



Universidad Nacional Autónoma  
de México.

---

**LOGISTICA DE LOS MATERIALES, EN UNA  
COMPAÑIA DE AVIACION**

**T E S I S**

Que para obtener el título de:

**Ingeniero Mecánico Electricista**  
(AREA INDUSTRIAL).

**P r e s e n t a**

*J. Jesús Valencia Oseguera*

**1983.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## INDICE

1	INTRODUCCION .....	1
	1.1 Origen del Estudio .....	1
	1.2 Objetivo de la Tesis .....	4
	1.3 Desarrollo de la Tesis .....	5
2	ANTECEDENTES .....	9
	2.1 Historia de la Aviación .....	9
	2.1.1 Breve Resumen Histórico .....	9
	2.1.2 Sucesos más Relevantes .....	11
	2.2 Historia de Aeroméxico .....	18
	2.3 Antecedentes del Departamento de Logística .....	21
3	LOGISTICA EN AEROMEXICO .....	24
	3.1 Mantenimiento .....	24
	3.1.1 Objetivo del Departamento de Logística ...	26
	3.1.2 Influencias Regulatorias .....	26
	3.1.3 Responsabilidades de la FAA .....	27
	3.1.4 Organización de Mantenimiento .....	28
	3.1.5 Proceso Directivo .....	30
	3.1.6 Niveles de Decisión en un Organización de Mantenimiento .....	32

3.1.7	Programas de Mantenimiento .....	34
3.1.7.1	Consecuencia de un Falla .....	35
3.1.7.2	Tareas Básicas de Mantenimiento.	36
3.1.7.3	Servicios de Mantenimiento ....	38
3.1.8	Organismos Importantes de Aviación .....	40
3.1.9	FARs .....	41
3.1.10	Reliability Centered Maintenance (RCM) ..	42
3.1.11	Documento MSG - 3 .....	43
3.1.12	Especificación ATA 100 .....	44
3.1.13	Especificación ATA 200 .....	45
3.2	Factores de la Logística y Control de los Materiales .....	46
3.2.1	Funciones del Departamento .....	46
3.2.2	Objetivos y Definiciones de la Logística de los Materiales .....	47
3.2.3	Materiales vs Logística .....	51
3.2.4	Clasificación de los Materiales .....	52
3.2.5	Costo de Material vs Factores de Flota/Ruta .....	55
3.2.6	Gastos de Mantenimiento .....	58
3.2.7	Costos por Demoras en el Equipo de Vuelo.	60
3.2.8	Costos de Mantener .....	62
3.3	Logística de los Materiales y su Aplicación ....	63
3.3.1	Acciones Alternativas .....	64
3.3.2	Aprovisionamiento .....	65
3.3.3	Aprovisionamiento Inicial y Reaprovisio- namiento .....	66
3.3.4	Proceso de Aprovisionamiento .....	67
3.3.5	Aspectos sobre la Demanda .....	68
3.3.6	Asignaciones .....	70
3.3.7	Ganancia Marginal .....	73
3.3.7.1	Relación entre los Componentes y los Costos de Mantener .....	73

3.3.8	Concepto de la Ganancia Marginal .....	74
	3.3.8.1 Ejemplo .....	77
	3.3.8.2 Ventajas .....	78
3.3.9	Concepto de POOL .....	78
3.3.10	Planeación y Control de Pools .....	82
3.3.11	Documentos de Control .....	83
3.3.12	Análisis de Retrabajos Internos vs Externos .....	85
3.3.13	Factores Internos de Retrabajos .....	85
3.3.14	Factores Externos de Retrabajos .....	87
3.3.15	Ejemplo de Retrabajo Interno vs Externo .	88
3.4	Manejo de Inventarios .....	90
	3.4.1 Conceptos Fundamentales .....	90
	3.4.2 Distribución ABC .....	93
	3.4.3 Consideraciones sobre el Nivel de Servicio .....	94
	3.4.4 Manejo del Nivel de Servicio (Por abajo del nivel normal de existencias) .....	96
	3.4.4.1 Definición del Nivel de Servicio .....	96
	3.4.5 Relación de Inversiones .....	97
	3.4.6 Niveles de Servicio Típicos .....	99
	3.4.7 Establecimiento de Niveles de Servicio ..	100
	3.4.8 Manejo de Sobre-Existencias. ....	100
	3.4.9 Manejo del Inventario de Rotables .....	103
	3.4.10 Funciones de un Sistema de Información de Rotables .....	104
	3.4.11 Control de Movimiento de Rotables .....	106
	3.4.12 Manejo del Inventario de Reparables ....	107
	3.4.13 Reparables .....	107
	3.4.14 Manejo del Inventario de Consumo .....	108
	3.4.15 Funciones de un Sistema de Información de Consumo .....	109

3.4.16	Otros Materiales .....	111
3.4.17	Problemas con el Manejo de estos Materiales .....	112
3.4.18	Auditoria Física de los Inventarios ....	113
3.5	Proceso de Obtención de los Materiales .....	114
3.5.1	Objetivos .....	116
3.5.2	Funciones de un Departamento de Compras .	117
3.5.3	Valor de un Análisis .....	117
3.5.4	Ordenes de Compra .....	118
3.5.5	Tipos de Ordenes de Compra .....	119
3.5.6	Controles .....	120
3.5.7	Selección y Evaluación de Proveedores ...	121
3.5.8	Negociaciones .....	121
3.5.9	¿ Qué Negociar ? .....	122
3.5.10	El Proveedor .....	122
3.5.11	¿ Qué hace buenos Negociantes ? .....	123
3.5.12	Características de un buen Negociante ..	125
3.5.13	Políticas y Procedimientos .....	125
3.6	Control de los Inventarios .....	126
3.6.1	Clasificación de los Rotables y del Material de Consumo .....	126
3.6.2	Secuencia de Actividades para lograr un Control en los Inventarios .....	127
3.6.3	Determinación del Nivel de Servicio ...	128
3.6.4	Cálculo de la Desviación Media Absoluta .	128
3.6.5	Factor de Seguridad .....	130
3.6.6	Stock de Seguridad y Desviación Standard.	131
3.6.7	Punto de Reorden .....	133
3.6.8	Fórmula del Punto de Reorden .....	134
3.6.9	Cantidad a Pedir Sistemas MIN/MAX .....	135
3.6.9.1	Sistemas de Cantidades a Pedir .	135
3.6.9.2	Sistema de Cantidad Fija de Reorden .....	136

3.6.9.3	Sistema de Ciclo Fijo de	
	Reorden	138
3.6.9.4	Sistema de Reabastecimiento	
	Optativo	140
3.6.10	Comparación de los Sistemas MIN/MAX	142
3.6.11	Registro del Uso de los Materiales	143
3.6.12	Cantidad a Pedir (Sistema Económico)	144
3.6.12.1	Tamaño del Lote Económico	
	(EOQ)	144
3.6.13	Fórmula EOQ	145
3.6.14	Ejemplos EOQ	147
3.6.15	Costo de Pedir vs Costo de Transportación	
	del Inventario	148
3.6.16	Consideraciones sobre el EOQ	151
3.6.16.1	EOQ Modificado	152
3.6.17	Disminución de Precios	154
3.6.18	Contabilidad de los Materiales	154
3.6.18.1	Precio y Costo del Inventario	154
3.6.19	Resumen	157
3.7	Manejo de los Almacenes	158
3.7.1	Panorama sobre los Almacenes	158
3.7.2	Recepción y Embarque	161
3.7.3	Procedimiento de Recepción	161
3.7.4	Procedimiento de Inspección y Control de	
	Calidad	162
3.7.5	Procedimiento de Envío	163
3.7.6	Consideraciones sobre los Almacenes	164
3.7.6.1	Manejo del Espacio	164
3.7.6.2	Personal	165
3.7.7	Disposiciones Contables del Almacén	166
3.7.8	Despacho de Materiales	167
3.7.9	Devoluciones	169

3.7.10	Obsoletos .....	172
3.7.11	Control de Aduanas .....	173
3.7.12	Control Administrativo del Almacén ....	174
3.7.13	Sistemas de Información .....	175
3.8	Planeación y Control de la Producción (PCP) ....	175
3.8.1	Funciones .....	178
3.8.2	Relaciones que se Establecen con la PCP..	180
3.8.3	Recursos .....	181
3.8.4	Actividades .....	182
3.8.5	Programas de Mantenimiento de la MRB ....	184
3.8.6	Sistema de Dirección .....	185
3.8.7	Evaluación de Proyectos .....	187
3.8.8	Períodos de Tiempo que abarca la PCP ...	187
3.8.8.1	Planeación a Largo Plazo .....	189
3.8.8.2	Planeación a Mediano Plazo ...	190
3.8.8.3	Planeación a Corto Plazo .....	190
3.8.9	Paquetes de Trabajo .....	192
3.8.10	Control de la Fuerza Laboral .....	192
3.8.11	Mejoras a la Productividad .....	194
3.8.12	Auditorias .....	195
3.9	Aspectos sobre el Mantenimiento .....	196
3.9.1	Costos de Operación .....	196
3.9.2	Consideraciones sobre el Mantenimiento ..	197
3.9.3	Niveles de Servicio Recomendados .....	199
3.9.4	Distribución de Inversiones .....	201
3.9.5	Inversión en Inventarios vs Inversión en Aeronaves .....	202
3.9.6	Relación de Motores en reserva vs Motores en uso .....	203
3.9.7	Distribución del Inventario .....	204
3.9.8	Costos de Mantenimiento .....	206
3.9.8.1	Costos Directos .....	206
3.9.8.2	Costos Indirectos .....	207

	3.9.9	Relación entre los Costos Directos	....	208
	3.9.10	Funciones del RCM	.....	212
	3.9.11	Funciones Ocultas	.....	214
	3.9.12	Resumen	.....	214
	3.10	Avances de la Logística de los Materiales en Aeromexico	.....	218
4		ANALISIS OPERACIONAL DE LA LOGISTICA DE LOS MATERIALES EN AEROMEXICO	.....	240
	4.1	Organización General	.....	240
	4.2	Organización Operacional	.....	245
	4.3	Operación de la Dirección Técnica	.....	261
5		PROBLEMATICA DETECTADA	.....	271
	5.1	Sustitución de Importaciones	.....	273
	5.2	Método Propuesto	.....	276
6		CONCLUSION Y RECOMENDACIONES	.....	286
		LEXICO AERONAUTICO.....		298
		BIBLIOGRAFIA.....		305

C A P I T U L O 1

INTODUCCION

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

### 1.1 ORIGEN DEL ESTUDIO

Como todo aspirante a ejercer una carrera profesional, una de las primeras obligaciones que se contrae es la de realizar el Servicio Social; el cual representa una forma de retribuir a la sociedad el apoyo que para desarrollarnos como futuros profesionistas, recibimos todos los alumnos que hemos egresado de alguna de las diversas Universidades de nuestro país.

En mi caso en particular, tuve el gusto de desarrollar esta etapa en la Empresa Paraestatal .AEROMEXICO específicamente en el Departamento de Logística.

Fue en ese lugar, donde empecé a interesarme por este tema y a darme cuenta de todo lo que se encierra dentro de la palabra LOGÍSTICA.

Normalmente a la Logística, se le ha asociado -

de alguna manera con el desarrollo de actividades en el campo militar. Pero contrariamente a lo anterior, en la Industria Aérea, la Logística implica una serie de actividades distintas a aquellas a las cuales se le han asociado y que sin embargo, no hay que olvidar que fueron esas actividades las que dieron origen a la misma.

En nuestro país, las fuentes de información sobre este tema son escasas. Pudiéndose de alguna manera atribuir lo anterior, al hecho de que a nivel Industrial, las Empresas han desarrollado sistemas muy particulares de operación tendientes a satisfacer sus necesidades, las cuales han permitido la evolución y desarrollo de las mismas, de tal manera que se ha relegado un poco a la Logística y actualmente fuera del desarrollo que ha tenido en las fuerzas armadas, su aplicación más notoria se encuentra en el campo de la aviación.

A través de este trabajo, es mi intención mostrar que la aplicación y desarrollo que ha encontrado la Logística en esta Empresa, no es única ni particular y pudiera decirse que la evolución de la misma podría ser de utilidad para su aplicación en cualquier campo o sector industrial de nuestro país.

LOGISTICA.- No es una palabra que se derive de la Lengua Española, es posible que su origen sea francés y sus raíces sean griegas. Algunos diccionarios de la Lengua Española la definen como: movimiento, alojamiento y transporte de tropas. En la Lengua Inglesa la definen como; arte de transporte y abastecimiento. Realmente este arte encuentra sus orígenes en los conocimientos adquiridos

en el campo militar, específicamente a través de las campañas y confrontaciones bélicas, las cuales han llenado las páginas de la Historia de este planeta, con sus orígenes y consecuencias.

Con el paso del tiempo se ha observado, que es lamentablemente en este campo donde el hombre a través de la ciencia, logra sus mayores avances científicos y tecnológicos, los cuales una vez que son aplicados en otras áreas de la investigación, puede afirmarse que han contribuido significativamente a la evolución y al desarrollo de las sociedades Humanas.

En los albores de la Humanidad, las tropas no requerían aprovisionarse, ni de armas ni de municiones, esto debido principalmente a la naturaleza de las mismas.

Fue el General Napoleón Bonaparte, quién dió origen a los sistemas logísticos al establecer por primera vez un sistema de aprovisionamiento de alimentos para sus tropas.

Años después, durante la Primera y la Segunda Guerras Mundiales, los Estados Unidos de Norteamérica como uno de los actores principales de esas confrontaciones, desarrollaron enormemente los sistemas de aprovisionamiento y movimiento de tropas.

Es en la época de paz, donde las Industrias de ese país lograron los mayores beneficios de esas experiencias, siendo quizás el sector aeronáutico el que más se enriqueció con tales conocimientos, de tal forma que en nues-

tros días dichas industrias han alcanzado niveles de desarrollo impresionantes.

## 1.2 OBJETIVO DE LA TESIS

El objetivo primordial de esta tesis, es resaltar la importancia de los sistemas relacionados de alguna manera con el desarrollo de las actividades del Departamento de Logística de esta Empresa; además se pretende mostrar otros sistemas que han encontrado aplicación en otras áreas, y los cuales pudieran ser de utilidad para el desarrollo de la Logística en AEROMEXICO.

Para ubicar al lector dentro de la organización en estudio, se presenta un análisis de la Dirección Técnica, en la cual se localiza el Departamento de Logística, y así mismo se identifican las relaciones que existen entre este Departamento y el resto de la Organización.

Dentro de este análisis, queda claramente establecida la importancia que tiene este departamento para el desarrollo normal de las operaciones que se llevan a cabo en esta Empresa.

Así mismo, se muestra un estudio sobre las funciones que se desarrollan en un departamento de esta naturaleza, pudiéndose observar, que los planes de desarrollo y de actividades para la flota, establecidos en otros departamentos, dependen en gran medida del funcionamiento del departamento en estudio.

Toda la información que aquí se maneja, se basa en aplicaciones reales sobre la materia, específicamente - en los Estados Unidos de Norteamérica, es por lo anterior que puede considerarse que esta tesis se apega a los sistemas con que operan las Aerolíneas que realizan vuelos comerciales en nuestra época.

Por otra parte, la situación económica por la que actualmente atraviesa nuestro país, hace suponer que algunos de los puntos que enseguida se presentan, no son factibles de llevarse a la práctica en estos momentos, dado el efecto que tiene esta situación para la Empresa, -- puesto que se ven limitados los recursos humanos y tecnológicos, que pudieran necesitarse para la aplicación de algunos puntos que son planteados a través de este estudio.

Más sin embargo, sinceramente espero que las ideas que a continuación son presentadas, puedan cumplir con el objetivo para el cual han sido desarrolladas.

### 1.3 DESARROLLO DE LA TESIS

La aportación de una posible solución a algunos de los problemas que actualmente se tienen en el Departamento de Logística, se presentan a lo largo de seis capítulos.

En el capítulo uno se incluye la introducción de esta tesis.

El capítulo dos, esta destinado a presentar los

antecedentes, ubica el desarrollo y evolución de los conocimientos humanos que en materia de aviación se han sucedido casi hasta nuestros días y a presentarnos además una breve historia de Aeroméxico como materia de estudio y finalizando con los objetivos que dieron origen al Departamento de Logística en esta Empresa.

En el capítulo tres, se desarrollan los puntos más importantes comprendidos dentro del estudio de la Logística, se analizan los conceptos de Planeación, Operación y Control.

Desde un punto de vista general, se establecen algunos de los avances que en la materia han sido alcanzados por esta Empresa.

En el capítulo cuatro, se presenta un análisis de las operaciones de este Departamento, ubicándolo primero dentro del Organigrama General y delineando posteriormente la relación que existe entre el mismo y el resto de la Organización, finalmente se incluyen los objetivos básicos de éste, así como de algunos de los sistemas establecidos para su desarrollo.

En el capítulo cinco, se presenta un análisis sobre algunos de los problemas más comunes, con los cuales ha estado relacionado a lo largo de poco más de un año de estar ligado a esta Empresa.

Se presenta además, un modelo de simulación que tiende a tratar de identificar y resolver uno de esos problemas.

Las conclusiones se exponen en el capítulo seis y por último, se presenta el Glosario de Términos y la Bibliografía.

El primero tiene como finalidad una descripción sobre los conceptos técnicos del área, los cuales serán utilizados a lo largo de esta tesis.

La bibliografía presenta una lista de los libros y el material de consulta utilizados en el desarrollo de la misma.

C A P I T U L O 2

ANTECEDENTES

## A N T E C E D E N T E S

### 2.1 LA AVIACION

#### 2.1.1 BREVE RESUMEN HISTORICO

Desde tiempos inmemorables, el hombre siempre -  
deseó volar.

Muchas de las mas antiguas religiones vestían a  
sus dioses con formas similares a las aves.

En el antiguo Egipto y Grecia, las deidades exhi-  
bían airoas el beneficio de las alas, como Mercurio, el -  
cual lucía un par de alas que como protuberancias salían de  
sus talones.

Las culturas prehispánicas de América, también -  
muestran serpientes y jaguares alados entre sus deidades.

La inquietud del hombre hacia el vuelo fue siempre avivada por el ejemplo que mostraban las aves y por lo mismo, los primeros antecedentes históricos tratan de estudios de los movimientos, estructuras y aerodinámica de las aves (vgr. Bocetos de Leonardo Da Vinci).

La combinación de alta resistencia estructural, peso ligero, y habilidad para la conversión y aplicación de energía que existe en cualquier ave, nunca ha podido ser igualada por ningún diseño humano.

La palabra Aviación sugiere por lo general, la operación y utilización de máquinas más pesadas que el aire pero es también, aplicada a la operación de equipos más ligeros que el mismo y los primeros ejemplos los vemos en la historia con la utilización de globos aerostáticos.

El término Aeronáutica, apareció por primera vez en el Suplemento de 1824 de la Enciclopedia Británica y describía el significado de esta palabra como arte de volar en general.

Las palabras Aviación y Aviador, aparecieron en la Literatura Francesa en el año de 1880, pero fue hasta la época de la Primera Guerra Mundial cuando tuvo aceptación general.

La Aviación es simplemente el primer paso que dió el hombre para la conquista del espacio; el desarrollo de esta tecnología ha tenido una evolución rapidísima y su futuro, puede considerarse como infinito.

## 2.1.2 SUCESOS MAS RELEVANTES

- 1470            Existen apuntes en la Biblioteca Británica, hechos por un anónimo de Siena, Italia, en que se describe la construcción de un paracaídas. Mas tarde en 1485, Leonardo Da Vinci publica sus bocetos de un paracaídas piramidal.
- 1486            Leonardo Da Vinci diseña las primeras estructuras aeronáuticas y crea bocetos sobre estudios de helicópteros, autogiros y aeroplanos.
- 1670            En Italia, el monje Jesuita Francesco Da Lana - de Terzi publicó un libro en que establece las leyes de densidad de los gases, inclusive propone la construcción de una nave a vela, sustentada por cuatro esferas de cobre a las que se les haya hecho el vacío. No fue posible construir este diseño.
- 1783            El 19 de septiembre de 1783, los hermanos Montgolfier elevaron un globo de aire caliente a 550 metros de altura, en un viaje de 3 kilómetros de distancia, llevando como pasajeros un gallo, un pato y una oveja.
- 1783            El 15 de octubre de 1783, Jean Francois Pilatré de Rozier y el Marqués D'Ariades efectúan el primer vuelo que se tenga noticia, en un globo de aire caliente diseñado por los hermanos Montgolfier.

- 1785 El 7 de enero de 1785, Jean Pierre Blanchard y el Doctor John Jeffries, utilizando un globo inflado con hidrógeno, cruzan el canal de la Mancha en vuelo dirigido, ya que el globo contaba con alas y empenaje, así como remos para propulsar el artefacto.
- 1804 En este año, Sir George Cayley, inicia estudios y experimentos sobre comportamiento de aeriformes, ángulo de ataque, movimiento del centro de presión, centro de gravedad, los efectos de la convexidad, - el valor del diedro para la estabilidad lateral, - culminando sus estudios con el diseño de su "Conver tiplane", con cuatro rotores de segmentos, alas y - hélices propulsoras.
- 1842 William Henson patenta en Norteamérica su Aerial Steam Carriage un diseño de 47.75 mts. de envergadura, y con un motor de 25 hp. No-hay antecedentes de que se haya construido nunca este artefacto.
- 1849 El primer planeador tripulado por un hombre fue un triplano diseñado por Sir George Cayley, en el que viajó un niño de 10 años de edad.
- 1852 El 24 de septiembre de 1852, Henry Giffard efectuó el primer vuelo en globo propulsado por un motor de vapor, cubriendo los 27 kilómetros de distancia que hay entre el Hipódromo de París y el pueblo Trappe en 42 minutos.

- 1862            En San Miguel Allende, Guanajuato, don Joaquín de la Cantolla y Rico, efectúa su primer ascenso en Globo. Esta persona realizó un gran número de ascensiones en globos y dirigibles de diseño propio, desde 1873 a 1914.
- 1867            Tranquilino Alemán asciende en un globo de aire caliente de diseño propio en la ciudad de Morelia, Michoacán.
- 1870            En Francia, Alphonse Pénaud construyó un modelo propulsado por un elástico en torsión, llamado "Plañophore", con hélice, timón vertical y ángulo diedro en las puntas de las alas.
- 1872            Carlos Antonio Obregón, en un planeador diseñado por el mismo, se lanza de una de las torres de la Catedral de la Ciudad de México.
- 1890            Clement Adler en su "avión" Eole de motor de vapor, efectuó un vuelo controlado de aproximadamente 50 metros de distancia, en el Parque de Chetau D'Armainvillere, Francia.
- Este vuelo fue efectuado en secreto por considerar este invento de utilidad militar y por lo mismo no fue registrado oficialmente.
- 1895            Luis Bringas, estudiante de ingeniería de la Universidad Nacional de México, publica una serie de estudios técnicos sobre aeronáutica, estableciendo las primeras normas aeronáuticas en México.

- 1903           A las 07:15 horas del 17 de diciembre de 1903, en las playas de Kitty Hawk, Carolina del Norte, -- Wilburt Wright efectúa un vuelo de 12 segundos de du ración, en el "Flyer", biplano de motor de combus--- tión interna, diseñado por su hermano Orville, vo- lando 52 pies en 12 segundos, habiendo despegado so- bre un monoriel.
- 1904           Los hermanos Miguel y Jacobo Lebrija, los herma- nos Juan Pablo y Eduardo Aldosoro, y Juan Guillermo Villasana, inician sus ensayos para efectuar el pri- mer vuelo a motor en los llanos de Balbuena.
- 1907           El Breguet-Richet Gyroplane No. 1, un artefacto de cuatro motores biplanos fue el primer helicóptero que levantó a un hombre verticalmente, en París, - Francia.
- 1908           El ingeniero Alfredo Robles Domínguez publica - su "Tratado de Locomoción Aérea" en México D.F.
- 1909           El 25 de julio de 1909, Louis Bleriot ganó el - premio de 1,000 Libras Esterlinas que ofrecía el - Daily Mail, para el primer aeroplano que cruzara el Canal de la Mancha, utilizando el Blériot XI, equipa- do con un motor de combustión interna y teniendo una envergadura de 7.80 mts.
- 1910           A las 08:00 horas del 8 de enero de 1910, en los llanos de Balbuena, don Albert Braniff realizó el - primer vuelo en un avión de propulsión propia, y control direccional voluntario, tripulando un bipla- no diseñado por Viosia.

- 1910 El 19 de junio de 1910 se inaugura en Berlin la operación del Deutschland, dirigible ~~por~~ <sup>provisto</sup> con cabina para 24 pasajeros, que fue realmente la primera aeronave diseñada y construida para la transportación comercial de pasajeros.
- 1911 El 15 de septiembre de 1911, el piloto inglés Doyt, invita al presidente Francisco I. Madero a viajar en avión, efectuando el vuelo local ante una multitud que asistió a presenciar el espectáculo.
- 1912 En Mazatlán, Sinaloa, en un avión francés marca Duperdussin, Miguel Lebrija realiza el primer bombardeo aéreo en el mundo. En este año se inicia la construcción de aviones en México, fabricándose los primeros cinco aviones Duperdussin a pedido del Ejército Mexicano.
- El General Alvaro Obregón, y el Coronel Eduardo Hay, instituyen oficialmente la Aviación Militar en México.
- Al mismo tiempo, el General Francisco Villa, establece el grupo "Las Aguilas Doradas" como su Fuerza Aérea.
- 1914 El primer itinerario de vuelos con tarifa establecida fue efectuada a partir del primero de enero de 1914, en hidroplanos de motores Benoist, de 75 hp., operando de Saint Petesburg a Tampa, Florida USA, por Tony Jannus.

- 1914 En Alemania se establece la fabricación en serie de aviones tetramotores (Ilya Mourometz), construido para la Fuerza Aérea Alemana, habiendo sido diseñados por Igor Sirkoski.
- 1915 Bajo la Dirección de Santarini y Villasana se inicia la construcción de aviones en México, con los modelos "A", "B", "C" y "H", utilizando motores radiales Aztalt de 6 cilindros enfriados por aire, de 80 hp.
- 1915 El Conde Von Zeppelin, siguiendo la escuela de Santos Du Mont, fabrica del LZ1 al LZ28, famosos dirigibles, siendo los mas importantes:
- LZ - 126 Graft Zeppelin
  - LZ - 127 Los Angeles (aún en servicio)
  - LZ - 128 Hinderburg
- 1915 Se construye el primer Caza con ametralladora fija con tiro hacia adelante, el Eindecker Scout fabricado por Anthony Fokker, en Alemania.
- 1919 Angel Lascurain y Osio inicia la etapa de mayor auge en la construcción de aviones mexicanos, con su "Serie B", "México", el bimotor "Sport", y otros.
- 1919 British Airlines Aircraft Transport inaugura el 25 de agosto de 1919 el primer servicio regular entre Inglaterra y Francia, operando aviones De Havilland 4A de dos pasajeros.
- 1919 El 14 de junio de 1919, los Norteamericanos -- John Alcock y A. W. Brown, en un avión Vickers "Vy-

my" volarán de Terranova a Irlanda en 19 horas.

- 1919 México exporta el primer pedido de hélices -  
"Anáhuac", para la Fuerza Aérea Japonesa.
- 1919 El 26 de agosto de 1919, Ross y Keith Smith vo-  
laron de Londres a Camberra, Australia.
- 1920 Utilizando aviones Farman Coliath, de 8 pasaje-  
ros, British Imperial Airways inauguró su servicio  
iniciando el empleo de sobrecargos para proporcio-  
nar servicio a los usuarios.
- 1920 Juan Guillermo Villasana construye el primer -  
helicóptero mexicano.
- 1925 El 10 de mayo de 1925, Charles Lindberg voló -  
solo de San Diego California, a New York City y -  
el 20 de mayo del mismo año voló de New York a Pa-  
rís, Francia.
- 1926 El hidroavión Dornier DO-XI (Alemania), de do-  
ce motores, cruzó el Atlántico llevando 170 pasaje-  
ros a bordo.
- 1930 Douglas Carriagan, en un Lockheed Vega, inten-  
ta efectuar un vuelo de New York a Los Angeles Ca-  
lif y aterriza "por equivocación" en Dublín, Irlan-  
da.
- 1932 Charles Dollfus y Henry Boché publican el 12 -  
de agosto de 1932 la Primera Historia de la Aero--  
náutica, y fijan el 17 de diciembre de 1903 como -

el día en que oficialmente se demostró a la humanidad que el hombre podía volar en una máquina mas pesada que el aire.

1939 El primer vuelo en un avión impulsado por motores a reacción lo realizó el Capitán Erick Warsitz (alemán), piloteando un Heinkel modelo HE178 el 27 de agosto de 1939.

1952 British Overseas Air Corporation (BOAC) estableció el 20 de mayo de 1952, su primer servicio regular empleando aviones turbojet Comet I, fabricado por De Havilland.

Con el establecimiento de este servicio, se abrió una nueva era de la aviación en que la aventura, el peligro y los fracasos fueron reemplazados por seguridad y eficacia, gracias a las nuevas tecnologías de investigación, mismas que minimizaron el romanticismo bohemio que caracterizó a los primeros pasos del hombre para conquistar el espacio.

## 2.2 HISTORIA DE AEROMEXICO

Aeronaves de México S.A., es una Empresa de Participación Estatal, concesionada para realizar el servicio público de transporte aéreo nacional e internacional de personas, correo, express y carga. Su historia principia el 14 de septiembre de 1934, cuando inició sus servicios de vuelos regulares entre la Ciudad de México y Acapulco operando aviones Stinson de Luxe.

De 1940 a 1954 con el apoyo del Gobierno Federal incrementó su red con la incorporación de Transportes Aéreos del Pacífico, Líneas Aéreas Jesús Sarabia, Taxis Aéreos Nacionales, Aeronaves de Michoacán y Taxis Aéreos de Oaxaca, culminando con Líneas Aéreas Mexicanas, S.A., y Aerovías Reforma y opró hacia el Norte, Este y Sur de la República Mexicana.

En 1957, la participación de Panamerican Airways fue adquirida en su totalidad por capital mexicano y ese año se voló la primera ruta internacional en forma directa entre México y New York.

El equipo de vuelo se modernizó, reemplazando los aviones Convair-240 y Constellation L-049, por los en ese entonces modernos Douglas DC-6. También se adquirieron los Britania B-302, uno de los cuales inauguró la ruta a New York, dando principio a lo que podríamos llamar el resurgimiento mas espectacular de una compañía aérea dentro de la aviación comercial mundial.

Todavía en septiembre de 1960, Aeronaves absorbió a Aerolíneas Mexicanas, la cual volaba a Matamoros, Torreón, Reynosa y otras ciudades claves del país. También pasó a ser propiedad de Aeronaves de México, Transmar de Cortés, que en pequeña escala operaba en las ciudades de La Paz y Tijuana.

En 1961, pasó a formar parte de la flota, el primer avión a turborreacción el DC8-20 que llevó por nombre "20 de Noviembre".

En 1962, Aeronaves absorbió a Guest Aerovías de México, iniciando con ello la ruta México-Miami, así como también las rutas a Centro y Sudamérica.

La ruta a Miami se extendió a Madrid y Roma, y ya para ese tiempo Aeronaves había incrementado su flota - con otro jet DC8-51.

Durante 1964, las ciudades de Toronto, Detroit y Montreal fueron incorporadas a la ya extensa red de rutas de Aeronaves de México y en 1966, en su ya impresionante crecimiento, la Compañía Nacional vió aumentada nuevamente su red de rutas internacionales, al sumarle la ciudad de Phoenix, Arizona.

Se abrió un nuevo capítulo, al quedar integrada la flota de Aeronaves con equipo aerjet super DC8-51 y DC9-15.

Con el transcurso del tiempo el nombre de la Empresa fue deformándose paulativamente en países del extranjero y como consecuencia cada día se escuchaba menos - el nombre de México, puesto que la Empresa era identificada únicamente como Aeronaves.

En estas condiciones el 7 de septiembre de 1971 la administración, con el propósito de promover México, nacional e internacionalmente y elevar la imagen de la Compañía Nacional, contrajo la denominación comercial AEROMEXICO, con objeto de facilitar la pronunciación y reconocimiento de nuestro país en el extranjero.

En 1974, Aeroméxico da un paso mas en la competencia aérea comercial integrando a su flota seis modernos aviones DC9-30 que le permiten competir con las empresas - extranjeras mas modernas.

En mayo de 1974, es recibido el primero de los dos turborreactores de fuselaje ancho mas modernos del mundo: el DC-10 "Ciudad de México" que junto con el "Castillo de Chapultepec", colocan a la Compañía en un gran nivel de competitividad internacional.

Durante 1980, Aeroméxico operó un total de 67 rutas nacionales y 32 internacionales.

En 1981, Aeroméxico adquirió 4 aviones DC9 Super 82, que la colocaron entre las mas modernas flotas del mundo.

### 2.3 ANTECEDENTES DEL DEPARTAMENTO DE LOGISTICA

En Aeroméxico, este departamento fué creado con el fin de:

1. Controlar totalmente las existencias de materiales, que se adquieren para soportar la operación del equipo de vuelo de Aeroméxico.
2. Mantener en los almacenes una existencia mínima adecuada de unidades reparables y de material de consumo disponibles para la ejecución de trabajos, activando su reaprovisionamiento al Departamento de Com-----

pras, así como a los Talleres Internos y Externos.

3. Establecer, modificar y controlar sistemas - adecuados para conocer las existencias y ubi cación de los materiales, y para pronósticar sus consumos con objeto de coordinar con el Departamento de Compras, de la Gerencia de - Adquisiciones y Servicios Generales, para que sus reaprovisionamientos se efectuen en la - fecha y cantidad adecuada.
4. Verificar que las erogaciones que se hacen - por concepto de reparaciones sean económica- mente adecuadas.
5. Coordinar con las empresas reparadoras, regu- lando sus funciones y enlazar sus comunica- ciones y actividades con los Departamentos - correspondientes.
6. Establecer en coordinación con los jefes de Sección correspondientes, los métodos y pro- cedimientos de trabajo que se ejecuten ruti- naria o esporádicamente, modificándolos siem- pre que convenga a los intereses de la empre- sa.
7. Cumplir con todas las disposiciones y regla- mentos establecidos por la Dirección de la - Empresa y vigilar que estos se cumplan.

C A P I T U L O 3

LOGISTICA EN AEROMEXICO

## LOGISTICA EN AEROMEXICO

### 3.1 MANTENIMIENTO

Este capítulo esta destinado a dar un panorama sobre las actividades primordiales de La Dirección Técnica y de Operaciones en una Aerolínea. Dichas actividades pueden resumirse en:

1. Garantizar que todo lo referente a la seguridad y puntualidad del equipo de vuelo, sean los objetivos a los que se les de mayor énfasis en el desarrollo normal de las actividades de la Aerolínea.
2. Reestablecer las normas de seguridad y puntualidad a sus niveles normales, cuando ocurra alguna falla en el equipo. Dicho de otra forma, restaurar o retrabajar los componentes relacionados con la seguridad y puntualidad de operación del equipo, al haber sufrido estos alguna avería.
3. Reconocer esos componentes cuando de alguna

manera estos afecten el desarrollo de los planes y/o programas de mantenimiento establecidos, y recaudar por lo tanto, toda la información necesaria para poder hacer las correcciones pertinentes a los mismos.

4. Alcanzar estas metas a un nivel mínimo en cuanto a costos, incluyéndose en este punto los costos de mantenimiento y los costos ocasionados por las fallas en el equipo.

Por otra parte, en este subcapítulo se pretende dar una pequeña introducción sobre algunos aspectos que hay que tomar en cuenta en el desarrollo de las actividades de mantenimiento. Dichos aspectos son:

1. Las Influencias Regulatorias (normas, reglamentos, etc). Las cuales tienen injerencia sobre cuestiones de mantenimiento en una aerolínea; y son en muchas maneras responsables de la forma en que se conducen las actividades comerciales de la misma.
2. Establecimiento de una Organización de Mantenimiento. Con base en un modelo de Dirección Típica, la cual incluya: el Proceso de Dirección, los Niveles de Decisión y las etapas de estructuración de los mismos.
3. Revisión de los Programas de Mantenimiento. Los cuales son administrados por la Gerencia Mantenimiento. Además de los conceptos claves se incluyen: las consecuencias de una falla, las tareas que involucra el mantenimiento y se mencionan algunas técnicas sobre el análisis de ciertos problemas clásicos.

### 3.1.1 OBJETIVOS DEL DEPARTAMENTO DE LOGISTICA

En el área de Logística de los Materiales existen dos objetivos primordiales, los cuales son conflictivos entre sí y es necesario para la Dirección encontrar un balance adecuado para poder desarrollar correctamente sus funciones. Dichos objetivos son:

1. MINIMIZAR LA INVERSION EN MATERIALES. Lo que significa tener la seguridad de que exista un cambio rápido en el inventario de consumo, alcanzar inversiones óptimas en rotables en cuanto a costos, tener todas las ventajas de los arreglos sobre POOLs, hacer un análisis completo y oportuno del manejo de datos, tomar ventaja de las oportunidades de establecer una garantía y finalmente, encontrar un balance entre los costos de un AOG y los costos propios del inventario.
2. MAXIMIZAR LOS NIVELES DE SERVICIO. En todas las fases del mantenimiento, empezando con las ventajas de tener la nave en plataforma lista para partir, y finalizando con un análisis de pernos y tornillos en los niveles de consumo.

### 3.1.2 INFLUENCIAS REGULATORIAS

Asociación Federal de Aviación (FAA).

El título VI de la Asociación Federal de Aviación, es el documento básico que establece el registro de -

autoridades dentro y fuera de los Estados Unidos de Norteamérica, y las responsabilidades de los fabricantes y de las aerolíneas.

Existe un número de secciones que establecen los principales requerimientos de la FAA:

Sección 601. Autoriza la prescripción de regulaciones, standards mínimos de seguridad, regulación de proyectos (modificaciones) mano de obra, inspección y overhaul de la nave y de los componentes relacionados con ella.

Sección 603. Autoriza la Certificación de la nave. El tipo de autorización corresponde al diseño de la nave. El Certificado de Producción autoriza la producción de la misma, y el Certificado de Aeronavegabilidad autoriza la operación de la misma.

Sección 604. Establece los standards mínimos de seguridad para las aerolíneas.

Sección 605A. Demanda de las aerolíneas su responsabilidad para el mantenimiento de sus flotas.

Sección 605B. Autoriza el empleo de inspectores de la FAA, para supervisar las operaciones de las aerolíneas y de sus programas de mantenimiento.

1. La FAA es responsable del desarrollo de la - aernavegabilidad y de los standards de operación de las aeronaves. Los cuales son in-- cluidos dentro de las Regulaciones Federales Aéreas (FARs), las cuales resumiremos mas - adelante.
2. Publica las Directivas de Aeronavegabilidad (ADs) y los Boletines de Servicio (SBs), - los cuales tratan sobre algunos de los principales problemas en la operación de la ae- ronaves. Las ADs son ordenes y tienen un límite de tiempo para su cumplimiento.
3. El mantenimiento y sus campos de operación se aplican sobre una base regional, pero - sus políticas y procedimientos tienen como base de operación Washington, D.C.
4. Por último, preside la Mesa de Revisiones - de Mantenimiento (MRB), la cual desarrolla los programas de mantenimiento inicial para cada nueva aeronave.

