buenos pronósticos. En ella tenemos nombre del cliente, localización geográfica, agente de ventas, descripción del producto e importe y cantidad de la venta.

La forma de determinar la demanda real es mediante un estudio de mercado. Este se puede hacer anualmente para luego compararlo con las ventas de la compañía durante ese año y con la demanda realmente satisfecha por la oferta total. Ello dará una buena idea sobre las necesidades de expansión de la empresa o sobre otros ajustes que se deban hacer a mediano y largo plazo.

Se debe crear una base de datos con historia de unos cinco años (60 meses) de modo que se tenga suficiente material para aplicar un modelo matemático (método cuantitativo) del sistema

de causas, que conlleve a elaborar pronósticos más exactos.

Por otro lado, aunque los datos por producto en unidades de venta son muy convenientes, no es aconsejable desechar los datos de ventas por cliente, por agente o por zonas, pues estos pueden ser de gran utilidad en algún momento para identificar cambios - en el sistema de causas de la demanda del producto.

Finalmente, en cuanto a los artículos diremos lo siguiente:

- Para los artículos de línea, el pronóstico de ventas en el corto plazo se ha de transformar en el programa de producción para el período considerado.
- Para los artículos especiales el pronóstico de ventas debe servir para estimar los recursos necesarios para hacer frente a los pedidos esperados en ese período.

2. Análisis de la información relevante para PCP en un centro de trabajo

Para iniciar este inciso, quisiéramos hacer hincapié en la importancia que tienen para la PCP, tres elementos de los que constituyen la base de datos. ^{1/} Estos son:

^{1/} La B.D. incluye también estándares de proceso por producto, información sobre la situación en los almacenes, costos, un archivo maestro de artículos con su descripción, sus clientes normales y sus ventas en los últimos años.

- Estructura del producto
 - Centros de trabajo
 - Rutas de fabricación
- a) La importancia de los registros almacenados en el archivo "*Estructura del producto*" radica en el hecho de que es aquí donde se guardarán los datos referidos a cada uno de los componentes del producto terminado. Se albergarán todos los productos manejados por la firma, registrando, para cada uno, la cantidad de los componentes por unidad de producto terminado que lo conforman; así como la secuencia en la cual son integrados.
- b) En el archivo "*Centros de trabajo*" deberán almacenarse los datos relativos a la capacidad de cada uno de los centros de trabajo que se tienen en la planta, tiempos de proceso, de preparación y de carga, eficiencias con las que trabajan, niveles de merma, mano de obra directa requerida en cada centro, etc., sabiendo que es muy importante que todos estos datos estén referidos a una unidad de producto terminado.
- c) En este archivo, "*Rutas de fabricación*", se registran las secuencias de centros de trabajo requeridas para fabricar cada producto, tiempos de almacenamiento de producto en proceso, tiempos de utilización de máquinas, et cétera, todo esto también por producto.

Para que el control del proceso de producción pueda darse adecuadamente, es necesario que éste se haga en forma detallada. Así, a medida que el proceso a controlar es menor, los niveles de detalle que pueden alcanzarse son mayores. De aquí se concluye que es mas conveniente controlar los procesos por centro de trabajo que tratar de controlarlos en forma global.

Para ésto es necesario identificar una serie de elementos importantes que se tienen en los centros de trabajo, que son quienes nos ayudarán a la programación y el control adecuado de nuestras órdenes de fabricación.

En cada centro de trabajo se identifican dos conjuntos de datos:

1. Los que se refieren al producto.
2. Los que se refieren al proceso.

Es la adecuada combinación de ambos la que va a generar, en el momento preciso, ya sea una base para la programación de las órdenes de fabricación o los parámetros para la comparación de estándares contra reales que permitan desarrollar las acciones de control pertinentes.

Debido a la importancia que ambos conjuntos de datos tienen, procederemos a analizarlos separadamente, indicando cuáles son los elementos que los componen y las funciones específicas de cada

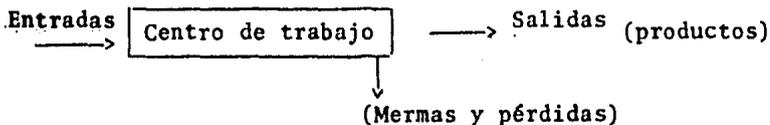
da uno de ellos.

Por último, diremos que todos los datos que mencionaremos de ben estar correctamente registrados, por centro de trabajo y por producto, en una base de datos siempre actualizada. De allí, a través del sistema de información se habrán de tomar para efec- tuar todas las operaciones en que sean requeridos.

La obtención de la gran mayoría de estos datos es mediante - estudios detallados de ingeniería, tanto industrial como de pro- ceso.

1. Conjunto de datos referidos al producto.

Son aquellos directamente relacionados con el balance de ma- teriales. Proporcionan la información relativa a las entradas y salidas de materiales, así como a su aprovechamiento en los - centros de trabajo.



A. Entradas

Cualquier centro de trabajo recibe tanto materiales directos como indirectos que necesita para poder efectuar su operación.

En seguida analizaremos los puntos que consideramos más relevantes para la planeación y el control de la producción. Para ello habrá de referirse al glosario de fórmulas que se encuentra al final de nuestro trabajo.

- a) Materiales directos (materia prima o producto en proceso).

La primera entrada que consideramos es aquella sin la cual no podríamos obtener el producto, esto es, el conjunto de componentes físicos que, una vez procesados, constituirán el producto del centro de trabajo.

Se consideran materias primas los materiales que entran al centro de trabajo y no han sido sometidos a ningún proceso anterior dentro del sistema. Son tomados prácticamente en forma natural y alimentados a éste.

Se consideran producto en proceso los materiales alimentados al centro de trabajo que son producto de procesos anteriores y todavía no pueden considerarse como bienes de consumo, teniendo que pasar por más procesos.

Para determinar la cantidad de insumos que debe recibir cada centro de trabajo en una ruta de fabricación, se tiene que hacer un balance de materiales. Este, en forma general, se realiza de la manera que sigue:

Se hace hacia atrás, o sea, comenzando por el último centro de trabajo y avanzando hacia el primero de la ruta. Ello nos permite considerar adecuadamente el aprovechamiento de los materiales durante el proceso completo, de modo que sepamos cuánto cargar al principio para obtener lo deseado al final.

La cantidad de cada insumo directo que debemos alimentar a un centro de trabajo (I_{Dijk}) se determina conociendo: lo que debe salir del centro de trabajo (QPT_{jk}), la eficiencia total de la operación ($Perd_{jk}$) y la cantidad de cada insumo que se requiere por unidad de producto que se desea obtener (I_{DUijk}).

En cuanto a QPT_{jk} , ésta se obtiene directamente del programa de producción cuando es el último centro de trabajo ($K=K_{\text{último}}$) o bien del balance de materiales del centro de trabajo siguiente cuando $K \neq K_{\text{último}}$.

Por otro lado, cada I_{DUijk} debe referirse a una unidad de producto a la salida del centro (UPSC) y es el resultado de determinar la estructura del producto. Es importante que estas unidades estén lo más estandarizadas posible, procurando referir los insumos a unidades comerciales de producto terminado. En caso de que éstas sean muy diversas, es conveniente referirlas, todas, a una misma unidad que las relacione entre sí sacando sus

equivalencias; por ejemplo, si las unidades son rollos o cajas, se les puede referir a toneladas:

1 rollo = 0.5 ton. 1 caja = 0.25 ton.

Por otro lado, la eficiencia total de una operación específica en un centro de trabajo para un producto dado, tiene dos componentes: la merma (m_{jk}) y las pérdidas (p_{jk}).

Merma es el desperdicio que se genera durante la operación y es aprovechable en el mismo proceso o en otro. Por pérdidas nos referimos a todo aquello que entra al centro de trabajo y, o ya no sale o sale sin poder ser utilizado en nada.

Ambos datos se deben tener en fracciones menores que la unidad, referidas a lo que entra al centro de trabajo. ejemplo, si $m_{jk} 0.05$ $p_{jk} 0.03$, $perd_{jk} 0.08$.

Así esto representa los insumos directos que no salen integrados al producto.

En resumen, hasta este punto hemos dicho que para el balance de materiales, en cada centro de trabajo requerimos conocer:

QPT_{jk} y $Perd_{jk}$ (donde $Perd_{jk} = M_{jk} + P_{jk}$).

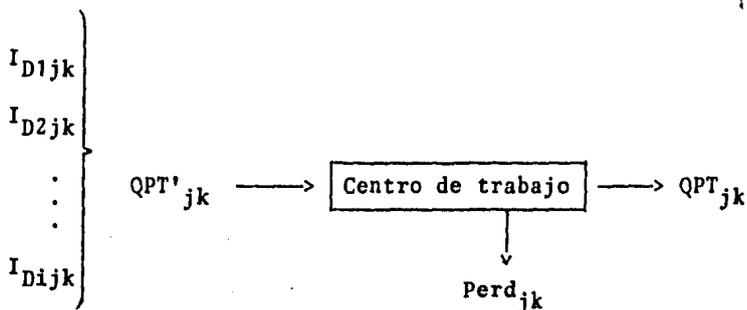
Sea

$$QPT'_{jk} = \frac{QPT_{jk}}{1 - perd_{jk}} \quad (\text{UPSC}),$$

luego entonces, para toda i en cualesquiera j y k :

$$I_{Dijk} = QPT'_{jk} \cdot I_{DUijk} \quad (\text{unidades insumo } i)$$

si hace falta alguna aclaración véase la figura siguiente:



$$Perd_{jk} = perd_{jk} QPT'_{jk}$$

b) Materiales indirectos

Los materiales indirectos son insumos que no forman parte del producto terminado, pero sin cuya presencia no se podría llevar a cabo la operación. Entre ellos tenemos: energía eléctrica, agua, vapor, combustible, reac-

tivos químicos, lubricantes, abrasivos, aire, etcétera.

A diferencia de los materiales directos, que siempre son variables, los indirectos también pueden ser fijos por unidad de tiempo.

Cuando los materiales indirectos se alimentan de forma fija, se deben tener estándares de su consumo por unidad de tiempo (I_{ITijk}). Por ejemplo, para energía eléctrica se podrían tener 100 kw/hra. en el centro de trabajo k para sacar el producto j.

Cuando son variables, la manera de obtenerlos es idéntica a la usada para los materiales directos. Esto es, con los corrientes cambios en los nombres de las variables, lo siguiente:

$$I_{Iijk} = QPT'_j \cdot I_{IUijk} \quad (\text{unidades de insumo } i)$$

B. Salidas

Lo que sale de un centro de trabajo debe ser igual a lo que entra para que se verifique el balance de materiales. De este modo, se tiene que:

$$\text{Entradas} = \text{Producto} + \text{Merma} + \text{Pérdidas}$$

El producto es QPT_{jk} y, como ya se dijo, se obtiene directamente del programa de producción en el último centro de trabajo o del resultado del balance de materiales del centro posterior - en los otros centros. En forma general:

$$QPT_{jk} = \begin{cases} QPT'_{j(k+1)} & \forall k [\in k_0, k_{\text{última}}] \\ \text{Cantidad del pedido} & \text{si } k = k_{\text{última}} \end{cases}$$

En lo que se refiere a las pérdidas y a la merma, se indicó en la sección anterior que deben registrarse como una razón de - la cantidad que entra al centro de trabajo (QPT'_{jk}).

Así,

$$QPT'_{jk} = QPT_{jk} + (m_{jk} + p_{jk}) \cdot QPT'_{jk}$$

Pero, ¿cómo se obtienen los porcentajes m_{jk} y p_{jk} ?

Veamos. Sean M_{jk} y P_{jk} los productos respectivos de m_{jk} y p_{jk} por QPT'_{jk} . Entonces tendríamos que

$$QPT'_{jk} = QPT_{jk} + M_{jk} + P_{jk} \quad (\text{UPSC})$$

Ahora bien, tanto QPT_{jk} como M_{jk} son fácilmente medibles en cualquier caso y QPT'_{jk} se conoce de antemano, de modo que, simplemente,

$$P_{jk} = QPT'_{jk} - (QPT_{jk} + M_{jk})$$

y, lógicamente,

$$p_{jk} = \frac{P_{jk}}{QPT'_{jk}}$$

$$m_{jk} = \frac{M_{jk}}{QPT'_{jk}}$$

2. Conjunto de datos referidos al proceso

Este conjunto de datos abarca toda la información relevante sobre los centros de trabajo y las características del proceso - que en éste se lleva a cabo.

Para poder establecer un análisis detallado, dividiremos este inciso en dos partes:

- A. Características físicas de los centros de trabajo
- B. Tiempos asociados al proceso

A. Características físicas de los centros de trabajo

Estas comprenden dos aspectos muy importantes la capacidad de producción y las limitaciones del centro de trabajo para realizar ciertas tareas.

La capacidad de producción se mide en unidades de producto - por unidad de tiempo (ejemplo: ton./hr., cajas/dfa, etc.) y puede variar según el producto que se procese o bien ser la misma - para todos.

Si la capacidad de producción varía por producto, es recomendable tener el dato para cada uno de los que pasa por ese centro de trabajo (CP_{jk}). De otra manera se tiene un solo dato para éste (CP_k).