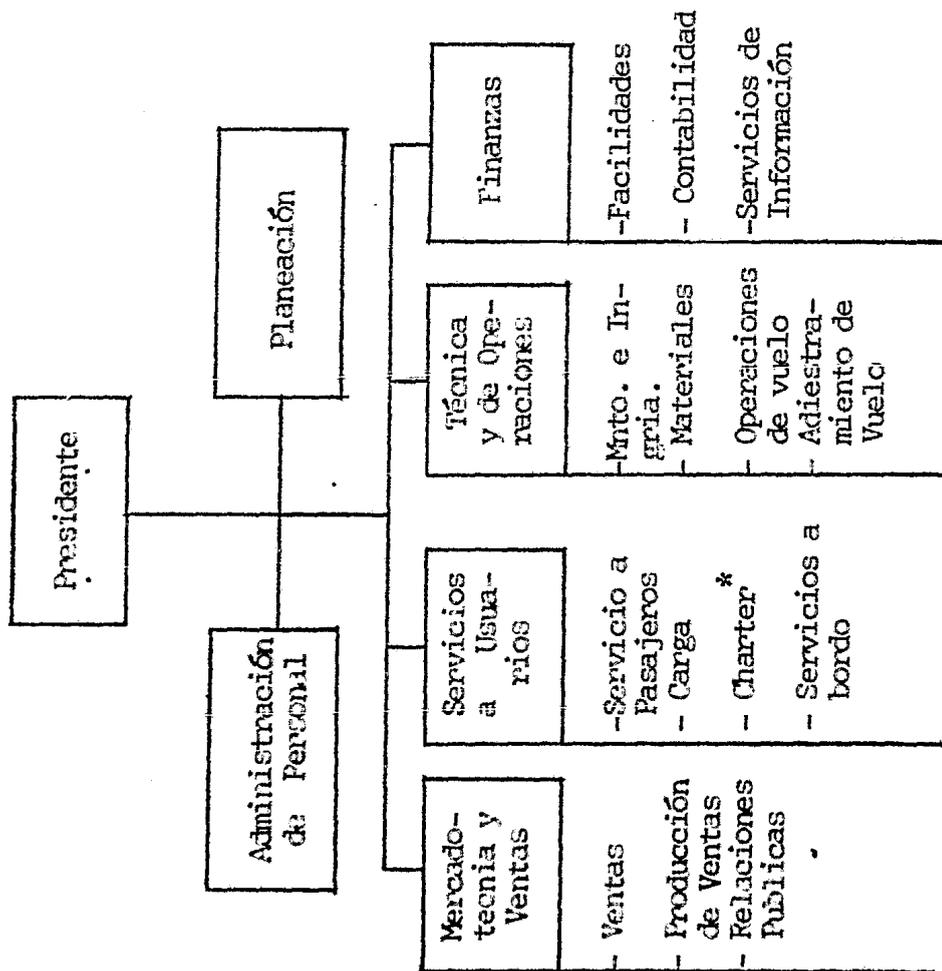
#### 3.1.4 ORGANIZACION DE MANTENIMIENTO

Mas aerolíneas se organizan a lo largo de cua- tro áreas principales, como en la figura, aunque pueden - existir algunas otras variaciones:

1. Mercadotecnia y Ventas. Desarrollan las - rutas y los mercados, son responsables de - la venta de servicios en una aerolínea.
2. Departamento de Servicios a Usuarios. Tieu

ne la responsabilidad de los pasajeros, la carga, etc.

3. Departamento de Finanzas. Elabora el Presupuesto, desarrolla procedimientos de control de costos, etc.
4. Técnica y de Operaciones. Abarca las operaciones de vuelo, Mantenimiento e Ingria., y el manejo de los materiales.



\* Vuelos Especiales

### 3.1.5 PROCESO DIRECTIVO

Una aerolínea funciona de manera similar a cualquier otro tipo de organización. La única gran diferencia es que una aerolínea dispone de sistemas de información y retroalimentación muy especializados, los que hacen de esta una organización muy dinámica; permitiéndole de esta manera responder más rápida y eficazmente ante determinadas situaciones.

Los elementos primordiales de un proceso directivo son:

1. Organización (ya discutida)
2. Planeación
3. Control
4. Dirección

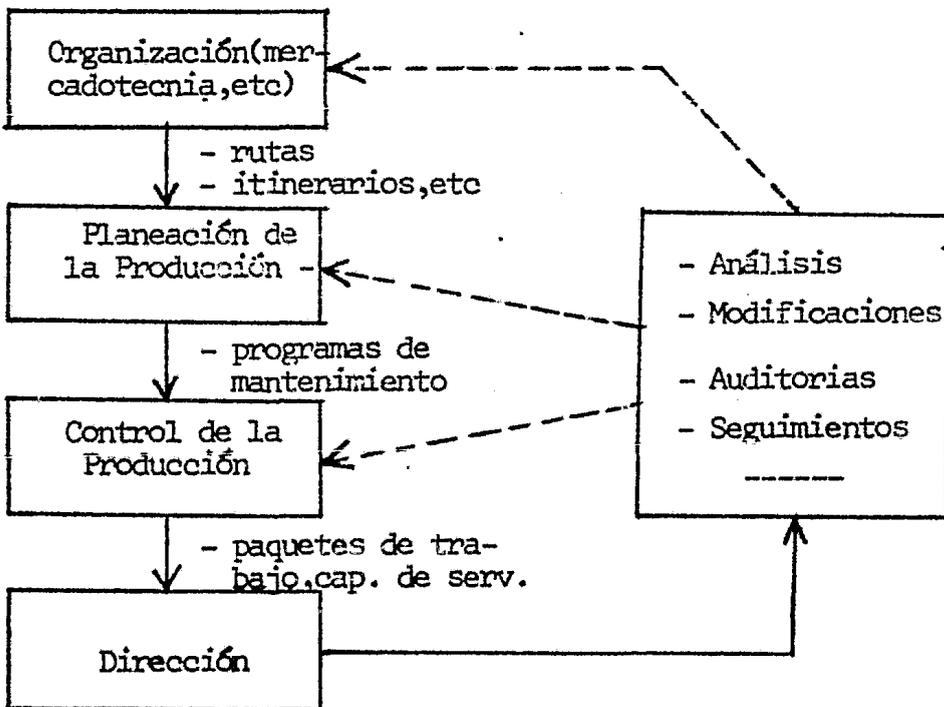
Planeación de la Producción. Opera sobre la base de pronósticos de las horas de vuelo de una nave, para desarrollar los programas de operación; estos son realizados por el staff de mercadotecnia de la aerolínea.

Control de la Producción. Elabora funciones y asigna actividades al Departamento de Producción, se relaciona con 2 elementos básicos para la realización de sus objetivos:

1. Seguimiento del proceso de producción para asegurar el óptimo desarrollo del mismo.
2. Una constante comparación del desarrollo de las operaciones y de los índices de productividad alcanzados, contra los programas esta--

blecidos; de tal manera que se pueda determinar si se han alcanzado mejoras en estos puntos o en caso contrario, hacer los ajustes - que sean necesarios para asegurar el desarrollo de los mismos.

**Dirección.** Genera ajustes y modificaciones, como parte del análisis hecho en forma objetiva para tratar - de encontrar mejores métodos y procesos, de tal manera que la aerolínea permanezca siempre actualizada en la continua evolución de los sistemas de su área



Nota: Se puede observar que los 3 lazos de retroalimentación cubren individualmente, períodos de tiempo mas prolongados.

### 3.1.6 NIVELES DE DECISION EN UNA ORGANIZACION DE MANTENIMIENTO

En una Organización típica de mantenimiento, existen 6 niveles de toma de decisiones:

1. Director General. En este punto se toma la decisión de "hacer". Aquí se establece la composición de la flota, los programas de mantenimiento, etc.
2. Dirección Técnica y de Operaciones. Organiza las políticas a desarrollar en la Empresa, y establece objetivos para los diversos departamentos de esta Dirección.
3. Planeación de la Producción. Implementa mejoras a los métodos y sistemas establecidos, de manera que la producción pueda realizarse con una inversión mínima.
4. Ingeniería y Mantenimiento. Asignan recursos, facilidades, mano de obra, capacitación, etc., para asegurar el cumplimiento de los programas de mantenimiento previamente establecidos.
5. Talleres. Disponen de los recursos asignados anteriormente.
6. Mecánicos. Todas las decisiones hechas en los incisos anteriores, dan aquí sus frutos, pues si se elaborarán planes adecuados, el estado de la flota será óptimo e incluso se dispondrá de navés para servicios de arrendamiento, tan de moda en nuestros días

Niveles de Decisión y Distribución de sus Tiempos

Nivel	Responsable	Función	HORA	DIA	SEM.	MES	TRIME- STRE-	AÑOS	5 AÑOS
1	Dirección General	Planes de - 1 a 5 años							
2	Dirección Técnica y de Operaciones	- Administración de manto. - Políticas - Organización - Recursos - Facilidades							
3	Planeación de la Producción	- - - - - - Planeación y Procedimientos - Métodos							
4	Ingeniería y Mantenimiento	- Recursos - Mano de Obra - Materiales							
5	Talleres	- Utilización de Recursos							
6	Mecánicos	- Mantenimiento de la Nave							

Nota. Esta tabla, nos muestra el tipo de Organizacion que existe en las aerolíneas mas modernas en la actualidad.

### 3.1.7 PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO

Para empezar este punto, definiremos un Programa de Mantenimiento como :

La secuencia de actividades, destinadas a preservar el desarrollo normal de las funciones que llevan a cabo los bienes de capital en cualquier Empresa.

Antes de empezar a desglosar los aspectos que definen un programa de mantenimiento, y el grupo de tareas que le corresponden (en una aerolínea), debemos primero definir la naturaleza de una falla.

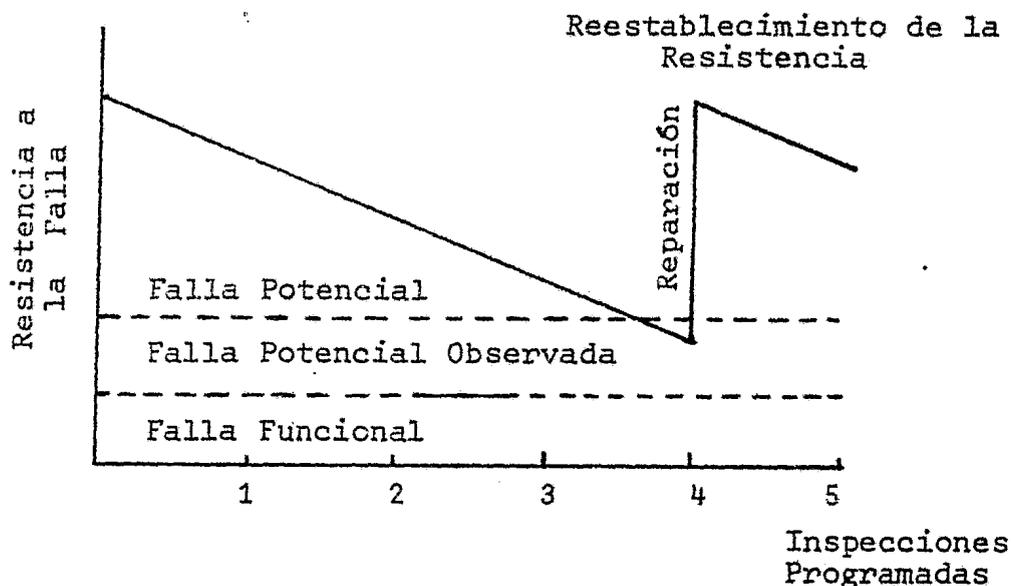
Una "falla" se define simplemente como una condición no satisfecha.

La clave de esto, radica en la distinción entre una falla potencial (condición física identificable que señala la inminencia de que ocurra una falla), y una falla funcional (incapacidad de un artículo o componente de encontrar un funcionamiento específico o standard).

En la siguiente figura, se muestra la diferencia en resistencia a la falla, entre una falla potencial y una falla funcional.

La parte mas elevada de la misma, denota el concept

to de restaurar o retrabajar; mediante el cual, el artículo o componente es reestablecido a su nivel original de operación (funcionamiento).



### 3.1.7.1 CONSECUENCIAS DE UNA FALLA

Las fallas afectan los programas de mantenimiento o la prioridad de ciertos aspectos (consideraciones), incluidas en estos.

En seguida, se analizan cuatro de los principales aspectos en que una falla acarrea ciertas consecuencias:

1. Seguridad. Naturalmente es el aspecto de la seguridad en la nave recibe la máxima atención, -

puesto que una nave debe ser 100% segura.

2. Operación. Implica decisiones económicas únicamente, puesto que una falla puede ocasionar desde gastos imprevistos hasta la pérdida de la voluntad de los usuarios.
3. Fallas Ocultas. Esta área en el pasado no recibía la suficiente atención, pero el impacto de una falla de este tipo es tal, que puede tener serias consecuencias para la seguridad de la nave. Las técnicas RCM y MSG-3 ocupan un sitio importante en esta materia, pues identifican una serie de tareas que ayudan a la previsión de este tipo de fallas.
4. Mantenimiento. La naturaleza de las fallas, determina el tipo de tareas de mantenimiento a aplicar.

### 3.1.7.2 TAREAS BASICAS DE MANTENIMIENTO

En la figura, se muestran las seis diferentes áreas referentes a las tareas de mantenimiento.

Si se reflexiona por un momento, convendremos en que no existen tareas por añadir:

1. Tareas de Seguimiento. No son tareas en las que los componentes no estén a un mantenimiento programado, pero estos son "examinados" hasta después de que ocurra una falla, este tipo de tareas se pueden aplicar al 90% de los artículos de los que se habla en la figura.

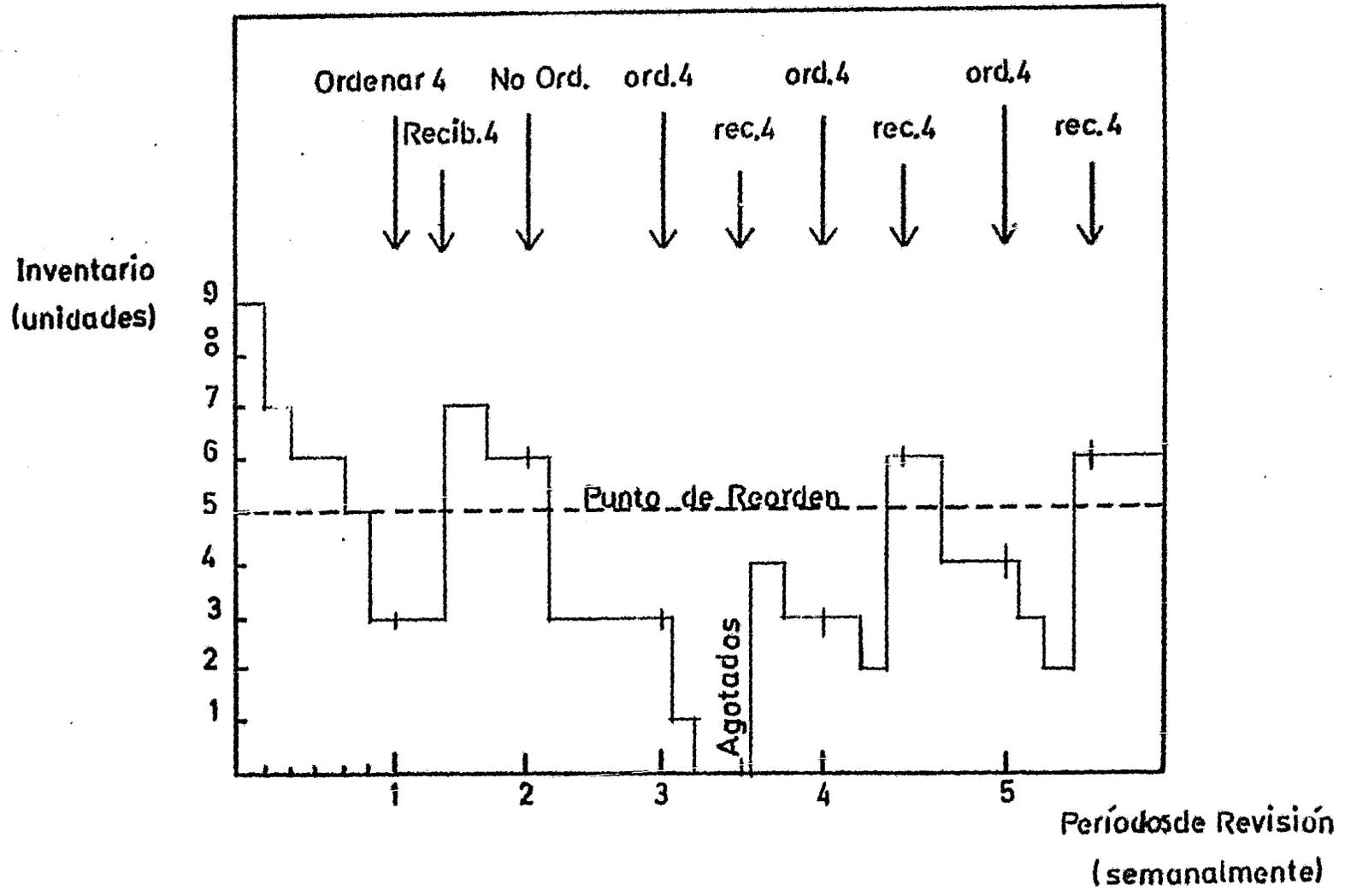
2. Tareas de Servicio. Implican básicamente tareas de engrasado, lubricación, limpieza, etc, y son tan sencillas que no es necesario profundizar en ellas.

Nuestra mayor atención a las cuatro áreas restantes, en las que se puede observar la importancia de establecer programas de mantenimiento que se apeguen a nuestras necesidades reales.

1. Tareas de Inspección
2. Tareas Programadas de Retrabajos
3. Tareas Programadas de Modificaciones
4. Tareas de Búsquedas de Fallas, para artículos - de fallas ocultas



Figura 1



### 3.1.7.3 SERVICIOS DE MANTENIMIENTO

Es interesante analizar como se distribuyen las actividades que conforman un servicio típico de mantenimiento.

El total de trabajo que conforma el 100% del mismo puede ser dividido en tres categorías:

1. Inspección. Es la actividad que da origen a la programación de trabajos que se realizan para - que las aeronaves esten en condiciones óptimas de operación.
2. Programación. Aquí se incluye la calendarización de actividades, así como sus prioridades, las que garanticen la culminación de las tareas en el tiempo establecido.

Tales trabajos pueden ser: rutinarios, los cuales se pueden clasificar y programar por medio de tarjetas de servicio (por lo usual de los mismos), y en trabajos nuevos o extraordinarios, los cuales son trabajos que no están considerados en los servicios rutinarios; y que como resultado de las inspecciones, se previenen posibles daños a las naves. Estos últimos se controlan por medio de Ordenes de Ingeniería u Ordenes de Trabajo.

3. Ejecución. Es la etapa final de la programación, dentro de los límites de costo y tiempo establecidos.

La siguiente figura, indica los porcentajes de carga de trabajo que pueden aplicarse a los pasos anteriores.

Estos porcentajes pueden desviarse un poco en cada aerolínea o con la edad de la nave que se este reparando.

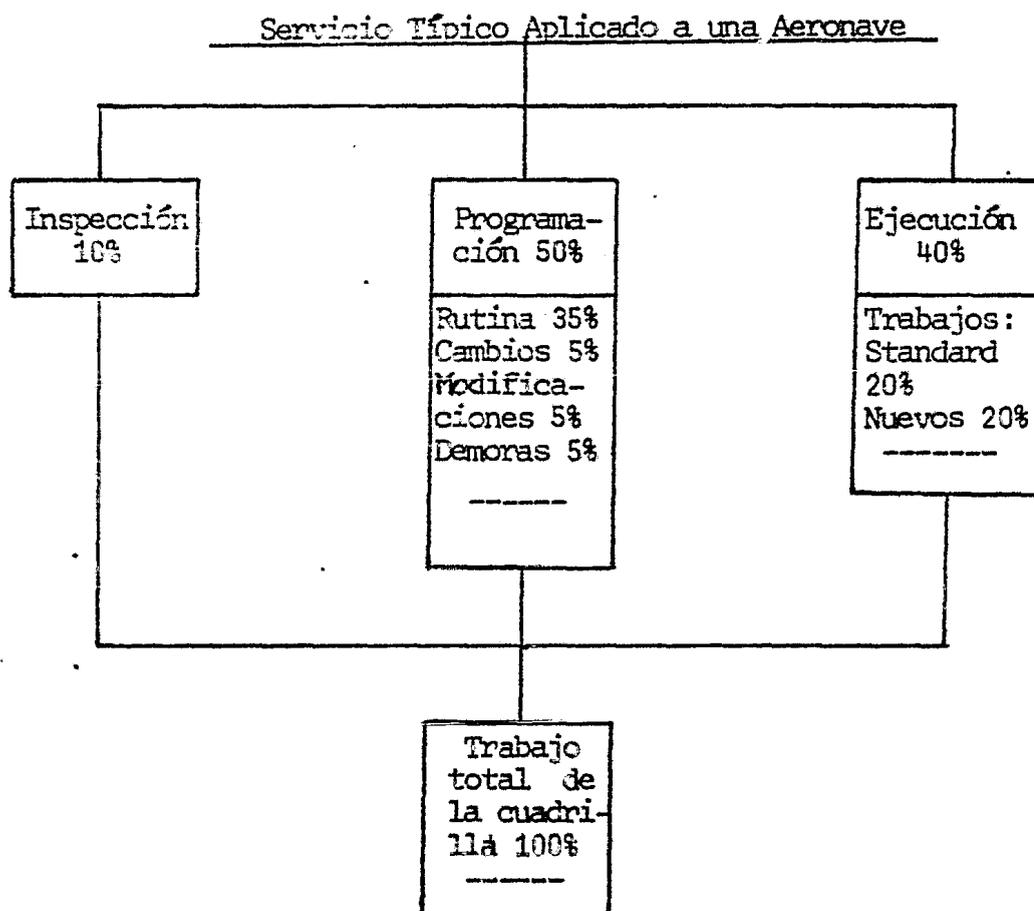
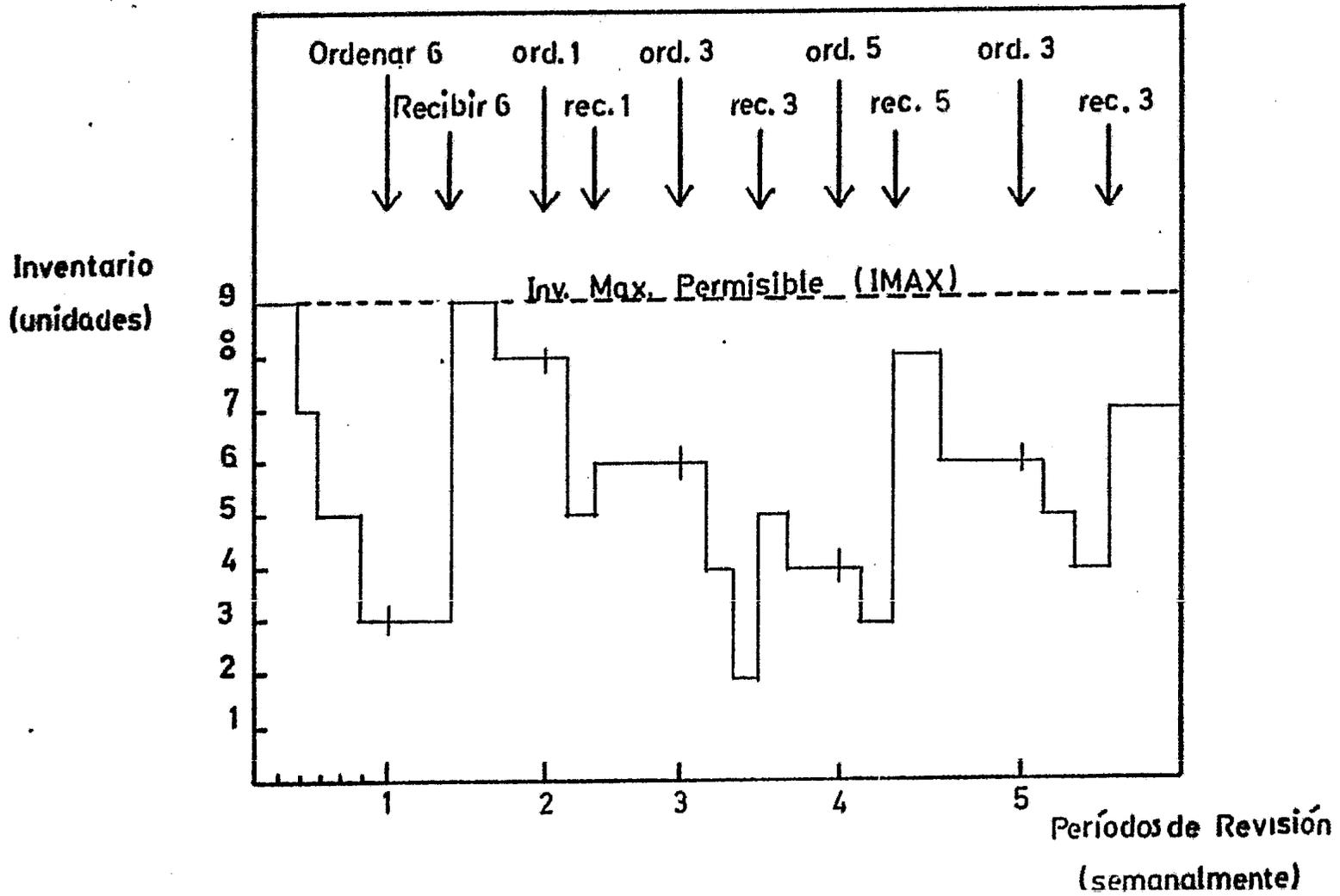


Figura 2



### 3.1.8 ORGANISMOS IMPORTANTES DE AVIACION

AEROMEXICO por ser una Aerolínea Mexicana, por ser además una Aerolínea Internacional y por poseer dentro de su flota algunas naves con matrícula americana, debe apegarse a las especificaciones de la FAA.

Además, con objeto de homogeneizar la información y las comunicaciones entre fabricantes, proveedores y autoridades, trata de mantenerse dentro de los Reglamentos de la - ATA.

Estos documentos son revisados periódicamente. Pero antes de continuar, haremos un pequeño resumen de importantes organizaciones de aviación.

Se muestran cuatro organizaciones, las cuales están directa o indirectamente involucradas en las regulaciones del control y el mantenimiento, establecidos en cualquier aerolínea.

Mientras que la FAA tiene autoridad sobre la Aviación Comercial en los Estados Unidos, organizaciones como la Británica CAA y la División Francesa VERITAS, mantienen requerimientos similares a la FAA en sus respectivos países.

#### 1. Federal Aviation Association (FAA)

Washington, D.C.

- Establece standards de mantenimiento y operación para las aeronaves.

2. International Civil Aviation Organization  
(ICAO)

Montreal, Canada.

- Coordina a la Aviación Internacional a Nivel Gubernamental.

3. Air Transport Association of America (ATA)  
Washington, D.C.

- Representa los intereses (técnicos y financieros) de las Aerolíneas en los Estados Unidos.
- Publica WATOG.

4. International Air Transport Association (IATA)  
Montreal, Canada.

- Provee de técnicas y facilidades arancelarias a las Aerolíneas Internacionales.

3.1.9 FARS

La siguiente lista muestra algunas de aproximadamente 60 reglas de las FARS, las cuales se refieren al mantenimiento y a algunas otras áreas de operación. Algunos comentarios sobre ellas son:

Parte 1. Cubre todas las definiciones técnicas del mantenimiento y de operación de una nave.

Parte 25, 33 y 35. Se refieren a algunos aspectos de la aeronavegabilidad, y en las cuales se establecen standards técnicos para las aeronaves. La parte 25 pertenece a la categoría de naves comerciales y la parte 33 a motores.

- Parte 36. Se refieren a standards sobre ruido.
- Parte 39. Establece directivas de aeronavegabilidad.
- Parte 43. Se refiere a los programas de mnto. .
- Parte 47. Se refiere al registro de una nave.
- Parte 67. Se refiere a normas sobre materiales.
- Parte 121. Se refiere a la Certificación y Operación de las Aerolíneas.
- Parte 123. Se refiere a las normas sobre alquileres privados.
- Parte 125. Se refiere a la Certificación y Operación de grandes aeronaves.

### 3.1.10 RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)

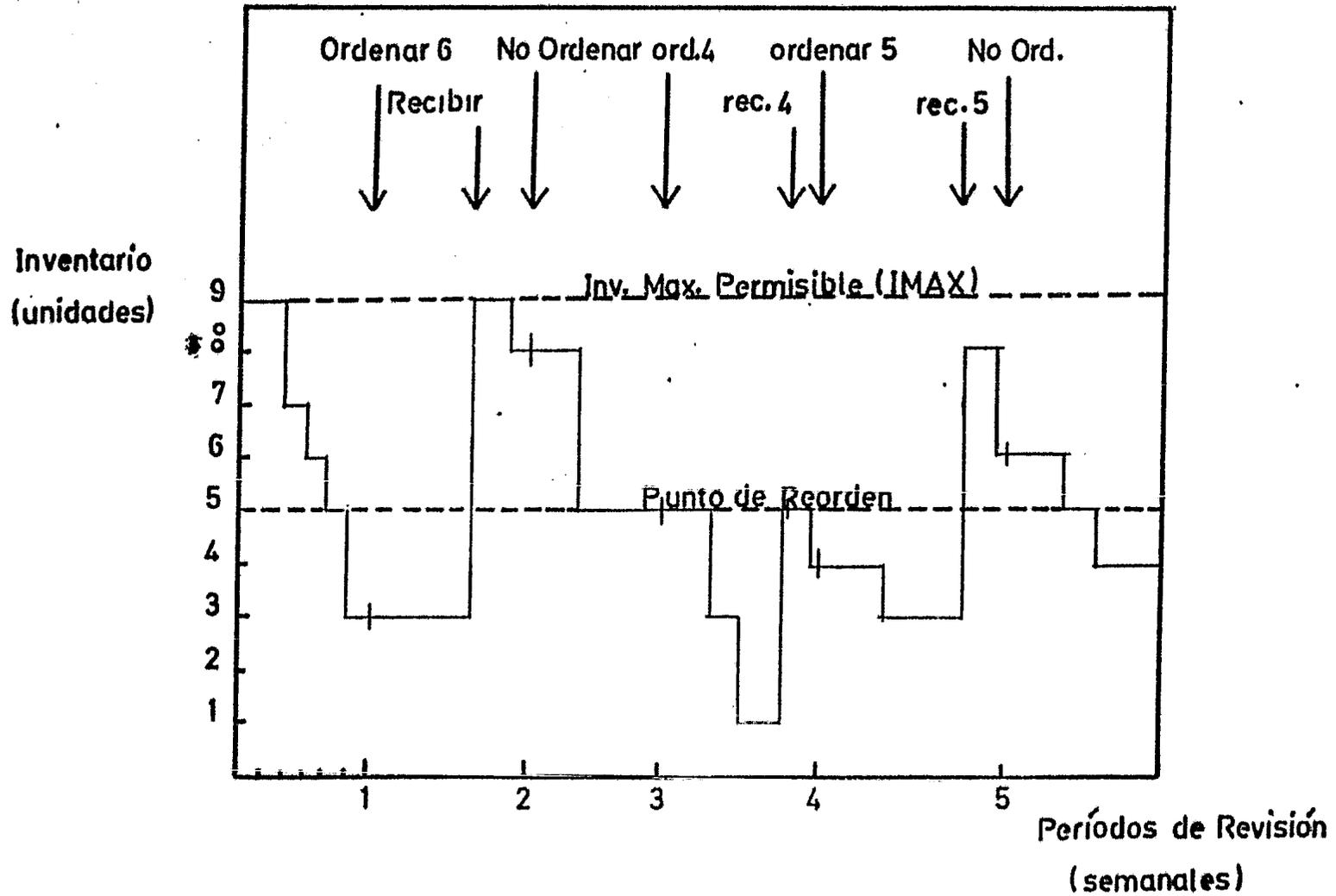
Uno de los mejores trabajos sobre los programas de mantenimiento de una aeronave, es un libro titulado "Reliability Centered Maintenance"; escribió por F. Stanley Nowlan y Howard F. Heap de la United Airlines, desarrollado bajo un contrato del Departamento de Defensa en 1978.

Parte del Prefacio del libro dice:

" Este volumen provee de la primera gran discusión sobre el Mantenimiento Formal (o Integral) Centralizado, como una disciplina lógica para el desarrollo de los programas de mantenimiento.

El objetivo de tales programas es darse cuenta de la capacidad del equipo para establecer los programas de mantenimiento, y desarrollar estos a un costo mínimo. Cada ta--

Figura 3



rea incluida en un programa RCM, tiene una razón explícita e identificable de ser. Las consecuencias de cada falla son - evaluadas y posteriormente son clasificadas de acuerdo a las consecuencias particulares de las mismas. Entonces, para to dos los artículos (aquellos en los cuales una falla tendría - consecuencias sobre la seguridad de la nave, o aquellos que - tendrían consecuencias económicas para la aerolínea) se eva-- luan tareas adecuadas, de acuerdo a un criterio específico y eficaz en su aplicación. El resultado de un programa de man tenimiento de tal magnitud, incluye todas las tareas neces-- rias para vigilar por la seguridad e integridad de las opera-- ciones; de tal manera que únicamente serán consideradas estas tareas (las cuales cumplan estos objetivos).

Antes de esto, el único documento que trataba so-- bre el desarrollo de tales programas, había sido el MSG-2, - predecesor del análisis RCM. Este documento (MSG-2), se re-- fería principalmente al desarrollo de programas previos a la realización de algún servicio, pero no incluía modificaciones a dichos programas, una vez que la nave entraba en operación (pues las situaciones antes y después de la operación de una nave son muy distintas). La Dirección únicamente se preocu-- paba por eliminar los costos de mantenimiento innecesarios, sin considerar aspectos como son la seguridad o la operación de la nave. No se consideraba la posibilidad de establecer "paquetes de trabajo" o la toma de decisiones donde no se - dispusiera de suficiente información, y también no eran muy tomados en cuenta los programas de inspección ".

### 3.1.11 DOCUMENTO MSG-3

Este documento, denominado así porque fue desarrollado por un Grupo Conductor de Mantenimiento (MSG), de la Asociación Americana de Transportación Aérea (ATA).

El MSG-3, es el paso posterior del MSG-2 y el RCM en el desarrollo de los programas de mantenimiento.

A través de él, se trata de mejorar la lógica de los métodos de análisis de fallas, trabajos, etc, y hace hincapié en el establecimiento de tolerancias en las operaciones, al hacer modificaciones en el equipo y así, evitar accidentes en las mismas. Se sugieren diversos tipos de inspecciones para evitar fallas y se enfatiza en sus consecuencias.

Se incluyen los problemas originados por fallas ocultas, las cuales son señaladas y agrupadas en pasos lógicos, para analizar sus efectos económicos.

Este documento fue publicado por la ATA, en el último cuarto de 1980.

### 3.1.12 ESPECIFICACION ATA 100

La Asociación Americana de Transportación Aérea (ATA), ha provisto de un servicio muy valioso en el establecimiento de standards para la Industria Aérea; los cuales proveen de técnicas de comunicación. Sin esas referencias, el intercambio de información entre aerolíneas, autoridades y fabricantes, podría ser muy difícil.

La primera de las dos especificaciones de las que daremos un pequeño panorama, es la Especificación ATA 100; la cual se refiere a standards técnicos de los fabricantes, y la cual cubre tres áreas muy importantes.

La primera, es establecer una serie de standards - para el manejo de información en forma manual, incluye tamaños, colores, sistemas numéricos, datos sobre páginas en manuales, layout de páginas, etc.

La segunda, y quizás el área mas importante es la que establece códigos de capítulos y sub-capítulos, usados para identificar las funciones de los componentes mayores en una aeronave.

Estos códigos, son la base para organizar aprovisionamientos, reportes de fallas y establecer un control sobre las actividades de mantenimiento.

La tercer y relativamente un área reciente, es el establecimiento de un reporte standard sobre fallas y un sistema de aislamiento de las mismas. Este sistema permite a los ingenieros de vuelo, aislar una falla y comunicar la naturaleza de la misma a una estación en tierra, y así, una acción apropiada de reparación puede ser tomada ventajosamente al aterrizar esa nave.

### 3.1.13 ESPECIFICACION ATA 200

Esta especificación es hoy en día muy popular, y ampliamente usada para el establecimiento de standards de comunicación en el proceso de recabar información para realizar

aprovisionamientos, y consiste básicamente en forma de lecturas para computadora (tarjetas). Esta especificación establece los formatos para esas tarjetas, así como para los registros magnéticos (cintas).

Establece standards para el aprovisionamiento inicial, facturación, reportes sobre el inventario y sobre las ordenes de compra.

Se usa bastante en las relaciones entre el departamento de compras de una aerolínea y el departamento de partes del fabricante.

Fue publicada el I de septiembre de 1958.

La última revisión se le hizo el I de julio de 1980 (dato tomado de 1981).

### 3.2 FACTORES DE LA LOGISTICA Y CONTROL DE LOS MATERIALES

#### 3.2.1 FUNCIONES DEL DEPARTAMENTO

Cada aerolínea tiene su propia personalidad, y de los brotes de cada tendencia que refleja sus necesidades, surgen sus propias características en lo que se refiere a la filosofía sobre la Logística de los Materiales.

Factores como tipo y tamaño de la flota, estrategia operacional, naturaleza geográfica de sus rutas y políticas sobre participación en Pools Internacionales, juegan un papel muy importante en el desarrollo y evolución de esta filosofía.

El proceso de Logística de los Materiales, tiene su base en los tipos de aprovisionamiento que se planeen y se lleven a cabo para soportar determinada operación. Este aprovisionamiento se divide en las siguientes etapas:

1. Planeación de necesidades, establecimiento de objetivos y niveles de servicio.
2. Aprovisionamiento Inicial para soportar la operación de nuevas aeronaves.
3. Reaprovisionamiento para preveer el crecimiento de la flota o el incremento de Estaciones en operación.
4. Análisis periódicos para garantizar un nivel adecuado de abastecimiento, y sobre todo para evitar el exceso de inventarios, así como para evaluar la calidad de estos materiales.
5. Clasificación adecuada del tipo de problemas para poder simplificar su control. es decir, dar trato diferente al control de los materiales de consumo, los rotables, los materiales que cubrirán la producción de los talleres, y los materiales que se emplearán en los servicios programados.

### 3.2.2

#### OBJETIVOS Y DEFINICIONES DE LA LOGISTICA DE LOS MATERIALES

## Panorama.

El manejo de la logística de los materiales es algo complejo, pero hay que tener en mente algunas ideas básicas para su desarrollo, dos de las principales son :

1. Esforzarse por Máximizarse los Niveles de Servicio.
2. Esforzarse por minimizar el costo inicial de los materiales y de los costos de embarque de los mismos.

Estos objetivos son alcanzados mediante una variedad de métodos, siendo los principales: el aprovisionamiento inicial óptimo, el control eficiente de los inventarios, - el uso de servicios externos cuando sea costeable y que puedan reducir los gastos de capital, entre otras.

Las técnicas a emplear para lograr lo anterior son:

1. Planeación Inicial o Métodos de Aprovisionamiento.
2. Tamaño del Lote Económico.
3. Control de Garantías.
4. Transporte de Mercancías.
5. Ganancia Marginal.
6. Acuerdos sobre POOLs.
7. Manejo de los Niveles de Servicio.
8. Control de Servicios Externos.
9. Eliminación de Obsoletos.

Nota. Estos métodos serán desarrollados mas adelante.

El Control de la Calidad de los servicios y artículos, es un factor importante en la mejora del nivel de aprovechamiento, en esta etapa se deben de considerar:

1. Análisis de mercados, precios, tiempos de entrega y el nivel de eficiencia de cada proveedor.
2. Alternativas suficientes para evitar bloqueos o presiones por monopolios, para evitar el pago de gastos innecesarios de importación, condiciones de crédito, etc.
3. Análisis de la Eficiencia en la Comunicación Interna, este factor producirá una baja en las inversiones ya que un buen sistema de comunicación y una respuesta adecuada, garantizarán una baja en los niveles de seguridad, y una disminución de los lotes de compra, así como una baja de las existencias o un incremento en el nivel de eficiencia en el abastecimiento.