Cuando por un centro de trabajo pasan frecuentemente productos especiales cuyas características no están estandarizadas y de las cuales depende la capacidad de producción, se debe tener información general que relacione algunas características del producto con las del centro de trabajo de modo que resulte sencillo obtener el dato deseado. Por ejemplo, se puede tener una tabla que relacione el tamaño del producto con la velocidad de máquina.

Por otro lado, por limitaciones del centro de trabajo nos referimos a ciertas características de éste que restringen el tipo de productos que pueden pasar por ahí. El ancho de máquina, los materiales que se pueden procesar, la altura máxima permisible de las piezas, etc., son datos muy importantes que se deben considerar al hacer el programa de producción para no asignar productos a centros de trabajo donde no pueden ser procesados. Las limitaciones mencionadas no están sujetas a control pues, por lo general, son características físicas inherentes a las máquinas o a los equipos de la planta.

B. Tiempos asociados al proceso

Los tiempos asociados al proceso son el elemento informativo que, junto con la ruta de fabricación, resulta indispensable para la elaboración de un programa de producción. Fundamentalmente existen, a este respecto, tres datos que deben ser perfectamente conocidos: el tiempo de procesamiento, el tiempo de preparación de máquina y el tiempo de carga.

a) Tiempo de procesamiento (TPO_{jk}).

El tiempo de procesamiento es el tiempo que se debe invertir en un centro de trabajo para obtener una unidad de producto. Por esto, es el inverso de la capacidad de producción:

$$TPO_{jk} = \frac{1}{CP_{jk}}$$

Por lo tanto, se debe tener por producto por centro de trabajo.

b) Tiempo de preparación (TPE_{jk})

Es el tiempo que toma el dejar lista una máquina para poder procesar allí un producto.

Resulta importante aclarar que durante este lapso no se podrá obtener producción y, por lo tanto, este tiempo es tá única y exclusivamente relacionado con la máquina de que se trate y de ninguna manera depende del volumen de

producción. Sin embargo, sí es factible que varíe según el producto para el cual se prepara la máquina.

Se registra solamente en unidades de tiempo.

c) Tiempo de carga (TCa_{jk})

Es el tiempo invertido, cada vez que termina un lote de fabricación y comienza otro, en cargar al centro de trabajo con nuevos materiales o productos en proceso para que éste pueda continuar su operación.

No siempre se pueden efectuar las operaciones de carga con el centro de trabajo andando, por lo que hay la necesidad de pararlo o simplemente dejar de producir. En cualquier caso, este es un tiempo muerto y por esta razón se le debe considerar para hacer el programa de producción.

Depende del producto y del centro de trabajo. Se registra en unidades de tiempo por unidad de producto.

Finalmente, podemos plantear la ecuación que combina los tres tiempos mencionados y que nos permite conocer el tiempo total de permanencia de una orden de fabricación en un centro de trabajo.

Esta es:

$$T_{TOTjk} = TPe_{jk} + (TPo_{jk} + TCa_{jk}) QPT'_{jk}, \text{ unidad de TPO}$$

Esto no es todo. Para poder conocer el tiempo total que una orden tarda en recorrer por completo la ruta de fabricación, es necesario tomar en cuenta los tiempos de espera de las órdenes antes de ser procesadas en los centros de trabajo.

El tiempo de espera (TEs_{jk}) es la consecuencia que resulta de tener que procesar varios artículos en un mismo centro de trabajo. La importancia de considerarlo radica en el costo de oportunidad en que se incurre por tener inmovilizado el capital cuando están los productos en cola; de ahí que, al hacer el programa de producción, se deba poner especial atención en la minimización de este factor.

En los sistemas de producción en serie, el tiempo de espera es, por lo general, un dato bien estandarizado que depende del balanceo de la línea y que se puede reducir si esto se hace adecuadamente.

No así sucede con los sistemas de producción por pedido, donde la variedad de rutas que se pueden tener hace imposible la estandarización de esta variable. La forma de estimarlo es al elaborar el programa de producción, procurando la mejor asignación de productos a centros de trabajo.

De este modo, se puede considerar que en cada centro de tra-

bajo, un producto permanece $TES_{jk} = T_{TOTjk}$. Entonces, el tiempo que una orden tarda en recorrer toda la ruta es:

$$T_{TOTj} = \sum_{k=1}^{k=k \text{ última}} (TES_{jk} + T_{TOTjk})$$

Queremos subrayar, por otro lado, que $\sum_{j=1}^{j=j \text{ ult}} \sum_{k=1}^{k=k \text{ ult}} T_{TOTjk}$, nos determina el número de productos y la cantidad de cada uno que podemos programar para un período dado.

3. Control de la producción

Como en todo proceso administrativo, los planes se hacen a partir de estándar predeterminado, los cuales deben compararse posteriormente con datos reales actuales con el fin de tener bien identificadas las fallas y poder tomar medidas de control.

Los estándares se pueden obtener a partir de estudios de ingeniería (industrial, de proceso o de producto), de registros históricos o de una combinación de ambos.

Para los reales, nos debemos apoyar en hojas de control bien diseñadas que permitan a los obreros anotar, en la forma más simple posible, todos los datos para tomar decisiones de control a corto plazo o modificar los estándares usados en la planeación.

Una buena hoja de control de producción debe incluir la siguiente información:

- Número de orden, nombre del producto y breve descripción del mismo.
- Centro de trabajo del cual procede.
- Centro de trabajo al cual se dirige.
- Hora de comienzo de carga.
- Hora de terminación del procesamiento por lote. (Al final se obtendrá el tiempo de procesamiento para toda la orden.
- Tiempo de preparación de la máquina.
- Cantidad de insumos a la entrada perfectamente desglosada (tanto directos como indirectos).
- Cantidad de producto a la salida.
- Cantidad de merma.
- Personal empleado en dicho centro para esta orden.
- Observaciones (paros, defectos en insumos, rechazos, etcétera).

Puesto que una orden de fabricación puede separarse por lotes y así procesarse, es conveniente que se haga una hoja por lote por orden por centro de trabajo, de tal manera que el centro de trabajo $k + 1$ pueda iniciar la recopilación correspondiente aún cuando el centro de trabajo k se halle aún procesando otro lote de la misma orden. Esto contribuye a la minimización del tiempo de espera y al máximo aprovechamiento de los recursos de la empresa.

Una vez terminada una orden de fabricación en un centro de trabajo, se tomarán todas las hojas allí llenadas y se procederá a hacer un análisis de la forma en que se procesó la orden completa. En caso de existir desviaciones fuertes con respecto a lo que se esperaba, se cuenta con la información suficiente para llegar a niveles de control muy profundos, especialmente cuando ya se tienen también las hojas de control de todos los centros de trabajo que formaron la ruta de esa orden. Así, se tiene estricto control sobre lo que entró a cada centro, lo que salió de él, los niveles de merma y los tiempos de procesamiento, de preparación, carga y espera.

Con todo esto, se aprecia claramente la relevancia que el área de Planeación y Control de la Producción tiene en el control de costos de fabricación. Es mediante el correcto uso de las hojas de control de producción como se puede llevar a cabo una contabilidad de costos realista, sobre todo tratándose de sistemas de producción por pedidos donde es menester manejar un sistema de costos por órdenes de trabajo.

Es valioso hacer hincapié en que, para que un sistema de contabilidad de costos tenga utilidad a nivel directivo en la toma de decisiones, de nada sirven los costos irreales. Es vital que la información que se maneje sea realista. Sólo así se podrán comparar correctamente los costos estándar con los reales (tanto de materias primas, mano de obra y servicios auxiliares como de oportunidad) y adoptar las medidas que sean más conve

nientes para la empresa.

En resumen, las hojas de control son el medio idóneo para recavar los datos reales que permitan hacer buenos planes y programas de producción y llevar una contabilidad de costos realista.

Nos resta únicamente decir que todos los datos mencionados - en este capítulo, tanto predeterminados como reales, pueden manejarse casi totalmente en un sistema computarizado que, inclusi-ve, puede llegar a tomar algunas decisiones en forma automática. Si no lo hace, por lo menos es capaz de presentar reportes periódicos que señalen las desviaciones entre lo esperado y lo acontecido, facilitando así las labores administrativas de producción en la compañía.

8

APLICACION PRACTICA

En el presente capítulo se concretiza un ejemplo que -- ilustrará, de la mejor manera posible, la forma de desarro - llar un programa de producción considerando lo expuesto en el capítulo 6.

Este programa permitió llegar a conclusiones y recomenda - ciones relevantes en el desarrollo de una metodología general adecuada para obtener los mayores beneficios de dicha progra - mación.

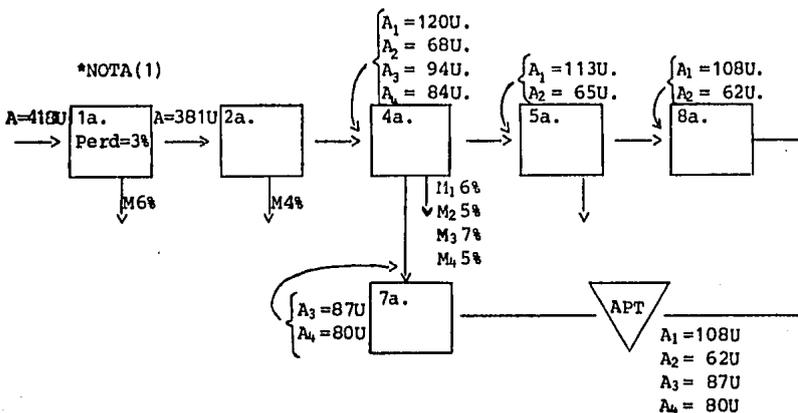
Como se mencionó en el capítulo 6, para poder hacer el programa de producción fue necesario apoyarse en un archivo - de pedidos, del cual se tomaron aquellos referidos a los artí - culos más representativos y se llegó a obtener la siguiente - lista:

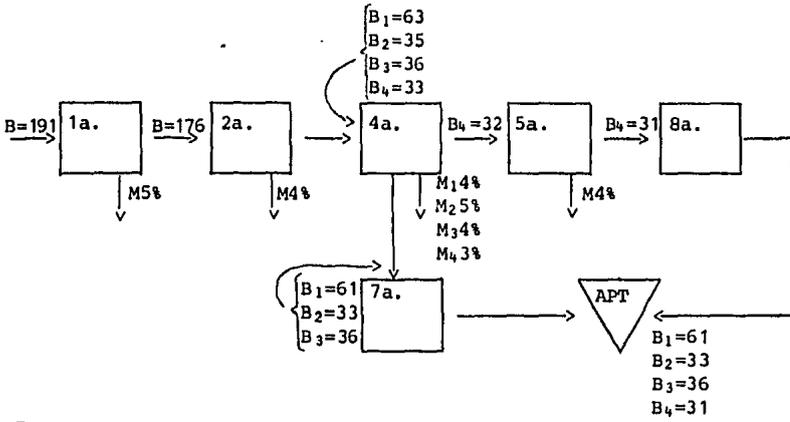
<u>ARTICULO</u>	<u>PRESENTACION</u>	<u>CANTIDAD</u>
A	A ₁	108.00 U
	A ₂	62.00 U
	A ₃	87.00 U
	A ₄	80.00 U
		<u>337.00 U</u>

<u>ARTICULO</u>	<u>PRESENTACION</u>	<u>CANTIDAD</u>
B	B ₁	60.50 U
	B ₂	33.00 U
	B ₃	36.00 U
	B ₄	31.00 U
		<u>160.50 U</u>
C	C ₁	22.00 U
	C ₂	50.00 U
	C ₃	90.00 U
	C ₄	55.00 U
		<u>217.00 U</u>
D		250.00 U
E		400.00 U
F	F ₁	40.00 U
	F ₂	5.60 U
		<u>45.60 U</u>
G		60.00 U
H		30.00 U
I	I ₁	80.00 U
	I ₂	109.00 U
	I ₃	4.00 U
		<u>193.00 U</u>
		<u><u>1693.10 U</u></u>

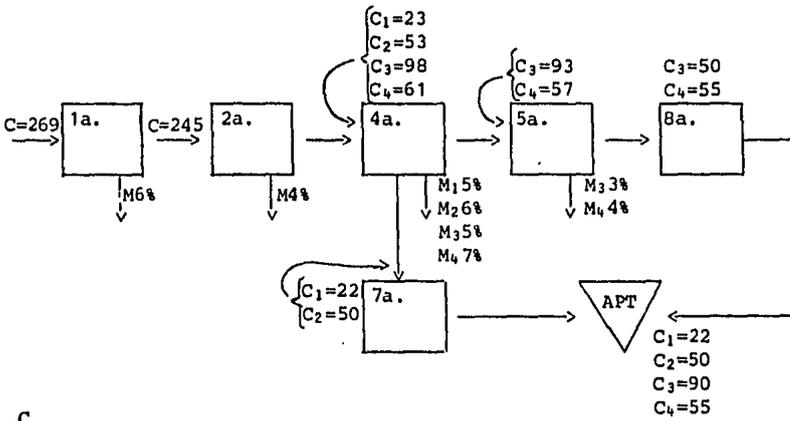
Una vez recopilados estos datos, se procedió a realizar el balance de materiales correspondiente a cada uno de los artículos. Esto permitió determinar las cantidades necesarias a alimentar en cada uno de los centros de trabajo, de tal manera que posteriormente se pudieran obtener los datos correspondientes al tiempo necesario que habría de invertirse en cada centro de trabajo para procesar dicho pedido.

Los diagramas que se presentan a continuación indican, además de los balances, las rutas definitivas que seguirían esos productos durante su transformación. Se hace necesario mencionar que dichas rutas son definitivas, pues para llegar a ellas se requirió de un largo proceso de prueba y error, en el cual participaron todos los artículos mencionados anteriormente (A, ..., I). Es importante considerar que un programa de producción, difícilmente se logra en el primer intento.

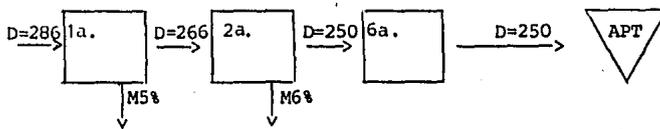




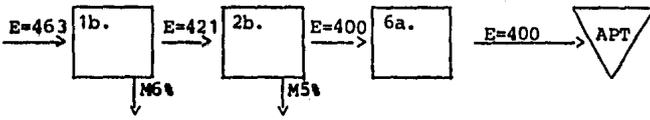
B



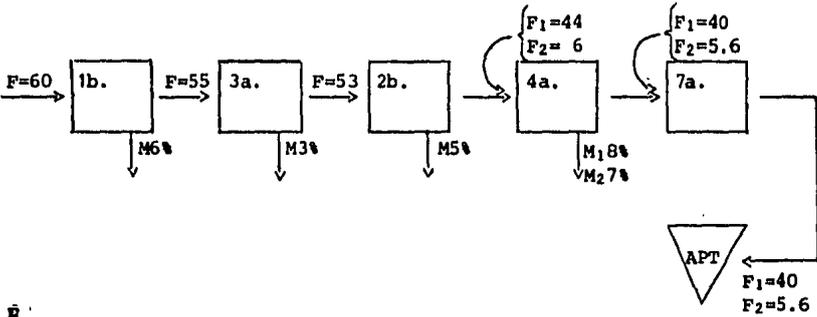
C



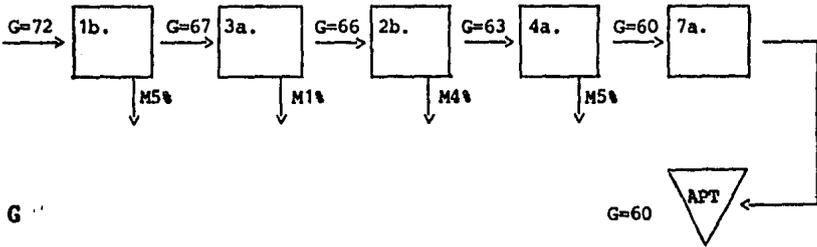
D



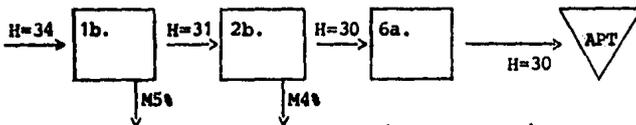
E



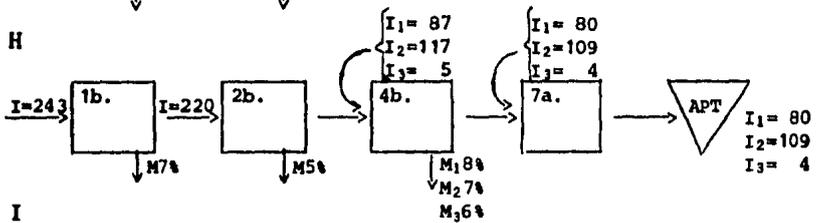
F



G



H



I

Después de haber obtenido los correspondientes balances, es importante recordar algunos de los puntos establecidos en el capítulo 7, referentes a que los datos obtenidos en los -- centros de trabajo serán recopilados por producto. Esto es - porque, como habrá podido observarse en los diagramas de ba - lance anteriores, los niveles de merma en cada centro de tra - bajo dependen de cada producto y así deben ser considerados - para obtener la cantidad adecuada al principio de la ruta.

Por otro lado, la capacidad adecuada de producción de -- los centros de trabajo depende del producto que se esté proce - sando y por consiguiente también el tiempo necesario para pro - cesarlo.

Así, habiendo recordado todo ésto, se procedió a desarro - llar el análisis necesario para determinar dichos tiempos.

Para ésto se tomó cada uno de los balances de materiales de los productos elegidos, así como las capacidades de produc - ción por producto, de cada centro de trabajo y se hizo un re - sumen que se muestra a continuación:

Centro de Trabajo "1a"

Artículo "A":

TPo	0.38 hr/U.	x 418 U.	159	hr
TCa	0.00 hr/U.		0	hr
TPe	1.60 hr		<u>1.6</u>	<u>hr</u>
			160.6	hr Tpo. Maq. ocupada

Artículo "B":

TPo	0.40 hr/U.	x 191 U.	76.3 hr
TCa	0.00 hr/U.		0 hr
TPe	1.60 hr		<u>1.6 hr</u>
			77.9 hr Tpo. Maq. Ocupada

Artículo "C":

TPo	0.50 hr/U.	x 269 U.	134.5 hr
PCa	0.00 hr/U.		0.0 hr
TPe	1.50 hr		<u>1.5 hr</u>
			136.0 hr Tpo. Maq. Ocupada

Artículo "D":

TPo	0.50 hr/U.	x 286 U.	142.9 hr
TCa	0.00 hr/U.		0.0 hr
TPe	1.50 hr		<u>1.5 hr</u>
			144.5 hr Tpo. Maq. Ocupada

Centro de Trabajo "1b"

Artículo "E":

Tpo	0.50 hr/U.	x 463 U.	231.5 hr
TCa	0.00 hr/U.		0.0 hr
TPe	1.00 hr		<u>1.0 hr</u>
			232.5 hr Tpo. Maq. Ocupada

Artículo "F":

TPo	0.50 hr/U.	x 60 U.	30 hr
TCa	0.00 hr/U.		0 hr

TPe	1.00	hr/U.		<u>1</u>	hr	
				31	hr	Tpo. Maq. Ocupada

Artículo "G":

TPo	0.50	hr/U.	x	72 U.	36	hr
TCa	0.00	hr/U.			0	hr
TPe	1.00	hr/U.			<u>1</u>	hr
					37	hr Tpo. Maq. Ocupada

Artículo "H":

TPo	0.45	hr/U.	x	34 U.	15.3	hr
TCa	0.00	hr/U.			0.0	hr
TPe	1.00	hr			<u>1.0</u>	hr
					16.3	hr Tpo. Maq. Ocupada

Artículo "I":

TPo	0.50	hr/U.	x	243 U.	121.5	hr
TCa	0.00	hr/U.			0.0	hr
TPe	1.00	hr			<u>1.0</u>	hr
					122.5	hr Tpo. Maq. Ocupada
					<u><u>439.3</u></u>	hr

Centro de Trabajo "2a"

Artículo "A":

TPo	0.45	hr/U.	x	381 U.	171.3	hr
TCa	0.11	hr/U.	x	381 U.	41.9	hr
TPe	0.08	hr			<u>0.1</u>	hr
					213.3	hr Tpo. Maq. Ocupada

Artículo "B":

TPo	0.45 hr/U.	x	176 U.	78.90 hr
TCa	0.11 hr/U.	x	176 U.	18.25 hr
TPe	0.08 hr	x	2 veces	<u>0.16 hr</u>
				97.31 hr Tpo. Maq. Ocupada

Artículo "C":

TPo	0.40 hr/U.	x	245 U.	98.00 hr
TCa	0.11 hr/U.	x	245 U.	25.48 hr
TPe	0.08 hr			<u>0.08 hr</u>
				123.56 hr Tpo. Maq. Ocupada

Artículo "D":

TPo	0.50 hr/U.	x	266 U.	132.98 hr
TCa	0.06 hr/U.	x	266 U.	14.77 hr
TPe	0.08 hr			<u>0.08 hr</u>
				<u>147.83 hr</u> Tpo. Maq. Ocupada
				532.00 hr

Centro de Trabajo "2b"

Artículo "E":

TPo	0.40 hr/U.	x	421 U.	168.40 hr
TCa	0.16 hr/U.	x	421 U.	67.36 hr
TPe	0.08 hr			<u>0.08 hr</u>
				235.84 hr Tpo. Maq. Ocupada

Artículo "F":

TPo	0.40 hr/U.	x	53 U.	21.20 hr
TCa	0.11 hr/U.	x	53 U.	5.83 hr

Tpe	0.08	hr			<u>0.08</u> hr
					27.11 hr Tpo. Maq. Ocupada

Artículo "G":

TPo	0.40	hr/U.	x	66 U.	26.40 hr
TCa	0.17	hr/U.	x	66 U.	11.22 hr
Tpe	0.08	hr			<u>0.08</u> hr
					37.70 hr Tpo. Maq. Ocupada

Artículo "H":

TPo	0.43	hr/U.	x	31 U.	13.44 hr
TCa	0.15	hr/U.	x	31 U.	4.75 hr
Tpe	0.08	hr			<u>0.08</u> hr
					18.27 hr Tpo. Maq. Ocupada

Artículo "I":

TPo	0.40	hr/U.	x	220 U.	88.00 hr
TCa	0.08	hr/U.	x	220 U.	16.85 hr
Tpe	0.08	hr			<u>0.08</u> hr
					104.93 hr Tpo. Maq. Ocupada
					<u><u>423.85</u></u> hr

Centro de Trabajo "3a"

Artículo "F":

TPo	0.40	hr/U.	x	55 U.	22.00 hr
TCa	0.19	hr/U.	x	55 U.	10.45 hr
Tpe	0.00	hr			<u>0.00</u> hr
					32.45 hr Tpo. Maq. Ocupada

Artículo "G":

TPo	0.42 hr/U.	x	67 U.	28.14 hr	
TCa	0.26 hr/U.	x	67 U.	17.42 hr	
TPe	0.00 hr			<u>0.00 hr</u>	
				<u>45.56 hr</u>	Tpo. Maq. Ocupada
				78.01 hr	

Centro de Trabajo "4a"

Artículo "A"

			TPo		TCa	
A ₁	0.24 hr/U.	x	120 U.	27.03 hr	0.06 hr/U. x 120 U.	7.18 hr
A ₂	0.35 hr/U.	x	68 U.	22.88 hr	0.06 hr/U. x 68 U.	4.08 hr
A ₃	0.21 hr/U.	x	94 U.	18.65 hr	0.06 hr/U. x 94 U.	5.61 hr
A ₄	0.19 hr/U.	x	84 U.	<u>15.39 hr</u>	0.06 hr/U. x 84 U.	<u>5.05 hr</u>
				83.95 hr		21.93 hr

TPo_{TOT} 83.95 hrTCa_{TOT} 21.93 hr

TPe 0.40 hr 0.10 hr x 3 artcs. 0.40
 106.28 hr Tpo. Maq. Ocupada

Artículo "B":

			TPo		TCa	
B ₁	0.43 hr/U.	x	63 U.	14.15 hr	0.06 hr/U. x 63 U.	2.00 hr
B ₂	0.23 hr/U.	x	35 U.	14.54 hr	0.06 hr/U. x 35 U.	3.78 hr
B ₃	0.23 hr/U.	x	36 U.	8.00 hr	0.06 hr/U. x 36 U.	2.08 hr
B ₄	0.29 hr/U.	x	33 U.	<u>11.00 hr</u>	0.06 hr/U. x 33 U.	<u>2.25 hr</u>
				47.69 hr		10.11 hr

TPo _{TOT}	47.69 hr	
TCa _{TOT}	10.11 hr	
Tpe	<u>0.40 hr</u>	0.10 hr x 4 artcs. 0.40
	58.20 hr	Tpo. Maq. Ocupada

Artículo "C":

		TPo		TCa
C ₁	0.26 hr/U. x 23 U.	6.00 hr	0.06 gr/U. x 23 U.	1.40 hr
C ₂	0.21 hr/U. x 53 U.	11.00 hr	0.06 hr/U. x 53 U.	3.20 hr
C ₃	0.26 hr/U. x 98 U.	25.00 hr	0.06 hr/U. x 98 U.	6.00 hr
C ₄	0.38 hr/U. x 61 U.	<u>23.00 hr</u>	0.06 hr/U. x 61 U.	<u>3.70 hr</u>
		65.00 hr		14.30 hr

TPo	65.00 hr	
TCa	14.30 hr	
Tpe	<u>0.40 hr</u>	0.10 hr x 4 artcs. 0.40 hr
	79.70 hr	Tpo. Maq. Ocupada

Artículo "F":

		TPo		TCa
F ₁	0.21 hr/U. x 44 U.	9.24 hr	0.06 hr/U. x 44 U.	2.64 hr
F ₂	0.26 hr/U. x 6 U.	<u>1.56 hr</u>	0.06 hr/U. x 6 U.	<u>0.36 hr</u>
		10.80 hr		3.00 hr

TPo _{TOT}	10.80 hr	
TCa _{TOT}	3.00 hr	
Tpe	<u>0.20 hr</u>	0.10 hr x 2 artcs. 0.20 hr
	14.00 hr	Tpo. Maq. Ocupada

Artículo "G":

Tpo	0.55 hr/U.	x 63 U.	34.65 hr	
TCa	0.06 hr/U.	x 63 U.	3.78 hr	
TPe	0.10 hr		<u>0.10 hr</u>	
			38.53 hr	Tpo. Maq. Ocupada
			<u><u>296.91 hr</u></u>	