Otro de los factores que se deben tomar en cuenta para mejorar el nivel de servicio, es el control y análisis del "ciclo de taller".

Aquí, el objetivo es minimizar el tiempo de reparación en los talleres, para poder disminuir los niveles de existencia en los inventarios.

También se debe analizar la conveniencia de mantener un cierto nivel de unidades con etiqueta roja (inservi---

bles) vs. unidades con etiqueta verde(reparadas), para de esta manera controlar las salidas de material vs. los costos de mano de obra (por concepto de reparaciones).

El embarque y la recepción de materiales, son una parte integral del inventario y del proceso de obtención de los mismos. El exceso de demoras en el embarque incrementa el número de materiales flotantes, lo que significa que un inventario adicional deberá ser ordenado para satisfacer las necesidades de la aerolínea, en casos extremos.

La recepción debe ser responsable de procesar las ordenes de entrada, las ordenes de trabajo y los procesos de control de calidad; para de esta manera, asegurar una recepción adecuada de los bienes.

Se deben analizar constantemente las ventajas que hay entre "hacer" (fabricar, reparar o refabricar) y "comprar" (obtener externamente), ya que con la fluctuación de los precios en el mercado, las condiciones de adquisición pueden variar constantemente.

Para poder crear una estructura adecuada de control hace falta contar con sistemas que permitan:

1. Efectuar análisis de Tipo Económico (niveles de seguridad, control de restricciones, control de costos de mantenimiento y almacenaje, así como de operación de los almacenes).
2. Generación Automática de Pedidos, con objeto de reducir los costos de operación.
3. Elaboración de Estados Financieros, con objeto -

de verificar la eficacia de los controles establecidos.

4. Disponer de información eficiente y confiable para disminuir las situaciones de emergencia ( AOG, etc), disminuir los costos de almacenaje, de inventarios y de operación.
5. Estar en posibilidad de obtener materiales excedente u obsoletos de otras aerolíneas, con lo cual se disminuyan los costos de operación.

### 3.2.3 MATERIALES vs. LOGISTICA

Compras, el Control de los Inventarios y las diversas áreas relacionadas con la Logística, tienen diferentes manifestaciones, y es importante entender tales diferencias:

1. Compras y el área de Control de los Inventarios se concentran en la obtención y control de la calidad de los materiales de consumo y rotables. Logística por su parte, hace énfasis en tratar de minimizar los costos de aprovisionamiento de los materiales. y en mantener
2. El área de materiales se relaciona con todo lo referente a los mismos (figura). Logística se relaciona con el flujo, flotación y el ciclo de vida de los mismos, desde el punto de vista de optimización de sus costos.
3. En algunas aerolíneas, la elaboración del presupuesto para la adquisición de los materiales y la optimización referente a los costos de operación, son parte de un departamento especial; el cual se relaciona con los inventarios y se reporta al Director o Vicepresidente de la Direc-

### ción Técnica

Compras y Area de manejo de los materiales	Area de Logística
Es responsable de la obtención y del control de la - calidad de los materiales - de consumo y de los rota- - bles.	Se relaciona sobre todo con el análisis de las rutas de la aerolínea, establece el manejo óptimo de los mate- - riales, así como la distri- - ción de los mismos.
Se relaciona con: - El suministro de materia- les a los talleres. - Seguimiento de Rotables. - Auditoria Física de los inventarios. - Contabilidad.	Se relaciona con: - Costos del ciclo de vida. - Análisis del flujo de los materiales. - Capacidad y períodos de - transportación. - Registro de los materiales (etiquetas rojas y verdes)

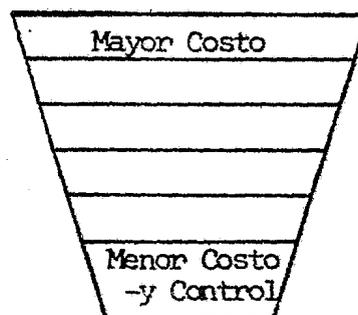
#### 3.2.4 CLASIFICACION DE LOS MATERIALES

La figura muestra las categorías mayores o clasifi-  
cación de los materiales usados en toda la industria aérea.

La lista esta acomodada de acuerdo a los costos -  
mas elevados, por lo tanto, los artículos con los controles -  
mas rígidos se ubican en la parte superior, y los materiales  
con menores controles y de menor costo se ubican en la parte  
inferior de la figura.

En algunas aerolíneas, uno o mas artículos son a--  
grupados, pero esta lista es razonablemente universal.

1. Motores
2. Ensamblajes Mayores
3. Rotables
4. Reparables
5. Material de Consumo
6. Material no Técnico  
(Raw Material)



Los motores y los ensambles mayores (incluyendo - Plantas Auxiliares y trenes de aterrizaje), son los materiales que reciben mayor atención en su control. Básicamente por su alto costo de adquisición, lo cual implica un nivel - mínimo en sus existencias (aunque es mejor disponer de suficientes unidades para minimizar las situaciones de AOG).

Es en el área de los ensambles mayores donde la - disponibilidad de refacciones para la operación de las unidades recibe bastante atención, ya que estos son algunas veces "canibalizados" (extravío de algunas de sus partes) para mantener en operación otras unidades de tipo similar.

Los rotables son generalmente componentes de un - alto costo, los cuales pueden ser reparados y tienen además, una vida útil equivalente a la de la nave. Normalmente se identifican por número de serie individual, y su reparación esta sujeta a un límite de tiempo o ciclo de operación.

En la siguiente figura, es mas apreciable esta - clase de diferencias:

Material	Características
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motores</li> <li>- Ensamblajes Mayores (APUs, trenes de aterrizaje, etc).</li> <li>-----</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Costos extremadamente altos.</li> <li>- Máximo Control.</li> <li>- Están serializados.</li> <li>- Requieren plazo de vencimiento.</li> <li>- Es importante estipular garantías.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rotables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Costosos.</li> <li>- Seriados e identificados.</li> <li>- Amplia vida útil</li> <li>- Disponen de un control adecuado (plazo de vencimiento, garantías).</li> </ul>

Reparables. Son unidades que generalmente son de un costo menor que los rotables, y pueden ser reacondicionados a un costo y esfuerzos mínimos. La reparación de estas partes, es normalmente de un elevado costo de mano de obra en relación al costo del material. El trabajo de reparación puede consistir desde un recojinamiento, soldadura hasta una reparación mayor.

Material de Consumo o material no técnico (raw material). Son normalmente gastos directos para la compañía, sus lotes de compra pueden adquirirse de acuerdo a las restricciones económicas y operacionales que sean pronosticadas.

Pueden localizarse en subalmacenes, lo cual disminuye su control, pero también disminuye su costo de abastecimiento.

Son materiales de bajo costo, y al abastecerse al

usuario debe considerarse como si hubieran sido consumidos.

El material no técnico es el que sirve para reparar componentes mayores, pero no se encuentran clasificados dentro de normas standards de uso.

Material	Características
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reparables (o piezas fragmentadas), switches, flaps, puertas, etc).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Costos medios.</li> <li>- Normalmente no son seriados.</li> <li>- Costos de reparación bajos.</li> <li>- Pocos controles.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Material de Consumo o material no técnico (raw material)</li> </ul> <p style="text-align: center;">-----</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bajo costo unitario</li> <li>- Compras por volumen (por economía)</li> <li>- Desechados después de usarse.</li> <li>- Costos por demoras mayores que el costo del material.</li> <li>- Se utilizan para reparar o fabricar reparables o rotables.</li> </ul>

### 3.2.5 COSTOS DE MATERIAL vs. FACTORES DE FLOTA/RUTA

La mayoría de los fabricantes de aeronaves y componentes mayores, proveen a sus clientes con sugerencias que motivan a los operadores a efectuar un pronóstico de materiales de consumo y de requerimientos de refacciones, proporcionándoles información clasificada de cada una de sus refacciones, tales como:

1. Tiempo pronosticado entre reparaciones.
2. Ciclos de reparación antes de desechar el material.

3. Causa de Fallas.
4. Posibilidad de falla en relación a las horas de operación.
5. Costo aproximado de la operación.
6. Tiempo probable entre cada remoción programada.
7. Tiempo probable entre cada remoción prematura.
8. Sugerencias sobre clasificación de materiales.
9. Sugerencias sobre como almacenar los materiales.
10. Desviaciones medias sobre su nivel de consumo.

Estas estimaciones tienden a standarizar la información, lo que facilita su intercambio con los proveedores y con otras aerolíneas. Al mismo tiempo proporcionan parámetros que sirven para que la aerolínea realice pronósticos mas acertados, lo cual se reflejará en mejores niveles de servicio a una inversión menor.

Estas estimaciones (vgr. programa SLAM de DACO) estrechan y agilizan el intercambio de información entre el fabricante y la aerolínea.

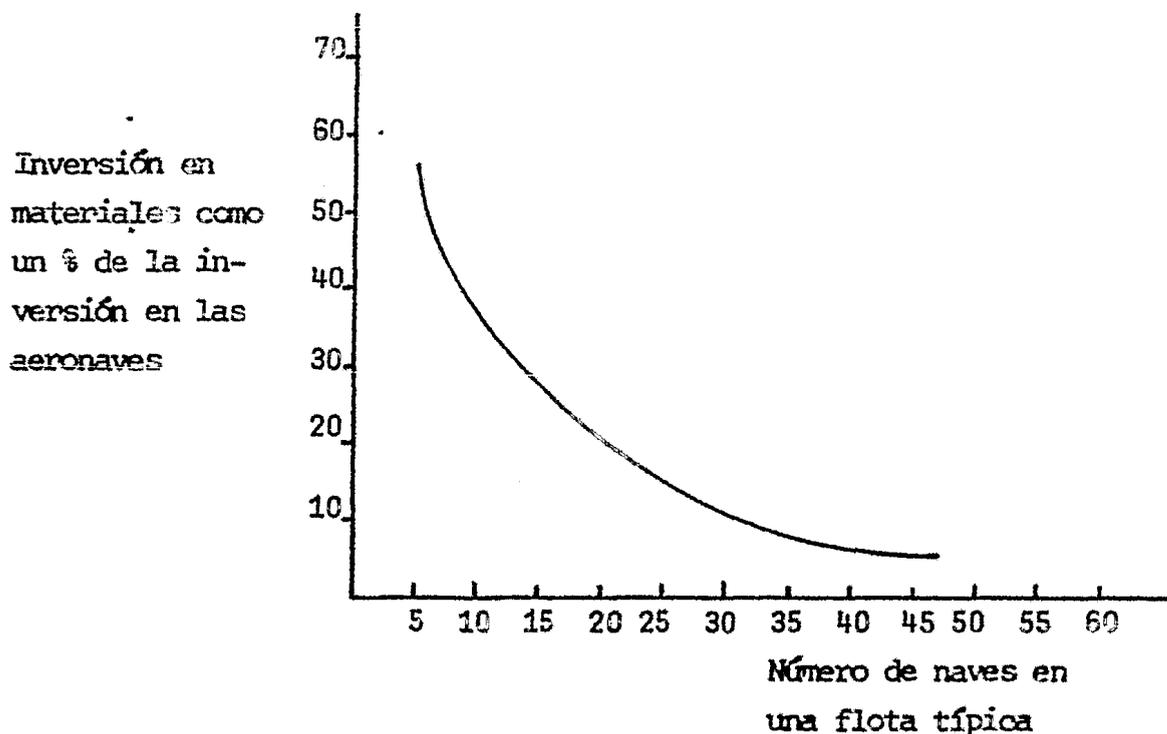
Para que el fabricante pueda generar información efectiva, es necesario que la aerolínea proporcione información operacional de la flota que esta adquiriendo, como lo es:

1. Estructura de las rutas propuestas.
2. Localización y tipo de mantenimiento que pretenden proporcionar en su base principal y en las estaciones.

3. Niveles de Servicio que pretende establecer.
4. Restricciones al aprovisionamiento (económicas, técnicas, etc).
5. Horas y ciclos que pretende operar.

Con esta información el fabricante generará una - propuesta de adquisición de refacciones mas certera, para que la aerolínea alcance los objetivos que estableció al planear su operación.

Desde luego que la aerolínea, deberá utilizar esa - información después de analizarla, para evitar errores y desviaciones que puedan afectar su economía, es decir, que esta información servirá para que la aerolínea considerando sus - propios recursos, objetivos y restricciones, lleve a cabo un aprovisionamiento razonablemente económico y certero.



Nota. Los porcentajes dependerán sobre todo de:

- La estructura de las rutas.
- La ubicación de las estaciones.
- Integridad de los componentes utilizados.
- Tratados sobre Pools.

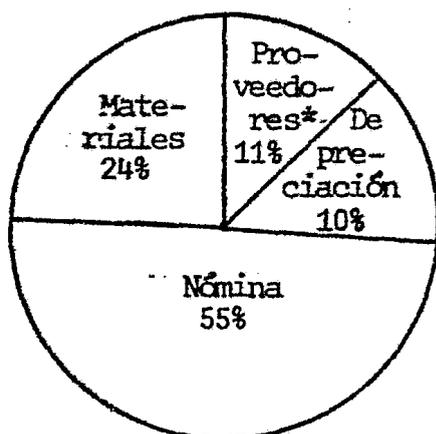
### 3.2.6 GASTOS DE MANTENIMIENTO

Existe en la actualidad bastante interés por parte de la Dirección Técnica de las diversas aerolíneas, en la reducción de la inversión en materiales; especialmente desde la introducción de naves de grandes dimensiones. El costo de los materiales, es el segundo elemento en cuanto a los costos unitarios referentes a las operaciones de mantenimiento en una aerolínea.

La nueva generación de equipos de vuelo es muy costosa, tiene un crecimiento tecnológico impredecible, demanda de máximas atenciones y el mantenimiento de los mismos debe estar acompañado de un mínimo en la inversión en materiales.

El reabastecimiento de las estaciones se realiza desde la Base Principal de Mantenimiento. Los componentes removidos en una estación son enviados a la misma para su reparación, de esta manera estarán en posibilidad de prestar servicio nuevamente, y así empezar otro ciclo de abastecimiento.

Las aerolíneas transportan una gran cantidad de los materiales que requieren para prestar servicios a sus equipos (principalmente aeronaves).



\* Depende de la filosofía de cada aerolínea

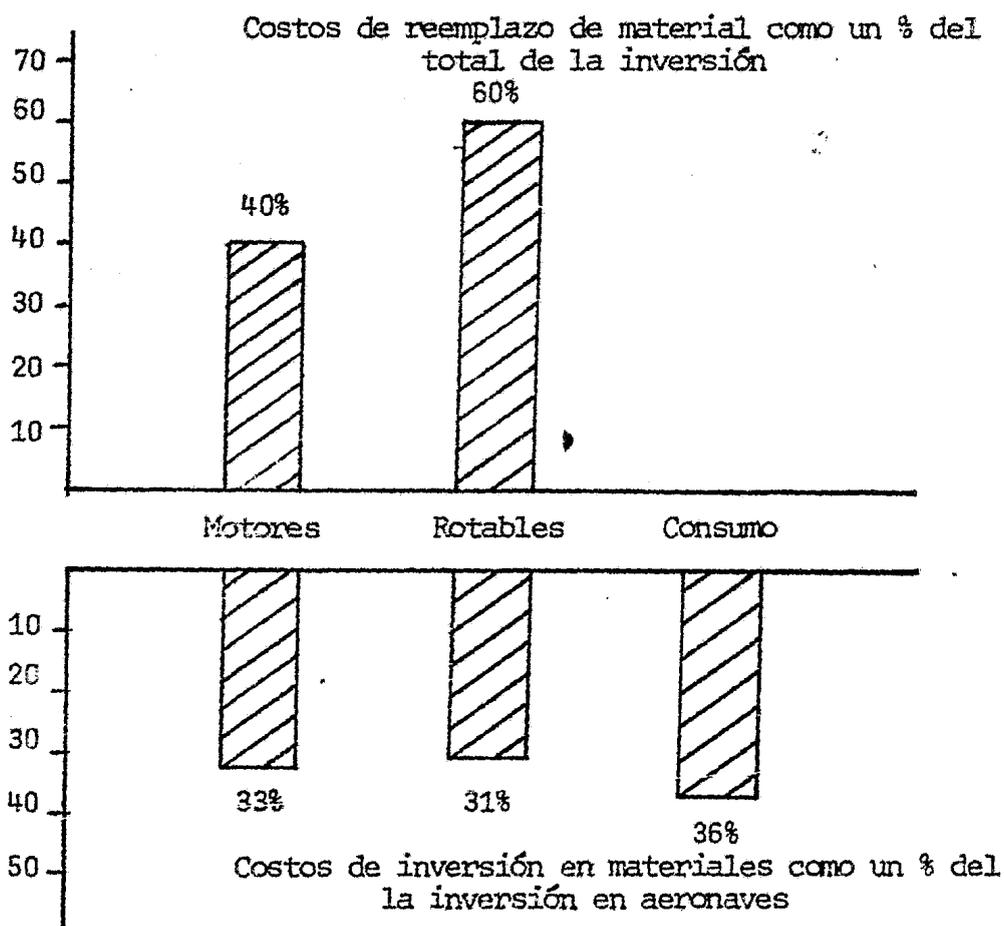
En el mantenimiento de una aeronave, el 24% del total de los costos pueden atribuirse al costo de los materiales (el resto es básicamente mano de obra).

El soporte económico para una flota determinada, - debe incluir TODO: desde el papel higiénico, hasta las refacciones para los motores.

El rango de esas inversiones para las "grandes aerolíneas", en cuanto al porcentaje de sus inversiones en el equipo de vuelo es como sigue:

- Refacciones para motores	20 a 33%
- Rotables	30 a 33%
- Consumo	38 a 50%

Las siguientes gráficas muestran la relación que existe entre la proporción de inversiones para motores, rotables y material de consumo, referentes a su reemplazo y a su relación en cuanto al total de la inversión en aeronaves.



### 3.2.7 COSTOS POR DEMORA EN EL EQUIPO DE VUELO

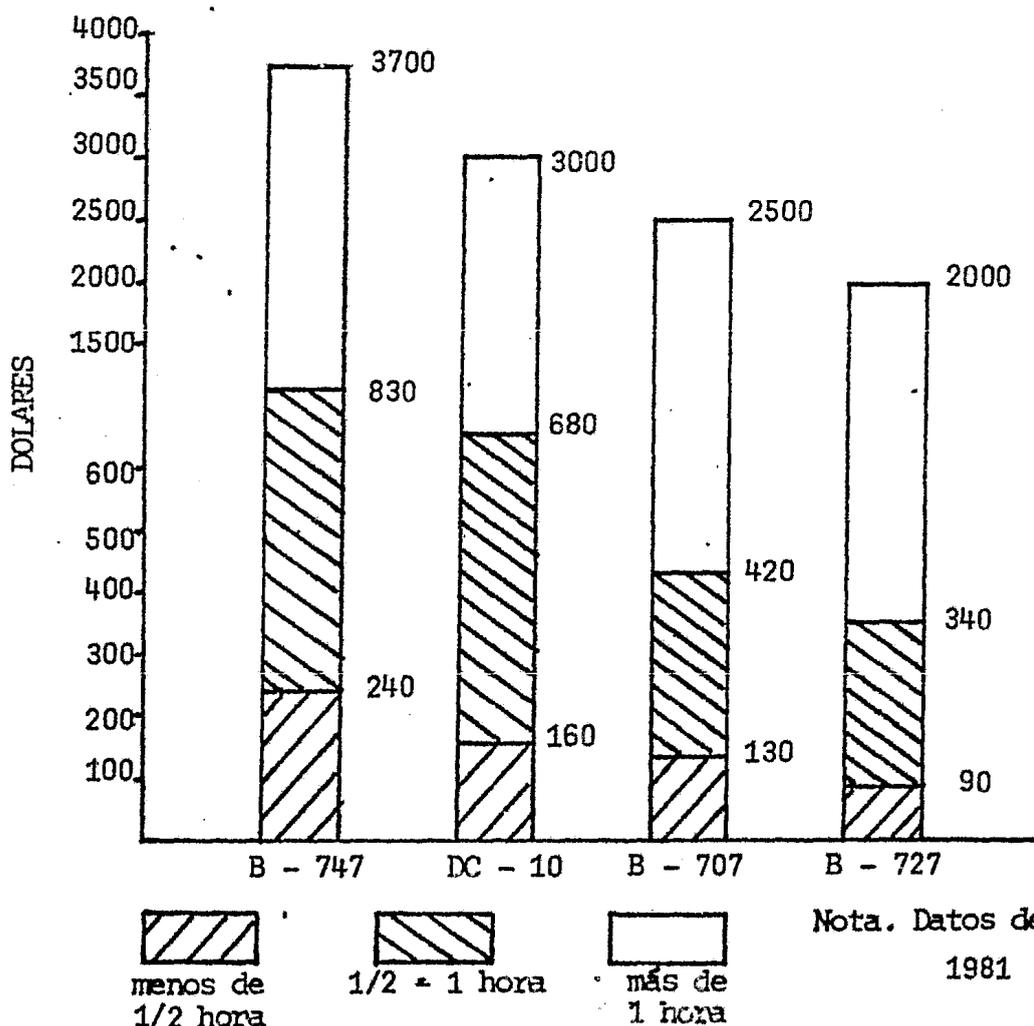
Los costos por demoras en las aeronaves pueden ser significantes, especialmente con las demoras de una hora o más.

Estos costos varían de acuerdo al tipo de operaciones y a los siguientes parámetros:

1. Pérdidas de ingresos debido a modificaciones de rutas.

2. Gastos en que se incurre al tratar con pasajeros demorados (alimentos, acomodo, transportación, etc).
3. Costos de Operación (nave, tripulación, etc).

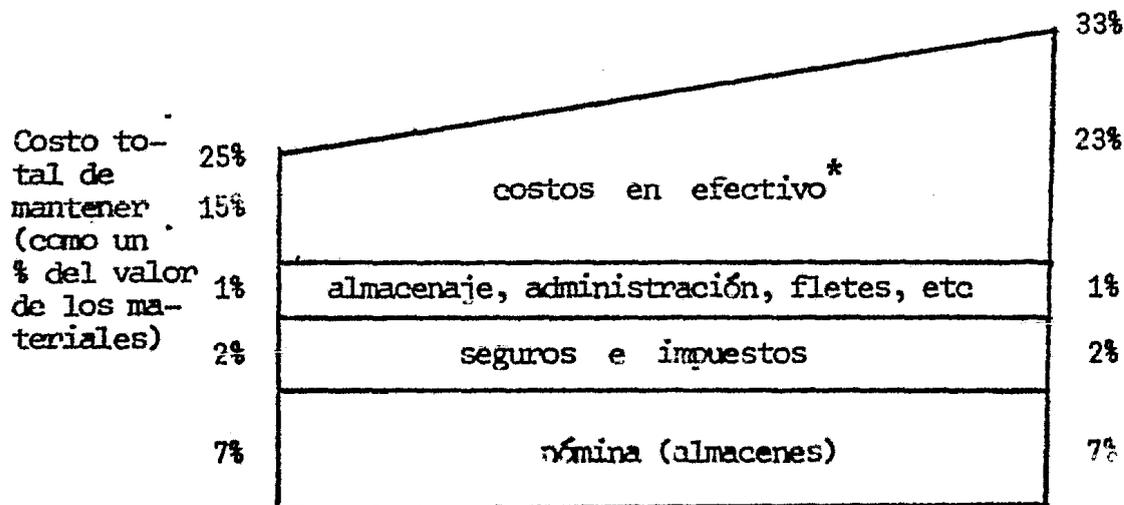
Un parámetro que es un poco difícil de cuantificar es la voluntad de los usuarios o pérdida de imagen. ¿ Como pueden cuantificarse las consecuencias de una demora en cuanto a los futuros planes de los usuarios, asumiendo que existan otras alternativas ?



### 3.2.8 COSTOS DE MANTENER

Mucho se ha escrito y dicho acerca del costo asociado con el mantenimiento de los materiales. La figura -- los parámetros que contribuyen a este costo total. Se puede argumentar acerca del porcentaje mostrado, pero basta con decir que el costo total anual de mantener es aproximadamente -- del 30% del valor de los materiales.

Con este figura en mente, es obvio el cuidado que se debe tener al manejar las compras de los materiales y al -- adquirir otros recursos, pues por estos conceptos la aerolí-- nea podría ahorrarse bastante dinero cada año. La atención se centra en el pago de los niveles de aprovisionamiento ini-- cial, los procedimientos de ordenar, consideraciones sobre el flujo de los materiales, etc.



\*costos en efectivo : costos de ordenar, de adquisición, de -- transportación, de manejo, de mantener, de depreciación, de administración, de capital.

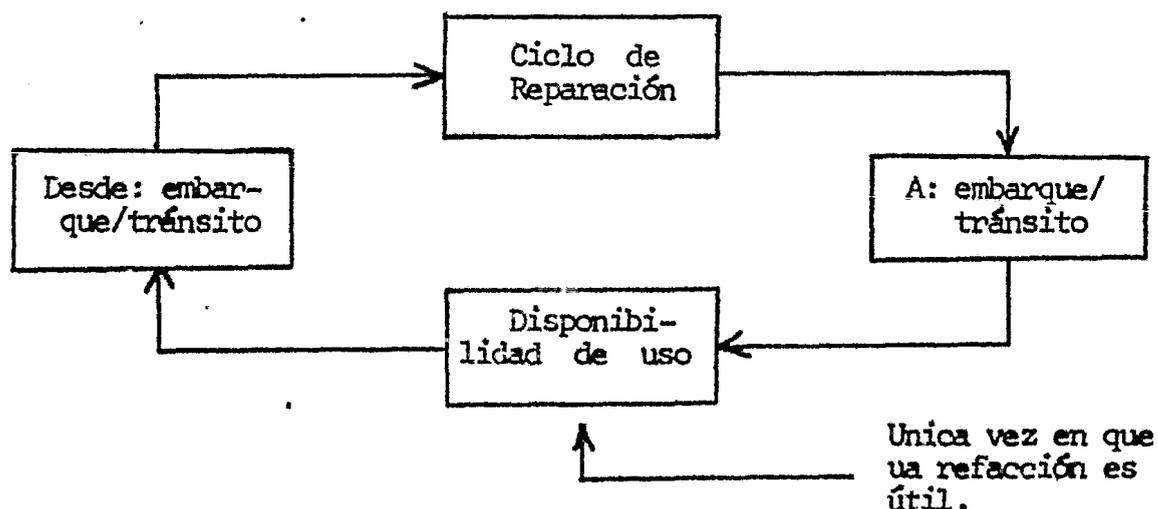
Nota. Esta gráfica nos indica que el costo total de mantener varía del 25 al 33%, dependiendo del % que las aerolíneas asignan a los costos en efectivo.

## 3.3

## LOGISTICA DE LOS MATERIALES Y SU APLICACION

Una refacción puede ser conveniente para una aerolínea únicamente cuando se encuentra en estado "utilizable", y esta localizada en sitios donde existe un número mayor de posibilidades de ser empleada. Esta es la razón por la que se debe planear con sumo cuidado su adquisición, transportación, reparación y ubicación, en la forma mas económica y operativamente conveniente para la empresa.

Si un componente se encuentra fuera de servicio, - esta en tránsito o en reparación, no es útil a la aerolínea, y es por esto que se debe tratar de minimizar el tiempo que - ese componente se encuentre en el "limbo".



### 3.3.1 ACCIONES ALTERNATIVAS

Antes de examinar los métodos de aprovisionamiento, analizaremos una serie de acciones alternativas para los casos en que no se encuentre disponible alguna refacción (en un momento determinado).

Cuando algún componente pierde su utilidad, hasta llegar a ser inoperante o se aproxima al vencimiento de su vida útil, normalmente es repuesto por una unidad del inventario. En caso de no disponer de alguna refacción, se presentan estas alternativas:

1. Reponer el componente fallido con alguno de otra fuente, como pueden ser:
  - Mutilación de otra nave o ensamble mayor.
  - Préstamo o renta con otras aerolíneas.
  - Préstamo o renta con algún fabricante o proveedor.
  - Reemplazo de todo un sistema.
2. Reparación de los Componentes. Esto normalmente involucra una revisión en tierra para verificar algún mal funcionamiento. Si la seguridad de un vuelo no es un problema, y surgen perturbaciones inesperadas, estas pueden turnarse a una estación de pernocta.
3. Operar la nave con un Componente en Mal Estado. Para legalizar esta situación, se imponen requerimientos muy estrictos:
  - Lista Mínima de Equipo (MEL). Es una lista asignada de equipo, el cual debe estar en condiciones de operación para permitir el despa-

cho. Si el componente fallido no se encuentra en la lista o hay suficientes unidades de tipo similar a bordo, para satisfacer esos requerimientos, entonces se puede operar la nave.

4. Declarar un AOG (Aircraft On Ground). Esto no es deseable, puesto que ocasiona un rompimiento en las operaciones diarias de la aerolínea; asumiendo que no se tengan naves en reserva, esto ocasiona costos extras por concepto de obtención de refacciones, y por hacerse cargo de los pasajeros (en caso de prolongarse la demora).
5. Declarar Cancelado el Vuelo. Asumiendo que no se tengan naves en reserva para realizar el vuelo. Este es un mal procedimiento desde el punto de vista de economía (ingresos), y de la imagen de la Empresa.

Las dos últimas alternativas se consideran indeseables, y en el caso de la cancelación de un vuelo, INACEPTABLE.

### 3.3.2 APROVISIONAMIENTO

#### Objetivos.

El objetivo principal en el proceso de aprovisionamiento es procurar, asignar refacciones y materiales que son requeridos para mantener a la flota (aeronaves) en operación.

Siendo necesidad de la Aerolínea, realizar una de-

terminada inversión en materiales y equipo. Esta es mínima, comparada con los costos adicionales acumulados, si las refacciones o el material no estuvieran disponibles al necesitarseles (pérdida de ingresos, costos por tripulación y pasajeros, etc.).

En conclusión, los objetivos básicos del aprovisionamiento pueden resumirse en dos:

1. Disponer de los materiales requeridos (refacciones, etc) para que las operaciones de la aerolínea se desarrollen normalmente.
2. Establecer los niveles mínimos de inversión (\$) en el inventario de esos materiales.

### 3.3.3 APROVISIONAMIENTO INICIAL Y REAPROVISIONAMIENTO

Analizaremos primero la diferencia que existe entre el aprovisionamiento inicial, y el reaprovisionamiento:

1. El Aprovisionamiento Inicial comienza con la adquisición de la(s) nave(s), y antes de disponer alguna operación para la(s) misma(s); a menos que haya estado en operación por algún tiempo en otra aerolínea. Como resultado, los niveles de aprovisionamiento se basan en las experiencias adquiridas al manejar los equipos; además, se cuenta con las recomendaciones de los fabricantes (ya que no se disponen de antecedentes).
2. El Reaprovisionamiento es el proceso de aprovi-

sionarse para la adquisición de naves adicionales (compras futuras). En esta etapa la experiencia en el manejo del equipo, adquirida al tratar con naves de tipo similar, puede ser de utilidad para el establecimiento de bases de adquisición (compras).

#### 3.3.4 PROCESO DE APROVISIONAMIENTO

Existen cuatro aspectos muy importantes en el planteamiento de cualquier proceso de aprovisionamiento:

1. ¿ Qué debemos comprar ?
2. ¿ Cuanto necesitamos comprar ?
3. ¿ Cuando lo queremos ?
4. ¿ Donde lo necesitamos ?

Algunos de los factores que tienen gran importancia en la toma de estas decisiones son :

1. En la Decisión de ¿qué comprar?, el fabricante edita los Catálogos de Partes Ilustrados (IPC), los cuales son de mucha utilidad en este aspecto. Por su parte, los proveedores suministran manuales referentes a las reparaciones mayores (overhauls) de las naves, y a la gama de productos que distribuyen. Otro aspecto que no hay que olvidar en este punto, es la experiencia de la aerolínea en el manejo de esos artículos, la cual puede ser también de utilidad en la toma de esta decisión.

2. Para determinar la Cantidad a Comprar, debemos de considerar los siguientes aspectos: rutas, programas propuestos de mantenimiento, requerimientos de despacho (MEL), integridad y transporte de los materiales y por último, la influencia que tienen los precios a la hora de elaborar los proyectos de la aerolínea.
3. En la decisión de ¿cuando comprar?, debemos considerar la predicción (pronósticos), en el uso de las refacciones (materiales) para así evitar compras de pánico o agotamiento de existencias.
4. La Asignación de las Partes, dependerá sobre todo de la estructura de las rutas de la aerolínea, del número y capacidad de realizar actividades de mantenimiento en las mismas, del ciclo de operaciones de la flota (vuelos), etc.

### 3.3.5 ASPECTOS SOBRE LA DEMANDA

Podemos obtener refacciones para una nave o un motor, únicamente cuando podemos predecir la demanda para una parte determinada (caso ideal).

La demanda de refacciones puede surgir de varias maneras:

1. Demanda Predescible. Esta es normalmente la fuente principal de demanda. Los artículos en esta categoría, son aquellos para los cuales la demanda puede ser estimada razonablemente, basándonos en los rangos de demanda de artículos simi

lares en otra flota o aquellos para los cuales una rutina "fuerte" implica programas de sustituciones o reemplazos.

2. Demanda Impredescible. Los artículos en esta categoría, son aquellos para los cuales la demanda es estable durante la vida útil de la nave, pero para los cuales no se disponen de datos históricos u otra clase de antecedentes que nos permitan estimar una futura demanda (al ampliar la flota, en casos de falla, etc). En estos casos, el usuario y el proveedor pueden trabajar con el Departamento de Ingeniería, para establecer un pronóstico de demanda.
3. Aprovechamiento de Artículos Diferidos. Los artículos en esta categoría, son aquellos para los cuales se puede predecir la demanda, pero es probable que esta no ocurra hasta que la nave este en servicio por uno o más años. Típico de esta clase de artículos, son las unidades programadas para su reemplazo al someterse una nave a reparación mayor (overhaul). Normalmente, debemos aplazar el provechamiento de estos artículos para evitar el incremento innecesario en el presupuesto asignado. Sin embargo es sabido, que el costo de esos artículos se incrementa en proporción mayor al costo de capital (valuado normalmente en un 12%), y puede ser mas efectivo provecharse prontamente de los mismos.
4. Artículos Asegurados. Son artículos normalmente de un costo elevado, los cuales requieren de ser reemplazados únicamente en caso de sufrir

fallas o acontecimientos impredecibles. La -  
cuantificación del aprovisionamiento de estos -  
artículos se considera mínima.

5. Artículos perdidos ó dañados durante el Aprovi-  
sionamiento. En esta categoría se encuentran  
aquellos artículos que no requieren reemplazo -  
por uso o deterioro, pero están sujetos a pérdi-  
da o daño durante el mantenimiento rutinario o  
especial de la nave. Estos artículos, son es-  
pecíficamente aquellos que son removidos de la  
nave con el propósito de tener acceso a la mis-  
ma (remociones tanto internas como externas).
6. Artículos Reemplazados por ser de un Daño Poten-  
cial. Estos artículos, usualmente no requie--  
ren reemplazo por uso o deterioro, pero históri-  
camente están sujetos a daño durante su acarreo  
a las pistas, o al ser remolcados por personal  
de tierra.

### 3.3.6 ASIGNACIONES

Después de decidir que comprar, las siguientes dos  
decisiones son: Cuanto y donde asignar. Estas decisiones  
están directamente relacionadas entre sí. El lugar al que -  
asignaremos, tiene un efecto directo en cuanto compraremos y  
viceversa.

La asignación a una estación, puede considerarse -  
como la cantidad de artículos necesarios para mantener en ope-  
ración (10 a 20 días) a cada una de ellas.

Algunos de los factores considerados al determinar la cantidad de material asignado a las estaciones son:

1. Importancia de los Materiales. Se debe analizar la importancia que tiene cada artículo para el despacho de los vuelos.
2. Condiciones de Vuelo. Se puede estudiar la posibilidad de que el vuelo a despacharse, se pueda llevar a cabo con artículos o sistemas bajo condiciones de incertidumbre o inoperantes.
3. Porcentaje Anticipado de Falla. Este es un pronóstico que se puede efectuar considerando las experiencias propias sobre la materia o con la información que proporciona el fabricante, sobre los tiempos promedio entre fallas prematuras o tiempo promedio de remoción (MTBP o MTBR).
4. Beneficios por Apoyo. Cuando una estación se encuentra próxima o se dispone de buena y frecuente comunicación con otra estación de mayor categoría, se puede pensar en disminuir la asignación de unidades a la misma.
5. Beneficios de un Pool. Esta alternativa es bastante económica y puede ser la mas conveniente, sobre todo en estaciones en el extranjero.
6. Costo de Adquisición de las Unidades. Este valor junto con las condiciones establecidas en los incisos anteriores, se deben evaluar considerando el riesgo de una demora o cancelación; es decir, la cantidad de problemas que acarrea el asignar una unidad en un punto remoto vs. el nivel de servicio que se planea establecer en una determinada ruta.
7. Clasificación de las Estaciones. La mayoría de

las aerolíneas disponen de un sistema mediante el cual clasifican sus estaciones de acuerdo a su capacidad de mantenimiento.

Es obvio que una estación de clase 1, tiene mayor prioridad que una estación de clase 5, en cuanto son establecidas las actividades. Esta clasificación es la siguiente:

1. Estación Clase 1. Estación capaz de llevar a cabo operaciones de mantenimiento mayor (normalmente se programan como estaciones de servicio "R").
2. Estación Clase 2. Estación capaz de realizar servicios de mantenimiento "T". Tienen capacidad para realizar 4 o más tareas de mantenimiento a la vez.
3. Estación Clase 3. Estación capaz de realizar servicios de mantenimiento "B" (2 a 4 al mismo tiempo). Disponen de los artículos mas importantes para realizar estas actividades.
4. Estación Clase 4. Estación capaz de realizar servicios de mantenimiento "A". Normalmente se programan entre pequeños recorridos, tienen gran demanda y solo disponen de los artículos mas elementales para desarrollar sus actividades.
5. Estación Clase 5. Normalmente no se les asigna personal específico para realizar el mantenimiento u operar los almacenes, realizan servicios de pre-vuelo y tránsito. Esta clase de estaciones se programan entre pequeños recorridos, y disponen de: frenos, cilindros de oxígeno

no, ruedas armadas, etc.

### 3.3.7 GANANCIA MARGINAL

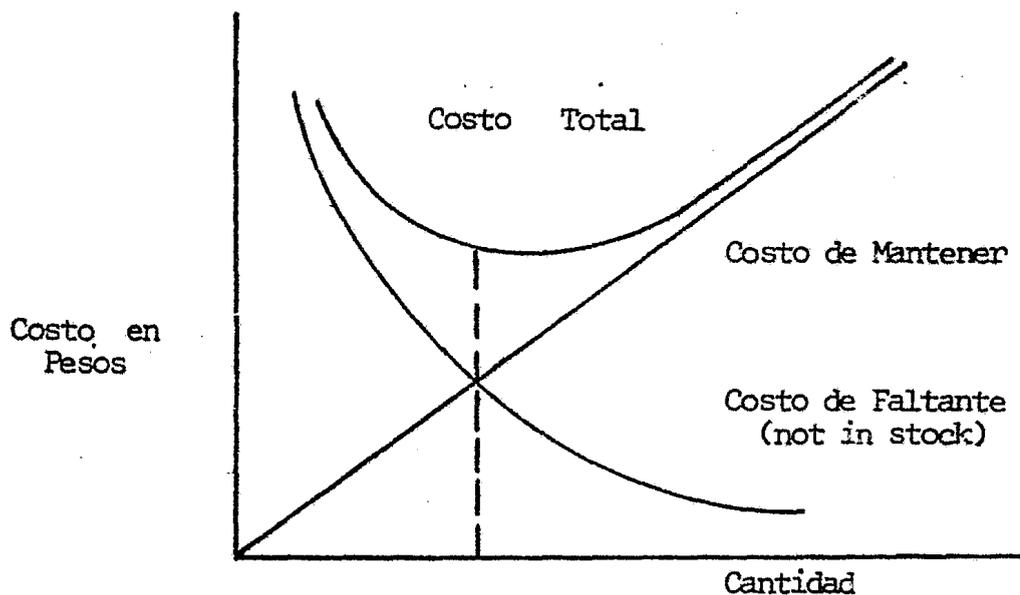
#### 3.3.7.1 RELACION ENTRE LOS COMPONENTES Y LOS COSTOS DE MANTENER

Asociados con los costos de los componentes (materiales), existe una línea de costos de mantener y una curva de faltantes (figura). Este último es definido como el costo en que incurrimos si las existencias se terminarán.

La figura muestra los costos de faltantes, los cuales se reducirán con el incremento de los costos de mantener, y la curva de costos totales se deriva de la suma de estos dos últimos. Por lo tanto, la curva de costos totales puede expresarse como una función de la inversión en pesos más los costos de mantener.

Esta técnica puede ser aplicada durante el aprovisionamiento inicial, para determinar el número de componentes requeridos para alcanzar un nivel de servicio específico (% del total de demandas en espera de ser satisfechas en períodos de tiempo razonables).

El establecimiento de cantidades óptimas a mantener en existencia, determina que la dirección debe primero establecer un nivel de servicio determinado, y posteriormente aplicar el concepto de la Ganancia Marginal Incremental.



### 3.3.8 CONCEPTO DE GANANCIA MARGINAL

El concepto de la Ganancia Marginal por Incrementos se usa para minimizar el costo de la inversión asociado con un nivel de servicio deseado.

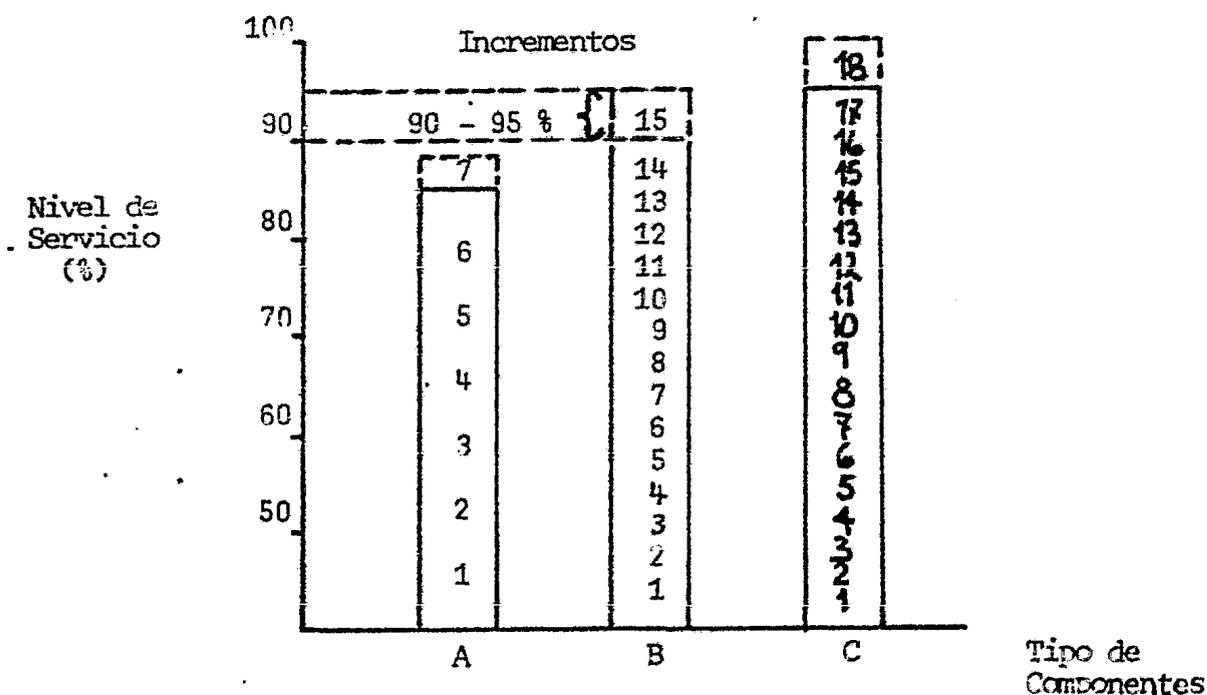
El primer paso de este proceso, es determinar para cada componente el número de unidades requeridas para satisfacer un nivel de servicio dado, establecido por la dirección.

La asignación u obtención de componentes adicionales, se logra mediante la comparación interactiva del valor de la ganancia marginal para todos los componentes de la flota, - cada vez que se añade una nueva unidad.

El componente con el valor mas alto en la ganancia marginal "valuado en cada iteración", trae consigo la solu--

ción (como si permanentemente fuera el mas adecuado).

El proceso continúa hasta que el nivel de servicio deseado es alcanzado. Si durante el proceso, el n.... componente añade mejoras al nivel de servicio deseado, entonces no serán realizadas futuras compras de ese componente (el nivel de servicio se establece sobre necesidades reales, el rebasar ese nivel implica que incurramos en costos adicionales a los previstos anteriormente).

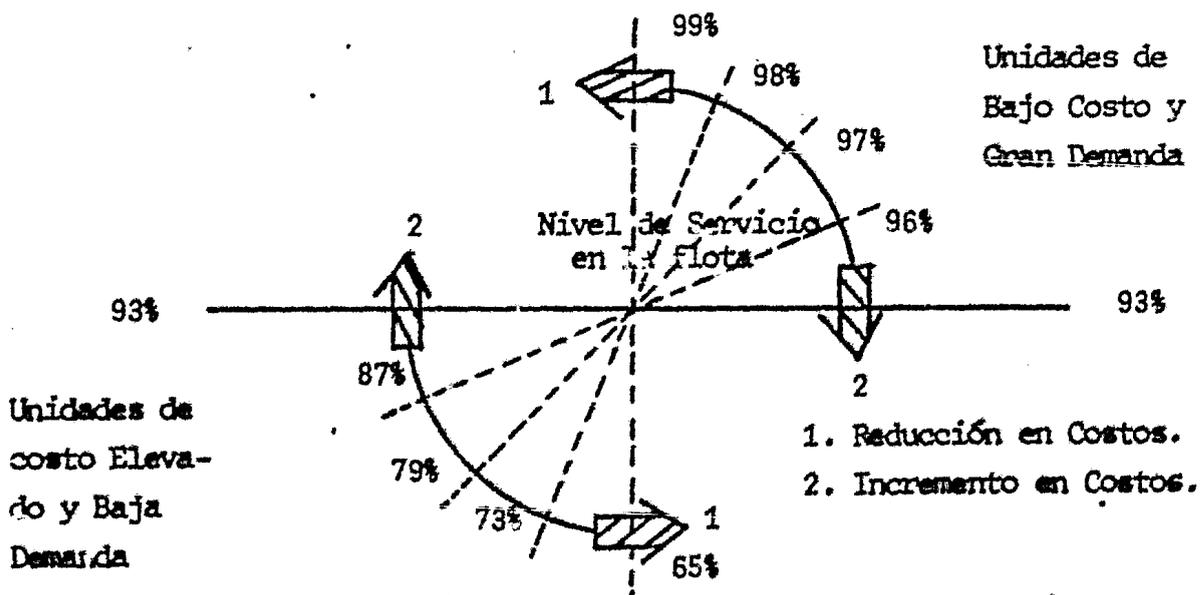


Nota. La compra de uno o más de los componentes "B" da el incremento mayor (90-95%) en el nivel de servicio.

El principio de la ganancia marginal radica en la compra de menos componentes de un costo elevado, los cuales tienen una baja demanda; y en cambio, adquirir mayor número de componentes de un menor costo, los cuales tienen una gran demanda y siendo además los que minimizan el total de los gastos, a la vez que mantienen constante el nivel de servicio.

La figura muestra una serie de circunstancias, en las que se sugiere la compra de una determinada cantidad de unidades de bajo costo, las cuales producen un nivel de servicio del 96%; acoplado a las unidades de un costo elevado, las cuales dan un nivel de servicio del 87%, por otra parte, ambas producirán un nivel de servicio en la flota del 93%.

Ese mismo nivel de 93%, también es alcanzado con unidades de bajo costo que proveen de un nivel del 99%; acoplado con suficientes unidades de alto costo, las cuales producen un nivel del 65% en la flota, aún permanece el 93% como nivel de servicio en este caso, pero al costo más bajo en la inversión.



## 3.3.8.1 EJEMPLO

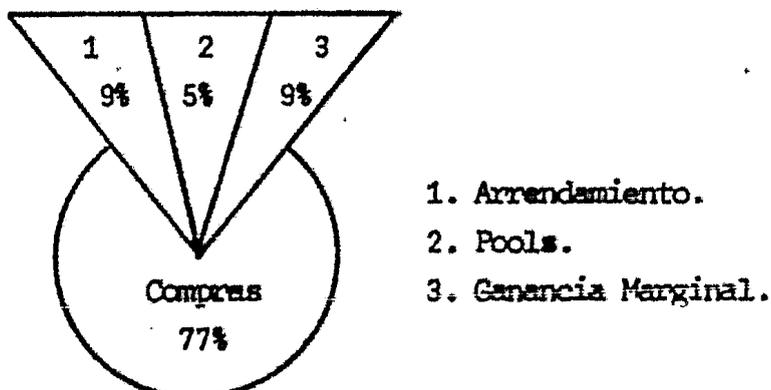
El uso de los modelos de ganancia marginal, incrementan la capacidad de la Dirección Técnica para establecer - controles en los niveles de servicio y en los niveles de inversión en los rotables.

La ganancia marginal implica un análisis de los siguientes factores:

1. Pronóstico de remoción de componentes.
2. Asignaciones.
3. Costos de mantener.
4. Nivel de Servicio.

Mediante la ganancia marginal, se analizan los niveles de servicio individuales de los componentes; pero se debe tener siempre en mente los objetivos globales para toda la flota.

La figura muestra a la ganancia marginal junto con otros métodos que son responsables del 23% de reducción en el total de las compras de la aerolínea. En este caso, la ganancia marginal provee del 9% de esos ahorros.



### 3.3.8.2 VENTAJAS

Aparte de los ahorros que ofrece en algunas de las compras ya mencionadas, los mayores beneficios se derivan del uso del modelo en las siguientes áreas:

1. Ajuste de asignaciones.
2. Facilidades en la resolución de un AOG.
3. Selección de refacciones para el mantenimiento
4. Establece prioridades en la producción (servicios).

Puede observarse que estas acciones van desde horas, días, meses y hasta años. En cada caso, las acciones se planean de acuerdo a los controles que se han establecido previamente.

Otras ventajas son:

1. La ganancia marginal minimiza la inversión en los inventarios por arriba del 10% en rangos estables de demanda.
2. Mejora la organización de mantenimiento de acuerdo a las necesidades existentes.
3. Mejora la asignación de materiales entre la base principal y las estaciones.
4. Mejora en ocasiones los niveles de servicio.

### 3.3.9 CONCEPTO DE POOL

La International Airlines Technical Pool (Abastecimiento Técnico Internacional de Aerolíneas), ha estado en existencia por más de 26 años y ha tenido un éxito rotundo en la "reducción de gastos de capital", requeridos por las aerolíneas miembros para el abastecimiento de sus estaciones.

El concepto de "pool" (fondo común) es el de una aerolínea "abastecedora", la cual deposita una parte o componente en un "pool" en una estación y una determinada aerolínea -- "usuaria" que opera en esa estación, esta facultada para pedir prestada esa parte por un período determinado de tiempo al sufrir una falla alguna de sus aeronaves.

Por ejemplo: British Airways como "abastecedor", - debe depositar un indicador de velocidad en el pool de B-747 en Londres, y debe aceptar a Pan American, TWA y a Air India - como "usuarios". Lo que significa, que estas tres aerolíneas pueden solicitar del pool esa pieza en caso de falla y así evitar la compra por separado de tres unidades, de las que quizá raramente recurrirán a sus servicios.

Por otro lado Pan American, TWA y Air India, deberán proporcionar las mismas facilidades a British Airways en alguna otra estación.

**Proveedor.** Significa un socio que provee una facilidad o servicio técnico.

**Usuario.** Significa el socio que hace uso de cualquiera de las facilidades o servicios -- así provistos.

Un proveedor mantendrá disponible para beneficio - de cada usuario una existencia de refacciones, motores y --- otros equipos en sus respectivas estaciones (aeropuertos).

El usuario deberá notificar al proveedor sobre sus itinerarios de vuelo o de cualquier cambio al mismo o de vuelos adicionales, de haberlos, con una anticipación razonable y por último recoger del proveedor las refacciones, motores y equipo a que tiene derecho a usar.

Todas las facilidades técnicas y los servicios proporcionados bajo este convenio se efectuarán de acuerdo con - las normas, prácticas y procedimientos del proveedor y con -- apego a las instrucciones de los fabricantes de los artículos en cuestión, además de acuerdo con las leyes y reglamentos de las autoridades locales u otras que se apliquen al proveedor. Un socio en este convenio podrá convertirse en miembro de --- cualquier "POOL", al recibir la aprobación de los miembros de tal grupo.

Tan pronto como un miembro sea admitido como miembro de un "POOL", el participante al mismo quedará inscrito - al convenio de la agencia EDP, por lo que se refiere a dicho grupo.

Solamente podrán participar en este convenio una - aerolínea si:

1. Es miembro de la IATA u opera servicios de itinerario en el servicio público de transporte de pasajeros, correo o carga.

2. Este en condición, dispuesta y en posición de actuar como proveedora en no menos de una estación por cada grupo en el cual desea participar.
3. Se ha familiarizado con los procedimientos y prácticas de la participación (pooling).
4. En estaciones dentro de su propio país no se le restrinja o prohíba de alguna manera, el proporcionar facilidades o servicios técnicos incluidos en este convenio

La IATP es dirigida por un comité formado por siete miembros.

Los acuerdos sobre pools establecidos entre aerolíneas, además se acompañan de negociaciones directas entre las partes concernientes y se comunica a las agencias EDP; las cuales son responsables de publicar los documentos de control, actualizarlos mensualmente y de sintetizar el estado de contabilidad de los socios. Las aerolíneas miembros de IATP, además proveen de equipo y recursos para la reducción de los gastos de operación en las estaciones.

Ejemplo:

Estación A:

Abastecedor - PA  
 Usuarios - BA  
 - AI  
 - TW  
 etc.

Estación B;

Abastecedor - BA  
 Usuarios - PA  
 - TW  
 - SK  
 etc.

### 3.3.10 PLANEACION Y CONTROL DE POOLS

Los documentos de control que establecen las actividades de un pool, son conocidos como "anexos" y son publicados por IATP a través de la agencia EDP al comienzo de cada estación (1o. de noviembre en la temporada de invierno y el 1o. de abril en la temporada de Verano).

Estos anexos son revisados en las Reuniones Semestrales de Planeación de IATP, las cuales sellevan a cabo un mes previo al comienzo de cada nueva estación. Los cuatro tipos de anexos de planeación que se editan son:

ANEXO 1. Plan de Operaciones Industriales. En el cual se enlistan las actividades de una estación, referentes a un determinado grupo de unidades y las aerolíneas operantes en ella.

ANEXO 2. Indica las partes que se han aceptado para el abastecimiento en un grupo de pools y señala la aplicación para cada aerolínea en dichos grupos.

ANEXO 3. Presenta una lista de artículos numerados por IATP de todos los acordados para cada estación. Indica el período de abastecimiento, las cantidades dentro del pool, la aerolínea abastecedora y se muestran además, todas las aerolíneas usuarias para cada estación donde exista un POOL.

ANEXO 4. Es un listado similar al anterior, solo - que en este se muestra el orden de las es taciones, de acuerdo a los artículos de cada POOL mencionados anteriormente.

### 3.3.11 DOCUMENTOS DE CONTROL

Inevitablemente durante una estación, se llevan a cabo cambios a las actividades planeadas para un determinado POOL como resultado de las variaciones en los equipos de las aeronaves, cambios de itinerarios, la disponibilidad de par tes y un sin número de factores más.

Cuando alguno de estos cambios ocurren, estos son notificados a la agencia EDP, se envían los datos al corriente para cada POOL en los que se está participando y las co rrecciones se publican mensualmente para las aerolíneas que - lo hayan solicitado (de esta manera pone en sobreaviso a las demás aerolíneas).

Estas enmiendas son confirmadas atendiendo a los - cambios que se incluyan y aquellos que se hayan acordado en tre los socios de un POOL. Tienen además un fin muy impor tante, que es el verificar que los datos sean antecedentes co rrectos para la agencia EDP, los cuales se publican en el Ane xo seis al final de cada temporada.

El Anexo seis, es esencialmente el documento de - contabilidad que indica el débito y el haber de cada aerolí-- nea sobre un determinado POOL en una estación determinada, in dicando el balance final para dicha estación. Cada aerolí

nea usuaria paga en proporción a los costos acordados por una fórmula que varía de acuerdo al tipo de aeronave.

Es obvio que los pagos parciales correspondientes - al costo de un grupo de POOLs van más allá del costo de adquisición, almacenamiento y mantenimiento de las partes. Por lo tanto, no es de admirarse que la mayoría de las Aerolíneas Internacionales participen en las actividades de IATP. Un balance final (de todos los POOLs) se envía a la empresa deudora o acreedora para acciones de contabilidad y cobro, a través de la Cámara de Compensación de IATA (IATA Clearing House).

Ejemplo: AEROMEXICO

Verano 1981.

Unidades Provistas por AM .....	76		
Costo de Adquisición .....	\$ 153, 064		USD
AM recibió por Proveedor .....	\$ 15, 693		USD
Unidades en que participa AM .....	141		
Costo de Adquisición .....	\$ 194, 862		USD
AM pagó por participar .....	\$ 7, 440		USD
SALDO FAVORABLE PARA AM .....	\$ 8, 253		USD

Invierno 1981 - 82.

Unidades Provistas por AM .....	83		
AM recibió por proveer .....	\$ 13, 153		USD
Unidades en que participó AM .....	92		
AM pagó por participar .....	\$ 5, 125		USD

SALDO FAVORABLE PARA AM ..... \$ 8, 028 USD

Para el período de Invierno 1982 - 83, AM solicitó incrementar su participación en 32 unidades de DC-10 en Madrid.

### 3.3.12 ANALISIS DE RETRABAJOS INTERNOS vs. EXTERNOS.

La Dirección Técnica debe constantemente cuestionar se si es más económico o más deseable retrabajar (reparar, res-taurar, realizar un overhaul, etc.) productos con sus propios recursos o en caso contrario, adquirir servicios con proveedo-res externos.

Se presentan una serie de ventajas al hacer los tra-bajos en talleres internos como es el tener un control sobre - la prioridad, la calidad, la iliminación de tiempos improducti-vos y un ahorro potencial referentes a otros costos de los ma-teriales.

La decisión de realizar el trabajo interna o exter-namente deberá hacerse a través de un análisis previo de todos los factores que se vean involucrados. Si existe una demanda reducida del producto, entonces la decisión será de tipo econó-mico. Los recursos de producción de una aerolínea (facilida-des, personal, niveles de capacitación, equipos, etc.) deben - ser cuidadosamente considerados para tomar alguna decisión.

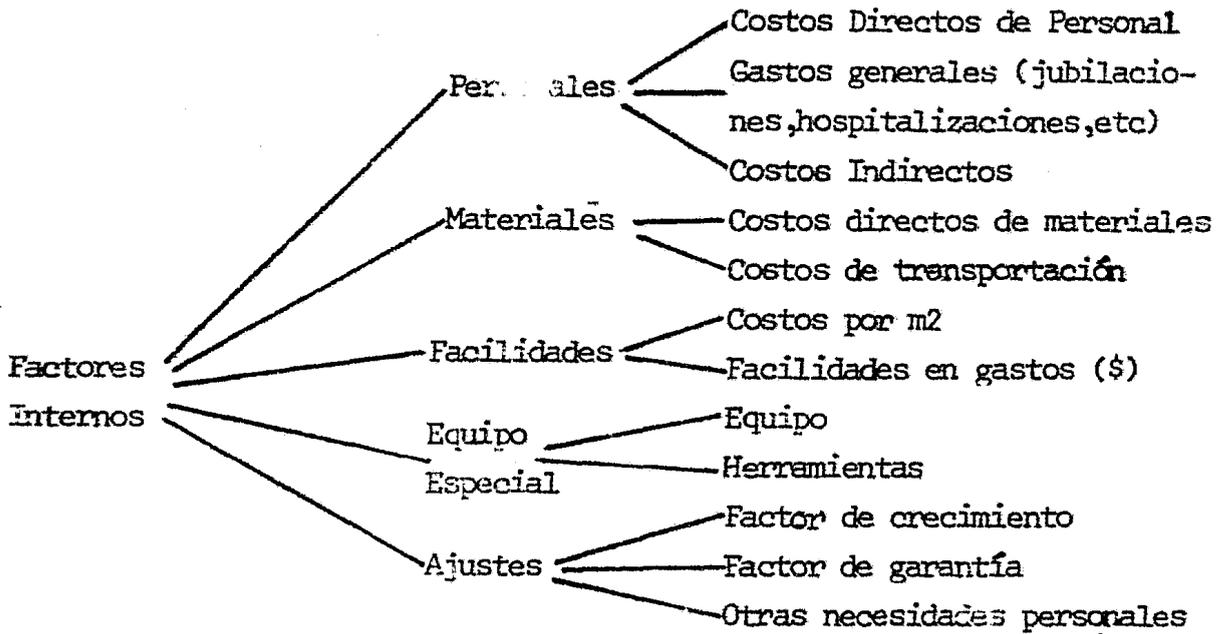
### 3.3.13 FACTORES INTERNOS DE RETRABAJOS

Este listado puede ser de utilidad para delinear el costo total de realizar los retrabajos en los talleres de la compañía. Los costos de personal (incluidos gastos generales), costos de material, costos de las facilidades, costos de equipo y los costos de ensayar o probar algunos otros factores que puedan tener importancia en este análisis, deben ser tomados muy en consideración.

El costo del material incluye no únicamente el precio de compra, sino que también debe incluir los costos de transportación. En el área de personal, el costo de supervisión y todos los gastos en que se pueda incurrir por este concepto, deben ser incluidos para que este estudio sea realizado.

En el "ajuste" de algunos factores, se considera el criterio de que al realizar un trabajo se gana experiencia, pues se sabe que habrán futuras expansiones en estas áreas. La(s) garantía(s), son un factor de ajuste y tranquilidad personal al saber que se tendrá control en el proceso y no tendremos que confiarnos de promesas externas. Otro punto importante es la contratación de personal adicional, el cual puede utilizar parte del día en la realización de otros trabajos (además de los propios) o se pueden dedicar a realizar retrabajos como parte de su trabajo.

Podría haber otros factores, pero estos son los primordiales a ser considerados:



### 3.3.14 FACTORES EXTERNOS DE RETRABAJO

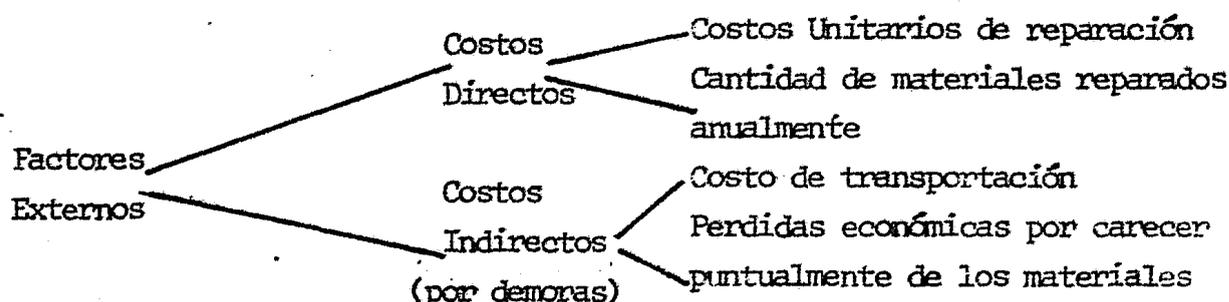
Después de haber completado el análisis de los costos de realizar un retrabajo internamente, el siguiente paso es delinear los costos que se tendrán por realizar externamente ese trabajo (proveedores, talleres externos, etc).

Algunos aspectos que abarca este análisis son:

El tiempo de desgaste en el uso de los componentes, el cual tiene un determinado valor al hacer nuestros programas de mantenimiento.

El tiempo flotante se considera como el tiempo que tardan los materiales (componentes) en su recorrido por los talleres internos o en su defecto, por las casas reparadoras externas.

En el caso de recurrir a transportistas extranjeros, los componentes se embarcarán a un país determinado y de ahí al lugar de destino (reparación), esto se puede traducir en demoras de todo tipo, las cuales pueden ocasionar gastos - por demoras al hacer el balance final.



### 3.3.15 EJEMPLO DE RETRABAJO INTERNO vs. EXTERNO

La figura muestra un ejemplo de una reparación típica de materiales, donde el valor total de los componentes reparados (con base a un año), es del orden de los \$ 250, 000.00 USD a una tasa de interés del 15%, y un período de amortización de 10 años, estos serán los datos que manejaremos en los cálculos.

Sin los ajustes, se tendrían \$ 288, 000.00 USD para los costos internos y \$ 244, 000.00 para los costos externos, lo que sugeriría que las reparaciones externas serían la mejor opción.

Sin embargo, cuando se agregan los factores de ajuste la situación cambia. La garantía de tener un componente cuando se le necesite, se considera con un valor del 10% o de \$ 28, 000.00 USD, y la opción de usar personal en

otras actividades se consideran con un valor del 5% o de \$ 14, 000.00 USD, lo cual da un balance total de \$ 42, 000.00 USD ( $-\$14,000 + \$28,000$ ); reduciéndose así el costo interno a \$ 246, 000.00 USD ( $\$288,000 - \$42,000$ ). Además, al tener necesidad de disponer de alguno de los componentes de manera inmediata, añade \$ 14, 000.00 USD a los costos externos por concepto de gastos; para así, finalmente ajustar su valor en \$ 254, 000.00 USD ( $\$244,000 - \$14,000$ ), llegando finalmente a la conclusión de que es mejor realizar el trabajo en los talleres internos, debido a los resultados que se obtienen al hacer el balance final.

Nombre del Taller :	Hidráulico	
Valor Total de la Reparación :	\$ 250, 000.00 USD	
Número de componentes :	50	
Tasa de Interés :	15%	
Período de Amortización :	10 años	
<u>Análisis:</u>		
	INTERNA	EXTERNAMENTE
Tiempo de Reparación (semanas) .....	7	10
Costo Total por Personal...	\$120,000.00	
Costos Total por Facilidades .....	\$ 8,000.00	
Costo Total por Equipo ....	\$ 80,000.00	
Costo Total por Materiales .....	\$ 80,000.00	
	<u>\$288,000.00</u>	
Costo Externo del Servicio .....		\$240,000.00
Ajustes : Garantías .....	\$ 28,000.00	
Personal .....	\$ 14,000.00	
Gastos por Demora .....		\$ 14,000.00 <sup>+</sup>
BALANCE FINAL .....	\$246,000.00	\$254,000.00

### 3.4 MANEJO DE INVENTARIOS

#### 3.4.1 CONCEPTOS FUNDAMENTALES

La inversión en los inventarios debe vigilarse y controlarse desde dos puntos de vista primarios: la operación y el financiamiento.

Desde el punto de vista operativo, las inversiones en los inventarios son un requerimiento primario para que la compañía pueda llevar a cabo la producción de servicios. En los negocios de aviación, los cuales cuentan con un capital muy elevado y un comercio intensivo con los inventarios, esta inversión permite a las aeronaves cumplir con su misión puntualmente abasteciéndolas de refacciones en un nivel suficiente para llevar a cabo reparaciones, modificaciones y dar mantenimiento a la nave.

El financiamiento es el proceso de convertir capitales (pesos) en activos que no son "tan líquidos". Cada peso ligado a la inversión en inventarios, es un peso no más -- aprovechable para la compañía que las reuniones con su comité financiero.

Así, la tarea básica de la Dirección Técnica es hacer un balance de las inversiones contra el nivel de aprovisionamiento requerido para llevar a cabo las operaciones de la aerolínea. Como la inversión de una compañía en los inventarios es finita, se establecen controles y se disponen de recursos humanos para dirigirla, esto de manera similar a un proceso. Sin embargo, como el número de partes requeridas -

para sostener una aerolínea son tantas, y se establecen tantas relaciones con otras partes y el producto final (aerolínea), que se establecen métodos dinámicos para reducir esta tarea - tan importante a dimensiones razonables. La clasificación - de los materiales por sus diferentes características, en una clásica aproximación usada para reducir el problema de con-- trol a grupos manejables.

Un método puede reflejar: un alto (A), moderado -- (B) o bajo (C) valor en pesos del artículo. Una alternativa puede reflejar el potencial de recuperación de un artículo ro-- table (A), reparable (B) o de consumo (C). Un tercer méto-- do, puede reflejar el grado deseable de control: individual (A), conjunto (B) y de uso o consumo múltiple (C).

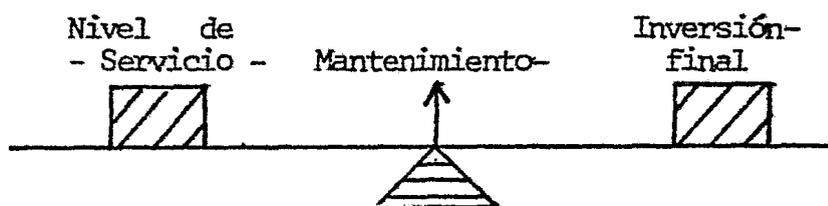
El sistema de clasificación ABC de materiales, se basa en la filosofía de que: "muchas veces cuesta más el con-- trol que lo que vale lo controlado".

La idea de separar los materiales según su valor, parte de este concepto:

- A). Artículos que por su alto costo de adquisi--- ción o por su utilización como material críti-- co, requieren de un control estricto.
- B). Artículos de menor costo, los cuales requie-- ren menor esfuerzo y más bajo costo de admi-- nistración.
- C). Artículos de poco costo, proporcionalmente al total de la inversión y que sólo requieren -- una simple supervisión sobre el nivel de exis-- tencias.

La tabla ilustra la forma de control de las áreas ABC.

En la práctica, se necesita discernir para colocar un artículo en alguna de esas tres categorías, pues no todos los artículos pueden ser claramente identificados dentro de esta tabla. Esto podría implicar la expansión de cada categoría en sub-categorías, para así incrementar la flexibilidad en el control hasta que finalmente todos entablen las mismas relaciones ABC.



Parámetros	A	B	C
	Rotables	Reparables	Consumo
Valor	alto	moderado	bajo
¿ Son seriados ?	si	si	no
¿Tienen garantía?	si	algunas veces	no
Control	número de serie individual	análisis de conjunto	consumo por unid. y/o medida
----- Criterio (para su adquisición)	alto	poco	muy poco
Uso	bajo	moderado	alto

### 3.4.2 DISTRIBUCION ABC

Existe una relación directa entre la clasificación ABC y el valor relativo de los artículos. Esta relación, sugiere que aproximadamente el 20% de los artículos representan el 80% del valor total. Por el contrario, el 80% de los artículos representan únicamente el 20% de la inversión total.

Normalmente, el primer paso para clasificar los inventarios es: desarrollar las categorías de rotables, reparables y consumo, con los artículos de valor más alto (categoría A) identificados como rotables.

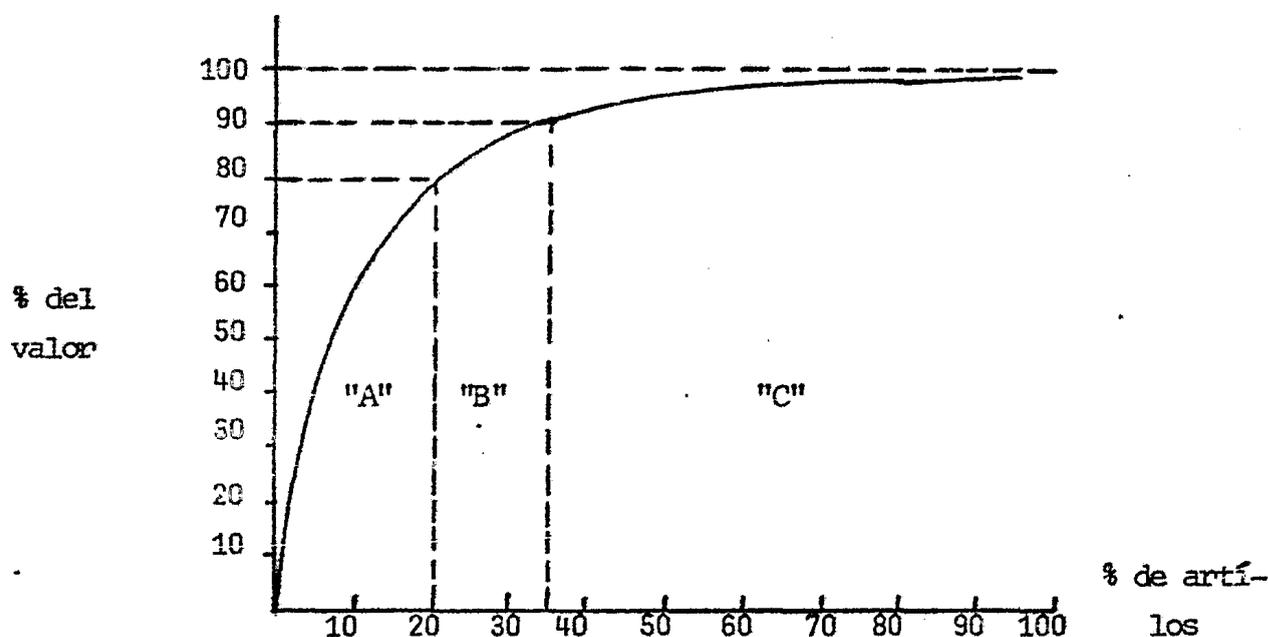
La identificación de reparables (categoría B), corresponde a los artículos de valor medio y los de consumo (categoría C) a los artículos de menor costo.

Debe notarse, que el juicio y el criterio con los cuales son considerados los materiales reparables podrían impactar nuestra decisión y así ocupar un lugar mediano o alto entre los artículos valuados en la categoría de consumo.

El inventario de rotables representa aproximadamente del 5 - 10% del total de los artículos del inventario, sin embargo, esto representa normalmente por encima del 65% de la inversión total en estos.

El ciclo de mantenimiento para esas partes es complejo, pero cumple con los procedimientos necesarios para asegurar el buen estado y las condiciones de operación para cada parte. Los costos de mantenimiento, son ahora cinco veces -

mayores que los costos de adquisición o depreciación. De -- aquí, la importancia de establecer sistemas de control para - los inventarios y el aprovisionamiento.



### 3.4.3 CONSIDERACIONES SOBRE EL NIVEL DE SERVICIO

Como se ha mencionado, un factor muy importante para el desarrollo de la Logística es tener las partes disponibles cuando se les necesite.

Idealmente el nivel de servicio (SL), debe ser --- siempre del 100%. Esto es económicamente impracticable, -- puesto que la demanda no siempre es constante y los costos se elevan en formadramática al 100% aproximadamente. Para ob-- servar esta situación desde un punto de vista "logístico", de

bemos primero definir el porcentaje de SL necesario para conducir las operaciones y al cual, estas puedan ser financieramente provistas. Esto es normalmente entre el 65 y el 96%, de manera que al acudir a los almacenes, debemos realmente suponer que la parte deseada no siempre esta disponible. El nivel de servicio es una medida histórica y debe ser determinada por la dirección en función de la importancia de la parte, su uso y la utilidad de la misma.

Los niveles de servicio se determinan por tres factores:

1. La cantidad que se tiene a la mano (existencias).
2. El tiempo de reparación y el tiempo de entrega (lead time).
3. El tiempo flotante (tiempo transcurrido entre ambos).

Analicemos los tres casos: 1) Si incrementamos la cantidad de materiales, reduciremos los agotados. 2) Si disminuimos el tiempo de reparación para un nivel de existencias dado, se incrementarán los costos de mano de obra y de las facilidades, pero disminuirémos los agotados. 3) Si disminuimos el tiempo flotante para una cantidad de existencias determinadas, dispondremos de más materiales y disminuirémos los agotados. En el logro de todo esto, habrá probablemente un incremento en los costos. La clave es determinar en cual de estas tres áreas, el desembolso de un peso nos dará un reembolso mayor; para entonces establecer el nivel apropiado en los servicios y así lograr estos objetivos a un costo razonable. El método de la Ganancia Marginal es un acercamiento -

a este principio.

### 3.4.4 MANEJO DEL NIVEL DE SERVICIO (POR ABAJO DEL NIVEL NORMAL DE EXISTENCIAS)

#### 3.4.4.1 DEFINICION DEL NIVEL DE SERVICIO

Un nivel de servicio en una aerolínea, puede ser definido como el porcentaje de solicitudes de partes o artículos de servicio que son satisfechas desde el inventario o stock, dentro de un período razonable de tiempo; después de haberse hecho la primer solicitud. Lo inverso de esto, es el porcentaje de solicitudes no satisfechas que se permiten en una aerolínea. El nivel de servicio esta por lo tanto en función del nivel de refacciones disponibles, de la inversión en el sistema de logística, de la integridad en el apoyo a los equipos (aeronaves), y del riesgo de operación que la aerolínea ha decidido acepta.

El riesgo de operación, estará en función de las condiciones del equipo para completar exitosamente su misión.

Todos los factores ya mencionados se traducen en dinero. Esto significa que una aerolínea deberá tomar una decisión acerca del nivel de servicio que podrá proporcionar o de aquel que deberá mantener, para brindar a sus usuarios un servicio satisfactorio.

Un nivel de servicio esperado, se ramificará en diferentes niveles de servicio para diferentes categorías de partes, dependiendo del costo, consumo y del tipo de aeronave.

ve.

Resumiendo:

$$\text{Nivel de Servicio} = \frac{\text{Solicitudes de Partes satisfechas}}{\text{Solicitudes de Partes hechas}} \times 100$$

Dentro de un período razonable de tiempo:

Minutos	-	para línea.
Horas	-	para almacenes.
Días (probablemente)	-	para talleres.

### 3.4.5. RELACION DE INVERSIONES

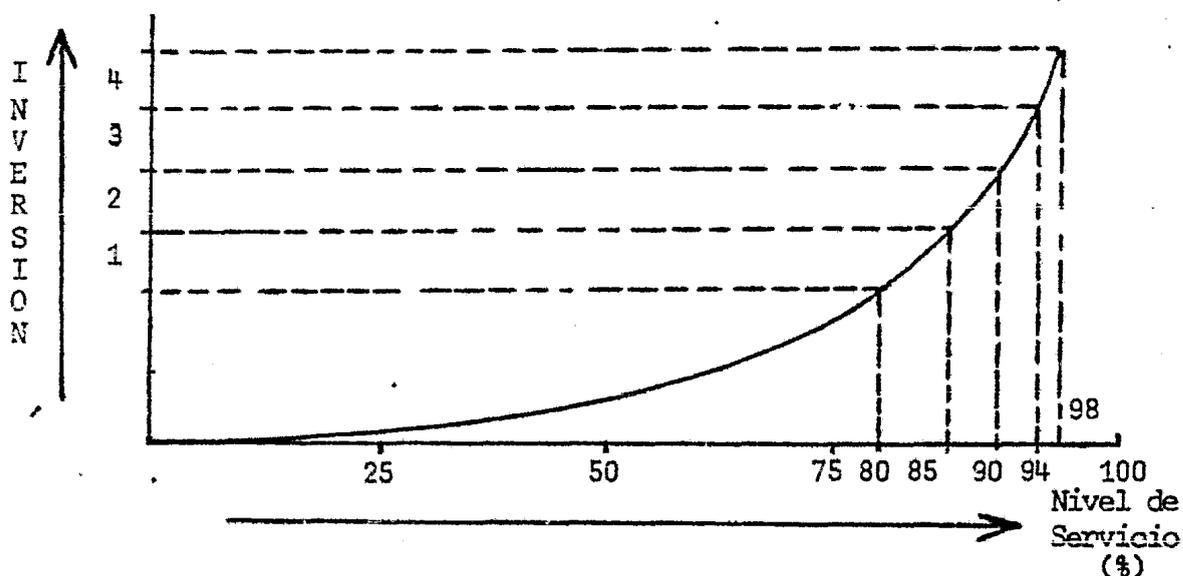
Como se ha mencionado el nivel de servicio ideal es del 100%, pero se ha sobreentendido que esto es impracticable.