Centro de Trabajo "4b"

			Tpo		TCa
I ₁	0.16 hr/U.	x 87 U.	13.54 hr	0.06 hr/U. x 87 U.	5.22 hr
I ₂	0.16 hr/U.	x 117 U.	18.21 hr	0.06 hr/U. x 117 U.	7.02 hr
I ₃	0.16 hr/U.	x 5 U.	<u>0.78 hr</u>	0.06 hr/U. x 5 U.	<u>0.30 hr</u>
			32.53 hr		12.54 hr

Tpo _{TOT}	32.53 hr	
TCa _{TOT}	12.54 hr	
TPe	<u>0.24 hr</u>	0.08 hr x 3 artcs. 0.24 hr
	45.31 hr	Tpo. Maq. Ocupada
	<u><u>45.31 hr</u></u>	

Centro de Trabajo "5a"

Artículo "A"

			Tpo	TCa	TPe
A ₁	1.73 hr/U.	x 113 U.	195.49 hr	0 hr	18 hr
A ₂	2.21 hr/U.	x 65 U.	<u>143.65 hr</u>	<u>0 hr</u>	<u>13.5 hr</u>
			339.14 hr	0 hr	31.5 hr

TPO _{TOT}	339.14 hr	
TCa _{TOT}	0.00 hr	
TPe _{TOT}	<u>31.50 hr</u>	
	370.64 hr	Tpo. Maq. Ocupada

Articulo "B":

TPO	2.14 hr/U. x 32.U	68.58 hr	
TCa	0.00 hr/U.	0.00 hr	
TPe	6.44 hr	<u>6.44 hr</u>	
		74.92 hr	Tpo. Maq. Ocupada

Articulo "C":

		TPO	TCa	TPe
C ₃	1.42 hr/U. x 93 U.	132.06 hr	0.00 hr	12.40 hr
C ₄	1.77 hr/U. x 57 U.	<u>100.89 hr</u>	<u>0.00 hr</u>	<u>9.5 hr</u>
		232.95 hr	0.00 hr	21.90 hr

TPO _{TOT}	232.95 hr	
TCa _{TOT}	0.00 hr	
TPe _{TOT}	<u>21.90 hr</u>	
	254.85 hr	Tpo. Maq. Ocupada <u>700.41 hr</u>

Centro de Trabajo "6a"

Articulo "D":

TPO.	0.114 hr/U. x 250 U.	28.50 hr	
TCa	0.000 hr/U.	0.00 hr	
TPe	0.345 hr	<u>0.35 hr</u>	
		28.85 hr	Tpo. Maq. Ocupada

Artículo "E":

TPo	0.049 hr/U. x 400 U.	19.40 hr	
TCa	0.000 hr/U.	0.00 hr	
TPe	0.196 hr	<u>00.20 hr</u>	
		19.60 hr	Tpo. Maq. Ocupada

Artículo "H":

Tpo	0.114 hr/U. x 30 U.	3.42 hr	
TCa	0.000 hr/U.	0.00 hr	
TPe	0.345 hr	<u>0.35 hr</u>	
		3.77 hr	Tpo. Maq. Ocupada
		<u>52.22 hr</u>	

Centro de Trabajo "7a"

Artículo "A":

			TPo
A ₃	0.36 hr/U. x 87 U.	31.32 hr	
A ₄	0.36 hr/U. x 80 U.	<u>28.80 hr</u>	
		60.12 hr	

TPo_{TOT} 60.12 hr

TCa 0.00 hr

TPe 0.00 hr

60.12 hr Tpo. Maq. Ocupada

Artículo "B":

				TPo
B ₁	0.36 hr/U.	x	61 U.	22.00 hr
B ₂	0.36 hr/U.	x	33 U.	12.00 hr
B ₃	0.36 hr/U.	x	36 U.	<u>13.00 hr</u>
				47.00 hr

TPo _{TOT}	47.00 hr		
TCa	0.00 hr		
TPe	<u>0.00 hr</u>		
	47.00 hr	Tpo. Maq. Ocupada	

Articulo "C":

C ₁	0.36 hr/U.	x	22 U.	8.00 hr
C ₂	0.36 hr/U.	x	50 U.	<u>18.00 hr</u>
				26.00 hr

TPo _{TOT}	26.00 hr		
TCa	0.00 hr		
TPe	<u>0.00 hr</u>		
	26.00 hr	Tpo. Maq. Ocupada	

Articulo "F":

				TPo
F ₁	0.36 hr/U.	x	44 U.	14.50 hr
F ₂	0.36 hr/U.	x	6 U.	<u>2.00 hr</u>
				16.50 hr

TPO _{TOT}	16.50 hr	
TCa	0.00 hr	
TPe	<u>0.00 hr</u>	
	16.50 hr	Tpo. Maq. Ocupada

Artículo "G":

TPO	0.36 hr/U. x 60	22 hr
TCa	0.0 hr/U.	0 hr
TPe	0.0 hr	<u>0 hr</u>
		22 hr Tpo. Maq. Ocupada

Artículo "I"

		TPO
I ₁	0.36 hr/U. x 80 U.	29.00 hr
I ₂	0.36 hr/U. x 109 U.	40.00 hr
I ₃	0.36 hr/U. x 4 U.	<u>2.00 hr</u>
		71.00 hr

TPO _{TOT}	71.00 hr	
TCa	0.00 hr	
TPe	<u>0.00 hr</u>	
	71.00 hr	Tpo. Maq. Ocupada
	<u>242.62 hr</u>	

Centro de Trabajo "8a"

Artículo "A":

				TPO
A ₁	1.0 hr/U.	x	108 U.	108 hr
A ₂	1.0 hr/U.	x	62 U.	<u>62 hr</u>
				170 hr

TPO _{TOT}	170.00 hr		
TCa	0.00 hr		
TPe	<u>0.00 hr</u>		
	170.00 hr	Tpo. Maq. Ocupada	

Articulo "B":

Tpo	1.0 hr/U.	x	31 U.	31.0 hr
TCa	0.0 hr/U.			0.0 hr
TPe	0.0 hr			<u>0.0 hr</u>
				31.0 hr Tpo. Maq. Ocupada

Articulo "C":

				TPO
C ₃	1.0 hr/U.	x	90 U.	90.00 hr
C ₄	1.0 hr/U.	x	55 U.	<u>55.00 hr</u>
				145.00 hr

TPO _{TOT}	145.00 hr		
TCa	0.00 hr		
TPe	<u>0.00 hr</u>		
	<u>145.00 hr</u>	Tpo. Maq. Ocupada	
	346.00 hr		

Como habrá podido observarse, todos estos tiempos se calcularon en base a la fórmula establecida, para ésto, en el capítulo siete ($T_{TOTk} = TPe_{jk} + [TPo_{jk} + TCa_{jk}] QPT'_j$).

A su vez, los totales para cada artículo, fueron vaciados en una tabla que permitiera visualizarlos en forma sencilla, de tal manera que se pudiera obtener el programa de producción definitivo.

PRODUCTO	CENTROS DE TRABAJO					
	1a.	2a.	4a.	5a.	7a.	8a.
A	160.6 hr	213.3 hr	106.3 hr	370.6 hr	60.12 hr	170.0 hr
B	77.9 hr	97.3 hr	58.2 hr	74.9 hr	47.0 hr	31.0 hr
C	136.0 hr	123.6 hr	79.7 hr	254.9 hr	26.0 hr	145.0 hr
D	144.5 hr	147.8 hr	6a. 22.9 hr			
E	1b. 232.5 hr	2b. 235.8 hr	6a. 19.6 hr			
F	1b. 31.0 hr	3a. 32.5 hr	2b. 27.1 hr	4a. 14.0 hr	7a. 16.5 hr	
G	1b. 37.0 hr	3a. 78.0 hr	2b. 37.7 hr	4a. 38.5 hr	7a. 22.0 hr	
H	1b. 16.3 hr	2b. 18.3 hr	6a. 3.8 hr			
I	1b. 122.5 hr	2b. 104.9 hr	4b. 45.3 hr	7a. 71.0 hr		

A partir de este resumen se obtuvo el diagrama de barras correspondiente al programa de producción definitivo. En dicho programa se consideran, como es de esperarse, los tiempos para mantenimiento de las máquinas y los tiempos de espera de los productos en proceso. (Ver diagrama en la siguiente hoja).

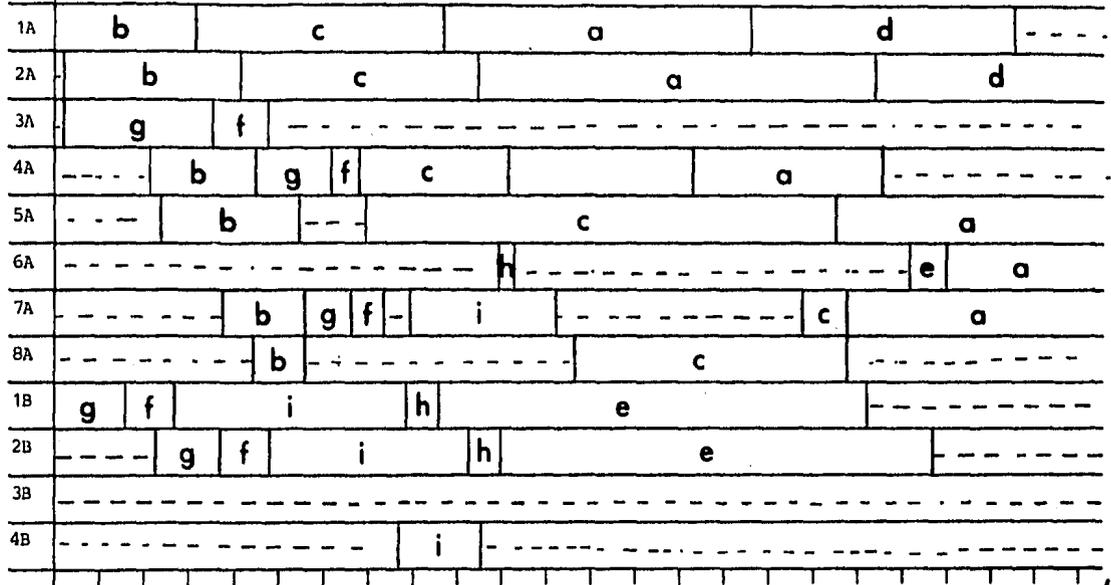
Como se especificó, al principio del presente capítulo, lo que aquí se muestra es el resultado de toda una serie de iteraciones o ensayos que fueron dando lugar a que se lograra el programa definitivo.

Fue precisamente de este proceso del cual se sacaron todas las conclusiones correspondientes a las recomendaciones más importantes para desarrollar el programa de producción -- (referirse al capítulo de conclusiones).

Finalmente, podemos ver que son estos mismos datos referidos a tiempo de procesamiento, de preparación y de carga -- los que se irán recopilando en las hojas de control, una vez ingresadas las órdenes de fabricación en la planta. Por supuesto también se registrarán los tiempos de espera y las observaciones en cuanto a operación del centro de trabajo.

Aunando a todo esto la información sobre las entradas y salidas de materiales, se tendrá el paquete completo, en cada hoja de control, para seguir adecuadamente cada orden de fabricación.

CT/TPO



24 48 72 96 120 144 168 192 216 240 264 288 312 336 360 384 408 432 456 480 504 528 552 (hrs)

9

CONCLUSIONES

"Reconocer nuestros errores y aprender de ellos, mediante el uso de la crítica sana y constructiva a todos los niveles, es el primer paso en la consecución de un mundo mejor y más justo".

Pablo Zavaleta

Los puntos que a continuación habrán de plantearse son el resultado del presente trabajo. Creemos nosotros que la justificación de los mismos ha quedado plasmada a lo largo de las páginas anteriores. Propiamente es un resumen de los puntos a los que se llegó; es por eso que se postulan sin mayor justificación. El objetivo de los mismos es que tengan una aplicación general y que sirvan como una ayuda a los interesados en problemas análogos.

1. Es necesaria la elaboración de un diagnóstico de la em - presa, elaborado por personal ajeno a ésta, que sin em - bargo deberá compenetrarse con la misma. Este diagnóstico debe ser objetivo, reconociendo las deficiencias e identificando las cualidades.

2. Se debe establecer a dónde se quiere llegar al implantar el sistema de Planeación y Control de la Producción.
En suma, definir claramente las metas perseguidas.
3. La planeación implica un compromiso de ejecución, si la empresa entera no se compromete a llevar el plan a cabo formalmente, no vale la pena ni siquiera intentarlo.
Es necesario que todas las áreas cumplan y se sujeten al plan de una forma disciplinada. Se debe cumplir el - - Plan General, no los caprichos particulares.
4. Una contingencia implica algo no previsto, pero si éstas ocurren día a día, entonces pierden su esencia extraña, se convierten en parte de la normalidad y con ella se de be vivir. Dicho de otro modo, las contingencias dejan de serlo. Si un administrador se enfrenta constantemente a contingencias, es que no está planeando adecuadamente. Si a cada momento es sorprendido es porque no conoce el medio ambiente en el cual está inmerso; es un títere del contorno.
5. Planear es preveer. Si esta acción es ejecutada correctamente, se podrá saber a qué atenerse cuando el futuro llegue. Por lo tanto: *Es necesario planear todas las acciones de la empresa siempre.* La improvisación y la excesiva confianza en la capacidad para resolver problemas son la principal causa de problemas.
6. Para poder planear es preciso tener una visión de entorno, un enfoque sistemático de las cosas. Sólo los más

aptos subsisten, en este caso, los que mejor trabajan.