Es manifiesto también, que nada se obtiene sin invertir algo y en el nivel de servicio lo que mas se acerca al 100% es el realizar la mínima cantidad posible de desembolsos (innecesarios).

La figura muestra más claramente la relación nivel de servicio vs. relación de la inversión. Cada nivel de servicio adicional, es en porcentaje más costoso que el anterior; al grado que una ganancia individual entre el 90%, puede costar de tres a seis veces más que de entre el 80%. Como el nivel de servicio ideal se considera sobre el 90%, el nivel en la

inversión llega a ser prohibitivo, no únicamente con respecto a los materiales adquiridos, sino también al espacio de almacenamiento y las facilidades de reparación requeridas para mantener la inversión.

El nivel mas alto, es aquel en el cual los beneficios pueden obtenerse al utilizar el principio de la ganancia marginal; para los artículos de mayor costo y de baja demanda (de entre los más caros), y de los artículos de menor costo y de una gran demanda.



1. En un rango mayor al 80%.
2. En un rango menor al 90%.
3. En un rango mayor al 90%.
4. En un rango mucho mayor al 90%.  
(rango prohibitivo)

Nota. El rango normal del nivel de servicio se encuentra entre el 80 y el 90%.

### 3.4.6 NIVELES DE SERVICIO TIPICOS

En lapráctica, el nivel de servicio del aprovisionamiento en una aerolínea, puede estar directamente relacionado con el costo de los materiales; siendo los de consumo de un bajo costo, y los cuales tienen un 99% de posibilidades en su aplicación, respecto al material utilizado al proporcionar un servicio de mantenimiento. En el caso de los reparables, estos son de un costo elevado, y sus posibilidades de aplicación se consideran del orden del 85%. El nivel de servicio en las operaciones esta influenciado no únicamente por el costo de los materiales, sino además por su impacto en las operaciones, y también por el lugar donde se origina la demanda.

Las pérdidas por una solicitud no atendida en una estación pueden ser muy elevadas, por lo tanto, el nivel de servicio deberá también ser elevado; pero deberá fluctuar en rangos de economía mucho menores que los que se consideran en la Base Principal de Mantenimiento. En esta última, la fluctuación es mucho mayor respecto a las solicitudes de materiales, y por tanto, la inversión vs. las relaciones en los niveles de servicio establecidos llegan a ser mas críticas.

La siguiente tabla muestra el nivel de servicio típico de una aerolínea. Puede establecerse, que la inclusión de niveles de servicio es una decisión de la Dirección.

Estaciones	80-98%	Rango elevado.
Línea	80-98%	Rango elevado.
Base Principal	79-90%	Rango razonable.
Talleres	75-85%	Rango limitado.

### 3.4.7 ESTABLECIMIENTO DE LOS NIVELES DE SERVICIO

Los niveles de servicio deberán establecerse de acuerdo a la categoría de los componentes. Así pues, habrá necesidad de definir cuales componentes pertenecen a la categoría de los rotables, reparables o de consumo, para así cumplir con esta premisa.

Una vez establecido el nivel de servicio, se usa el principio de la ganancia marginal para ajustar el número de componentes dentro de una o más categorías.

Las características de los componentes (destino, integridad, etc), desempeñan un papel importante en la determinación del nivel de servicio a proporcionar.

### 3.4.8 MANEJO DE SOBRE-EXISTENCIAS

Premisa:

NO ADQUIRIR MATERIALES QUE CUESTEN A LA AEROLINEA DE 20 a 30% DE SU VALOR ANUAL Y QUE TENGAN CERO MOVIMIENTOS.

Uno puede argumentar que los materiales disponibles suministrarán suficientes reservas en un momento dado, aunque estas no fueron utilizadas. Esto se considera válido, pero el punto es que las existencias que no se utilizan durante un período de tiempo prolongado, son un desperdicio de recursos financieros. Con esto en mente, analizaremos los pasos que se siguen en el manejo de sobre-existencias.

El primer paso es establecer el valor real de esas existencias (ya sea por su cantidad o por el valor en efectivo de los mismos por unidad de tiempo transcurrida), para categorizar de materiales (radio, instrumentos, hidráulicos, etc).

En seguida, si todavía no están delineados los sistemas de información sobre el manejo de los inventarios, se trabajará con los sistemas que provean de la información necesaria acerca de los cambios que suceden (manejo, costos, ubicación, etc de los mismos), para así clasificarla y posteriormente usarla, de acuerdo al tipo y categoría de los materiales (posiblemente sobre bases trimestrales).

A continuación, se analiza la información sobre los consumos de materiales en este período, para así identificar los sobrantes o excesos en las existencias.

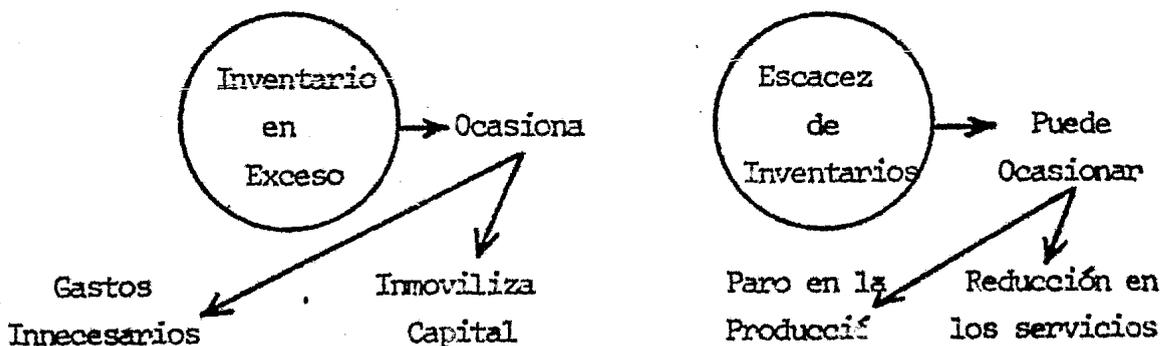
Una vez identificados, existen una serie de formas para disponer de estas existencias; todas deben ser consideradas para garantizar que aquella que se escoja, sea la más adecuada y no tengamos que arrepentirnos después.

Es bien sabido que al ampliar una flota, los niveles de servicio de los materiales también se incrementarán. ¿ La retención de estos materiales permitirá una reducción en el capital requerido para la nueva flota ? . ¿ Futuras inspecciones darán por resultado la conservación de esos materiales para futuras demandas ? . ¿ Retiraría ese material del sistema existente, donde pudiera decirse que contribuyen a un pobre desempeño en flotas normales, o los dejaría en el sistema, aceptando el castigo por este desempeño ? .

¿ Existen fluctuaciones temporales en los programas de mantenimiento, los cuales producirán futuros incrementos en la demanda ?. ¿ Existe un programa de modificaciones en el horizonte, el cual pudiera beneficiarse de estos incrementos ?. ¿ Es este material fácil de venderse o es peculiar de pequeños mercados ?. Si es así, y el análisis previo conduce aún a la decisión de deshacernos de esos materiales, entonces puede tomarse la siguiente decisión: reducir los costos de operación, eligiendo grandes reparaciones o simplemente reducir los excesos al proporcionar un servicio, y así evitar futuras compras de material de apoyo.

Teniendo identificadas las áreas con materiales de exceso, se redistribuyen estos donde fuera posible; en caso contrario, se procede a vender todo el material que se tenga en sobreexistencia. Cuidando en esta etapa las condiciones de venta.

Este análisis deberá hacerse anualmente (o por temporadas), tomando en consideración todos los cambios ocurridos en la aerolínea (para asegurar los resultados).



### 3.4.9 MANEJO DEL INVENTARIO DE ROTABLES

#### Panorama de Rotables.

Por definición, los rotables son: los artículos de mayor costo en el inventario de cualquier aerolínea. De alguna forma, la antigua regla del "80-20" es aplicable en este caso. Aplicar el 80% del tiempo de análisis, aproximadamente al 20% de las partes que son rotables.

Un sistema de información que provea de un rápido acceso al estado de rotables, su localización, su desempeño y que notifique de las variaciones de esa información es esencial para la empresa. Analistas experimentados para interpretar y utilizar esa información, completan la ecuación. Es difícil sobreenfatizar la importancia del control de los rotables para la operación eficiente de cualquier aerolínea.

Sin considerar el tamaño, todas las organizaciones de transportación deberán de buscar constantemente el balance apropiado entre la reparación interna o la adquisición de servicios externos para la reparación de las unidades rotables.

Negociaciones sobre garantías efectivas y flexibles en los programas, son imperativas para los rotables.

La dinámica en los movimientos de la refacciones, es un requerimiento primario del aprovisionamiento de rotables.

Sin un control de estado y localización, ¡no podría darse ninguna clase de control!.

, Un aspecto técnico de esos productos, el cual afecta directamente la inversión en los inventarios, es la integridad de los componentes. Por ejemplo, si la integridad de un componente o de alguna unidad se ve corroída por razones técnicas, entonces la proporción de la falla puede ser interpretada como una insuficiencia en la disponibilidad de las reacciones, y posiblemente lleven a un incremento en los niveles de los inventarios de esas unidades. Así, un análisis tal vez involucrará mas inversiones, en lugar de corregir simplemente esa clase de problemas (referentes a la integridad).

El tiempo normal de entrega en la adquisición de unidades adicionales, será de seis meses o más. Si se desecha la experiencia, entonces el problema del aprovisionamiento será resuelto en estos casos, únicamente por los proveedores. Alternativas similares al intercambio o el recurrir a las actividades de un POOL con otras aerolíneas, son necesarias en casos de haber solicitado unidades adicionales o muy urgentes (para no interrumpir las actividades durante el período de envío).

#### 3.4.10 FUNCIONES DE UN SISTEMA DE INFORMACION DE ROTABLES

El estado de existencias de los rotables, su rastreo y sus controles, son normalmente las primeras funciones que se implementan en un sistema de procesamiento de datos.

Hoy son importantes los sistemas de manejo de bases de datos, para implementar un sistema de rotables en conjunción con los sistemas de control de las aeronaves; así, cuando una unidad rotable se encuentra "volando", esta a la vez "unida" (mediante indicadores) a la nave a la cual ha sido asignada, y a la vez, están acumulando horas de uso (trabajo). Al estar en tierra, son asignados a sitios convenientes (taller, transportes, estaciones, inventarios, etc). El acoplamiento de estas dos funciones es extremadamente importante para la aerolínea (por cuestiones de control).

Los reportes de planeación, proveen del vencimiento de sus funciones, estos datos pueden ser agrupados por talleres para hacer posteriormente un análisis de la carga de trabajo en los mismos.

La identificación de los rotables y el orden de sus funciones, son conceptos relativamente nuevos y muy importantes, junto con su seguimiento en los talleres y el hangar.

#### Funciones:

1. Análisis de sobre y bajo-existencias (referentes a su nivel normal) son importantes funciones, las cuales son casi automáticas, si la función de ordenamiento esta perfectamente establecida.
2. Integridad de los rotables. Se lleva mediante un registro de sus funciones, el cual se requiere para establecer responsabilidades en su manejo. Este estudio tienen un efecto directo sobre la puntualidad en las operaciones de la flota.
3. Reporte sobre costos. Cuantifica el costo por -

hora de vuelo y tipo de rotables, siendo esta una forma de establecer el nivel de servicio de los mismos.

### 3.4.11 CONTROL DE MOVIMIENTOS DE ROTABLES

Como ya se mencionó, si un componente no se encuentra disponible cuando y donde se le necesite, se tendrá un -- cargo económico para la aerolínea, y por lo tanto, el aspecto del transporte de los materiales es muy importante para la -- misma.

La prioridad en el embarque se establece de acuerdo a las necesidades existentes. La reposición de un material que ha quedado vacante en el almacén, es una de las principa-- les prioridades de embarque.

Unicamente un SOG tiene prioridad mayor. Las unidades inservibles son embarcadas al taller apropiado o a un -- proveedor inmediato, para su reparación.

Los componentes que tienen prioridad de envío a los talleres o hacia los proveedores son:

1. AOG.
2. NIS (not in stock).
3. Rutinarios (aquellos que tienen menor prioridad).

Si algún AOG o NIS se ve implicado, entonces se recurrirá al uso de algún(os) método(s) para su resolución.

### 3.4.12 MANEJO DEL INVENTARIO DE REPARABLES

#### Panorama.

Puesto que los reparables no son los artículos mas caros ni los mas baratos, carecen de la visibilidad de los rotables y de la facilidad de manejo del material de consumo. Por lo peculiar de su dinámica y lo moderado de sus costos, - estas facilidades presentan un conjunto de desafíos.

Los sistemas de información no requieren de una reposición inmediata de cada artículo, mas bien requieren de - clara visión del inventario en sus condiciones de utilidad o falla. Los análisis deben incluir un ciclo de reparaciones lógico, y deben resaltar la necesidad de mantener el ciclo - con suficientes partes. Además, estas partes no se pronostican hasta el final de la vida útil del equipo al cual están - asociados. Por lo tanto, con estos materiales se debe in---cluir la posibilidad de que sean declarados obsoletos.

El seguimiento de estos artículos en su proceso de reparación es importante, puesto que estos se caracterizan - por ser susceptibles de pérdida o escasez. Por lo que es necesario tener un estricto control sobre sus fallas, ya que las compras pueden generar un déficit.

### 3.4.13 REPARABLES

Las sobre-existencias aquí no son un riesgo severo, puesto que algún día se desecharán este tipo de artículos. - Esta característica permite moderar estas condiciones; pues-

to que esa situación se puede corregir, simplemente no reemplazando los artículos que sean declarados obsoletos.

La decisión de declarar un artículo como reparable se hace principalmente como una decisión comercial, la cual debe ser económicamente justificable.

Las relaciones que se establecen primero son entre el costo de los artículos y el porcentaje de una reparación "típica". La frecuencia de la demanda y la inversión para mantener las reparaciones, son otros factores a considerar en este aspecto. La dinámica del cambio en los costos y la reparabilidad de los artículos, sugieren una revisión del uso del material de consumo para sustituirlos por un inventario de reparables y viceversa.

#### 3.4.14 MANEJO DEL INVENTARIO DE CONSUMO

##### Panorama.

Los artículos de consumo se caracterizan por su relativo bajo costo, su mayor volumen y por ser desechables.

El manejo de los materiales de consumo, debe estar relacionado por su naturaleza económica. Desde su compra inicial hasta su almacenaje, movimiento y reaprovisionamiento, se simplifican los procedimientos de entrega para hacer mas efectiva la producción de servicios.

La distribución de los artículos de consumo hacia

los usuarios, se realiza mediante el uso de kits, embarque en masa, almacenes satélite, etc.

Otra consideración sobre sus costos es el establecimiento de la capacidad de producción en ciertas áreas como son hojas metálicas, mangueras y harneses eléctricos, esto con el fin de no caer en situaciones de sobre-existencias.

Los distribuidores locales, mantendrán frecuentes volúmenes para el inventario de artículos de consumo; ofreciendo entregas rápidas y constantes cuando estas sean requeridas, relevando a la aerolínea de grandes manejos y costos de transportación de los inventarios.

La selección y compra de artículos comunes de ferretería en grandes volúmenes, desde abastecedores locales ofrece significantes ahorros sobre los principales proveedores externos (cuando se pueda realizar esto).

#### 3.4.15 FUNCIONES DE UN SISTEMA DE INFORMACION DE CONSUMO

Los sistemas de control de inventarios han madurado en la última década, hasta el punto de que casi todas las aerolíneas tienen un sistema del que dependen gran parte de sus actividades totales. Esto es especialmente cierto en el área de materiales de consumo. Algunas de las principales funciones de estos sistemas son:

1. Establecer el Catálogo de Números de Partes.  
El cual es muy importante y requiere de una preparación especial. Este catálogo acelera el

proceso de ordenamiento y resulta en menos pérdida de tiempo para los mecánicos.

2. Cálculos de Sobre y Bajo-existencias. Son muy importantes para establecer los lotes de compras.
3. Elaboración de Pronósticos. Los cuales son una herramienta muy importante dentro de cualquier sistema de control de inventarios de consumo. Normalmente esto se logra con el uso de una base aproximada del consumo de los materiales. Conociendo el consumo, y en función de las horas de vuelo de las naves, se puede pronósticar el futuro requerimiento de esos materiales. Una de las desventajas de este acercamiento, es que el consumo rara vez es continuo (lineal) y así, datos pasados en función de las horas de operación de la flota, no son representativos de futuros requerimientos. Variaciones en la demanda o del tiempo de entrega de los proveedores, son ajustados frecuentemente para desarrollar un concepto de stock de seguridad dentro de la fórmula del punto de reorden.
4. Generación de Ordenes de Compra. Con cualquier computadora se pueden generar ordenes de compra, existiendo también revisiones y autorizaciones manuales; pudiendo volverlas a generar en caso de cometer alguna equivocación. No obstante que esta técnica reduce los requerimientos de mano de obra, acelera el proceso de compra. Este es un paso cada vez mas popular.
5. Análisis de Proveedores. Es otra área de gran

interés para las aerolíneas intercontinentales, puesto que el ciclo de reaprovisionamiento es - tremendamente importante para las mismas.

#### 3.4.16 OTROS MATERIALES

Muchas piezas pequeñas y otros pertrechos, se requieren para apoyar el desarrollo normal de las actividades - en la aerolínea.

Muchos métodos son utilizados para garantizar la - disponibilidad de esos artículos cuando los requerimientos de los mismos se elevan. Algunos de esos métodos son:

1. Sobre-compras. Cada trimestre, se decide si: - "SI" o "NO" a la posibilidad de comprar sufi--- cientes cantidades para todo un año, y así lo-- grar descuentos por grandes volúmenes de compra.
2. Libre Distribución. Se dispone de estos artículos en muchos sitios para tener fácil acceso a a los mismos.
3. Kits. Se dispone de un kit de partes para su - instalación, reparación o modificación inmedia- ta de un componente o una nave, en forma individual o colectiva.
4. Distribuciones Previas. Consiste en la distri- bución de pequeñas cantidades de las partes mas elementales, en base a disposiciones de cantidades en exceso, para así evitar pérdidas de tiempo a los mecánicos.

Tan pronto como esas piezas son reconocidas por su costo y clasificación (consumo), se les pueden aplicar controles adecuados.

Como lo señala la experiencia, una reducción en sus recomendaciones es apropiada, cuando aún con los controles se desperdicia la misma cantidad de material. La meta deseada obviamente es proporcionar el mejor servicio con la menor inversión posible.

#### 3.4.17 PROBLEMAS CON EL MANEJO DE ESTOS MATERIALES

Los problemas surgen y se relacionan con el mantenimiento de las naves, pues este tipo de materiales requieren de muy poca atención (comparados con los rotables).

Conexiones eléctricas, broches metálicos y ajustes hidráulicos, son ejemplos típicos de estos materiales. Estos tipos de artículos son de poco uso y su demanda no se relaciona con los modelos establecidos, pues sus consumos son difíciles de predecir.

Además, estas partes no se tienen en existencia sino hasta que ocurre el primer déficit de ellas. Después se tendrá un suministro adecuado; esta parte es ignorada nuevamente hasta que alguno de los tres puntos siguientes acontezcan:

1. Que la contabilidad en los inventarios crezca y crezca hasta que más tarde o más temprano, alguien clamará, ¡ excedentes !.

2. Se reducirá gradualmente la cantidad en existencia mas de un período, debido al uso limitado de los mismos. Cuando la cantidad esta casi hasta el punto de reorden mínimo, un problema similar en otra nave generará un requerimiento de pánico y el ciclo se repetirá.
3. Algunas de estas piezas estarán al corriente mediante pequeñas modificaciones, y así, podrán -- considerarse como reparadas. Aunque posterior-- mente pueda descubrirse que esas mismas piezas -- se usan (por ejemplo) en otros dos componentes -- similares, cuya integridad esta decreciendo, y -- al querer ser reparados exista un déficit (pués harán falta las piezas previamente reparadas).

#### 3.4.18 AUDITORIA FISICA DE LOS INVENTARIOS

Una parte del proceso de control, es verificar pe-- ríodicamente el inventario físico. Aunque esta tarea no es -- la mas interesante, si es importante realizarla correctamente.

Esta auditoria se usa además para establecer los ba-- lances de fin de año. Existen dos accesos básicos:

1. Auditoria Física Anual. Método tradicional, el cual es muy fatigoso para el equipo de auditores y esta sujeto a errores. Sin embargo, si se lle-- va a cabo de esta manera, se cumple con el traba-- jo en cuestión de semanas.
2. Ciclo Continuo de Inventarios. Presenta ciertas ventajas. Un equipo dedicado a este tipo de au-- ditorias, llega a ser especialista en corregir --

errores en estos sistemas. La calidad del trabajo es mejor, y el sistema de cuentas proporciona un mejor balance para todo el año. Aunque por otro lado, puede llevarse algunos meses este trabajo.

Puesto que la planeación de los inventarios depende de la exactitud en el estado de las existencias, la auditoría física es normalmente controlada y reportada por el Departamento de Planeación.

### 3.5 PROCESO DE OBTENCION DE LOS MATERIALES

El analista y el comprador de materiales, forman un equipo en el desarrollo del proceso de obtención.

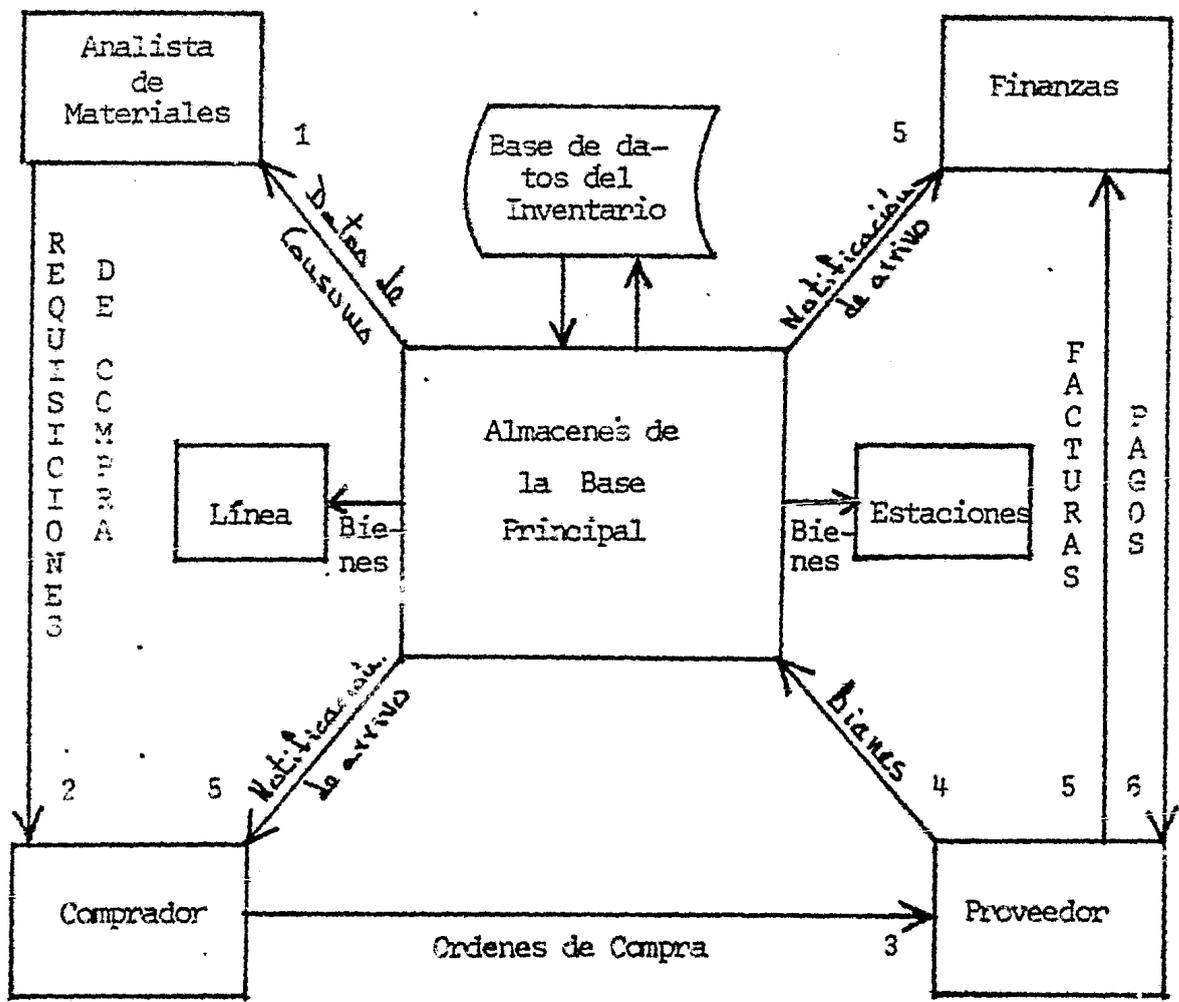
El analista es responsable de mantener un sistema de control de inventarios, el cual generará requisiciones de compra en el nivel apropiado para cada artículo que se mantiene en existencia.

El comprador es responsable de la obtención de los materiales de un determinado proveedor, bajo los mejores términos, asegurando el tiempo de entrega de los mismos para evitar posibles situaciones de agotamiento de las existencias.

Algunas compañías, han encontrado que este proceso puede manejarse mejor cuando un "SOLO" individuo es responsable de ambas actividades, el control del inventario y la

actividad de compra.

La figura muestra los pasos a seguir durante el proceso de obtención de los materiales:



### 3.5.1 OBJETIVOS

La vieja y clásica definición del objetivo de compras: "disponer de los materiales y servicios de la calidad adecuada, en la cantidad debida, en el precio justo, de la -- clase adecuada y a su debido tiempo", es todavía muy apropiada para su mejor entendimiento.

Lee y Dobler en su libro "Manejo y Compra de los - Materiales", definen ocho objetivos básicos de la función de compras:

1. Mantener las operaciones de la compañía con un flujo ininterrumpido de materiales y abasteci-- mientos.
2. Comprar competitiva y sabiamente.
3. Mantener los costos del inventario en un mínimo.
4. Desarrollar fuentes alternativas: confiables y selectas de aprovisionamiento.
5. Desarrollar buenas y continuas relaciones con - los proveedores.
6. Alcanzar la máxima integración con otros depar-- tamentos.
7. Seleccionar, entrenar y desarrollar personal -- competente, para llevar a cabo las funciones de compra.
8. Desarrollar políticas y procedimientos que per-- mitan la realización de los objetivos preceden-- tes.

Una función de compras bien manejada, dará bastan-- te importancia a cada uno de estos objetivos; con metas espe-- cíficas establecidas para cada comprador.

Estas metas deben considerarse a corto y largo -  
plazo, para alcanzar los máximos resultados a un costo míni-  
mo.

### 3.5.2 FUNCIONES DE UN DEPARTAMENTO DE COMPRAS

Un departamento de compras es básicamente, una or-  
ganización de servicio dedicada a proveer materiales y abas+  
tecimientos para su uso, en todos los departamentos de la com-  
pañía. Además, es el centro de una gran parte de las acti-  
vidades comerciales de la misma.

Aunque es muy natural, que este departamento ten-  
ga relaciones con otros, los cuales frecuentemente ven los -  
problemas comunes desde puntos de vista diferentes. Está es  
una situación sana y normal (provee a la compañía de opinio-  
nes que la mantienen objetiva).

Un gran porcentaje de los ingresos, fluyen a tra-  
vés de este departamento, en forma de gastos para materiales,  
provisiones y servicios. Ahorros significantes pueden re--  
sultar de un programa de compras efectivo, el cual es aún -  
mas significativo, si se considera que cada peso ahorrado es  
un nuevo peso en ganancias para la compañía.

### 3.5.3 VALOR DE UN ANALISIS

El valor de un análisis, radica en el acercamiento  
que se logra hacia una organización creativa; con el propósi-  
to de eliminar los costos innecesarios, e identificar los -

aciertos en el desempeño de las operaciones. El valor de un análisis, radica en el desarrollo de las funciones de aprovisionamiento a un menor costo.

A continuación, se describe el plan de trabajo a seguir al realizar un análisis:

1. Fase de Información. Recabar toda la información posible o pertinente del artículo en estudio.
2. Fase Especulativa. Búsqueda de "con que mas se podrá hacer el trabajo". Uso del pensamiento creativo.
3. Fase Analítica. Evaluación de cada idea generada en la fase especulativa.
4. Fase de Presentación. "Estar preparado", para obtener el apoyo de la Dirección a nuestro proyecto.
5. Fase de Acción. Implementación de la idea.

#### 3.5.4 . ORDENES DE COMPRA

Una orden de compra, es un contrato legal entre el comprador y el proveedor; las cuales tienen ciertos elementos característicos:

1. Identifican los bienes a ser adquiridos.
2. Especifican los términos y condiciones bajo los cuales se realizan las compras.
3. Especifican las fechas de entrega.
4. Contienen cantidades y detalles sobre los pre--

cios.

### 3.5.5 TIPOS DE ORDENES DE COMPRA

1. Ordenes Individuales de Tipo Manual. Esta es frecuentemente la mejor para ordenes de poco volumen, las cuales cubren una variedad de situaciones individuales de compra. Pueden producirse a máquina o aún a mano.
2. Ordenes de Compra Generadas por Computadora. Pueden producirse en sociedad con los programas de control de inventarios, y si se desea, pueden generarse automáticamente estableciendo un nivel mínimo de existencias. Transacciones directas de computadora a computadora pueden generarse entre el usuario y el proveedor, eliminando completamente la necesidad de manejar copias de las ordenes de compra.
3. Ordenes de Compra Negociables. Se pueden establecer para un gran número de artículos, con entregas programadas sobre un período prolongado o para la entrega de materiales "cuando estos sean necesarios".
4. Convenios o Acuerdos sobre Compras. Pueden establecer la autoridad, los términos y las condiciones de entrega, además de otros elementos sobre una base anual (o mayor). Así, transacciones subsecuentes pueden reducirse enormemente. El sistema de convenios puede usarse además, para permitir el uso de otros departamentos en la comunicación con los proveedores,

sin recurrir a compras adicionales (esto significa, que siempre se mantienen en contacto con compradores y proveedores).

5. Programas de Entrega. Con estos, los proveedores ubican físicamente sus inventarios con la ayuda de los compradores, estos pueden ser mecanismos de buenos ahorros en cuanto a costos, si se manejan adecuadamente. Las facturas se tienen entonces después de que el material es realmente recibido.
6. Combinaciones de las Anteriores. Mas compañías emplean una combinación de varios tipos - de ordenes de compra, para diferentes situaciones.

### 3.5.6      CONTROLES

Controles adecuados no únicamente de las ordenes de compra, sino también en el proceso de obtención, no son -- solo una necesidad desde el punto de vista interno de la compañía; sino que además estos son requeridos por Ley (para -- cualquier compañía particular en los Estados Unidos de Nor--teamérica). La práctica de actos de corrupción "externa", tales como los pagos ilegales son prohibidos, requiriéndose también para el control de fondos de la Compañía, lo cual -- tiene como finalidad salvaguardar los intereses de los accio--nistas.

Los controles deben de asegurar que las compras y los precios estén siempre dentro de los límites que las auto--ridades establecen.

### 3.5.7 SELECCION Y EVALUACION DE PROVEEDORES

Mientras se disponga de diversas fuentes de aprovisionamiento en la industria aérea, habrá situaciones en que - la competencia entre los proveedores nos signifique ahorros; cuando se eligen cuidadosamente esas fuentes. Un proceso de competencia asegurará un mejor precio, pero se deben conside-rar además los servicios, las garantías, los tiempos de entrega, la calidad del producto, etc. Un elevado nivel ético debe mantenerse en la administración del proceso competitivo. Los proveedores deberán confiar en la imparcialidad y el trato ético, para que puedan brindar su máximo esfuerzo.

El análisis del desempeño de los proveedores cubre la entrega, el servicio, la garantía y otros factores que deberán mantenerse y utilizarse en el proceso de selección de - estos. Un programa efectivo de computadora puede realizar - mejor estas actividades, con un mínimo esfuerzo..

### 3.5.8 NEGOCIACIONES

Filosofía.

Sin negociaciones no se esta comprando, se están únicamente aceptando los términos ofrecidos por el proveedor. La habilidad para negociar, forma parte esencial del trabajo del comprador, pero desafortunadamente muchos compradores no están adiestrados o preparados de alguna manera para esta importante función (la cual a su vez, es una parte "divertida" del trabajo de los compradores).

### 3.5.9 ¿ QUE NEGOCIAR ?

Todo lo estipulado en un contrato deberá ser materia de negociaciones.

La siguiente es una lista de los factores tradicionalmente sujetos a negociaciones:

1. Precios, plazos y condiciones, términos de facturación, tiempos de entrega, calidad del servicio, etc.
2. Otros puntos negociables considerados con menor frecuencia, pero no menos importantes son:
  - Características del servicio.
  - Multas por demoras, cláusulas de incentivos.
  - Cláusulas de renovaciones.
  - Disminución de precios, basados en la absorción de costos fijos por parte de la empresa.
  - Puntos sobre entregas múltiples.
  - Garantías.
  - Derechos de inspección.
  - Empaques especiales, etiquetado.
  - Disposiciones de almacenamiento.
  - Contratos a largo plazo.
  - Terminación de derechos, límite de responsabilidades.
  - "Cláusulas de aceptación de riesgos" de compradores-proveedores.
  - Refacciones y contratación de servicios.

### 3.5.10 EL PROVEEDOR

Un proveedor astuto tendrá ciertos atributos, y negociará desde una posición de fuerza normalmente. La siguiente lista muestra algunos de los factores atribuibles a un proveedor eficiente:

1. Conocer a sus competidores.
  - Productos, precios, entregas.
  - Capacidad financiera.
  - Poder, debilidad.
2. Demandas y Proveedores en el mercado.
3. Poder y debilidades (propias)
  - Flexibilidad en el precio.
  - Capacidad de producción.
4. Poder y debilidades (comprador).
  - EGO.
  - Hobbies.
  - Presiones personales (a veces).
5. El proveedor tiende a:
  - Determinar pronósticos de ventas (metas).
  - Maximizar utilidades.
6. El proveedor está más familiarizado en el arte de vender y persuadir, que un comprador en el arte de negociar y de comprar.

### 3.5.11 ¿ QUE HACE BUENOS NEGOCIANTES ?

La siguiente es una lista que muestra los atributos que se esperan encontrar en alguien versado en el arte de negociar:

1. Un buen analista.  
"Estar preparado" para cualquier situación que se le presente.
2. Tener el pensamiento claro y rápido.
  - Para "dar y tomar" durante las negociaciones.
  - Cuidar de prescindir de los objetivos de presión.
3. Expresarse bien y de manera sencilla.
4. Capacidad analítica.
  - Determinar la existencia de "abismos".
  - Saber quién y cuales posiciones nos favorecerán.
  - Saber cuando se ha alcanzado alguna incompatibilidad.
5. Impersonalidad.
  - No mezclar sentimientos personales con la lógica.
  - No mezclar disgustos con los objetivos comerciales.
6. Paciencia.
  - Escuchar y prestar atención a lo que las otras personas dicen.
7. Considerar las ideas propias y las de las otras personas objetivamente.
8. Conocimientos.
  - Regulaciones (leyes, normas, etc).
  - Contabilidad.
  - Reglamentos Comerciales.
  - Precios y condiciones del mercado.
9. Ser prudente, equilibrado con automoderación.
10. Etica.
11. Disciplina Personal.
12. No temer a hacer preguntas.

13. Disponibilidad a hacer pequeñas concesiones.

14. Amplio criterio.

### 3.5.12 CARACTERISTICAS DE UN BUEN NEGOCIANTE

La siguiente lista muestra algunas de las características que se podrían esperar de un hábil negociante:

1. Habilidad para negociar adecuadamente dentro - de su propia organización.
2. Deseo de involucrarse con otros departamentos.  
(a nivel personal y comercial).
3. Decisión para enfrentar blancos difíciles.
4. Habilidad para vivir con ambigüedades.
5. Habilidad para escuchar.
6. Regla: "el silencio es astucia y la astucia - es silenciosa".
7. Estar dispuestos a utilizar la asistencia de - expertos.

### 3.5.13 POLITICAS Y PROCEDIMIENTOS

Las políticas se distinguen de los procedimientos en que estas, no poseen una serie de pasos explícitos para - el desarrollo de las faenas. Más bien, establecen tolerancias en el rumbo de las acciones.

Es esencial, que las políticas de compras se publiquen y se establezcan en toda la corporación .

El Departamento de Compras no tendrá únicamente los derechos, pero si el desafío de vigilar las especificaciones de los materiales y de las requisiciones de compras. Sin el establecimiento de estas políticas básicas, se limita el beneficio que pudiera obtenerse al centralizar las actividades de compra.

Las políticas deberán definir además las relaciones con los proveedores, los requerimientos de ofertas competitivas y los niveles éticos dentro de los mismos.

Los procedimientos internos sobre compras, deberán detallar la implementación de las políticas corporativas (a desarrollar en la organización).

### 3.6 CONTROL DE LOS INVENTARIOS

#### 3.6.1 CLASIFICACION DE LOS ROTABLES Y DEL MATERIAL DE CONSUMO .

Para empezar esta parte, estableceremos la diferencia entre la clasificación de los rotables y del material de consumo.

Los rotables son materiales de un costo elevado y de una baja demanda (se miden por la cantidad usada, no por la cantidad que se tiene) de artículos. Sin embargo, el número de rotables en existencia dependerá del número de estaciones atendidas, de aquellas en las que se pueda realizar mantenimiento, y de lo crítico de la unidad para

que una aeronave complete un vuelo. Más del total de las - compras de rotables (50% o mas del apoyo planeado) se hace - durante el proceso de aprovisionamiento inicial. Las subse-  
cuentes compras, se basan en el desempeño de los componentes, su uso y costo. Por lo tanto, la carga de aprovisionamiento de los rotables, es modesta durante la vida de la nave; ex-  
cepto para el reemplazo de unidades que se han desechado de-  
bido al daño mas alla del costo económico de reparación. -  
Como existen compras adicionales de naves, el reaprovisiona-  
miento tiene una carga muy pesada de trabajo, y deberá haber  
constantemente un análisis de sobre y bajo-existencias, para  
corregir posibles errores en el número de rotables existen-  
tes.

El esfuerzo principal de compras se realiza en el  
área de consumo. Los materiales de consumo son de un costo  
relativamente bajo, y son artículos de gran demanda.

### 3.6.2 SECUENCIA DE ACTIVIDADES PARA LOGRAR UN CONTROL EN LOS INVENTARIOS

La secuencia comienza con los materiales de consu-  
mo descritos anteriormente, y este proceso se implementa pa-  
ra cada número de parte existente. Pasos:

1. Determinar el nivel de servicio para un número de parte dado.
2. Después de la compra inicial, y con algunos me-  
ses de experiencia, se determina la Desviación  
Media Absoluta.
3. Posteriormente se calcula el Stock de Seguri--

- dad requerido para el inventario.
4. Determinar el Punto de Reorden.
  5. Finalmente se calcula el Tamaño del Lote Económico (EOQ).

### 3.6.3 DETERMINACION DEL NIVEL DE SERVICIO

Para determinar el nivel de servicio de un material, debemos basarnos en el historial de consumo de los mismos.

Para un aprovisionamiento inicial donde no existe ningun historial previo, se debe recurrir a la información externa; ya sea mediante recomendaciones de otras empresas o a través de recomendaciones del fabricante (vgr. programa SLAM).

Se deben revisar los elementos internos o particulares de cada aerolínea, con objeto de determinar un nivel de servicio la mas próximo a sus necesidades reales.

### 3.6.4 CALCULO DE LA DESVIACION MEDIA ABSOLUTA

La desviación media absoluta suele definirse: como la media aritmética de las distancias de cada observación con respecto a la media.

Las distancias se toman todas como positivas. Mas exactamente, este estadístico debe llamarse media absolu

ta con respecto a la media.

También puede calcularse la desviación media usando desviaciones con respecto a la mediana.

Ejemplo: usaremos una muestra de 5 artículos 50, 52, 57, 54, 56. La mediana es 54.

Desviación	Desviación	Desviación Absoluta --
50-54	-4	4
52-54	-2	2
57-54	+3	3
54-54	0	0
56-54	+2	2

$\Sigma = 11$

$$\text{Desviación Media} = \frac{11}{5} = 2.2$$

La desviación media se debe ajustar para estimaciones de  $\sigma$ , puesto que las medias de sus distribuciones muestrales\* no son iguales a  $\sigma$ . La desviación media puede usarse para estimar  $\sigma$ .

\* Cualquier conjunto de individuos (u objetos) que tengan alguna categoría común observable, constituyen una población o universo. Cualquier subconjunto de una población es una muestra de esa población.

### 3.6.5 FACTOR DE SEGURIDAD

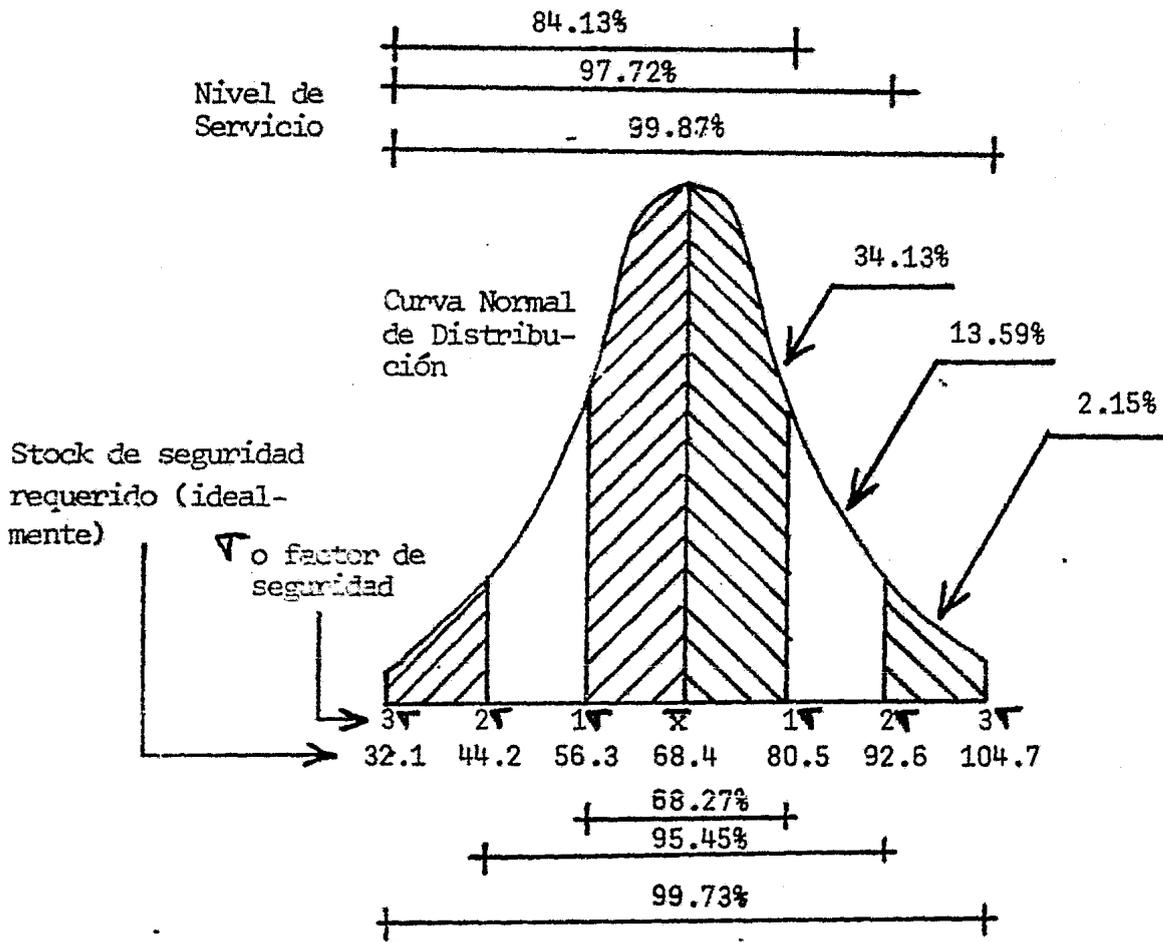
El factor de seguridad tiene una asociación directa con el número de desviaciones standard del promedio general. Este factor es seleccionado por la dirección, después de considerar debidamente el costo de transportación del inventario vs. el costo de ordenar, y el costo de sufrir un agotado en el almacén; asegurándose así el porcentaje de servicios que deberán ser proporcionados en forma individual o en grupo por una serie de artículos.

Del mismo modo se deben de considerar las indicaciones que se mantienen debido a las variaciones en los tiempos de entrega y obsolescencia de un artículo, y el punto mas bajo en el nivel de existencias de los inventarios, cuando se ha emitido una orden de reabastecimiento.

Cuando las desviaciones de la demanda son de un comportamiento normal, los rangos del factor de seguridad varían desde 0.0 a 3.0; sin embargo, si existe una desviación inbalanceada en la demanda, se requerirá el uso de un factor de seguridad mayor del 3.0 .

Ejemplo: Datos.

- Nivel de Servicio = 97.72%
  - = Factor de Seguridad = 1.5
  - Desviación Standard = 12.1
- (paso posterior)



Stock de Seguridad = Desviación Standard X Factor de Seguridad  
 = 12.1 X 1.5  
 = 18.2

### 3.6.6 STOCK DE SEGURIDAD Y DESVIACION STANDARD

La magnitud del factor de seguridad, puede ser calculada simplemente encontrando la media de la demanda para un número dado de períodos, y considerando el número de desvia--

ciones standard para esa media (normalmente se consideran 3 desviaciones a la izquierda y a la derecha de la curva normal). La principal desventaja de esta fórmula es la distorsión del promedio para casos extremos, y para un tiempo de entrega fluctuante.

La aplicación de métodos estadísticos, asegura el nivel de probabilidad de un servicio determinado. El tamaño del stock de seguridad en este ejemplo, se calcula usando la siguiente ecuación:

$$\text{Stock de Seguridad} = \text{Desviación Standard} \times \text{Factor de Seguridad}$$

La desviación standard ( $\sigma$ )\*, no es mas que la medida de las tendencias de la demanda en períodos individuales de tiempo, hacia arriba y hacia abajo de la demanda promedio. La desviación standard es la raíz cuadrada media de las desviaciones de la media aritmética.

\* El símbolo  $\sigma$  es la letra sigma minúscula del alfabeto griego. Ejemplo:

Período	Uso actual	Uso Esperado	Desviaciones de la media ( $x - \bar{X} = X$ )	Desviación cuadrada $X^2$
-2	71		2.6	6.76
-1	65		-3.4	11.56
Actual 0	41		-27.4	750.76
1		80	11.6	134.56
2		73	4.6	21.16
3		78	9.6	92.16
4		71	2.6	6.76
Total	177	+ 302 = 479	0	1023.72
Media	68.4			146.24

Desviación Standard:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum X^2}{N}} = \sqrt{\frac{1023.72}{7}} = 12.1$$

### 3.6.7 PUNTO DE REORDEN

El principio del punto de reorden radica en desarrollar un pronóstico de uso de los materiales, basados en el pronóstico de las horas de vuelo o ciclos para un cierto período de tiempo.

Los pronósticos se usan en el aprovisionamiento de los materiales de consumo, después de haberse hecho el análisis "ABC".

Esto se logra con el uso de los datos históricos - de consumo por hora de vuelo o ciclo, seleccionando un período determinado, y aplicando la siguiente ecuación:

Pronóstico de uso:

$$\frac{\text{Horas de vuelo pronosticadas/ciclo}}{\text{Horas de vuelo históricas(normales)/ciclo}} \times \text{Aplicación histórica (uso real).}$$

Además, se recurre al uso de mejores tiempos de medición de los consumos (horas de vuelo, ciclos o calendarizaciones apropiadas) dependiendo de cuales factores representen mejor el consumo de los artículos.

Posteriormente, se ajusta el uso de pronósticos - dentro de las influencias de las regulaciones económicas, las variaciones de temporada, los cambios anticipados de programación, la proporción de unidades en overhaul, etc. Para de esta manera, asegurar que estos pronósticos se ajusten realmente a nuestras necesidades.

### 3.6.8 FORMULA DEL PUNTO DE REORDEN

A continuación se ilustran los puntos comprendidos en esta fórmula:

1. Demanda Esperada. Ya descrita (pronósticos).
2. Tiempo de Entrega. Se define como el tiempo transcurrido entre la iniciación del pedido y la recepción de los materiales en el almacén. Incluye el tiempo interno requerido para la elaboración de los pedidos, más el tiempo de embarque (tránsito) y el de entrega. El tiempo de entrega del proveedor puede establecerse mediante pronósticos, y por medio del historial de ordenes (entregas) del pasado.
3. Período de Seguridad. Un período de tiempo expresado en días, semanas o meses, establecidos por la dirección para proveer inventarios adicionales, como un "cojín" contra las variaciones en el tiempo de entrega y la demanda.

Ejemplo:

$$\text{Punto de Reorden} = (\text{demanda esperada} \times \text{tiempo de entrega}) + (\text{factor de seguridad} \times \sqrt{\text{tiempo de entrega}} \times \text{desviación standard})$$

Completando el ejemplo anterior, con un tiempo de entrega de 3 meses:

$$\begin{aligned} \text{Punto de Reorden} &= ( 68.4 \times 3.0 ) + ( 1.5 \times \sqrt{3} \times 12.1 ) \\ &= 205.2 + 31.4 \\ &= 237 \text{ unidades} \end{aligned}$$

Nota. Como se observa en esta fórmula, también existe un stock de seguridad ("cojín" contra variaciones en la demanda), el cual tiene un valor de 31 unidades y esta en función del tiempo de entrega.

### 3.6.9 CANTIDADES A PEDIR - SISTEMAS MIN/MAX

#### 3.6.9.1 SISTEMAS DE CANTIDADES A PEDIR

Existe un grupo denominado tipos MIN/MAX, los cuales se caracterizan por el hecho de que una cantidad "mínima" y la cantidad a pedir, se basan en un valor "máximo". Estos sistemas son relativamente simples en su manejo y administración. Estos tipos de aproximaciones son ideales para materiales de bajo costo, bajos volúmenes de pedido, debido a la simplicidad de su manejo; y en casos donde debido a lo elemental de los artículos, la determinación del punto de reorden es algo rutinario.

Un segundo grupo es el de tipo económico (EOQ), - descrito mas adelante. Las aproximaciones económicas de este tipo balancean los costos de mantener, para poder determinar el Tamaño del Lote Económico (EOQ); este sistema tiende a aplicarse mejor donde existen demandas relativamente constantes, cuando se manejan grandes cantidades de artículos, y donde el aspecto costos merece mayor atención que la que se - podría esperar mediante el acercamiento MIN/MAX.

Es común que en mas aerolíneas, los departamentos de compras utilicen el EOQ (Tamaño del Lote Económico) como -

el medio para asignar mejor sus recursos; considerando la actual inflación en la compra de nuevas partes, y que además - los costos de transportación son de aproximadamente del 30% anual. este punto presenta especial importancia.

### 3.6.9.2 SISTEMA DE CANTIDAD FIJA DE REORDEN

Para ilustrar mejor el funcionamiento de los 3 diferentes controles del inventario incluidos dentro del Sistema MIN/MAX, se usará: el mismo modelo, el mismo período de revisión (1semana), el mismo tiempo de entrega (4 días). El tiempo de entrega de 4 días es extremadamente corto, sin embargo, los rasgos de cada aproximación pueden resaltarse - mejor de esta manera.

Las reglas de decisión ilustradas en la figura, y la selección de valores numéricos son:

1. Revisión periódica del estado del inventario - (1 vez a la semana).
2. Si las existencias disponibles son iguales o - menores que el punto de reorden (5 unidades), hacer un pedido fijo (4 unidades).
3. Si las existencias disponibles son mayores que el punto de reorden (5 unidades), no ordenar.

El inventario comienza con 9 unidades. Este es el máximo inventario que habrá, pues el punto de reorden es de 5 unidades y la cantidad máxima a ordenar es de 4 unidades, siendo la suma por lo tanto, de 9 unidades. Durante el primer día se usarón 2 unidades; durante el segundo, 1 -

unidad; ninguna el tercer día; 1 el cuarto día; 2 el quinto día y ninguna el sexto. Ahora esta completo un ciclo semanal, el sistema esta listo para su revision y decidir si se realizará un pedido.

Como las unidades que se tienen más las que se ordenarón son mayores que el punto de reorden ( $3+4=7$ ), en esta etapa no se realizará ningun pedido extra. El estudio se continúa de esta manera para el resto de las semanas.

Figura # 1.

### 3.6.9.3 SISTEMA DE CICLO FIJO DE REORDEN

En esta figura se ilustra el segundo tipo de sistema, el Sistema de Ciclo Fijo de Reorden.

Las reglas de decisión para el mismo, y sus valores numéricos son:

1. Revisar periódicamente el estado del inventario ( 1 vez por semana ).
2. Ordenar la diferencia de unidades entre el inventario máximo (9 unidades), y las existencias disponibles en cada revisión.

De nuevo el inventario comienza con 9 unidades, - que es el máximo inventario que se puede disponer. Durante la primer semana se usarón 6 unidades. Se revisa el inventario en el sexto día, y la diferencia entre la cantidad máxima que se permite en el inventario (IMAX) 9 unidades y -

la cantidad que se dispone (3 unidades), fijó la cantidad a ordenar. La cantidad a ordenar para la primera revisión fueron 6 unidades.

Se continúa revisando el sistema, y por cada revisión fueron pedidas 1, 3, 5, y 3 unidades, en la segunda, tercera, cuarta y quinta revisiones respectivamente.

Las cantidades ordenadas se reciben en un tiempo de entrega de 4 días como se programó.

Figura # 2.

#### 3.6.9.4 SISTEMA DE REABASTECIMIENTO OPTATIVO

La figura muestra la operación de un sistema de esta naturaleza, las reglas de decisión para el mismo (con valores ilustrativos elegidos) son:

1. Revisar periódicamente el estado del inventario (1 vez por semana).
2. Si las existencias disponibles son iguales o menores que el punto de reorden (5 unidades), se pide la diferencia entre el inventario máximo disponible (9 unidades) y las existencias resultantes.
3. Si las existencias disponibles son mayores que el punto de reorden (5 unidades), no ordenar.

Una vez mas, el inventario comienza con 9 unidades que es el máximo inventario que se dispone. Durante la

primer semana se usaron 6 unidades. Se revisó el inventario en el sexto día, y se ordenó la diferencia (6 unidades) entre la cantidad máxima que se permite en el inventario (9 unidades) y las existencias que se disponían (3 unidades).

La cantidad ordenada, se recibió después de un tiempo de entrega (4 días) en el cuarto día de la segunda semana. En esa semana, en el quinto día se usó una unidad. En el sexto día se revisó el inventario.

Lo que se tiene a la mano (8 unidades) se comparó con el punto de reorden (5 unidades), y no se originaron pedidos esta vez; porque las existencias disponibles fueron mayores que el punto de reorden.

Figura # 3.

### 3.6.10 COMPARACION DE LOS SISTEMAS MIN/MAX

En este punto se analizarán estos sistemas, y haremos una comparación de los mismos:

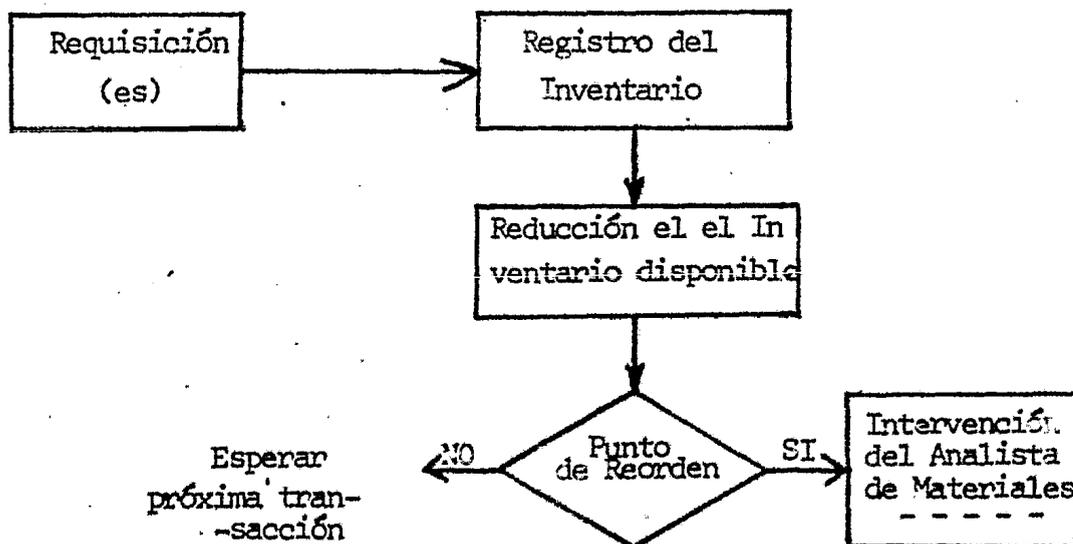
1. El primer sistema, el de Cantidad Fija de Reorden es el más simple, pero tiene la desventaja de que no puede responder a demandas variables; porque la cantidad a pedir es fija.
2. El sistema de Ciclo Fijo de Reorden, es más preciso que el anterior; pues la cantidad a pedir varia con la demanda.
3. El sistema de Reabastecimiento Optativo, puede ser el mejor del grupo, por ser este una mezcla de los dos anteriores; mantiene una estrecha vi

gilancia sobre los niveles de los inventarios y requiere de un mínimo de ordenes de compra ( en este caso fuerón 3, comparados con las 4 y 5 de los sistemas anteriores).

### 3.6.11 REGISTRO DEL USO DE LOS MATERIALES

Una alternativa obvia para las revisiones periódicas de todos los artículos del inventario, es disponer de un sistema, ya sea computarizado o manual; mediante el cual, cada demanda (uso) sea registrada, y establecer de esta manera el balance en las existencias después de cada salida.

En el momento en que el punto de reorden es alcanzado, los materiales deberán ser "empujados" por acto de reordenamiento hechos por el analista de materiales.



### 3.6.12 CANTIDAD A PEDIR (SISTEMA ECONOMICO)

#### 3.6.12.1 TAMAÑO DEL LOTE ECONOMICO

El Tamaño del Lote Económico (EOQ), es un método usado para minimizar el costo total de comprar y transportar el inventario.

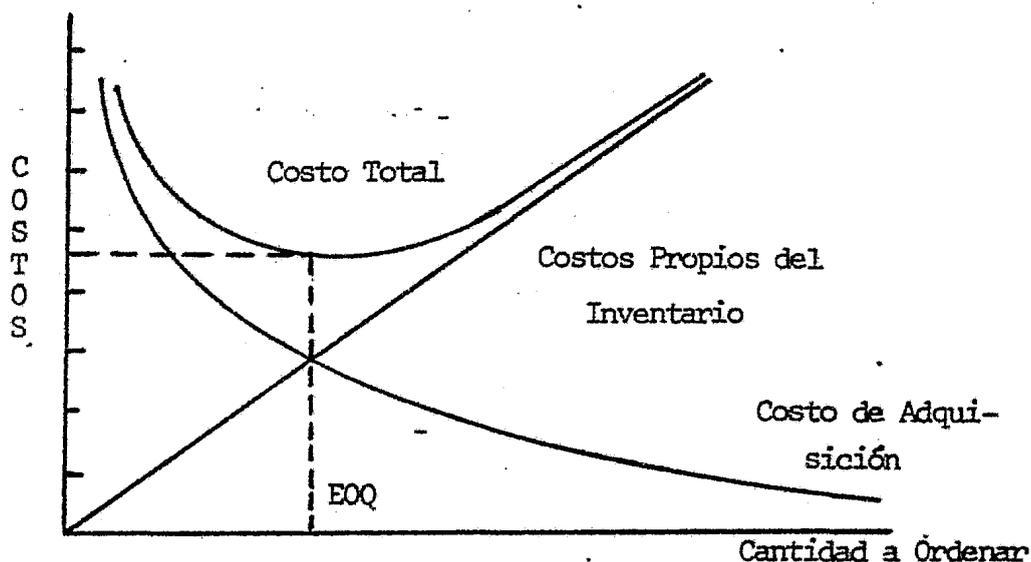
La idea es ordenar cantidades convenientes en el tiempo adecuado, y así reducir los costos por ordenar.

Mas compañías erogan de \$20 a \$30 por cada pedido realizado.

Esto implica, que los pedidos deberán ser tan grandes como sea posible. Sin embargo, por otro lado se incrementarán los costos de transportación; proporcionalmente al promedio del inventario transportado. El costo de transportación varía considerablemente entre las compañías; del 15 al 30% del valor del inventario. Los costos de transportación se componen de los siguientes factores:

1. Cargos de intereses en la inversión.
2. Seguros.
3. Impuestos.
4. Costos de almacenamiento.
5. Obsolescencia o deterioro.

En la siguiente figura, se muestra que el EOQ es el punto mas bajo en la curva de "costos totales del inventario".



El EOQ, se puede hallar encontrando la cantidad que corresponde al punto más bajo de la curva de l costo total. Sin embargo, este método puede conducir a errores de interpretación del punto más bajo (graficamente). Por otro lado, el EOQ puede calcularse determinando el costo total para lotes de tamaño 1, luego 2, 3, hasta el punto en que lotes de tamaño mas grandes, hagan que el costo total aumente en lugar de disminuir.

### 3.6.13 FORMULA EOQ

En esta sección se presenta la fórmula EOQ, la cual ha estado en uso desde hace mucho tiempo, porque "balancea" el costo de transportación del inventario con el costo de ordenar; para de esta manera, determinar una cantidad tal de artículos que puedan ser adquiridos al menor costo posible. Existen algunas consideraciones sobre el uso de esta fórmula,

las cuales serán estudiadas posteriormente. Sin embargo, - una fórmula modificada ya esta en uso, y ganando popularidad esta fórmula también será analizada posteriormente.

El valor de cada parámetro se describe a continuación; teniendo en mente, que el costo de transportación (%) debe manejarse en el mismo período de tiempo que se emplea - para establecer la demanda. Se usa normalmente 1 año para este propósito.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times \text{Demanda Periódica} \times \text{Costo de Ordenar}}{\text{Costo de Transportación} \times \text{Costo Unitario}}}$$

donde:

1. Demanda Periódica. Consumo promedio por período de tiempo.
2. Costo de Ordenar (pesos). Incluye el tiempo de análisis, el costo de computadora, análisis de la fuente de aprovisionamiento y el costo actual de elaborar un pedido.
3. Costo de Transportación del Inventario. Se estima como un % del costo unitario de los materiales.
4. El costo unitario se pondera en pesos.

O de otra manera:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times S \times R}{C \times K}}$$

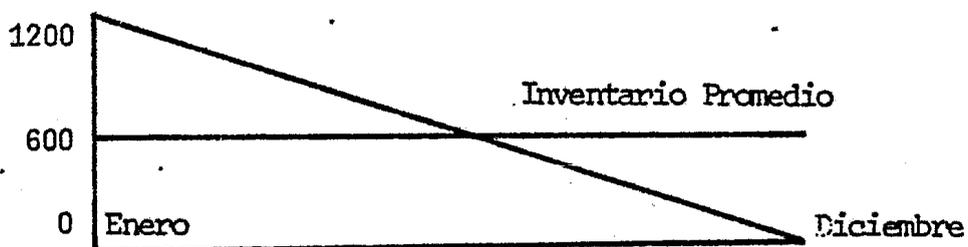
Esta fórmula determina el punto donde los costos propios del inventario, y los costos de adquisición son iguales.

## 3.6.14 EJEMPLOS EOQ

En esta sección se presentan dos ejemplos: en uno se muestra la recepción de un lote por año y en el otro, la recepción de cuatro lotes, también durante un año, y al final se muestra la recepción óptima para el análisis.

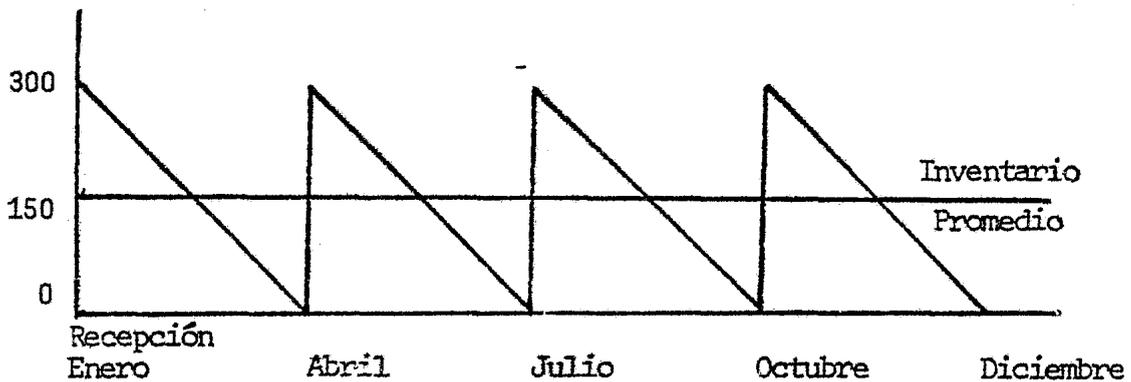
En el primer ejemplo el inventario promedio es de 600 unidades, mientras que en el segundo es de 150 unidades. Los costos de transportación son del 30% del inventario promedio disponible; es evidente que 4 recepciones por año resultarán en un costo de transportación menor, pero tendrán mayores costos de ordenar.

Ejemplo # 1: Pedir un lote al año.



En este ejemplo el material se recibe en Enero, el inventario promedio es de 600 unidades y el costo de transportación es del 30% del valor del inventario promedio.

Ejemplo # 2: Pedir cuatro lotes por año.



En este ejemplo el material es recibido cada tres meses a partir del mes de enero, el inventario promedio es de 150 unidades y el costo de transportación es del 30% del valor del inventario promedio.

### 3.6.15 COSTO DE PEDIR vs. COSTO DE TRANSPORTACION DEL INVENTARIO

En esta sección se muestra la fórmula para calcular el costo total (costo de elaborar un pedido + costo de mantener el inventario).

$$T = \left( S \times \frac{R}{Q} \right) + \left( \frac{Q}{2} \times C \times K \right) \quad \text{donde:}$$

R = Requerimiento Anual en unidades.

C = Costo Unitario del material.

S = Costo de Elaborar un pedido.

K = Costo Anual de transportación (como un % de C).

T = Costo Total.

Q<sub>o</sub> = Tamaño Optimo del lote.

A continuación se muestran los 2 ejemplos anteriores, empleando esta fórmula. Datos:

$$\begin{aligned} R &= 1200 & C &= \$ 10 \\ S &= \$ 300 & K &= 30\% \end{aligned}$$

Ejemplo # 1: 1 recepción al año.

$$\begin{aligned} Q_0 &= \frac{R}{N} = \frac{1200}{1} = 1200 && \text{substituyendo:} \\ T &= \left( 300 \times \frac{1200}{1200} \right) + \left( \frac{1200}{2} \times 10 \times 0.3 \right) \\ T &= 300 + 1800 \\ T &= \$2100.00 \end{aligned}$$

Ejemplo # 2: 4 recepciones al año.

$$\begin{aligned} Q_0 &= \frac{R}{N} = \frac{1200}{4} = 300 \\ T &= \left( 300 \times \frac{1200}{300} \right) + \left( \frac{300}{2} \times 10 \times 0.3 \right) \\ T &= 1200 + 450 \\ T &= \$1650.00 \end{aligned}$$

En esta serie de pasos, se nos indica simplemente que es mas costeable elaborar 4 pedidos al año en lugar de 1 solo. Pero no se nos indica el tamaño del lote para cada pedido.

Usando los mismos valores y utilizando la fórmula ya discutida, se muestran a continuación los resultados.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times S \times R}{C \times K}}$$

donde:

$S =$  Costo de elaborar un pedido ..... \$ 300.00  
 $R =$  Requerimientos anuales ..... 1200 unidades  
 $C =$  Costo Unitario ..... \$10/pza  
 $K =$  Costo de transportación del inventario.... 30%

Substituyendo estos valores en la fórmula anterior:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times 300 \times 1200}{10 \times 0.3}} = \sqrt{2400}$$

$$EOQ = 490 \text{ unidades}$$

Con 490 unidades los costos de ordenar y de transportar son iguales. Por lo tanto "T" es minimizada hasta el valor de Q. Substituyendo valores:

$$T = \left( 300 \times \frac{1200}{490} \right) + \left( \frac{490}{2} \times 10 \times 0.3 \right)$$

$$T = 735 + 735$$

$$T = \$1470.00$$

además:

$$N = \frac{R}{Q_0} = \frac{1200}{490} = 2.44 = 2 \text{ pedidos al año}$$

$$t \text{ (tiempo)} = \frac{Q_0}{R} = \frac{490}{1200} = 0.4083 \text{ años/pedido}$$

$$365 \times 0.4083 = 149.04 \text{ días/pedido}$$

$$149.04 \text{ días} = 5 \text{ meses (con 1 mes} = 30 \text{ días)}$$

Esto significa que para cubrir nuestras necesidades, haremos 2 pedidos al año cada uno de ellos con 5 meses de diferencia y cada pedido se hará por 490 unidades.

### 3.6.16 CONSIDERACIONES SOBRE EL EOQ

La fórmula EOQ se aplica cuando la demanda es relativamente estable. Las principales variaciones quebrantarán cualquier método. Consideraciones:

1. Con EOQ muy grandes, existen menos requerimientos para el stock de seguridad, pues llevará mas tiempo el agotar las existencias; a la vez que se requerirán de menores reaprovisionamientos, pues se tendrán menores oportunidades para situaciones de agotamiento de las mismas.
2. Por medio de la curva de costos totales (gráfica) existe la posibilidad de que el punto mínimo preciso, prácticamente no sea muy significativo y entonces, negociar rebajas en los precios sea lo mas conveniente en lo que respecta a los costos.
3. Un conjunto o grupo de negociaciones puede ser un recurso muy importante, reduciéndose de esta manera el valor de los acercamientos EOQ.
4. La cantidad de pedidos que se hacen posteriormente, son recibidos en períodos prolongados de tiempo, lo cual altera el punto mínimo (EOQ) a la derecha, y esta indicación sugiere que mayores cantidades de artículos deberán ordenarse, lo cual implica también mayores costos de transportación.
5. El costo sobre pedidos y transportes adicionales no son tan variables como lo implica la fórmula, y estos por lo tanto se deben usar de manera inteligente.

## 3.6.16.1 EOQ MODIFICADO

El EOQ modificado divide en dos partes a la fórmula original: una en la cual la dirección puede influir, y la otra que es una función del componente mismo.

A continuación se muestra la fórmula original (discutida anteriormente) y la misma fórmula, pero reestructurada en dos partes: en una se agrupan los costos de pedir y los costos de transportación del inventario (los cuales se manejan como variables), y en el otro grupo esta la demanda periódica (anual) y los costos unitarios (que son consideraciones particulares).

Usando un costo de ordenar de \$300.00 y un costo de transportación del 30%, se obtiene un resultado de 44.72.

La fórmula del EOQ modificado se presenta a continuación.

Usando estas aproximaciones la Dirección Técnica determina las variables empleadas para el cálculo del EOQ. Además es importante observar los efectos del EOQ al cambiarse las variables; pues esto, en un momento dado puede indicar la conveniencia de reorganizar a la sección de logística.

Fórmula Original:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times \text{Demanda Periódica} \times \text{Costo de Ordenar}}{\text{Costo de transportación} \times \text{Costo unitario}}}$$

Formúla Modificada:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times \text{Costo de Ordenar}}{\text{Costo de transportación}}} \times \sqrt{\frac{\text{Demanda Periódica}}{\text{Costo Unitario}}}$$

↓
↓

variables estableci-
variables indivi-

das (manejadas)
duales (de cada -

artículo)

Ejemplos de variables establecidas:

Costo de ordenar ..... \$300.00  
 Costo unitario..... 30%

Si además: (datos ya manejados)

Demanda periódica..... 1200 unidades  
 Costo unitario..... \$10.00

Sustituyendo en la fórmula modificada:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times 300}{0.3}} \times \sqrt{\frac{1200}{10}}$$

$$EOQ = 44.72 \times 10.95$$

$$EOQ = 490 \text{ unidades}$$

La diferencia entre las 2 fórmulas es: que en el EOQ modificado existe la posibilidad de que la dirección intervenga en caso de que los costos varíen, afectando a las operaciones; permite además observar más claramente nuestros resultados para efectuar modificaciones (de necesitarse estas). La fórmula original no permite lo anterior, pues aquí solo se trabaja en base a los resultados obtenidos al manejar

los datos que son establecidos de antemano por la dirección, sin considerar posibles variaciones.

### 3.6.17 DISMINUCION DE PRECIOS

Ya que en mas operaciones comerciales se nos ofrece disminuir los precios al adquirir grandes cantidades de artículos, esto puede representar ahorros significantes en la adquisición de materiales por parte de las aerolíneas.

La disminución de precios por otro lado, tiene un efecto directo sobre la fórmula EOQ; puesto que altera el precio unitario del artículo. Esto significa que al adquirir mas artículos, el descuento será mas ventajoso. Sin embargo, como ya se había mencionado esta operación altera el precio unitario de los artículos; de tal manera que el precio obtenido al final de las negociaciones, será el que se maneje en la fórmula junto con los otros elemento (EOQ modificado).

El propósito de incluir esto, es determinar la cantidad a ordenar a un costo total mínimo, cuando otros factores sean considerados; ya sean los costos de ordenar, los costos de mantener o el precio unitario de los artículos.

### 3.6.18 CONTABILIDAD DE LOS MATERIALES

#### 3.6.18.1 PRECIO Y COSTO DEL INVENTARIO

Existe una diferencia entre el precio y el costo. Ya que el costo involucra que se paga por algo; y el precio es el valor que tiene aquello que se desea adquirir. Este concepto se aplica además en lo que respecta al mantenimiento (particularmente en las aerolíneas que realizan este trabajo).

Los libros y registros de los inventarios proporcionan a la dirección financiera, la información que esta necesita para mantener el volumen de existencias en proporción adecuada a las ventas y al resto del activo. Tan importante es el sistema de evaluación de las existencias, que la dirección ha de pensar muy bien un sistema práctico para fijar el precio. El principio de aplicar "el costo o el precio del mercado, según cual sea el más bajo", se puede llevar a la práctica solamente si se conoce el costo. pero si ha habido artículos similares comprados durante -- ciertos períodos de tiempo, y que después se han entremez-- clado, puede resultar difícil, cuando no imposible identi-- ficar el costo real de las existencias que se tienen a la ma-- no y que pueden consistir en restos de compras sucesivas a precios distintos. Para determinar si es más bajo el cos-- to o el precio del mercado, la dirección tendría que cono-- cer el costo real de una cantidad o de un producto en espe-- cial. Las empresas resuelven este problema de varias mane-- ras:

1. FIFO. Primero en entrar, primero en salir. -- Este es un sistema que puede controlar la es-- calada de precios, dentro de un ambiente de -- economía inflacionaria. Según este sistema, se da por sentado que las existencias con más

tiempo se utilizan antes de echar mano de otras partidas, que luego utilizarán las existencias que les siguen en antigüedad, y así sucesivamente. Está es una práctica sana desde el punto de vista de almacenamiento, debido a que son -- muy pocas las mercancías que se harán mas valiosas con el transcurso del tiempo, y a que son -- muchas las que se echan a perder, ya sea materialmente o en cuanto a su valor. En este sistema, el costo acumulado de las existencias ha de ser mas alto en los períodos en que los precios suben y mas reducidos cuando estos bajan.

2. **PROMEDIOS.** Esta aproximación calcula un costo promedio basado en el costo actual de cada unidad. Este es el mejor acercamiento balanceado y actúa en economías con o sin problemas de inflación.

3. **LIFO.** Ultimo en entrar, primero en salir. Esta aproximación sobre-valua el inventario total. Podría decirse, que aquí simplemente ocurre todo lo contrario que en el sistema FIFO.

Los sistemas de control de inventarios mantienen -- algunas veces dos valores: PROMEDIO Y LIFO, los cuales se -- usan en contabilidad para diferentes propósitos:

**LIFO.** Se usa para el cargo de mantenimiento a los clientes (determinan los precios).

**PROMEDIO.** Calcula el inventario disponible, declarado al final del año.

Aquí también influye la preferencia que la direc--

ción sienta por una evaluación alta o baja de sus existencias. La preferencia vendrá determinada por factores tales como: impuestos, crédito o simple cautela en la apreciación del valor del efectivo.

### 3.6.19 RESUMEN

El proceso de obtención de los materiales, es una materia compleja influenciada por muchos factores.

Los inventarios son de los mayores activos en las hojas de balance, y por lo tanto requieren de un control y de una planeación cuidadosa para mantener la inversión a un nivel razonable.

Es responsabilidad de la Logística de los Materiales proveer un balance apropiado entre el mantenimiento que desea tener "todo en todos lados", y un sistema de control - organizado de los inventarios, el cual proveerá niveles adecuados para satisfacer los requerimientos normales de operación.

Desde luego, en estos tiempos de explosión inflacionaria el mayor esfuerzo de la Logística debe enfocarse a disminuir las existencias, cosa que se logra principalmente con:

1. Hacer mas eficiente y mas barato el costo de ordenar, para los pedidos mas frecuentes.
2. Mantener una coordinación adecuada con el área de Finanzas, para así mantener un buen nivel de servicio con los proveedores.

3. Verificar frecuente y eficientemente las existencias, para aplicar ajustes en las desviaciones de los consumos, tan pronto como estas se presenten.

### 3.7 MANEJO DE LOS ALMACENES

#### 3.7.1 PANORAMA SOBRE LOS ALMACENES

Un almacén es un servicio al departamento de producción, al que proporciona oportunamente materias primas, los materiales auxiliares, las partes componentes, las herramientas, las refacciones y todos los elementos necesarios para la fabricación de algún producto o para poder realizar alguna clase de servicio (mantenimiento, etc).