7. Existe una relación tan estrecha entre el área de Programación y Control de la Producción y la de Administración de Materiales, que obliga a las mismas a estar en constante comunicación. Si no se establecen los canales adecuados, la organización como un todo sufrirá las consecuencias.
8. Es importante la relación que entre sí guardan la Planeación y el Control de la Producción y el Control de Costos. De hecho esto último es lo que le da sentido a la primera. De ahí que resulte esencial tener un sistema de costeo adecuado al Sistema de Control de Producción que se lleve a cabo.
9. El Sistema de Costeo Directo es particularmente útil para la PCP por el manejo que hace de los costos variables.
10. Es necesario discernir entre información relevante y aquella que no lo es tanto. La cantidad no implica calidad. Es necesario evitar la sobresaturación de información que lo único que consigue es obstruir la visión de las alternativas presentes.
11. Para poder tener una buena Base de Datos, es necesario proceder a realizar estudios de Ingeniería Industrial y de Proceso, *por producto y por centro de trabajo*. En tanto se hagan, puede usarse la información existente. La Programación y el Control sólo podrán lograrse cuando esta información sea completa y verídica.

12. Los productos cuyos problemas inciden de manera más apreciable son aquellos catalogados como "A" regulares (donde la "A" se refiere a un análisis de catálogos A, B, C). Por su importancia, es necesario planear y programar perfectamente la producción de éstos. En particular, aquellos pedidos que estén firmes deben programarse primero y, sobre los espacios de tiempo libres, programarse después los restantes. O sea que el orden de programación de órdenes queda como sigue:

- a) Artículos "A" firmes
- b) Artículos "A" pronosticados
- c) Artículos "B" y "C"

Para programarlos, sujetándose a la jerarquía ya establecida, se dispondrán primero de aquellos que pasan por un mayor número de centros de trabajo, para disminuir los tiempos "muertos" en los mismos. Si se tienen dos (o más) productos con igual número de centros de trabajo involucrados, se deberá empezar con el producto que ocupe el menor tiempo en el primer centro de trabajo.

13. Las rutas de fabricación de los productos "A" regulares - deberán fijarse desde el momento en el que se realizan los planes de producción de largo y mediano plazo.

14. En los centros de trabajo donde se trabaja menos de tres turnos, se pueden aprovechar los turnos no trabajados para efectuar las tareas de mantenimiento.

15. El programa de trabajo nos ayuda a disminuir los tiempos

de maquinaria ociosa, distribuyendo de una mejor manera las cargas de trabajo.

16. En la medida en que se revise y se obtenga una mejor calidad de materia prima en los primeros centros de trabajo, puede esperarse una reducción en los inventarios de producto en proceso en los centros de trabajo subsecuentes. Esto representaría un ahorro de recursos indispensable, ya que el capital así inmovilizado resulta, en la presente coyuntura, incosteable.
17. Una buena programación reduce los inventarios de producto en proceso al punto de hacer que su costo financiero inherente sea mínimo.
18. Los pedidos deberán ser normalizados. Una empresa de este tipo no puede, ni debe, producir de acuerdo al capricho de los clientes. Es necesario que responda al mercado como tal, no a los individuos.

Con este análisis hemos querido remarcar la importancia del enfoque de sistemas para sacar a la empresa de los desequilibrios en los que ahora se halla. Sabemos bien que los errores acumulados durante años son difíciles de corregir y que la nueva dirección ha tenido que efectuar los cambios de forma gradual para no desestabilizar a la empresa. Sin embargo, creemos que un sistema para planear y controlar la producción no puede operar si no se promueven cambios más profundos y radicales. Anteriormente la situación era más laxa, pero conforme el mundo ha evolucionado, se ha vuelto más compleja, más demandante. Si una empresa no es capaz de adecuarse al nuevo entorno, desaparecerá. La ley de selección natural no admite excepciones.

GLOSARIO

Fórmula Significado

QPT_{jk} Cantidad de producto terminado "j" que se quiere -
obtener a la salida del centro de trabajo "k".

QPT'_{jk} Cantidad de producto terminado "j" más el diferen-
cial correspondiente a pérdidas totales en el cen-
tro de trabajo "k" por producto "j".

$$QPT'_{jk} = \frac{QPT_j}{1 - perd_{jk}}$$

I_{DUijk} Insumo directo "i" por unidad de producto termina-
do "j".

I_{Dijk} Cantidad total del insumo directo "i" usada en el
centro de trabajo "k" para producir QPT'_{jk} unida -
des del producto "j".

I_{IUijk} Insumo indirecto "i" por unidad de producto termi-

Fórmula	Significado
	nado "j".
I_{Iijk}	Cantidad total del insumo indirecto "i" empleado - en el centro de trabajo "k" para producir QPT'_{jk} - unidades del producto "j".
m_{jk}	Cantidad de merma por unidad de producto terminado "j" en "k".
P_{kj}	Cantidad de pérdidas en el centro de trabajo "k" por unidad de producto terminado "j".
$perd_{jk}$	Total de pérdidas por unidad de producto terminado "j" en el centro de trabajo "k".
$perd_{jk} = m_{jk} + P_{jk}$	
M_{jk}	Cantidad total de merma en el centro de trabajo - "k" para QPT'_{jk} unidades de "j".
P_{jk}	Cantidad total de pérdidas en el centro de trabajo "k" para QPT'_{jk} unidades de producto "j".
$Perd_{jk}$	Cantidad total de pérdidas en el centro de trabajo "k" por haber producido QPT'_{jk} unidades de producto "j".

Fórmula	Significado
$I_{IT_{ijk}}$	Cantidad de insumo indirecto "i" por unidad de - - tiempo en el centro de trabajo "k".
CP_{jk}	Capacidad de producción en el centro de trabajo - "k" para el producto "j".
TPo_{jk}	Tiempo de procesamiento en el centro de trabajo - "k" para el producto "j".
TPe_{jk}	Tiempo de preparación en el centro de trabajo "k" para el producto "j".
TCa_{jk}	Tiempo de carga en el centro de trabajo "k" para - el producto "j".
TEs_{jk}	Tiempo de espera del producto "j" antes de entrar al centro de trabajo "k".

a

MÉTODOS DE PRONOSTICOS

Frecuentemente, en el desarrollo de nuestro trabajo mencionamos a los pronósticos como una herramienta clave para la planeación. Se dijo también que había métodos cuantitativos y cualitativos para pronosticar. Pues bien, el propósito de este apéndice es el de mostrar, aunque sea muy someramente, cuáles son los principales de estos métodos y en qué consisten.

1. Métodos cuantitativos

Estos métodos se basan en datos históricos de la variable a pronosticar, suponiendo que es probable que lo que ocurrió en el pasado siga sucediendo en el futuro. Cuando se analizan datos históricos es importante buscar variaciones de tendencia, estacionales, cíclicas y aleatorias.

a) Promedios móviles

Este es un modelo útil y sencillo. Se usa sobre todo para hacer pronósticos a corto y mediano plazo. El promedio de lo que ha ocurrido en el pasado se emplea para

pronosticar el futuro. Si X_t es el promedio móvil calculado hasta el valor de X en el período t , el promedio X_t es el que se toma como pronóstico del valor de X en el período $t+1$.

Con un promedio móvil sólo se toman las últimas N observaciones. Cada vez que se dispone de una nueva observación, el promedio "se mueve" un lugar para incluir a esta nueva observación. Matemáticamente esto se escribe de la siguiente forma:

$$F_{t+1} = \frac{1}{N} \sum_{i=t-N+1}^t X_i$$

Hay que apuntar que el número de términos que se incluyen influye mucho en la respuesta del promedio. Es decir, cuanto más pequeño es el número de términos incluidos, mayor es la sensibilidad del pronóstico hacia los cambios y viceversa, de modo que en situaciones de inestabilidad, de cambios rápidos, conviene más usar pocos términos para sacar el promedio.

b) Suavizamiento exponencial

Esta es una alternativa muy socorrida a los promedios móviles. Al igual que estos, se usa para predecir a corto y mediano plazo y se calcula de la siguiente manera:

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

siendo α la constante de suavizamiento exponencial cuyo valor oscila entre 0 y 1.

Esta técnica tiene varias ventajas: no requiere mucho espacio de almacenamiento en la memoria de una computadora, pues no es necesario guardar todas las observaciones previas; sin embargo, en este modelo nunca se descarta por completo alguna información; el valor de alfa puede ajustarse en tal forma que los pronósticos respondan rápida o lentamente a los cambios posibles en el sistema.

c) Regresión lineal

El objetivo de este método es ajustar matemáticamente una curva a un conjunto de datos. Aquí sólo anotaremos el ajuste a una línea recta, pero los ajustes a otras curvas se pueden hacer sencillamente modificando un poco las expresiones que enseguida anotamos:

La ecuación de una línea recta es $y=ax+b$. Este método requiere, por tanto, que se tengan parejas (x,y) de valores. En base a esto, la manera de obtener los parámetros a y b para la recta es ésta:

$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{N} \quad ; \quad b = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{N \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

Las ventajas de este método son: se pueden hacer pronósticos a plazos un poco mayores que con los dos métodos

vistos anteriormente con más confiabilidad; es fácil - - identificar tendencias y da pie a otro tipo de análisis estadístico que podrían llevarnos a conclusiones más precisas.

2. Métodos cualitativos

Los métodos cualitativos se utilizan cuando no existe un conjunto de datos históricos confiables en los que pueda basarse un análisis. Estos métodos confían más en el criterio y en el juicio de expertos y tienden a ser menos precisos que los métodos - cuantitativos. Son muy usados para pronosticar a largo plazo.

a) Método delphos

Se interroga a un grupo de expertos mediante una serie de cuestionarios en que las respuestas a uno de ellos se usan para elaborar el siguiente cuestionario. Cual - - quier información que conocen unos expertos y otros no, se pasa a estos últimos, lo que permite que todos tengan acceso a la información global para el pronóstico. Esta técnica elimina el efecto de seguir la corriente de - opinión de la mayoría.

b) Acuerdo de panel

Se basa en la suposición de que varios expertos pueden -

llegar a un mejor pronóstico que una sola persona. No existe secreto y se fomenta la comunicación. A veces los pronósticos tienen influencia de factores sociales y pueden no reflejar un consenso.

c) Analogía histórica

Basa el pronóstico en patrones de similitud con otros casos.

b

PLANEACION AGREGADA

Los conceptos y métodos de planeación agregada y calendarización integral se aplican sobre todo en los sistemas de productos estandarizados con alto volumen de producción y en los sistemas cerrados de talleres de trabajo. Cuando menos, son muy útiles para lograr la mejor utilización posible de las instalaciones, dentro de las restricciones impuestas por las políticas que rigen la contratación y liquidación de personal, los inventarios y el empleo de capacidad externa, y dentro de las limitaciones de nuestra propia capacidad. En efecto, el proceso de planeación agregada le permite a la gerencia considerar una gama más amplia de soluciones alternativas relacionadas con la utilización de tales capacidades. Aquí, el término "calendario" se emplea en el sentido de programa y los términos "planeación agregada" así como "planeación, programación y calendarización" agregadas o integrales son casi sinónimos.

La importancia económica de la planeación y calendarización integral no es en modo alguno despreciable, ya que en esa tarea nos ocupamos de amplias cuestiones básicas como las siguientes: ¿En qué medida deberá utilizarse el inventario para absorber la

fluctuación de la demanda que ocurrirá de los seis a los doce me ses próximos? ¿Por qué no absorber estas fluctuaciones variando simplemente el tamaño de la fuerza de trabajo, y contratar y liquidar personal a medida que la demanda aumenta o disminuye? - - ¿Por qué no mantener una fuerza de trabajo de magnitud muy estable y absorber las fluctuaciones mediante cambios en las tasas de producción, recurriendo al pago de horas extras o a un número menor de horas de trabajo? ¿Por qué no mantener una fuerza de trabajo de magnitud muy estable y una tasa de producción aproximadamente constante y dejar que nuestros subcontratistas se en frenten a los problemas de la fluctuación de los pedidos que les formulamos? ¿Debemos dejar de satisfacer deliberadamente algunas de nuestras demandas? En la mayoría de los casos, es probable que ninguna de estas estrategias puras sea tan efectiva como la combinación equilibrada de las mismas. Hay costos que se co rresponden con cada estrategia, de modo que lo que buscamos es la astuta selección de la combinación de las alternativas.

Si empleamos los inventarios para absorber los cambios estacionales de la demanda, tenderán a aumentar los costos de cap ital y obsolescencia, así como los costos referentes al almacenaje, los seguros y el manejo. Aparte de la consideración de los factores estacionales, el empleo de los inventarios para absor ber fluctuaciones de corto plazo generará aumentos en estos mismos costos, en comparación con algún nivel ideal o mínimo de inventarios, necesario para mantener el proceso de producción. Cuando los inventarios bajan de este nivel ideal o mínimo, los -

costos del faltante aumentarán, así como todos los costos corres
pondientes a las corridas cortas.