La organización de los almacenes es una parte integral del manejo de los materiales y de la organización de apoyo logístico, es el grupo que tiene físicamente "manos" sobre el control de los fondos de la compañía. Estos son responsables de llevar a cabo los planes de abastecimiento de materiales para los diversos usuarios. Así, mientras toda la organización sobre el manejo de los materiales se orienta hacia la satisfacción de las necesidades de los usuarios, es en los almacenes donde culmina esta labor; pues aquí donde se "surte" a los usuarios del (os) material (es) que estos requieren para desarrollar sus actividades normalmente.

Obviamente existen actividades interrelacionadas dentro de las tareas de almacenamiento, muchas de las cuales ya se han mencionado (proceso de aprovisionamiento). Aún en

los almacenes existen algunas tareas prioritarias para efectuar la salida de mercancías. Los mejores planes y el cumplimiento de los proveedores, se ven nulificados si no se agilizan las recepciones en los almacenes o existe un almacenamiento muy lento; lo cual ocasiona demoras en el control de los materiales, en el despacho de las requisiciones y en la entrega de los materiales.

Para lograr sus objetivos, los almacenes se encargan del control físico de los materiales; asegurando la exactitud en el registro de las mercancías, así como de sus movimientos, los cuales comienzan con la recepción de los materiales y que terminan con su distribución (despacho) en la Base de Mantenimiento.

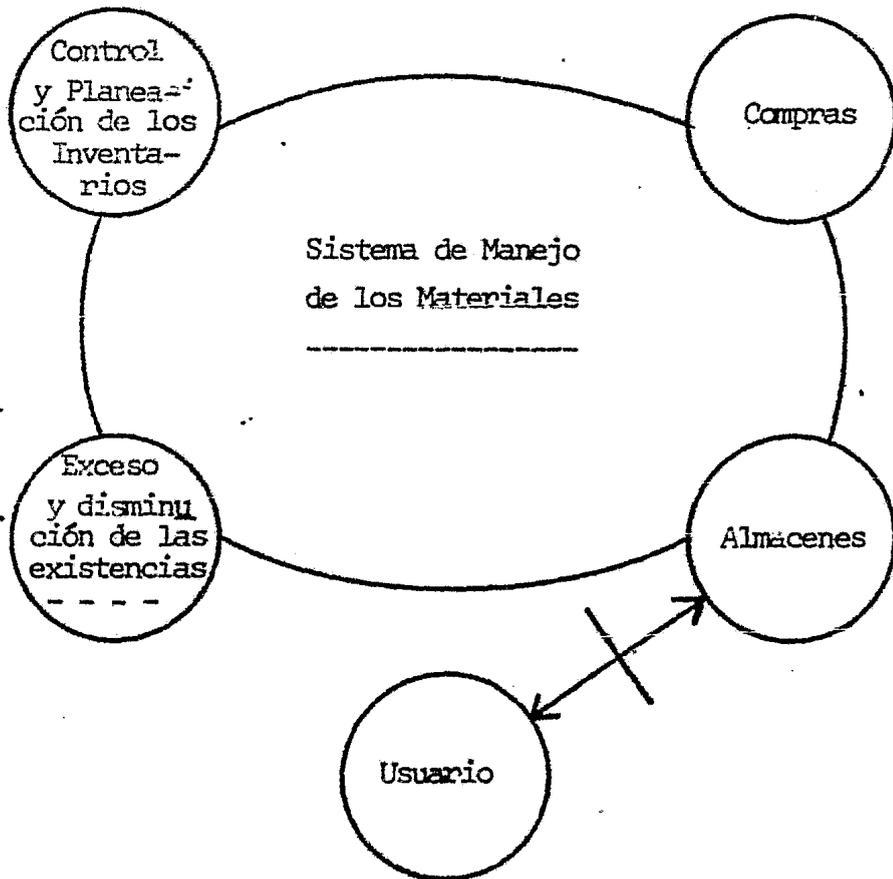
Algunos de los indicadores del funcionamiento de los almacenes son:

1. Exactitud en el estado de los almacenes.
2. Nivel de solicitudes y cancelaciones, como resultado del estado de inexactitud de las existencias en el inventario.
3. Demanda de los usuarios.
4. Recepción puntual en los depósitos.
5. Cantidad de embarques.
6. Volumen de actividades.

Las operaciones en los almacenes afectan directamente los libros de contabilidad de la organización, y por lo tanto, requieren de auditorías tanto internas como externas.

Las tareas asociadas con los almacenes son de un trabajo intenso; como resultado están propensas al error, y requieren mejores procedimientos y controles administrativos.

Sistemas recientemente desarrollados, proveen de procedimientos mas precisos para efectuar una total automatización de los almacenes (y con esto lograr una total optimización de los mismos).



### 3.7.2 RECEPCION Y EMBARQUE

La función de recepción es principalmente una actividad de línea y esta encaminada a la recepción ó rechazo de los materiales que envían los proveedores. Este es el primer paso para el registro de esos activos en la compañía.

La dinámica que debe tener la fase del manejo de los materiales es frecuentemente omitida. Esto debilita el proceso de recepción y los controles establecidos pueden incrementar la inversión. Además, no es raro encontrar errores de embarque por parte de los proveedores, por lo cual, si no fuera recibido un lote con ese tipo de errores se podría elevar la inversión planeada para ese inventario o en su defecto, podría provocar problemas operacionales en el resto de la organización.

### 3.7.3 PROCEDIMIENTO DE RECEPCION

El control de los materiales cuando estos son recibidos, requiere de la revisión de la orden de compra para verificar que no existan errores de embarque y que el artículo corresponda al número solicitado. La orden debe documentarse entonces como recibida para el pago posterior a los proveedores.

Posteriormente, esos artículos se envían a las áreas de almacenamiento o directamente a los usuarios, si estos son artículos prioritarios para el desarrollo de alguna actividad. Esto último requiere también de registros adecuados.

dos.

La puntualidad y la eficiencia en las actividades de recepción son importantes por algunas razones. -- Primero, porque el inventario se planea considerando que la recepción debe realizarse en un período determinado de tiempo, cuando este punto no es satisfecho, no se pueden alcanzar los programas de distribución previamente establecidos.

Segundo, estímulos monetarios para los proveedores como el pago oportuno que requiere la recepción puntual de los materiales, pueden mejorar el nivel de servicio en el aprovisionamiento; buscándose además que el pago puntual no sea desaprovechado por estos. Finalmente, el movimiento de las existencias a los anaqueles una vez que se han registrado como recibidos, debe hacerse inmediatamente, para que al recibirse una solicitud de material, esta no tenga que ser cancelada por no encontrarse el artículo pedido, a sabiendas que éste se encuentra en existencia.

#### 3.7.4 PROCEDIMIENTOS DE INSPECCION Y CONTROL DE CALIDAD

Numerosos artículos, especialmente los rotables o reparables, requieren de una inspección previa a la recepción.

Estos artículos son normalmente adquiridos como duraderos y por lo tanto deben ser auténticos, es decir, - adquiridos de fabricantes sin intermediarios. Estos mis-

mos artículos frecuentemente requieren de recibir leves mo dificaciones de ciertos talleres, antes de ser depositados en los anaqueles, para así poder asumir que están listos para su instalación. Los inspectores deben considerar -- que la recepción es un punto clave para el mantenimiento - de la integridad técnica del inventario.

### 3.7.5 PROCEDIMIENTO DE ENVIO

Los envíos son el punto opuesto a la recepción y por lo tanto, incluyen ciertas consideraciones de facturación y costos.

El envío además involucra otras consideraciones claves.

Primero, el registro debe hacerse particularmente para cargas clasificadas como "peligrosas". Los procedimientos de embarque deben incluir controles para los materiales que pueden o no ser transportados y para el tipo de contenedores necesarios para satisfacer las regulaciones de embarque. "Todos los artículos deben embarcarse apropiadamente para su embarque".

Además, el conocimiento de itinerarios de otros transportistas es importante para aquellos materiales que necesiten embarcarse urgentemente o que propicien el análisis de alternativas más económicas.

La mayoría de las aerolíneas disponen de un sistema por el cual, las salidas de materiales tienen cierta

prioridad o se clasifican de acuerdo a la urgencia de embarque que puedan tener las mismas hacia determinado lugar o dependiendo de la importancia operacional de los materiales en un momento dado.

Deben mantenerse en existencia materiales para prevenir situaciones en que se presente algún "AOG", pero este sistema no debe usarse indiscriminadamente (por los costos que esto involucra). Para embarques normales, haremos uso de nuestra flota para el transporte de los materiales. En muy raras ocasiones esto significará la reducción de pasajeros, dejando esta alternativa únicamente para el embarque de artículos muy voluminosos (para algún "AOG").

### 3.7.6 CONSIDERACIONES SOBRE LOS ALMACENES

#### 3.7.6.1 MANEJO DEL ESPACIO

El espacio es uno de los principales recursos con que cuenta cualquier compañía, junto con el inventario físico disponible e incluyendo además el capital y al personal. Es obvio que el espacio es un recurso costoso y el cual puede llegar a ser un gasto "fuera de control" si no se maneja adecuadamente.

El concepto de depósitos varía de compañía a compañía, siendo los mas usuales los depósitos al azar,

los depósitos por volumen de actividad y los depósitos que dependen de la demanda. Cada uno de estos tienen ciertas ventajas, las cuales resultan importantes al realizar un análisis de este tipo. Los "almacenes satélite" tienen también importancia en la aplicación de estos métodos.

La disponibilidad de espacio se debe considerar en la determinación del tipo de almacén ó depósito a ser usado. Además, estas consideraciones deben darse para determinar el tiempo de entrega, la cantidad de materiales a ser almacenados y la demanda esperada de los mismos.

#### 3.7.6.2 PERSONAL

La naturaleza del trabajo dentro del almacén, sugiere que se disponga de rotación del personal; pues se necesita disponer siempre de personal experimentado y familiarizado con el funcionamiento de los mismos. Sin complicaciones y con modernos sistemas, se dictan en la actualidad programas de capacitación para todo el personal. Dependiendo del panorama de las operaciones de la aerolínea, un programa de tiempo completo se lleva a cabo para hacer frente a este desafío.

La numeración de las partes, es una tarea controlada normalmente fuera del almacén, tarea que la realizan el departamento de planeación ó los talleres internos de la compañía. Existe un sistema lógico de numeración, el cual se aplica a todos los sistemas de manejo de los materiales.

Para que el sistema opere eficazmente, es esencial que todo el personal del almacén esté totalmente enterado de esta lógica, así; las pérdidas como resultado de los errores humanos serán minimizadas si el personal está conciente de la misma. Otro aspecto de estos sistemas, de los cuales también deben estar enterados los almacenistas, son los procedimientos de etiquetado (por ejemplo se emplean etiquetas de color verde para identificar materiales "descompuestos o inutilizados" y etiquetas de color -- amarillo para identificar a los materiales "útiles").

### 3.7.7. DISPOSICIONES CONTABLES DEL ALMACEN

La organización del almacén no se puede calificar de racional, sino se incluye una rigurosa contabilidad de los movimientos de los materiales que tienen lugar en su interior, con la cual se consiga:

1. La identificación en sentido histórico de to dos los movimientos que se efectúan con los materiales de cualquier naturaleza que entran, se detienen, se transforman y salen de la empresa.
2. El mantenimiento de circunstancias susceptibles de permitir establecer en cualquier momento la situación de los materiales y también de las inversiones de la empresa.
3. El seguimiento de los movimientos de los materiales, tratando de identificar continuamente la situación contable con la de hecho (la efectiva del almacén).
4. El desarrollo del sistema de control de in--

ventarios (existencias).

5. El encuadramiento de la contabilidad de los materiales, en la contabilidad general de la empresa.
6. El desarrollo de un riguroso sentido de responsabilidad por parte de quien guarda los materiales.

Los registros que conciernen al almacenaje, pueden ser de naturaleza:

1. Contable. Tienen por objeto, el seguir los movimientos de la "Cuenta del Almacén", como partícipe del plan general de cuentas de la empresa.
2. Estadísticas o extracontables. Facilitan a la Dirección de la Empresa, elementos de valoración para las decisiones administrativas.
3. Técnica. Si se trata de datos señalados al "Servicio de Recepción" y a la Dirección Técnica, para ponerlos en condición de desarrollar sus respectivas actividades.
4. Funcional. Cuando se trata de datos que vienen resumidos, elaborados y comunicados mediante formularios previamente dispuestos, con objeto de asegurar al sector productivo la disponibilidad de materias primas, accesorios, etc.

### 3.7.8 DESPACHO DE MATERIALES

Dependiendo de la distribución de los materiales - (ya antes convenida), se efectúa la entrega de los mismos.

Idealmente y desde el punto de vista de los almacenes, el usuario vendrá y tomará posesión de los productos que necesite. Más sin embargo, los almacenes están orientados a efectuar las entregas a través del personal encargado de esas actividades, o en almacenes muy modernos con ayuda de otros mecanismos (tubos pneumáticos, cintas transportadoras, vehículos eléctricos, etc).

Todo material que abandona el almacén, deberá hacerlo amparado por la correspondiente documentación, que lo salvaguarde y que permita asimismo el adecuado control: tanto de las existencias como del valor en capital que estas representan, y que proporcione además una adecuada información para los propósitos administrativos de la empresa; esta información es vital, dado que en base a la documentación existente se generarán movimientos contables, los cuales a su vez implicarán decisiones administrativas que afectarán el funcionamiento de la empresa. De esto se comprenderá, que es fundamental que los reportes sean exactos y oportunos, para que los resultados sean conocidos a tiempo de poder emitir las decisiones adecuadas.

No importa el tipo de documentación que sea preparada para amparar la autorización de salida del almacén, llámese factura, remisión, conocimiento o guía de embarque, etc, es necesario que el proceso de salida del almacén este respaldado por la generación de un documento fuente de información, generada por el propio almacén y donde se relacionan los tipos de artículos, su cantidad y la fecha en que salieron de la custodia del almacén para iniciar su movimiento hacia el destino final de estos artículos. Este documento a su vez, solo podrá ser generado mediante la creación de otro

documento que autorize la disposición de los bienes depositados; este documento puede ser uno o varios de los listados - al principio de este párrafo, en otros casos puede ser un pedido de materiales para su utilización en las áreas productivas, etc o un simple vale al almacén como el mostrado en la figura # 1; sea cual sea la fuente de autorización, el almacén debe generar un documento informativo que sirva como - fuente para generar los procesos de control, tanto internos del almacén como externos dentro de la misma empresa, una - nota de Salida Funcional se muestra en la figura # 2.

### 3.7.9 DEVOLUCIONES

Existen básicamente dos motivos fundamentales para la devolución de materiales en BUEN ESTADO al almacén, - los cuales son:

1. Fallas de Planeación de los usuarios.
2. Falta de control en el almacén.

Las fallas de planeación son causadas por falta - de conocimiento adecuado de los procesos involucrados, ya - sea en las plantas industriales, por falta de datos acerca de la capacidad de la maquinaria y/o equipos, por falta - de información adecuada de las cantidades de material a utilizar para la fabricación y por cambios de los planes de producción por diversas causas. En las empresas comerciales, - las fallas de planeación son causadas por cuotas de ventas - alejadas de la realidad y algunos otros motivos conexos.

Figura # 1:

Vale al Almacén		Departamento
Cantidad	Descripción del Artículo	Utilización
Fecha:	Firma Autorizada	Num. de Control

Original: almacén.

Copia: departamento solicitante.

Nota de Salida del Almacén				Folio:	
Departamento Solicitante: .				Fecha:	
Can-ti-dad	Uni-dad	Artículo	Cargo a:	Uso Contabilidad.	
				P. Unitario	Importe
				Total	
Despachó:		Recibió:		Registró:	

Original: contabilidad.      1ª copia: planeación.      3ª copia: dpto. solicitante.  
 2ª copia: almacén.

Figura # 2:

La falta de control en el almacén, se traduce en un pobre surtido de artículos y grandes pérdidas económicas; lo que puede causar una devolución, ya sea por falta de cumplimiento de los acuerdos (surtido retrasado) o por diferencias en las especificaciones de los artículos ordenados y además, por surtido de artículos diferentes a los solicitados.

Independientemente de la causa que ocasiona la devolución, los artículos que reingresan al almacén por este concepto, ya han sido descartados de las existencias y han recibido cierto tratamiento contable, en consecuencia, es necesario repetir los trámites de entrada en forma similar a los que originalmente se efectuaron cuando ingresó al almacén, proveniente del proveedor.

### 3.7.10 OBSOLETOS

Se puede decir, que obsolescencia es la parte del capital invertido en el inventario y destinada a desaparecer, por los riesgos de obsoletización de los materiales almacenados, causados por envejecimiento de los artículos, cambios tecnológicos, cambios de modelo y/o producción, maquinaria o equipo.

Los obsoletos en nuestro caso, son controlados -- por los almacenes, donde son acumulados e identificados por diversas técnicas.

Así mismo, es en los almacenes donde estos son controlados para disponer de ellos posteriormente, mediante las

políticas y procedimientos establecidos por la compañía y -  
atendiendo a los intereses de la misma.

La obsolescencia, el espacio, el interés y los segu  
ros, son factores que afectan en forma distinta, dependiendo  
de las circunstancias particulares en la operación de cada em  
presa; sin embargo, siempre estarán ligados mediante el calcu  
lo de la siguiente relación:

$$Cu = A + \frac{B}{R} \quad \text{donde:}$$

A = Costos generados por las actividades de alma-  
cenaje.

B = Costos relativos al almacenaje (intereses, etc).

R = Ritmo de rotación o renovación anual de las -  
existencias.

$$\frac{\text{Existencia Media de Materiales (\$)}}{\text{Consumo Semestral (\$)}} \times 180 \text{ días}$$

Cu = Costo generado por las existencias de artículos  
o materiales (costo unitario).

### 3.7.11 CONTROL DE ADUANAS

Por la naturaleza de las compañías aéreas, estas  
no están restringidas por los límites naturales, como las -  
otras formas de transportación. Por consiguiente, los via-  
jes internacionales son realizados con mucha frecuencia, tan  
fácilmente como en un viaje local. Con lo que respecta a -  
esos "cruces" internacionales, existe un límite establecido:  
las aduanas.

Las demoras aduanales son un factor que puede extenderse desde el distribuidor hasta el almacén, y por lo tanto, este es un factor muy importante en las consideraciones sobre el aprovisionamiento de los materiales. Por la naturaleza internacional de esta industria, muchas personas son poco consideradas en algunos de los países por los que se tiene forzosamente que atravesar en estas etapas (exceso de trámites, etc).

Los distribuidores se enfrentan muchas veces con el desafío que les imponen los competidores (precios, tiempos de entrega, etc), y en consecuencia extienden sus servicios mediante el envío de materiales a través de las aduanas, y almacenan sus mercancías en las bodegas de estas. Este proceso minimiza la inversión en inventarios por parte de la compañía, y suaviza el bloqueo que algunas veces son establecidos en las aduanas; a la vez que garantiza al proveedor el cumplimiento de los pagos, pues cuando el cliente (usuario) requiere que las mercancías le sean entregadas, este simplemente procede a retirarlas de las bodegas aduanales y posteriormente hace la entrega de estas.

### 3.7.12 CONTROL ADMINISTRATIVO DEL ALMACEN

La eficiencia en el manejo de los materiales almacenados, puede representar considerables ahorros en el costo de operación del almacén, y en la rapidez del surtido de los materiales a las diferentes áreas que los soliciten; la planeación adecuada de la ubicación de los materiales, ahorra tiempo de entrega y distancia en el recorrido, al realizar -

el abastecimiento, es pues determinante considerar detenidamente la importancia de esta actividad.

Junto con el manejo de los materiales, el control de los inventarios forma parte esencial del éxito o el fracaso de una aerolínea. Por lo tanto, deberá administrarse con gente que tenga la visión y la experiencia necesarias, para comprender los requerimientos totales de operación. Los programas de capacitación deberán ser elaborados e implantados por la Dirección.

### 3.7.13 SISTEMAS DE INFORMACION

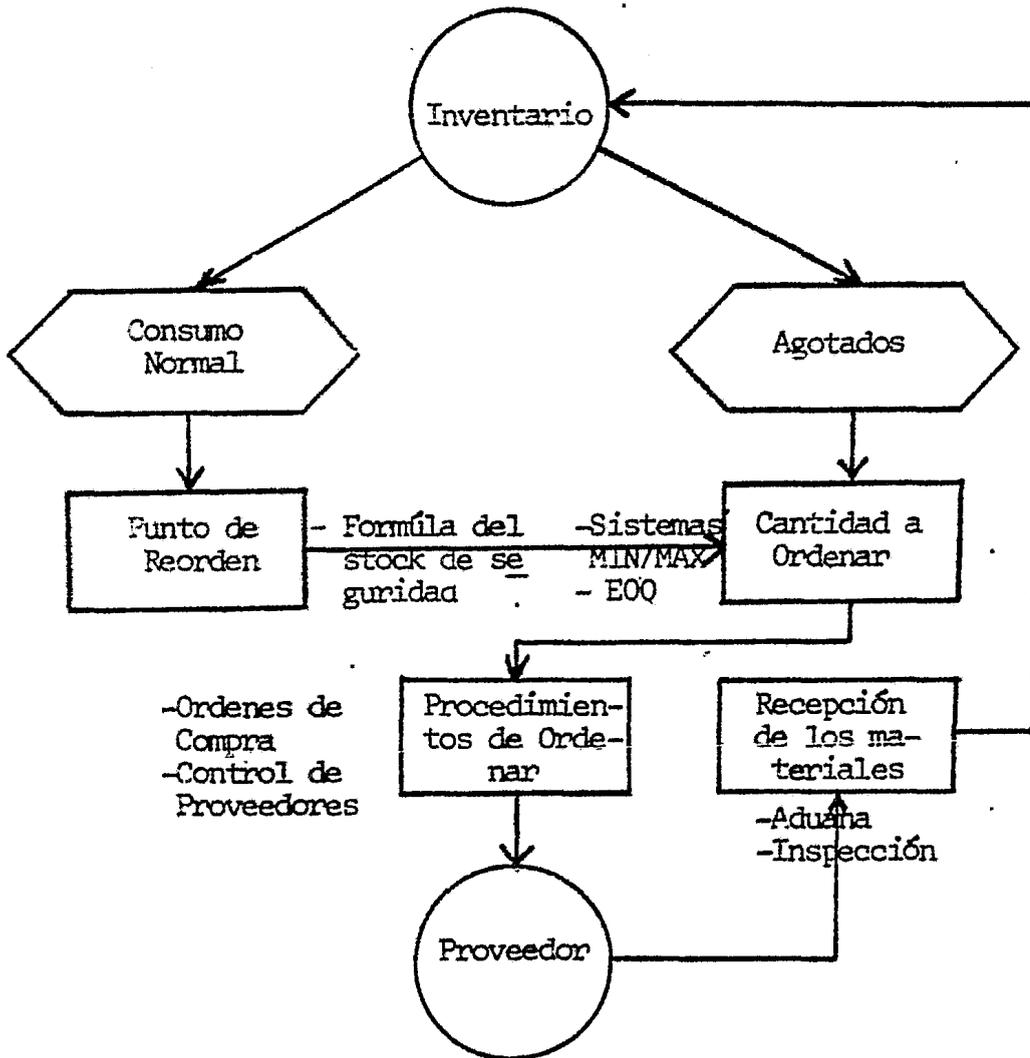
Los requerimientos de los sistemas de información no son complicados, pero necesitan una gran sincronización entre el hardware (equipos y maquinas), y el software (programas), para establecer lo mas exactamente posible el estado real de las existencias.

Estos sistemas se aprecian mejor en la figura.

### 3.8 PLANEACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION (PCP)

Para empezar a desarrollar este tema, desglosaremos los elementos que la forman, y así poder dar una definición de la misma.

Puede decirse, que la Producción es la utilización de una serie de recursos en general (materia prima, capital,



mano de obra, etc) para transformarlos y obtener un bien (producto o artículo) o un servicio.

La característica de un sistema productivo es que implica un factor de transformación.

Ahora bien, la Planeación es la selección y rela--

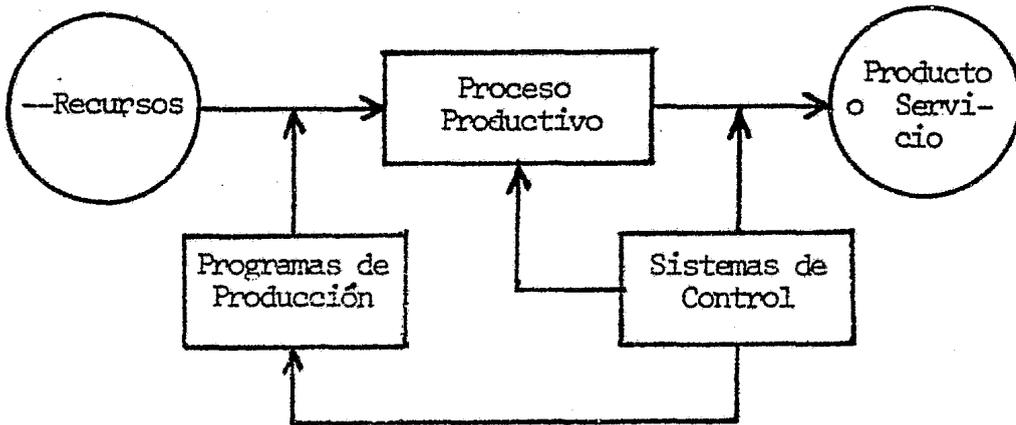
ción de hechos, así como la formulación y uso de suposiciones respecto al futuro en la visualización y formulación de las actividades propuestas que se cree sean necesarias para alcanzar los resultados deseados. Una planeación efectiva debe basarse en hechos y no en emociones o deseos. Las actividades se basan en las situaciones que dictan los hechos. Se evitan los posibles obstáculos y si no se pueden evitar, se reconocen como existentes y se incluyen dentro de los planes, junto con las previsiones respectivas para enfrentarse a ellos.

El control puede definirse como el proceso para determinar lo que se está llevando a cabo, valorizándolo y si es necesario, aplicando medidas correctivas; de manera que la ejecución se lleve a cabo de acuerdo a lo planeado. El control incluye la vigilancia activa de una operación para mantenerla dentro de los límites establecidos en la organización. El control finalmente, debe estar orientado objetivamente.

Todo lo anterior puede resumirse en lo siguiente:

El PCP, se puede definir como el conjunto de planes sistematizados y de acciones encaminadas a dirigir y controlar la producción, de forma que los elementos que integran el programa de producción estén relacionados entre sí y con el resto de la organización.

Esto es, se tratan de controlar los 3 factores básicos de la Producción Industrial: materias primas, maquinaria y mano de obra.



### 3.8.1 FUNCIONES

La naturaleza de la Planeación a corto, mediano y largo plazo, están directamente relacionados con la naturaleza o clase del proceso productivo de que se trate. Así por ejemplo, en los sistemas de producción continua, la programación de la producción tiene que hacerse a períodos muy cortos, de tal manera que en los programas de producción en una fábrica de gran tamaño, se contemplan períodos mensuales de fabricación; solo en casos de que se requieran elaborar programas de ventas a largo plazo, se tendrán que elaborar programas de necesidades de materias primas, mano de obra, maquinaria, etc. en períodos que pueden ir desde 5 hasta 20 años.

Planeación a Largo Plazo. Se tiene en este caso, un mayor control de las funciones de producción, relacionadas con la elaboración de planes de 1 a 5 años. Esto implica la estructuración de los programas de mantenimiento, los cuales deben considerar los factores fuera de toda posible -

predicción. Cambios y modificaciones a los recursos físicos existentes, son analizados también en esta etapa.

Dentro de la PCP, se deben considerar la elaboración de paquetes de trabajo, esto es, dividir el trabajo por las siguientes razones:

1. El trabajo es demasiado para ser ejecutado por una sola persona y debe dividirse para ser ejecutada por varias.
2. La distribución del trabajo requiere que este sea controlado.
3. El deseo de lograr la especialización del trabajo y lograr que las tareas a desarrollar sólo necesiten de las aptitudes especializadas del personal y así optimizar las horas/hombre disponibles.

Esto incluye por otra parte, trabajar con los requerimientos de mantenimiento del documento MRB y el agrupar en A, B, T y R los tipos de servicio por faena, destreza y ubicación del equipo.

Otra actividad muy importante, es la Planeación de Cargas de Trabajo en base a los programas y pronósticos hechos con otros departamentos dentro de la organización. Esta etapa cubre un período (idealmente) de 22-25 semanas, en los cuales se deben considerar factores como son, planeación de actividades de embarco y desembarco de equipaje y carga, así como el acomodo de los pasajeros en la nave, programación de las actividades en los talleres y programación de la carga de trabajo de los motores.

La Programación de la Producción. Tiene como función principal el Control de la Producción. Cubre normalmente un período de 22 semanas y se diferencia de la planeación de cargas de trabajo, en que esta última es más detallada, pues involucra requerimientos de personal y planeación de necesidades de material. Por otro lado, la programación de la producción se relaciona básicamente con naves, motores, partes, ensambles y áreas de servicio

El Control de la Producción juega un papel muy importante, una vez que la(s) nave(s) o el equipo se encuentra en el taller, asigna tipo de mantenimiento, programa los servicios a prestar al equipo, asigna personal, inspecciona y observa el desarrollo de estos pasos.

Por último, la Dirección de Producción involucra inspecciones, una vez que se presenta algún contrat tiempo en el desarrollo de las operaciones.

Considerando entre sus funciones:

1. Disponer de un equipo de auditores.
2. Establecer consumo de materiales.
3. Análisis de retrabajos internos vs. externos.
4. Establecimiento de la Fuerza de Trabajo.
5. Análisis de tendencias de los puntos anteriores.

### 3.8.2 RELACIONES QUE SE ESTABLECEN CON LA PCP

El Control de la Producción se relaciona con el

Departamento de Planeación, el cual a la vez se relaciona -- con aquellas actividades que van más allá de un período trimestral. Esta relación es básicamente en dos áreas:

1. Análisis de Tiempo y Costos requeridos para el Servicio de Mantenimiento.
2. El Establecimiento de Paquetes de Trabajo.

Las operaciones de mantenimiento implican otra relación, pues estas involucran observación del estado de mantenimiento de la nave, control de Lista Mínima de Equipo (MEL), reprogramación de actividades al presentarse alguna falla en el equipo, información de las actividades a ser desarrolladas por el personal (mediante letreros, pizarrones, etc).

La última relación se establece con el Departamento de Logística, el cual se encarga del abastecimiento de los materiales.

### 3.8.3 RECURSOS

El Control de la Producción, se relaciona con el uso de lo que comúnmente se ha denominado como las 6 "Ms".

1. Dirección (Management). Representa la habilidad para optimizar los recursos y maximizar el valor de los mismos.
2. Recursos Humanos (Manpower). Se le asigna -- normalmente sobre el 50% del presupuesto total para mantenimiento y su desempeño debe ser analizado continuamente.
3. Materiales (Materials). Se le asigna normal-

mente 40% del presupuesto.

4. Métodos (Methods). Esta área (paquetes y ordenes de trabajo, programación de actividades, etc.) ayuda a determinar el uso que se le deben dar a los recursos y es una actividad primordial de Control de la Producción.
5. Maquinaria (Machinery). Es uno de los recursos de la empresa y normalmente dentro del presupuesto no es considerado correctamente.
6. Motivación (Motivation). Es el ingrediente "secreto", el cual puede ser determinante en el desarrollo de los planes establecidos.

#### 3.8.4 ACTIVIDADES

Se tienen dos responsabilidades primordiales por concepto del PCP:

1. Planeación y Control del total de las Operaciones.
2. Planeación y Control de la Producción.

La primer área relaciona el total de operaciones de mantenimiento y los recursos de la empresa (aquí juegan un papel muy importante).

La "entrada" principal de esta función proviene de la Demanda. La cual suministra la base para determinar el nivel de actividad al cual la empresa deberá operar durante un período previamente establecido. Ingeniería proporciona

otro conjunto de datos de entrada concernientes a modificaciones a los procesos de producción. Finanzas establece restricciones monetarias y limitaciones presupuestales. Hay -- que hacer notar, que factores como huelgas, cancelaciones, recursos no disponibles, son factores que hay que tomar también en consideración.

La segunda área, es básicamente una interrelación entre Mantenimiento, Operaciones y Programación, los cuales -- se refieren a la nave y a sus componentes.

Sus funciones se pueden resumir en dos áreas:

1. Estrategicas. Establecen las políticas de PCP.
  - Aquí se definen los objetivos, metas (flota y línea), tiempo de reparación (programas y fechas).
  - Provee de facilidades: equipo, aprovisionamiento inicial, edificio y servicios.
  - Standards de Operación: Mano de obra, costos, métodos, consumo de materiales, etc.
  - Resultados: Presupuesto de Producción => - Producción => Evaluación de Resultados.
2. Tácticas. Establecen las acciones a seguir -- del PCP.
  - Recursos: herramientas, personal, financiamiento, información, materiales, métodos de operación.
  - Organización de la Producción. Optimización de los recursos, planeación de las actividades, etc.

- Implementación de los Planes. Ejecución y control del trabajo.
- Análisis de Resultados. Identificación de desviaciones, evaluación del desarrollo de las actividades, etc.
- Control de Ajustes. Ajustes a Línea y a los planes existentes.

### 3.8.5 PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO DE LA MRB

Una Mesa sobre Revisiones de Mantenimiento (MRB), tiene la responsabilidad de establecer los requerimientos de un Programa de Mantenimiento Inicial (previos a la entrada a operación de una nueva nave).

Un Comité formado por aerolíneas, fabricantes y representantes de la FAA (los cuales forman el MRB), discuten sus diferencias filosóficas sobre este tema y posteriormente se encargan de publicar un documento, en el que definen los requerimientos de mantenimiento inicial para las aeronaves.

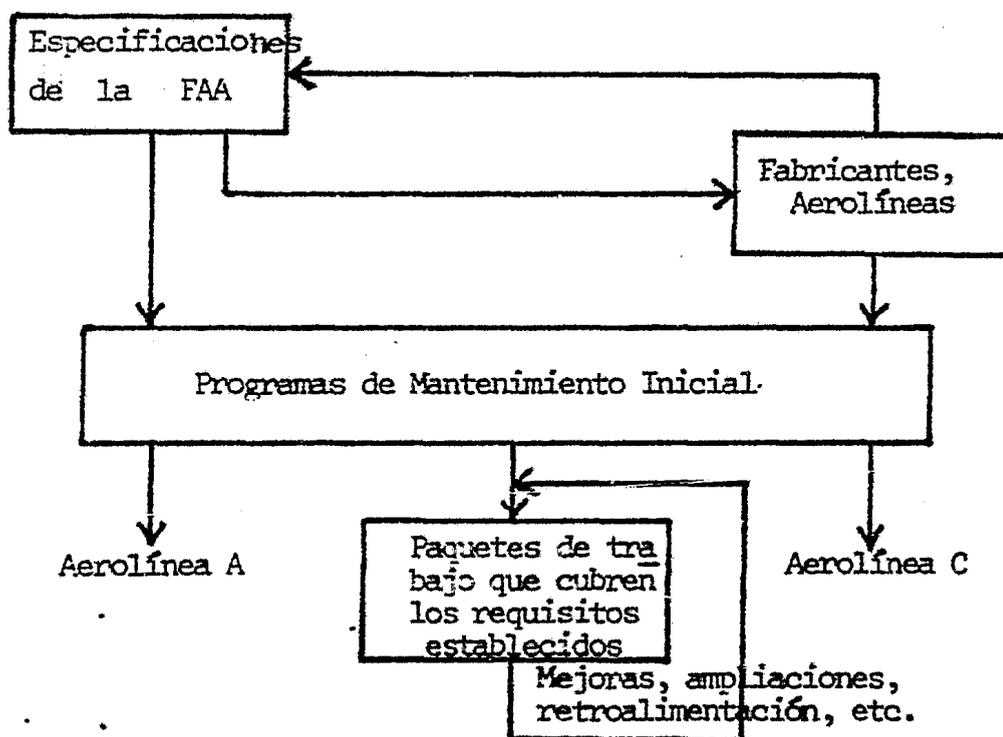
Las aerolíneas están obligadas a adoptar estos preceptos en el desarrollo de sus programas de mantenimiento.

Si las aerolíneas lo desean, pueden desarrollar "paquetes" con estos requerimientos; de tal manera que estos se adapten a las necesidades de operación de las mismas. Siempre y cuando, estos se apeguen a los preceptos establecidos por la MRB.

Estos preceptos deben incluirse en cualquier cam--

bio o modificación que se hagan al equipo que opera en dichas aerolíneas.

Es responsabilidad de PCP, asegurar que se cumplan los requerimientos establecidos por la MRB.



### 3.8.6 SISTEMA DE DIRECCION

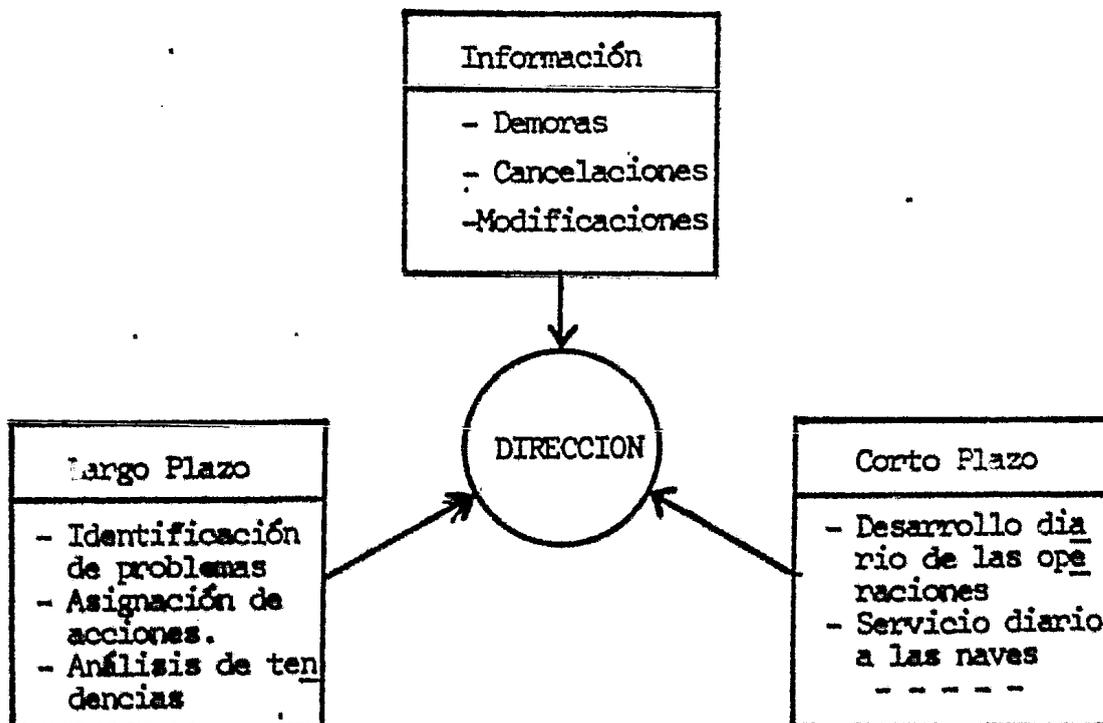
A continuación se presenta un método de Dirección - usado por algunas aerolíneas para el control de sus flotas.

Consiste en tres partes y está encabezado por la di

rección de mantenimiento:

1. Sistemas a Corto Plazo. Determinan las entradas.
2. Sistemas a Largo Plazo. Determinan las situaciones problema.
3. Sistemas de Manejo de Información. Determi--nan el desarrollo del sistema.

Estas tres partes interactúan entre sí para for--mar un medio efectivo mediante el cual, la Dirección pueda manejar optimamente los recursos con que cuenta la aerolínea.



### 3.8.7 EVALUACION DE PROYECTOS

El PCP es a la vez una organización de planeación y realización, como se muestra en la figura. En esta, se muestra la parte de Planeación de PCP, identificando las entradas (parte superior), las principales influencias (centro) y los puntos que indican la culminación de los 2 anteriores - (parte inferior).