Los cambios de magnitud de la fuerza de trabajo afectan los costos totales de la rotación del trabajo. Cuando se contratan nuevos trabajadores, hay costos de selección, entrenamiento, y menor eficacia en la producción. La separación de trabajadores puede implicar el pago de compensaciones por desempleo u otros costos de liquidación, y tener un efecto intangible sobre las re
laciones y la imagen públicas. Si los cambios de magnitud de la fuerza de trabajo son grandes, ello puede significar la adi
ción o eliminación de un turno completo. Los costos marginales de que aquí se trata son las primas correspondientes a turnos es
peciales, así como los costos marginales de supervisión y de - otros costos fijos. Si absorbemos la fluctuación mediante cambios en la tasa de producción, absorberemos las primas por horas extras y, probablemente, los costos de trabajo ocioso (un mayor costo medio del trabajo por unidad), cuando disminuye esa tasa. Sin embargo, de ordinario los directores tratarán de mantener - los mismos costos promedio de la mano de obra, reduciendo por de
bajo los niveles normales de las horas trabajadas. Si persis
ten programas por debajo de la capacidad de la mano de obra, es probable que aumente la rotación de trabajadores y los costos co
rrespondientes. Muchos de los costos afectados por las decisi
ones de la planeación y calendarización integral son difíciles - de medir y no se separan en los registros contables. Algunos - son costos alternativos, de oportunidad, como ocurre con los cos

tos de intereses sobre la inversión en inventarios, y algunos - no son medibles, cómo los referentes a las relaciones y a la ima gen públicas. Sin embargo, todos ellos son reales y tienen influencia sobre las decisiones de la planeación agregada.

Planes y calendarios maestros de producción

Como introducción al problema de la planeación agregada veamos los datos del cuadro No. 1, que se refieren a los requerimientos mensuales esperados en la producción de un pequeño fabricante, junto a los inventarios de contingencia requeridos y los días de trabajos disponibles. Los requerimientos estacionales pertenecen a etapas de la producción que dependen de los requerimientos de las ventas estacionales, pues se deben tomar en cuenta los tiempos de entrega de la producción y la distribución, de manera que estos requerimientos son los que debe satisfacer la fábrica. Nos interesan algunas de las formas alternativas que el productor puede utilizar para satisfacer los requerimientos.

CUADRO No. 1
PRONOSTICO DE LOS REQUERIMIENTOS DE PRODUCCION DE
UN PRODUCTO ESTACIONAL

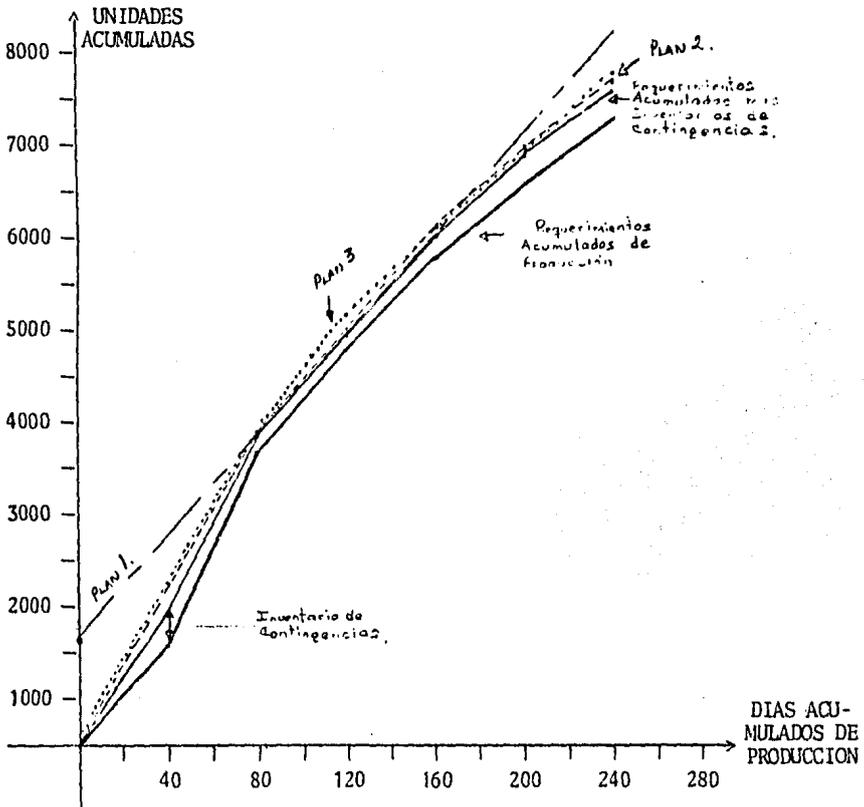
REQUERIMIENTOS DE PRODUCCION				DIAS PRODUCCION	DIAS ACUMULADOS
MES	ESPERADOS	ACUMULADOS	INV. DE CON TINGENCIA REQUERIDOS		
Ene.	700	700	300	22	22
Feb.	900	1,600	340	18	40
Mar.	1,100	2,700	375	22	62
Abr.	900	3,600	340	21	83
May.	650	4,250	290	22	105
Jun.	600	4,850	275	21	126
Jul.	550	5,400	265	21	147
Ago.	400	5,800	230	13	160
Sep.	400	6,200	230	20	180
Oct.	300	6,500	195	23	203
Nov.	300	6,800	195	21	224
Dic.	400	7,200	230	20	244

En la figura No. 2 mostramos una técnica gráfica para la elaboración de planes alternativos factibles. El procedimiento consiste en graficar primeramente los puntos de los requerimientos acumulados de la producción y luego, la curva de los requerimientos máximos acumulados. Para trazar esta última curva basta sumar los inventarios de contingencia de cada periodo. Luego, se puede utilizar la gráfica de los requerimientos máximos acumulados, tener una buena base de comparación entre las distintas maneras de satisfacer los requerimientos, sin dejar de pro -

porcionar la protección que se desca contra el agotamiento de - existencias. Todo programa de producción que reúna las condiciones anteriores debe encontrarse por encima de la línea de requerimientos máximos acumulados. Las distancias verticales que median entre los programas de producción y la curva de los requerimientos máximos acumulados representan las acumulaciones de inventerios estacionales del plan en cuestión. En la figura No.2 se muestran tres programas alternativos de producción. El - - plan lo propone una producción uniforme y requiere un inventario inicial de 1,650 unidades para ser factible, como se ve por la - intercepción con el eje y de la línea del plan 1. El plan 2 sigue los requerimientos un poco más de cerca, porque las tasas de producción cambian tres veces durante el año (incluyendo el cambio del final o el principio del año). Evidentemente, el plan 2 requiere acumulaciones de inventarios estacionales menores - - que el plan 1, pero implica otras desventajas de costos, a causa de la necesidad de contratar y liquidar personal pagar horas extras y algunas cantidades por concepto de subcontratación. El plan 3 supone únicamente dos cambios del nivel de producción (incluyendo el cambio del principio o el final del año), pero acumula la mayores inventarios estacionales hacia la mitad del año. Para poder evaluar las alternativas consideremos los siguientes datos:

El costo de mantenimiento de los inventarios es de \$240.00 - por unidad por año.

FIGURA 2
TRES PLANES AGREGADOS ALTERNATIVOS



PLAN 1: Inventario Inicial = 1650 unidades
Tasa de Producción = 28 unidades/día

PLAN 2: Inventario Inicial = 500 unidades
Tasas de Producción = 41 unidades/día (día 0 a 83);
28 unidades/día (día 84 a 164);
15 unidades/día (día 165 a 244)

PLAN 3: Inventario Inicial = 500 unidades
Tasas de Producción = 41 unidades/día (día 0 a 105);
19.8 unidades/día (día 106 a 244)

Un cambio en el nivel de producción de 10 unidades por día - (sin incluir aumentos de la tasa de producción con tiempo extra) requiere la contratación o separación de 100 hombres a un costo de \$200.00 por hombre, por concepto de contratación, entrenamiento y separación.

Las unidades producidas con tasas extras de trabajo cuesta - \$20.00 por unidad extra.

Las unidades producidas mediante la subcontratación cuestan \$25.00 por unidad extra.

El cuadro No. 2 resume los costos marginales comparativos de los tres programas.

CUADRO No. 2
COSTOS INCREMENTALES DE TRES PROGRAMAS
ALTERNATIVOS DE PRODUCCION

	PLAN 1	PLAN 2	PLAN 3
Inventario estacional*	\$99,960	\$24,480	\$44,880
Cambios de la fuerza de trabajo=	0	48,000	40,800
Costos de trabajo extra**	0	8,300	10,500
Costos de subcontratación&	0	<u>12,450</u>	<u>15,750</u>
	\$99,960	\$93,230	\$111,930

En este caso, vemos que el Plan 2 representa el costo menor de todos. Evidentemente, se podrían evaluar en forma similar -

muchas otras propuestas alternativas. Es muy probable que el Plan 2 no sea el de menor costo posible. Una de las dificultades de esta clase de métodos gráficos es que no genera propuestas alternativas y carece totalmente de un enfoque de optimización. Sin embargo, quizá sea todavía más importante el hecho de que la técnica tenga carácter estático y parece desarrollar un plan que no toma en cuenta la necesidad de flexibilidad en el cambio de planes que puede presentarse a medida que avanza el año y se obtienen datos reales del comportamiento de la demanda. Algunos métodos matemáticos y heurísticos que se han desarrollado tienden a superar estas objeciones.

C

EL METODO SIMPLEX

Como se mencionó en el capítulo 7 el método simplex es una herramienta excelente para resolver los problemas concernientes a la programación de la producción.

Este es un modelo, a través del cual, se puede maximizar o minimizar una función que nos interese (costo de producción, nivel de inventarios de producto en proceso, utilización del equipo, etc.), considerando todas las limitaciones que se tengan para el programa de producción (capacidad de los equipos, mezcla de productos, tiempos de entrega, limitaciones de las máquinas, etc.)

El método simplex original, consta de una función objetivo, la cual se puede minimizar o maximizar, según convenga, y una serie de restricciones a dicha función objetivo.

$$\begin{array}{ll} \text{Maximizar} & Z = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n \\ \text{Sujeto a} & a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1n} x_n \geq b_1 \\ & a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{2n} x_n \geq b_2 \end{array}$$

$$\begin{array}{cccc}
 & : & & : \\
 a_{m1} x_1 + a_{m2} x_2 + \dots + a_{mn} x_n & \geq & b_m & \\
 x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0 & & &
 \end{array}$$

El método simplex original es un procedimiento algebraico directo.

La única información pertinente en cada iteración consta de los coeficientes de las variables no básicas en la función objetiva, los coeficientes de las variables básicas entrantes en las otras ecuaciones y el segundo miembro de las ecuaciones.

El método simplex revisado usa explícitamente operaciones de matrices.

$$\text{Maximizar } Z = cx,$$

sujeto a

$$Ax \leq b \text{ y } x \geq 0,$$

en donde c es un vector renglón

$$c = (c_1, c_2, \dots, c_n),$$

x, b y 0 son vectores columna tales que

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ x_n \end{bmatrix}, \quad b = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_m \end{bmatrix}, \quad 0 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 0 \end{bmatrix}$$

y A es la matriz

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ a_{m1} & a_{m2} & & a_{mn} \end{bmatrix}$$

Introduzcase ahora el vector columna de variables de holgura

$$X_s = \begin{bmatrix} X_n + 1 \\ X_n + 2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ X_n + m \end{bmatrix}$$

De manera que las restricciones se vuelven

$$\begin{bmatrix} A, I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ X_s \end{bmatrix} = b \text{ y } \begin{bmatrix} X \\ X_s \end{bmatrix} \geq 0,$$

en donde I es la matriz de identidad de $m \times m$, y ahora el vector 0 tiene $(n + m)$ elementos.

Una de las características claves del método simplex revisado comprende la manera en la que obtiene las soluciones básicas

factibles. Una solución básica es la solución de las m ecuaciones.

$$\begin{bmatrix} A, I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ X_s \end{bmatrix} = b,$$

En las que se igualan a 0 las n variables no básicas de en -
tre los $(n + m)$ elementos de

$$\begin{bmatrix} X \\ X_s \end{bmatrix}$$

Al eliminar, estas n variables, queda un conjunto de m ecuaciones con m incógnitas

$$B_{xB} = b,$$

donde el valor de las variables básicas

$$X_B = \begin{bmatrix} X_{B1} \\ X_{B2} \\ \cdot \\ \cdot \\ X_{Bm} \end{bmatrix}$$

Se obtiene eliminando las variables no básicas de

$$\begin{bmatrix} X \\ X_s \end{bmatrix},$$

y la matriz base

$$B = \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} \cdots & B_{1m} \\ B_{21} & B_{22} \cdots & B_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ B_{m1} & B_{m2} & B_{mm} \end{bmatrix}$$

Se obtiene eliminando las columnas correspondientes a los coeficientes de las variables no básicas de (A, I) .

Para resolver $Bx_B = b$, se premultiplicarían ambos lados por B^{-1} :

$$B^{-1} Bx_B = B^{-1} b,$$

de manera que la solución básica es

$$x_B = B^{-1} b$$

Denotando por c_B el vector obtenido al eliminar los coeficientes de las variables no básicas de $(c, 0)$ y reordenando los elementos igual que en x_B ; el valor de la función objetivo para esta solución básica es entonces

$$z = c_B x_B = c_B B^{-1} b$$

El último preliminar, antes de resumir el método simplex revisado, es mostrar la forma matricial del conjunto de ecuaciones que aparecen en el cuadro simplex para cualquier iteración del método simplex original. Para el conjunto original de ecuaciones, la forma matricial es

$$\begin{bmatrix} 1 & -c & 0 \\ 0 & A & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z \\ x \\ x_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ b \end{bmatrix}$$

Después de cualquier iteración subsiguiente, $x_B = B^{-1} b$ y $Z = c_B B^{-1} b$, de manera que el segundo miembro de estas ecuaciones se ha convertido en

$$\begin{bmatrix} Z \\ x_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & c_B B^{-1} & 0 \\ 0 & B^{-1} & b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_B B^{-1} b \\ B^{-1} b \end{bmatrix}$$

Por lo tanto, las operaciones algebraicas en ambos miembros del conjunto original de ecuaciones han sido equivalentes a premultiplicarlas por esta misma matriz.

$$\begin{bmatrix} 1 & c_B B^{-1} \\ 0 & B^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & -c & 0 \\ 0 & A & I \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & c_B B^{-1} & A-c & c_B B^{-1} \\ 0 & B^{-1} & A & B^{-1} \end{bmatrix}$$

La forma matricial deseada del conjunto de ecuaciones después de cualquier iteración es

$$\begin{bmatrix} 1 & c_B B^{-1} A - c_B B^{-1} \\ 0 & B^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z \\ x \\ x_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_B B^{-1} b \\ B^{-1} b \end{bmatrix}$$

Esta forma matricial el conjunto de ecuaciones contiene dos implicaciones importantes. La primera consiste en que sólo es necesario obtener B^{-1} para poder calcular todos los números del cuadro simplex a partir de los parámetros originales (A, b, c^B) del problema. La segunda es que puede obtenerse cualquiera de estos números (excepto $z \ c_B B^{-1} b$), realizando sólo parte de una multiplicación de matrices.

Resumen del método simplex revisado

Paso de inicialización. Elegir una solución factible conveniente (x_1, x_2, \dots, x_n) $(0, 0, \dots, 0)$ después de introducir las variables de holgura, siendo así (x_1, x_2, \dots, x_n) variables originales "no básicas" $(x_{n+1}, x_{n+2}, \dots, x_{n+m})$ variables de holgura "básicas" siendo en la solución básica factible inicial las variables no básicas iguales a cero y las básicas iguales al segundo miembro.

Paso iterativo

Parte 1. Determínese la variable básica que entra.

Se selecciona la variable no básica que, al incrementarse aumentaría a Z lo más rápido (la más negativa de la función objetivo).

Parte 2. Determinese la variable básica que sale.

Se selecciona la variable básica que llegue a cero primero, a medida que se incrementa la variable básica que entra.

$$x_e = \begin{cases} x_{\infty}, & \text{si } a'_{ie} \leq 0 \\ \frac{b'_{ie}}{a'_{ie}}, & \text{si } a'_{ie} > 0 \end{cases}$$

se determina la ecuación con la menor de esas cotas superiores y se selecciona la variable básica presente en esa ecuación como - la variable básica que sale.

Se calculan únicamente los números requeridos para esto (los coeficientes de la variable básica que entra en todas las ecuaciones menos en la ecuación de la func. obj., y después el segundo miembro de cada ecuación para cada coeficiente estrictamente positivo.

Parte 3. Determinese la nueva solución básica factible.

Obténgase B^{-1} y hágase $x_B = B^{-1}b$ (el cálculo de x_B es opcional a menos que se encuentre que es óptimo por la regla de detención).

Regla de detención. Determínese si esta solución es óptima

La solución básica factible presente es óptima, si y sólo si todo coeficiente en la función objetivo es no negativo (> 0). Si se cumple lo anterior, deténgase; en caso contrario pásese al paso iterativo con el fin de obtener la siguiente solución básica factible. Sólo se calculan los números requeridos para esto. (Los coeficientes de las variables no básicas en la función objetivo).

Una de las ventajas del método simplex revisado con respecto al original es que el número de cálculos aritméticos puede ser menor. La cantidad de información que se debe almacenar en cada iteración es menor y algunas veces considerablemente menor.

Permite también el control de los errores por redondeo que son generados por las computadoras digitales.

Ejemplo: La compañía "A" es un productor de artículos de vidrio de alta calidad, incluyendo ventanas y puertas de vidrio. Tiene tres plantas. Los marcos de aluminio y la herrería se hacen en la planta 1, los marcos de madera se fabrican en la planta 2 y la planta 3 se usa para producir el vidrio y montar los productos.

Uno de los nuevos productos potenciales (prod. 1) es una puerta de vidrio de 8 pies con marco de aluminio. El otro

(prod. 2) es una ventana grande (de 4 x 6 pies) con marco de madera y de guillotina. El Departamento de Mercadotecnia ha concluido que la compañía podría vender tanto de cualquiera de los productos como pudiera producirse con la capacidad disponible.

Así los datos quedan como sigue:

Producto Planta	Capacidad usada por tasa unitaria de prod.		Capacidad disponible
	1	2	
1	1	0	4
2	3	2	12
3	3	2	18
Utilidad unitaria	\$3	\$5	

Planteamiento como un problema de programación lineal:

$$\text{Maximizar } Z = 3x_1 + 5x_2$$

$$\begin{aligned} \text{Sujeto a } \quad & x_1 \leq 4 \\ & 2x_2 \leq 12 \\ & 3x_1 + 2x_2 \leq 18 \quad x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{aligned}$$

Resolviendo con el método simplex revisado:

$$c = (3, 5), \quad A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 1 & 0 \\ 3 & 2 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad b = \begin{bmatrix} 4 \\ 12 \\ 18 \end{bmatrix}, \quad x = x_1, \quad x_s = \begin{bmatrix} x_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{bmatrix}$$

Dado que B (y por ende B^{-1}) cambia tan poco de una iteración

a otra, es mucho más eficiente obtener la nueva B^{-1} (denotada por B^{-1} nueva) a partir de B^{-1} de la iteración (denotada por B^{-1} anterior). El método para hacer esto se basa directamente en la interpretación de los elementos de B^{-1} y en el procedimiento usado por el método simplex original para obtener el nuevo conjunto de ecuaciones, a partir del conjunto anterior.

Sean x_k la variable básica que entra, a'_{ik} el coeficiente de x_k en la ecuación (i) actual para $i = 1, 2, \dots, m$ y r el número de la ecuación que contiene la variable básica que sale. El nuevo conjunto de ecuaciones se puede obtener a partir del conjunto precedente, restando de la ecuación (i) la ecuación (r), multiplicada por a'_{ik}/a'_{rk} , para toda $i = 1, 2, \dots, m$ excepto $i = r$, y después dividiendo la ecuación (r) entre a'_{rk} . Por lo tanto, el elemento en el renglón i y la columna j de B^{-1} nueva es:

$$(B^{-1} \text{ nueva})_{ij} = \begin{cases} (B^{-1} \text{ anterior})_{ij} - \frac{a'_{ik}}{a'_{rk}} (B^{-1} \text{ anterior})_{rj} & \text{si } i \neq r \\ (B^{-1} \text{ nueva})_{ij} = \frac{1}{a'_{rk}} (B^{-1} \text{ anterior})_{rj} & \text{si } i = r \end{cases}$$

Esto se expresa en notación matricial como: B^{-1} nueva EB^{-1} anter, en donde la matriz E es una matriz identidad, excepto su r -ésima columna se reemplaza por el vector:

$$\eta = \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \\ \eta_m \end{bmatrix}, \text{ donde } \eta_i = \begin{cases} -\frac{a'_{ik}}{a'_{rk}}, & \text{si } i \neq r \\ \frac{1}{a'_{rk}}, & \text{si } i = r \end{cases}$$

Las variables básicas iniciales son las variables de holgura

$$x_B = \begin{bmatrix} x_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{bmatrix}$$

Como la matriz inicial $B^{-1} I$, no es necesario hacer cálculos para obtener los números que se requieren para identificar a la variable básica que entra x_2 y a la variable básica que sale x_4 . Así, el nuevo conjunto de variables básicas es:

$$x_B = \begin{bmatrix} x_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{bmatrix}$$

Para obtener la nueva B^{-1} :

$$\eta = \begin{bmatrix} -\frac{a_{12}}{a_{22}} \\ \frac{1}{a_{22}} \\ -\frac{a_{32}}{a_{22}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{2} \\ -1 \end{bmatrix}$$

entonces:

$$B^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

de modo que:

$$\begin{bmatrix} x_3 \\ x_2 \\ x_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} .4 \\ 12 \\ 18 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4 \\ 6 \\ 6 \end{bmatrix}$$

Para probar si esta solución es óptima, se calculan los coeficientes en la ecuación (0) de las variables no básicas (x_1 y x_4). Realizando sólo las partes pertinentes de la multiplicación de matrices.

$$c_B B^{-1} A - c = (0, 5, 0) \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & - \\ 0 & 1 \\ 3 & - \end{bmatrix} - (3, -) = (-3, -),$$

$$c_B B^{-1} = (0, 5, 0) \begin{bmatrix} - & 0 & - \\ - & \frac{1}{2} & - \\ - & -1 & - \end{bmatrix} = (-, \frac{5}{2}, -).$$

Como el coeficiente de x_1 es negativo, esta solución no es óptima. Siguiendo iteración, x_1 la variable básica que entra. Para determinar la variable básica que sale es necesario calcular los otros coeficientes de x_1 :

$$B^{-1}A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & - \\ 0 & - \\ 3 & - \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & - \\ 0 & - \\ 3 & - \end{bmatrix}$$

Usando la columna de la derecha de la solución básica factible actual (el valor de x_B) dada anteriormente las razones - - - $4/1 > 6/3$, indican que x_5 es la variable básica que sale: entonces el nuevo conjunto de variables básicas es:

$$\begin{bmatrix} x_3 \\ x_2 \\ x_1 \end{bmatrix} \text{ con } \eta = \begin{bmatrix} -\frac{a'_{11}}{a'_{31}} \\ \frac{a'_{21}}{a'_{31}} \\ \frac{1}{a'_{31}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{3} \\ 0 \\ \frac{1}{3} \end{bmatrix}$$

Por lo tanto la nueva B^{-1} es:

$$B^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \frac{6}{3} \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & -1 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ 0 & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \end{bmatrix}$$

de manera que:

$$\begin{bmatrix} x_3 \\ x_2 \\ x_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ 0 & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 4 \\ 12 \\ 18 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ 6 \\ 2 \end{bmatrix}$$

Aplicando la regla de detención, se calculan los coeficientes de las variables no básicas (x_4 y x_5) en la función objetivo como sigue:

$$c_B B^{-1} = (0, 5, 3) \begin{bmatrix} -\frac{1}{3} & -\frac{1}{3} \\ -\frac{1}{2} & 0 \\ -\frac{1}{3} & \frac{1}{3} \end{bmatrix} = \left(-, \frac{3}{2}, 1\right)$$

Dado que ambos coeficientes son no negativos, la solución actual ($x_1 = 2$, $x_2 = 6$, $x_3 = 2$, $x_4 = 0$, $x_5 = 0$) es óptima y el proceso termina.

De donde el valor máximo para Z es igual a 36.

$$Z = 3(2) + 5(6) = 36$$

d

ANEXO CORRESPONDIENTE AL ANALISIS DE CORRELACION, DESVIACION Y VARIANCA

El fin de este análisis fue determinar qué tan fijos, o qué tan variables, eran realmente algunos renglones de costo. Na - ció, de la duda ante el comportamiento de ciertos renglones ya - definidos por la teoría tradicional (como por ejemplo MOD, consi - derada clásicamente como un gasto variable).

Debido al volumen de datos que era necesario emplear para te - ner un cierto grado de seguridad estadística, nos vimos en la ne - cesidad de usar una computadora. En este caso fue una TRS-80 - mod. II nivel II, de la Tandy Corp. El lenguaje utilizado fue basic, versión 2.0.

Los resultados obtenidos, llaman la atención por cuanto rompen con la teoría que se da en las aulas de estudio y en los libros consultados. Especialmente notorios son aquellos que se - refieren a la Mano de Obra Directa, considerada como un costo va - riable; el análisis demostró la independencia de este renglón de costos de la producción, lo que nos permite afirmar que se lo de - be considerar como un costo fijo.

Por razones similares a las que nos impiden señalar en que empresa se realizó el estudio, los datos se presentan de forma genérica, sin especificar cuáles son cuales. Baste con saber que se refieren a producción neta, consumo de agua, combustible, vapor generado, electricidad total usada por una planta, y, obviamente, sueldos de Mano de Obra Directa.

Por razones de comodidad, se le insertaron al programa diversos modos de lectura. Unas veces se usó la alimentación manual y otras por vía de datos pregrabados.

X	Y
8.835.0000	789.9800
5.889.0000	1.047.2000
13.412.0000	1.202.7240
14.925.0000	1.219.9870
17.904.0000	1.252.3040
11.816.0000	1.347.9100
12.401.0000	1.345.4600
15.108.0000	1.434.1530
20.590.0000	1.437.5440
19.712.0000	1.574.7680
20.308.0000	1.670.0820
17.179.0000	1.696.6600
17.927.0000	1.788.3300
17.690.0000	1.824.2240
21.965.0000	1.830.2970
20.722.0000	1.899.6700
17.114.0000	1.904.4500
14.938.0000	1.918.6980
11.773.0000	1.939.9940
17.400.0000	1.947.7880
18.400.0000	1.966.3430
18.513.0000	1.996.7930
14.902.0000	2.191.9350
18.000.0000	2.463.0400

Variable	Media	Desv. Est.
X	14.117.6250	3.091.7075
Y	1.647.5224	411.9147

m = 0.0572
 b = 725.4844
 R = 0.5405

Indice de correlación demasiado bajo.

X	Y
15,618.1900	989.5800
27,992.1900	1,067.2000
27,613.6400	1,202.7240
28,143.1300	1,219.9870
38,367.8400	1,252.3060
32,007.1700	1,357.9100
32,811.9000	1,365.4600
30,071.3300	1,434.1530
44,217.2200	1,437.5440
47,111.7200	1,574.7680
47,784.5700	1,670.6820
39,514.6700	1,696.6600
45,531.9300	1,788.3300
42,043.8800	1,824.2240
52,949.2700	1,830.2970
45,293.9100	1,899.6700
41,627.8300	1,904.4500
54,108.8300	1,918.6900
52,500.3300	1,939.9940
53,196.5900	1,947.7880
61,643.7400	1,966.3430
57,047.4400	1,996.7930
54,327.0100	2,191.9350
60,701.8300	2,463.8400

Variable	Media	Desv. Est.
X	43,177.7400	12,039.4016
Y	1,647.5224	411.9167

$m = 0.0311$
 $b = 304.1501$
 $R = 0.9094$

X	Y
1.440.1000	589.9000
2.073.2000	1.067.2000
2.073.3400	1.202.7240
2.196.4000	1.219.9870
1.857.1000	1.252.3060
1.817.5200	1.357.9100
1.848.6000	1.363.4600
1.846.4000	1.434.1530
2.249.2000	1.437.5440
2.526.9000	1.574.7680
2.772.2000	1.470.6820
2.870.5000	1.696.6600
3.044.7200	1.788.3300
2.527.6000	1.824.2240
3.230.6000	1.830.2970
2.669.4200	1.899.6700
3.106.4000	1.918.6980
3.183.9000	1.947.7880
3.228.0000	2.463.0400

Variable	Media	Desv. Est.
X	2.479.7632	622.8140
Y	1.554.7906	412.8181

m = 0.5613
 b = 162.9323
 R = 0.8468 Correlación baja, pero existente al fin y al cabo.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

X	Y
16.438.1900	589.5800
27.992.1900	1.067.2000
27.413.6400	1.202.7240
28.143.1300	1.219.9870
38.367.8400	1.252.3060
32.007.1700	1.357.9100
32.811.5000	1.363.4600
30.071.3300	1.434.1530
44.217.2200	1.437.5440
47.111.7200	1.574.7680
47.784.5700	1.670.6820
39.514.6700	1.696.6600
45.551.9300	1.788.3300
42.043.8800	1.824.2240
52.949.2700	1.830.2970
45.293.9100	1.899.6700
41.627.8300	1.904.4500
53.108.8300	1.918.4980
52.500.3300	1.939.9240
53.196.5900	1.947.7800
61.643.7400	1.966.3430
57.047.4400	1.996.7930
56.327.0100	2.191.9350
60.701.8300	2.463.0400

Variable	Media	Desv. Est.
X	43.177.7400	12.039.6016
Y	1.647.5224	411.9167

m = 0.0311
 b = 304.1501
 R = 0.9094 Clara correlación

100 ' Programa para la Tesis que efectua un analisis de correlacion
& desviacion y variancia.

110 ' Copyright by Pablo Zavaleta X V I I I / I / M C M L X X X V

120 C I R

130 A\$="#####.#### "

140 DEFNAL B,C,M,R,S,X-Z

150 INPUD "Dame el numero de datos a manejar" IN

160 DIM Y(N),X(N)

170 C I R

180

FOR I=1 TO N

READ Y(I);PRINT\$(I,4);"Y("

I)=" "Y(I)

NEXT I

FOR I=1 TO N

READ X(I);PRINT\$(I,25);"X("

I)=" "X(I)

NEXT I

GOTO 300: IE

CTURA

250 FOR I= 1 TO N

260 PRINT\$(I,4);"Y("I)=" "INPUT Y(I)

270 READ Y(I)

280 PRINT\$(I,32);"X("I)=" "INPUT X(I)

290 NEXT I

300 FOR I= 1 TO N

310 FOR J=1 TO N-1

320 IF Y(I)>Y(J) THEN 330:IF 350

330 SWAP Y(I);Y(J)

340 SWAP X(I);X(J)

350 NEXT J

360 NEXT I

370 LPRINT " X Y "LPRINT:LPRINT

380 FOR I=1 TO N

390 LPRINT USING A\$;X(I);Y(I)

400 NEXT I

410 SX=0:SY=0:CX=0:CY=0:XY=0: ' Inicializacion de las variables

420 FOR I=1 TO N

430 SX=SX+X(I): ' Sumatoria de x's

440 SY=SY+Y(I): ' Sumatoria de y's

450 CX=CX+X(I)+2: ' Sumatoria de x's cuadradas

460 CY=CY+Y(I)+2: ' Sumatoria de y's cuadradas

470 XY=XY+X(I)*Y(I) ' Sumatoria de los productos xy's

480 NEXT I

490 XM=SX/N: ' Media de las x's

500 YM=SY/N: ' Media de las y's

510 Zx=((CX-((SX+2)/N))/(N-1))+0.5: ' Sigma x (Desviacion Estad

ndar)

520 Zy=((CY-((SY+2)/N))/(N-1))+0.5: ' Sigma y Idem

530 M=(XY-((SX*SY)/N))/(CX-((SX+2)/N)): ' Pendiente m

540 B=(Y-M*SX)/N: ' Ordenada al origen

550 R=(M*Zx)/Zy: ' Indice de Correlacion

560 C I R

570 A\$="#####.#### "

```

500 LPRINT"Variable "I" Media "I" Desv. Est. "I"PRINT:
PRINT
590 LPRINT" X "I
600 LPRINT USING A01X:ZX
610 LPRINT" Y "I
620 LPRINT USING A01Y:M:ZY
630 LPRINT:LPRINT:LPRINT
640 LPRINT " m = "I:LPRINT USING A01M
650 LPRINT" b = "I
660 LPRINT USING A01B
670 LPRINT" R = "I
680 LPRINT USING A01R
690 LPRINT:LPRINT:LPRINT
700 END
710 ***** DATOR DE PRODUCCION NFTA *****
*****
720 'DATA 2305.446,1965.304,2188.153,2089.721,2404.085,2478.308,144
7.081,1786.489,1933.206,1989.845,1805.425,2206.919' ' DATO
S DE 1982
730 DATA 1067.200,589.580,1365.460,1219.987,1824.224,1202.724,1899.
670,1357.910,1434.173,1678.660,1788.330' ' DATOS DE 1983
740 DATA 1437.544,1670.682,1574.768,1918.698,1252.306,1830.297,1947
.708,2463.040,'1996.793,1966.343,2191.935,1939.996' ' DATO
S DE 1984
750 ***** DATOS DE CONSUMO DE AGUA *****
*****
760 'DATA 44107.72,35261.3,45249.26,34313.09,40278.00,59348.48,4579
5.96,53962.40,77183.72,65742.62,55047.49,66896.24' ' DATO
S DE 1982
770 'DATA 27992.19,16638.19,32811.5,28143.13,42043.88,27613.64,4529
3.91,32007.17,30071.33,41627.83,39514.67,49551.93' ' DATO
S DE 1983
780 'DATA 44217.22,47784.57,47111.72,55108.83,38367.84,52949.27,531
96.59,40701.83,57047.44,61643.74,56327.01,52900.33' ' DATO
S DE 1984
790 ***** DATOS DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO *****
*****
800 'DATA 739.954,768.707,1000.848,1076.055,1625.369,1249.990,1524.
529,1191.121,1322.915,1100.273,1494.353,1516.980' ' DATO
S DE 1983
810 'DATA 1757.840,1739.55,1548.000,1275.530,1423.390,1649.810,1527
.95,1462.360,1440.870,1249.160,1277.000,1256.000' ' DATO
S DE 1984
820 ***** DATOS DE VAPOR GENERADO *****
*****
830 'DATA 5889.885,12601.14925,17690,13612,20722,11816,15108,17114
,17179,17527' ' DATOS DE 1983
840 'DATA 20590,20000,19712,14938,17904,21565,17400,18000,18513,184
00,14502,11773' ' DATOS DE 1984
850 ***** DATOS DE ELECTRICIDAD TOTAL USADA *****
*****
860 DATA 2033.2,1460.1,1848.6,2156.4,2527.6,2075.54,2669.42,1813.52
,1846.4,2870.5,3044.72' ' DATOS DE 1983 ( FALTA EL DE OCTUBRE ).
870 DATA 2245.2,2772.2,2526.5,3106.4,1857.1,3230.6,3783.5,3228.0'
' DATOS DE 1984 ( solo hasta Agosto ).

```

BIBLIOGRAFIA

- Ackoff, Rusell L. "Un concepto de Planeación de Empresas". Ed. Limusa. México, 1982.
- Alatrliste Jr., Sealtiel. "Técnica de los Costos". Ed. Porrúa. México, 1966.
- Ashton, T.S. "La Revolución Industrial". Fondo de Cultura Económica. México, 1950.
- Beer, Stafford. "Cibernética y Administración". Ed. C.E.C.S.A. México, 1980.
- Blanchard, Benjamin S. "Logistics Engineering and Management". Ed. Prentice Hall. New Jersey, U.S.A., 1981.
- Bowker, Albert y Lieberman, Gerald. "Estadística para Ingenieros". Ed. Prentice Hall. Madrid, España, 1981.
- Buffa, Elwood S. "Dirección de Operaciones". Ed. Limusa. México, 1972.
- Buffa, Elwood S. y Tamber, William H. "Sistemas de Producción Inventario. Planeación y Control". Ed. Limusa. México, 1981.
- Burch, John y Strater, Félix. "Sistemas de Información". Ed. Limusa. México, 1984.
- Cashin, James y Polimeni, Ralph. "Fundamentos y Técnicas de Contabilidad de Costos". Ed. McGraw Hill. Bogotá, Colombia, 1982.
- Dervitsiots, Kostas N. "Operations Management". Ed. McGraw Hill. Tokio, Japón, 1981.
- Di Matteo C., Juan José. "Apuntes de Diseño de Sistemas Productivos". Ed. Facultad de Ingeniería, UNAM. México, 1982.
- Hillier, Frederick y Lieberman, Gerald. "Introducción a la Investigación de Operaciones". Ed. McGraw Hill. México, 1982.
- Hopeman, Richard J. "Producción: Conceptos, Análisis y Control". Ed. C.E.C.S.A. México, 1982.
- Howe Jones, Mawley. "Executive Decision Making". Ed. Richard Irwing, Inc. Illinois, U.S.A., 1962.
- Kast, Fremont and Rosenzweig, James. "Organization and Management (a systems and contingency approach)". Ed. McGraw Hill. New York, U.S.A., 1981.
- Mize, Joe; White, Charles y Brooks, George. "Planificación y Control de Operaciones". Ed. Prentice Hall. Madrid, España, 1973.
- Organización Internacional del Trabajo. "Introducción al Estudio del Trabajo". Ed. OIT. Ginebra, Suiza, 1981.
- Porter, Michael E. "Estrategia Competitiva". Ed. C.E.C.S.A., México, 1984.

- Reyes Pérez, E. Contabilidad de Costos. Ed. Limusa. México, 1973
- Rosco, E.S. Organización para la Producción. Ed. C.E.C.S.A. México, 1982.
- Samuelson, Paul A. Economía. Ed. McGraw Hill. México, 1975.
- Van Gigch, John P. Teoría General de Sistemas Aplicadas. Ed. Trillas. México, 1981.
- Van Horne, James C. Fundamentos de Administración Financiera. Ed. Prentice Hall. México, 1983.

OTROS AGRADECIMIENTOS

A la radio TRS 80-II por aguantar cuanta barbaridad le metimos.

A nuestros automóviles, que a fuerza de trabajo y constancia demostraron ser dignos de nosotros.

A la moto de Pablo (mejor conocida como Cuchufleta) por demostrar que con imaginación y buena voluntad, las cosas caminan.

A Pinto, Piba, Cori y Jackie por sus lambetazos y ladridos - que varias veces nos mantuvieron despiertos.

A Maru por soportar a Adrián y a Pablo.

A Adrián y a Pablo por soportar a Maru.

A Maru y a Adrián por soportar a Pablo.

A Pablo por soportar a Maru y a Adrián.

A Adrián por soportar a Pablo y a Maru.

A los tres por razones que son del dominio público (más o menos).

A Alberto por soportarnos a los tres juntos.

A los postres de la mamá de Maru.

A los jardines donde a veces trabajamos y recibimos el sol.

A nuestros lapiceros.

A Bach, Mahler, Pachebel, Albinoni, Mozart, The Beatles, Génesis, Jethro Tull, Dave Brubeck, La 4, Savia Andúna, Favre, Domínguez y Cavour; Serrat y a todos aquellos que nos ayudaron a liberar tensiones.

A la censura que, siendo sinceros, nos ha evitado problemas.