El PCP se analiza por el desempeño y las condiciones del equipo (flota) y el costo de mantenimiento que acompaña estas actividades (derecha).

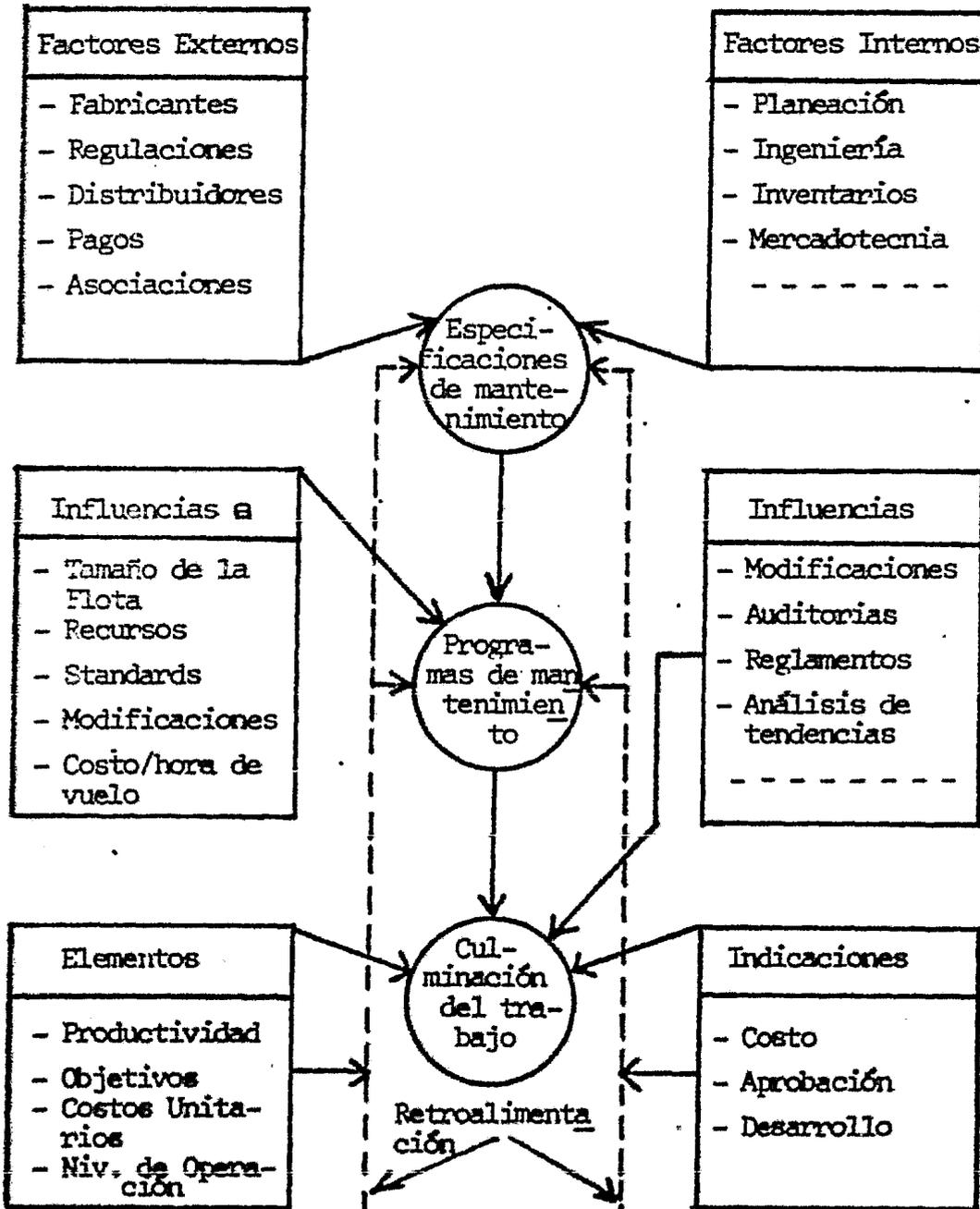
Los métodos de evaluación interna son: standards de trabajo, productividad, etc. (izquierda).

Por último, se muestra el lazo de retroalimentación ajustado a las especificaciones anteriores y el avance del trabajo basado en el desarrollo interno y las influencias externas del sistema. Como se muestra en la siguiente figura.

### 3.8.8 PERIODOS DE TIEMPO QUE ABARCA LA PCP

El proceso de Planeación cubre 4 diferentes etapas en el tiempo: Planeación a largo, mediano y 2 versiones del corto plazo.

1. Planeación a Largo Plazo. Se concentra en la inclusión de planes desde tres meses a cinco años y procura la optimización en el uso de los



recursos disponibles. El control de la Producción contribuye en el desarrollo de planes de - tres meses, puesto que controla los recursos fisicos, los cuales son de suma importancia en la toma de estas decisiones.

2. Planeación a Mediano Plazo. Es el centro de - las actividades de Planeación y abarca desde 1 día hasta tres meses. Aquí se debe considerar la distribución inmediata de los recursos disponibles.
3. Planeación a Corto Plazo. Aquí se tienen dos aspectos: el primero incluye las operaciones de mantenimiento que van de 1 hora hasta un día, esto implica cambios en las rutas y se involu--cra con otros departamentos; el segundo es un - aspecto que tiene que ver con el Control de la Producción y es la disposición eficiente y oportuna de naves para propósitos de arrendamiento.

### 3.8.8.1 PLANEACION A LARGO PLAZO

La Planeación a Largo Plazo se divide en:

Proyectos de 1 y 5 años. Los cuales se diferen--cían por su alcance e incluyen los siguientes aspectos:

1. Composición de la Flota. Lo cual involucra -- cambios en los proyectos de adquisición de nue--vas naves.
2. Predicción de los Niveles de Tráfico. Lo cual ayuda a prever cualquier cambio en las estaciones o en la base principal.

3. Pronósticos de las horas de vuelo (mensualmen---te).
4. Requerimientos de Mantenimiento. Lo cual pre--vee la asignación de servicios (A,B,T y R).
5. Requerimientos de mano de obra y facilidades.

#### 3.8.8.2 PLANEACION A MEDIANO PLAZO

Los planes de 1 y 5 años ya discutidos, son los - que determinan esta etapa. La cual incluye las siguiente re- laciones:

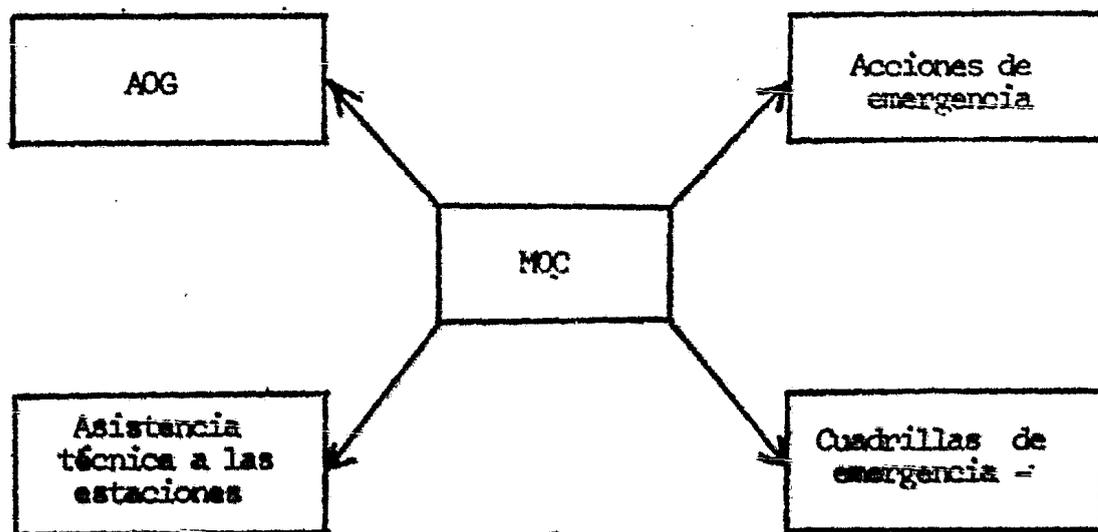
1. Facilidades. Incluye la determinación de la ca- pacidad de mantenimiento en estaciones, la car- ga de servicio en talleres, requerimientos de - equipos de apoyo (remolques,escaleras, etc).
2. Personal. Incluye la formación de cuadrillas - para la ejecución de los trabajos, ya sea por - habilidad, trabajo o día.
3. Materiales. Incluye el control de materiales para los kits, modificaciones y vencimiento de los mismos.
4. Paquetes de Trabajo. Comienzan en esta fase e incluyen cambios de componentes, realización de modificaciones.

Todo lo anterior se incluye en un plazo que va des- de 1 día a 3 meses.

#### 3.8.8.3 PLANEACION A CORTO PLAZO

Incluye la formación de lo que se ha denominado, Centro de Operaciones de Mantenimiento (MOC), al cual se le asignan las siguientes funciones:

1. Proveer de asistencia técnica a las estaciones.
2. Hacer los arreglos para el envío inmediato de personal y refacciones a las estaciones, cuando esto sea solicitado. A través del MOC, se controla la ubicación y movimiento de partes para los motores. Cuadrillas de emergencia se pueden ubicar en lugares estratégicos para proporcionar servicios inmediatos de cambio de motores y otros servicios no programados.
3. Coordinar acciones para minimizar inconvenientes a los pasajeros, en caso de algún contratiempo en una nave.
4. Coordinar el movimiento de la nave en la base principal para su reparación.
5. Notificar acerca de mantenimientos no programados (emergencia) para su inmediata atención.



### 3.8.9 PAQUETES DE TRABAJO

Normalmente consisten de trabajos en las siguientes categorías:

1. Inspecciones Programadas. Son trabajos rutinarios, que resultan en trabajos imprevistos.
2. Revisión de artículos diferidos.
3. Cambio de componentes con límite de tiempo.
4. Modificaciones.
5. Servicios (lubricación, engrasado, etc).

Hay que añadir, que mas de la mitad de los recursos disponibles se emplearán para la resolución de trabajos no rutinarios, descubiertos por inspecciones y "sorpresas".

Es imposible predecir "sorpresas", pero por experiencia sabemos que aparecerán y debemos estar preparados -- para resolverlas.

### 3.8.10 CONTROL DE LA FUERZA LABORAL

El primer paso en este proceso, es recaudar toda la información posible sobre el tema. El control se puede realizar mediante tarjetas entrada/salida, distintivos, relojes, etc; los cuales indican por ejemplo, si un mecánico realiza normalmente su trabajo y que tareas desempeña. El proceso de registro de tiempo provee de datos sobre el personal de mantenimiento, indicando primordialmente el tiempo que tardan en realizar su trabajo. Una vez que una determinada ta-

rea es concluida, esta es verificada por un inspector, y posteriormente esta información se envía al departamento de procesamiento de datos, para su recopilación y manejo.

Esta información puede ser utilizada para propósitos de contabilidad o del análisis del desempeño del mantenimiento.

Un área que presenta muchos problemas, es la determinación de los tiempos improductivos, pues no es fácil su cuantificación.

Algunas aerolíneas han desarrollado programas que facilitan el análisis de las horas/hombre empleadas en la realización de las diversas tareas de mantenimiento. Su función básica es comparar las horas/hombre empleadas contra las horas/hombre disponibles, con el fin de verificar el desempeño de la Fuerza Laboral.

El procedimiento es como sigue:

1. La operación se desarrolla en forma de Diagramas de Gantt, en los que se muestra el plan de trabajo a realizar.
2. Las horas/hombre que son requeridas para desarrollar el trabajo se establecen mediante standards predeterminados. Y posteriormente, el total de horas/hombre son divididas en horas/hombre por día.
3. Durante la operación, cada supervisor elabora un resumen de las horas/hombre utilizadas en la realización del trabajo.

4. Estos resúmenes son registrados en una computadora cada noche (al final de las labores) y entonces se corre el programa de la fuerza laboral.

Al día siguiente se analiza el trabajo, de tal manera que el resumen obtenido muestra las horas/hombre utilizadas vs. las horas/hombre disponibles; facilitándose de esta manera el análisis de la utilización de la fuerza laboral y el desempeño de la misma.

#### 3.8.11. MEJORAS A LA PRODUCTIVIDAD.

Por productividad entendemos la relación que existe entre la producción obtenida, y los recursos utilizados - para generarla.

Para compensar los efectos de la inflación, se tiene que mejorar la eficiencia en las operaciones; y así poder permanecer en una situación competitiva con respecto a las demás aerolíneas.

Existen tres áreas de estudio para el mejoramiento de los índices de producción en las empresas: standards técnicos, standards de trabajo y la administración efectiva de estos standards por parte del staff.

Cambios técnicos al producto, permitirán mejorar la vida e integridad del equipo; de tal manera que puedan mejorarse los índices de producción establecidos.

Los métodos y procedimientos de trabajo, pueden ser revisados para eliminar trabajos innecesario, y así eliminar horas/hombre por operación; y últimamente, para disminuir las cargas de trabajo en los talleres.

La Administración puede realizar mejoras, al eliminar esquemas organizacionales ineficientes, junto con la eliminación de tiempos improductivos en el desarrollo de las operaciones; de tal manera que podamos obtener una mejor utilización de la fuerza de trabajo disponible.

### 3.8.12 AUDITORIAS

El Control de la Producción, ocupa una posición magnífica par proporcionar y hacer uso de la retroalimentación de información, generada en el desarrollo de las actividades de mantenimiento; de tal forma que pueda intervenir de manera directa en el proceso de producción, mediante el uso de personal de auditorias de tiempo completo.

Esta no es una intervención que asegure la calidad o financiamiento del proceso.

Mediante el empleo de auditorias, se realizan análisis constructivos y objetivos de algunos aspectos de la producción, como son:

1. Análisis de retrabajos internos vs. externos.
2. Eficiencia de los Paquetes de trabajo.
3. Eficiencia de los servicios.
4. Disponibilidad de Material.

5. Disponibilidad de equipo.

6. Evaluación de los Programas de Inspección.

Todo esto con el fin de garantizar el desarrollo óptimo de las actividades que realiza la empresa.

### 3.9 ASPECTOS SOBRE EL MANTENIMIENTO

#### 3.9.1 COSTOS DE OPERACION

Desde un punto de vista de los materiales, por este concepto se incluyen:

1. Tipo de Nave. El mantenimiento y los costos por aprovisionamiento son proporcionales al tipo y número de naves disponibles en la aero línea.
2. Tamaño de la Flota. Aquí sí existe una inte rrelación económica, puesto que los costos an teriores pueden ponderarse con un número ma-- yor de naves en la flota.
3. Ruta. Los costos por mantenimiento se ven - influenciados por este aspecto; pues depen--- diendo de la amplitud de las mismas, la aero rolínea deberá disponer de más estaciones, ma yor aprovisionamiento, mayor personal y mu--- chos otros conceptos que esto involucra. En caso de reducción de las mismas, sucederá to- to lo contrario.
4. Facilidades de Mantenimiento. Es importante establecer los programas de mantenimiento que

deberán llevarse a cabo en una aerolínea, para así disponer de las facilidades correspondientes.

5. Estaciones. Junto con los programas de mantenimiento, es importante determinar la capacidad de realización de los mismos en cada una de las estaciones con que se cuenta.
6. Edad de la Nave. Con la edad de la nave, normalmente se requerirá incrementar el mantenimiento de las mismas, con el consiguiente incremento en los costos.
7. Política de Modificaciones. El costo de realizar alguna modificación al equipo, deberá -- evaluarse sobre los beneficios que estos pudieran traer a la empresa.
8. Transportación. Normalmente se hace mejor -- uso de los recursos de que disponemos al ser transportados estos por la propia aerolínea.

### 3.9.2

#### CONSIDERACIONES SOBRE EL MANTENIMIENTO

Algunos factores que determinan la importancia de disponer de una refacción en el momento oportuno son:

1. Desempeño de los sistemas de apoyo logístico.
2. Desarrollo de los programas de mantenimiento.
3. Capacidad de mantenimiento en las estaciones.
4. Capacidad de mantenimiento en la base principal.

Algunas cifras que reflejan la importancia de lo

anterior son:

**AEROMEXICO 1980:**

Tipo de Flota .....	3 (DC-8, DC-9, DC-10).
Número de Naves .....	35 Naves Activas.
Pasajeros transportados .....	5, 168, 968 .
Total de vuelos Productivos .....	51, 895 .
Ingresos .....	\$ 9, 111.1 millones .
Gastos .....	\$ 8, 555.8 millones .
Rutas .....	67 Nacionales
	32 Internacionales.
Vuelos promedio por estación ....	1266

Una forma de medir el desempeño de una aerolínea, es mediante la utilización que ésta hace de su flota. Esto implica que las naves deberán estar fuera de las bases de mantenimiento el mayor tiempo posible, de tal forma que estas permanecerán en "el aire" una gran parte del día; para así, lograr con esto que la aerolínea sea competitiva en el mercado. Más aerolíneas operan bajo la siguiente premisa:

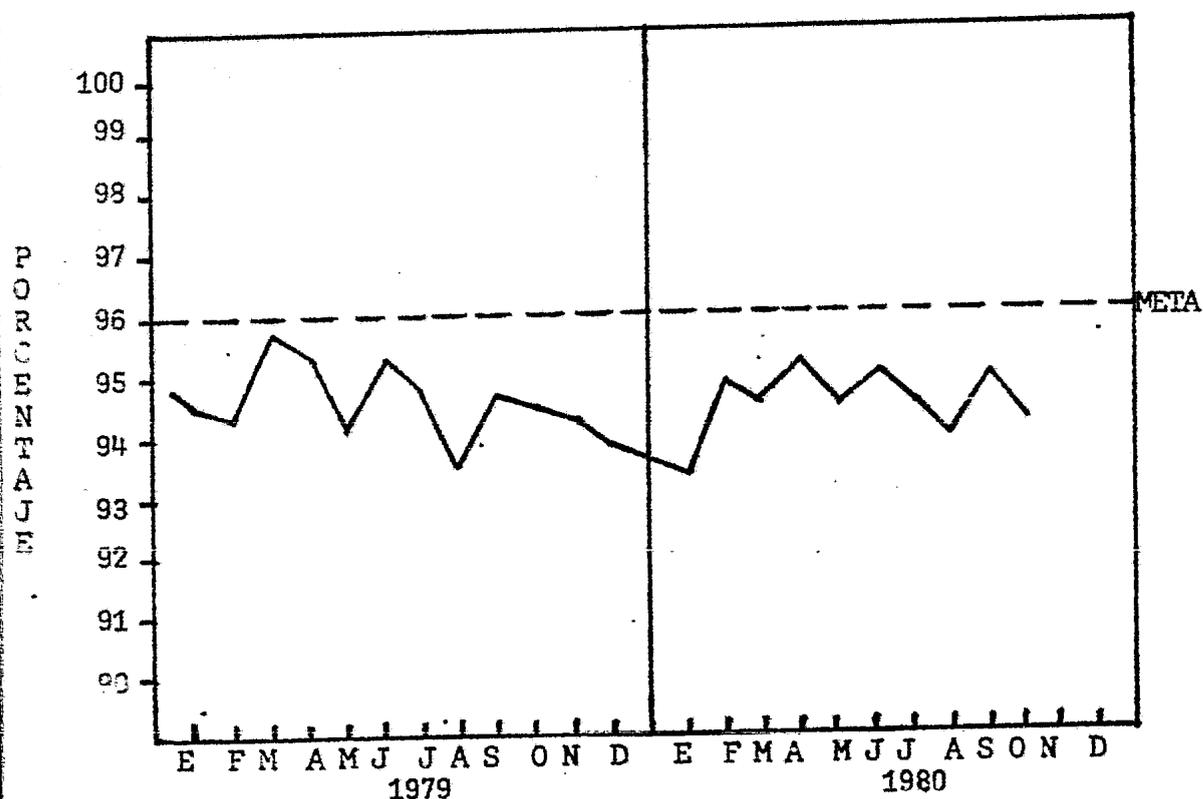
Si una nave no está disponible al amanecer (7.00 - AM), entonces no esta lista para operarse y los cargos se harán a cuenta de mantenimiento.

Una aerolínea fijará normalmente en 96% el nivel de disponibilidad de su flota para su operación al amanecer; excluyéndose aquellas naves que deberán permanecer en tierra por cuestiones de mantenimiento.

Cada día, el desempeño real de la flota es comparado contra el desempeño propuesto para esta; obteniendo así una

buena indicación del desarrollo de los programas de mantenimiento de la aerolínea.

Ejemplo:



### 3.9.3

#### NIVELES DE SERVICIO RECOMENDADOS

Ya hemos definido el nivel de servicio, como el porcentaje de solicitudes de partes atendidas durante un período de tiempo razonable. Los niveles de servicio son establecidos por la Dirección y están en función de las inversiones he

chas en refacciones y en los sistemas logísticos. La Dirección al establecer los niveles de servicio, está determinado indirectamente el nivel de la inversión en esos recursos.

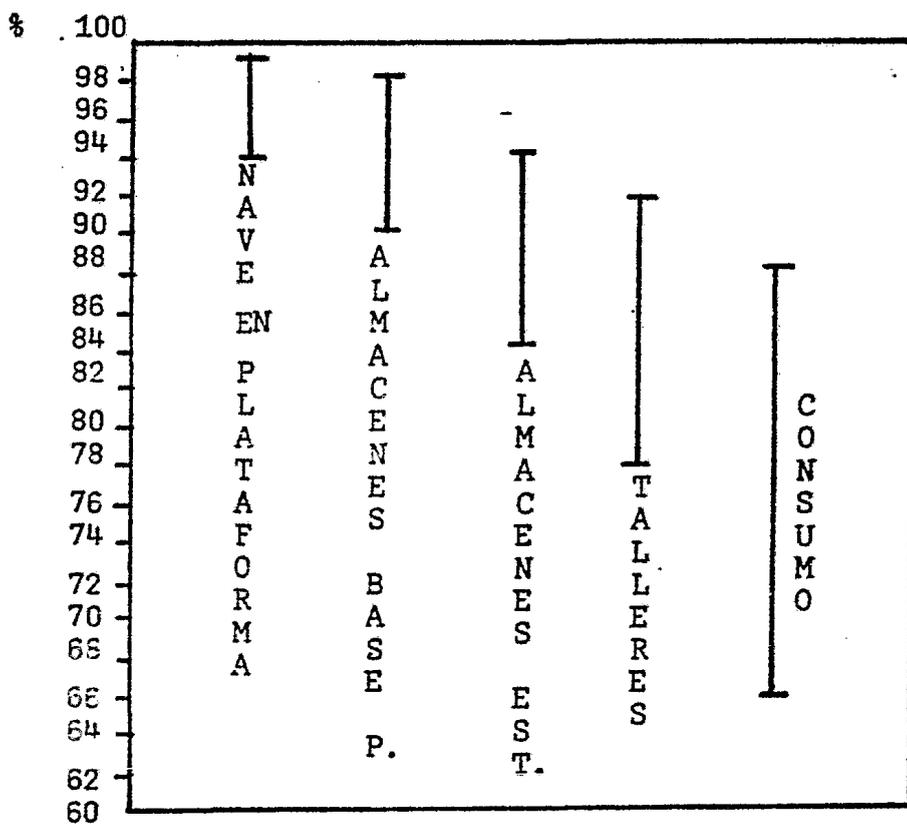
La falta de inversión, resultará en una disminución en el desempeño de las operaciones de la flota.

El nivel de servicio variará de acuerdo a la distancia que existe entre los sitios en que se realiza el mantenimiento y la nave. Esto significa que una vez que la nave se ubica en plataforma, requerirá de un nivel de servicio mayor, comparado con el nivel que se necesita para un componente que se encuentra en el taller; puesto que las demoras en plataforma son inaceptables y en cambio, en el proceso de obtención de un componente para los talleres si es permitible, hasta cierto punto la demora en su entrega.

Un nivel típico de servicio en plataforma es de 99.99%, si aplicamos esto a las estadísticas anteriores, podremos decir que no habrá más de 1 demora por cada 1000 salidas (en las aerolíneas con grandes flotas). Por concepto de cancelaciones, se establece que sólo el 2% es atribuible a la falta de refacciones; lo cual es un porcentaje mínimo comparado con las cancelaciones debidas a otras causas.

Los niveles de servicio en el rango del 90% o menos son aceptables para los talleres, pues en estos se dispone de mas tiempo (normalmente) para la obtención de los materiales de trabajo.

De otra manera:



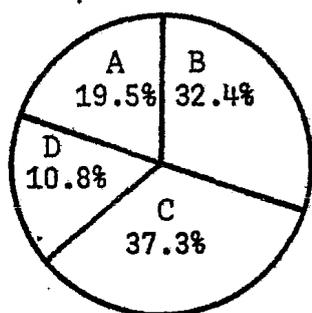
### 3.9.4 DISTRIBUCION DE INVERSIONES

Para mantener en operación una flota, la inversión que deberá hacerse respecto a los materiales puede considerarse de la siguiente manera:

1. Refacciones para motores	19.5%
2. Rotables	32.4%
3. Consumo	37.3%
4. Suministros	10.8%

La cantidad de refacciones a mantener en existencia

para los motores se debe estudiar cuidadosamente, pues el costo unitario de estas es muy alto. Puede decirse además, que los nuevos motores tienden en un principio a ser menos confiables que los mas antiguos y así, se requerirán inversiones extras para resolver esta situación (pruebas, inspecciones, etc). Sin embargo, en ocasiones los motores disponibles "en reserva" podrán ser usados para su instalación al adquirir nuevas naves, ahorrándose en estos casos una gran cantidad de dinero (al dejar de comprar un nuevo motor).



- A. Motores.
- B. Rotables.
- C. Consumo.
- D. Suministros.

### 3.9.5 INVERSION EN INVENTARIOS vs. INVERSION EN AERONAVES

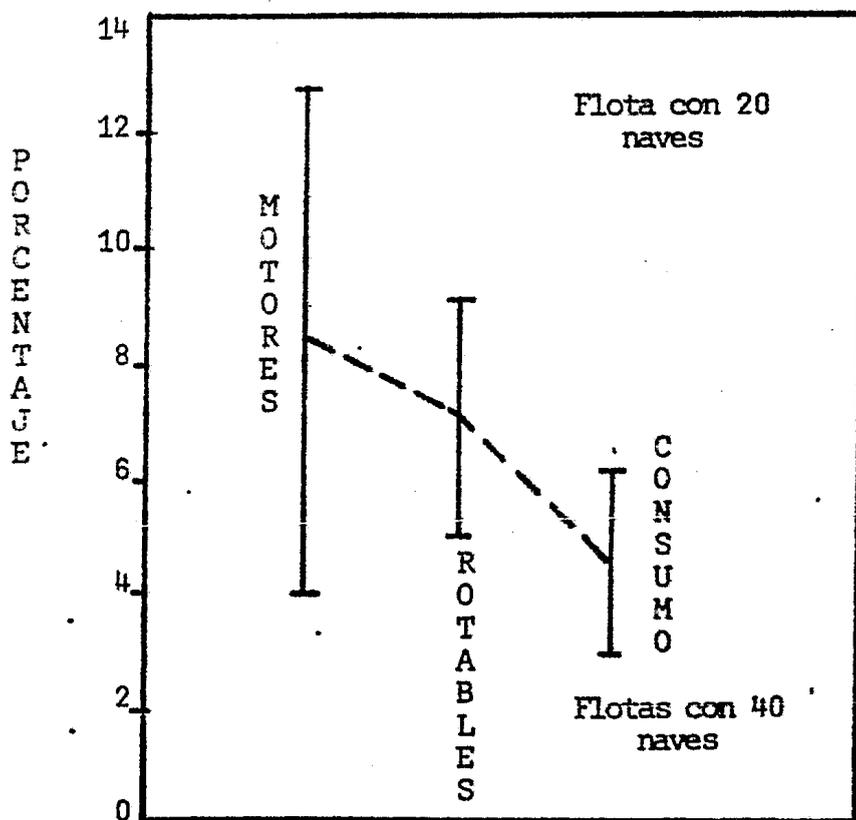
Los porcentajes de inversión en inventarios como función de la inversión en aeronaves, se muestran en la figura.

El área de motores es la que requiere de mayor inversión, considerándose esta de un 12% o más, donde existen flotas con menos de 20 naves y del 4% o menos para flotas de 40 naves aproximadamente.

En el caso de los rotables, se considera un 9% para flotas pequeñas y del 5.5% para flotas mas grandes.

En el área de consumo, el 6% se considera para flotas pequeñas y el 2.5% para flotas mas grandes.

La línea trazada entre las tres áreas, se refiere a la inversión hecha en una flota de aproximadamente 30 aeronaves.

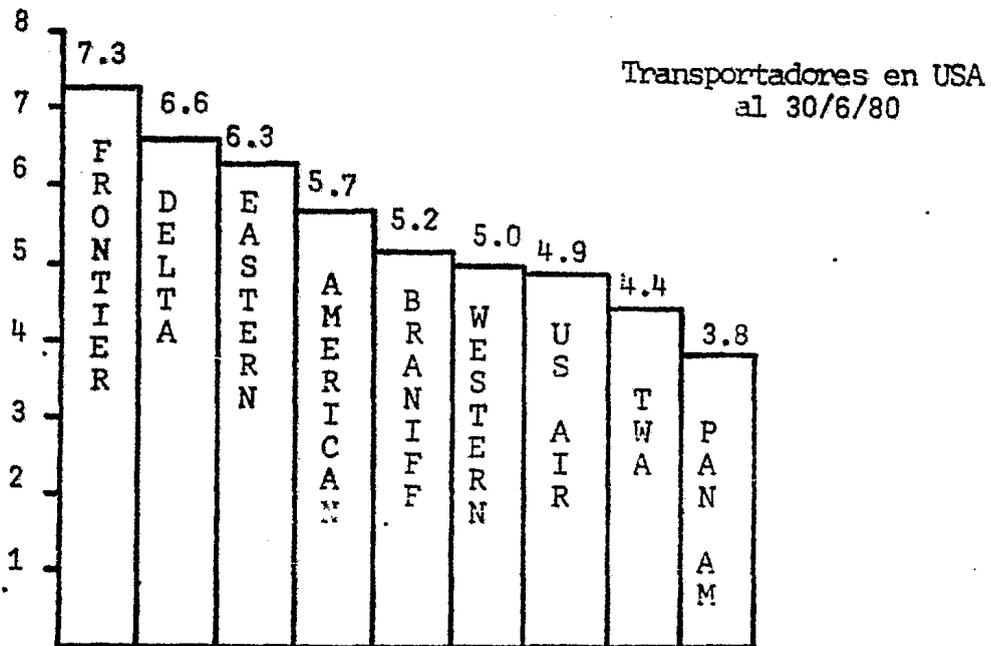


### 3.9.6 RELACION DE MOTORES EN RESERVA vs. MOTORES EN USO

El número de motores en reserva a mantener, depende de la estructuración de las rutas de la aerolínea.

Una Aerolínea Internacional como PAN AM (sin incluir sus rutas nacionales), dispone de 1 motor en reserva por

cada 3.8 motores en uso; comparado con DELTA que maneja una relación de 1 : 6.56 motores.



### 3.9.7 DISTRIBUCION DEL INVENTARIO

La figura muestra la distribución del inventario entre la base principal y las estaciones para motores, rotables y consumo en una aerolínea típica.

Un poco más de la tercera parte de los motores disponibles, se localizan en la base principal y el resto se distribuyen en las estaciones.

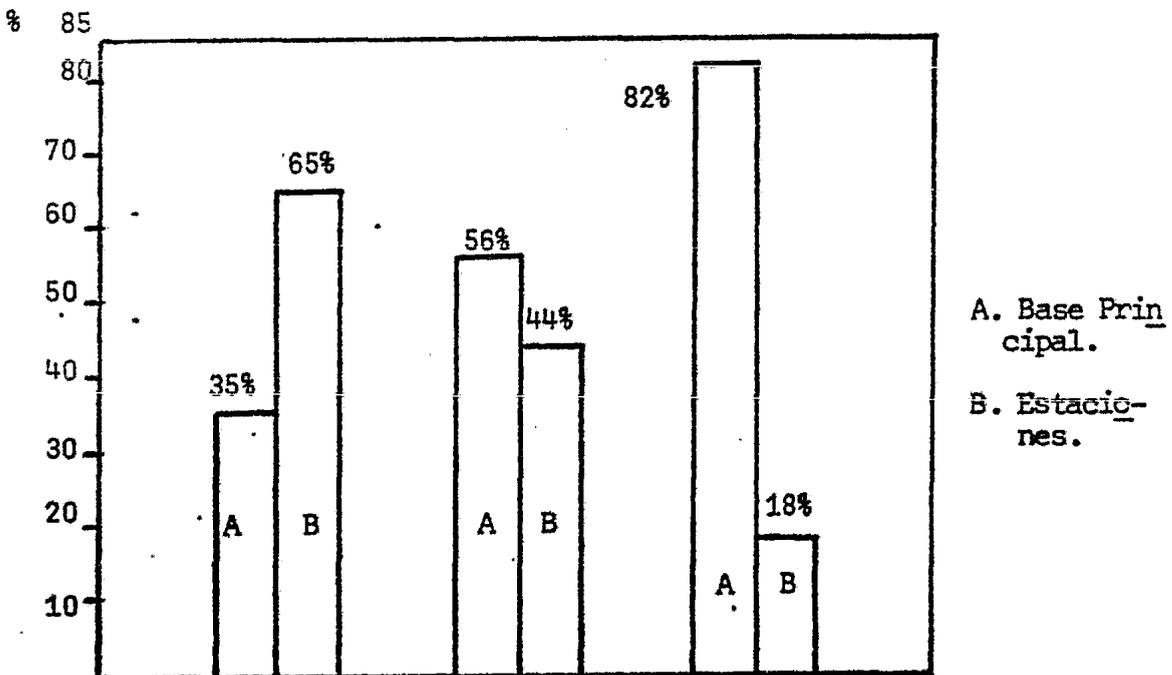
En el área de rotables, la mayoría de los componentes se ubican en la base principal; lo que facilita la pronta distribución de los mismos a las estaciones (comparando esto

con el manejo de los motores).

En el área de consumo, la gran mayoría de los materiales se localizan en la base principal; pues aquí donde se localizan los talleres, y puesto que son muy pocos los servicios a los motores y a otros componentes, los que se prestan en las estaciones.

La distribución del inventario depende de la localización geográfica, número y capacidad de servicio de las estaciones.

Ejemplo:



### 3.9.8 COSTOS DE MANTENIMIENTO

#### 3.9.8.1 COSTOS DIRECTOS

Los Sistemas de Contabilidad CAB, son la base para preparar los datos que estiman los costos directos de mantenimiento/hora de vuelo.

Desafortunadamente estos comparativos difieren mucho de aerolínea a aerolínea, lo cual dificulta su comparación. Algunas de las razones de estas variaciones son:

1. En caso de arrendar alguna nave, muchas aerolíneas no les prestan mantenimiento; pero estas contribuyen con horas de vuelo al promedio total de su flota.
2. Las políticas de contabilidad deben considerar el tiempo ocioso de los mecánicos, el cual no es fácil de cuantificar.
3. Los servicios de los proveedores son manejados en cada aerolínea de acuerdo a sus intereses (basicamente en caso de recurrir a servicios externos de mantenimiento).

En la figura se muestra una relación de estos costos en una aerolínea típica norteamericana, la cual realiza sus propios servicios de mantenimiento y dispone de algunas naves arrendadas,

1980

3 motores de una Gran Nave

Mano de obra:  
\$270/horaMateriales y servicios:  
\$387/horaCostos Directos  
Totales:  
\$657/horaCostos Directos  
Totales:  
\$211/hora

3 motores de una Nave Mediana

Mano de obra:  
\$99/horaMateriales y servicios:  
\$112/horaMano de obra: 22.5 H-hombre/hora  
de vuelo  
Costo promedio: \$12.00/horaMano de obra: 8.25 H-hombre/hora  
de vuelo  
Costo promedio: \$12.00/hora

Aquí puede observarse, que aunque el costo promedio de la mano de obra es el mismo, los costos totales difieren enormemente.

### 3.9.8.2 COSTOS INDIRECTOS

Los costos indirectos de mantenimiento se componen principalmente de 3 elementos:

1. Los que son ocasionados por la mano de obra in directa y no productiva para la empresa, como pueden ser los debidos a capacitación, ausetismo, etc.

2. Los referidos a planeación, compras, supervisión, ingeniería, etc.
3. Los referidos a la depreciación de capital, - costos por servicios (indirectos) y de las facilidades. Cada aerolínea tiene diferentes políticas de contabilidad al analizar este punto ( las cuales tienden a variar enormemente de aerolínea a aerolínea).

La figura muestra una comparación entre 2 aerolíneas de gran tamaño, y en la cual se puede apreciar la diferencia que existe entre estos tres elementos (como un % de los costos directos totales).

Categoría:	Aerolínea "A"	Aerolínea "B"
Mano de obra indirecta y no productiva.	38%	35%
Planeación, compras, supervisión, ingeniería, etc.	25%	37%
Depreciación de capitales, servicios y facilidades.	13%	38%
	76%	110%

## 3.9.9

## RELACION ENTRE LOS COSTOS DIRECTOS

a) Mano de obra vs. materiales.

La figura muestra los costos directos de mantenimiento en la categoría de mano de obra y materiales, para la aerolínea ya discutida.

Puesto que el mantenimiento de los motores tiene gran importancia, el costo asociado por este concepto se muestra separadamente.

El material y los servicios externos son los factores dominantes (67%) en el mantenimiento de 3 motores de una (s) nave (s) de gran tamaño o grandes dimensiones; mientras que en lo referente a los sistemas (calefacción, alarmas contra incendio, drenaje, etc) y el fuselaje, se puede decir que sus costos son casi uniformes. La razón de esto, es que los materiales para los motores son más costosos, comparados con otros sistemas.

En promedio, en ambas áreas el costo de los materiales es el costo predominante (59 vs. 41% y 82 vs. 18%). Lo cual muestra la necesidad de disponer de un buen inventario, de modo que puedan evitarse excesivas reparaciones (por falta de materiales) y esto traiga consigo, un aumento en los costos de la mano de obra.

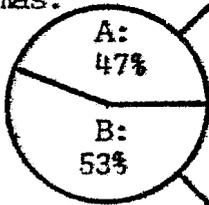
Para una aeronave de 2 motores, los costos predominantes son de nuevo los referentes a la disponibilidad de materiales y servicios (externos), lo cual refleja principalmente la falta de capacidad interna de muchas aerolíneas para realizar reparaciones mayores a los motores.

Nave de 3 motores

Costo total promedio de mano de obra: 41%

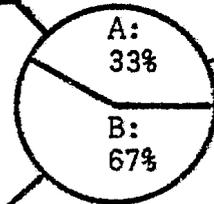
Fuselaje y sistemas:

Motores:



Costo total por hora de vuelo: \$657

Costo total promedio por materiales y servicios: 59%



\$347/hora de vuelo (53%)

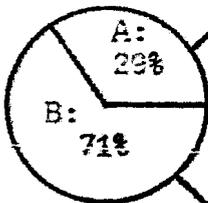
\$310/hora de vuelo (47%)

Nave de 2 motores

Costo total promedio de mano de obra: 18%

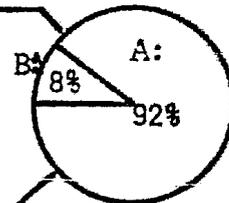
Fuselaje y sistemas:

Motores:



Costo total por hora de vuelo: \$287

Costo total promedio por materiales y servicios: 82%



\$145/hora de vuelo (51%)

\$142/hora de vuelo (49%)

A: Mano de obra.  
B: Materiales y servicios.

b) Base vs. estaciones

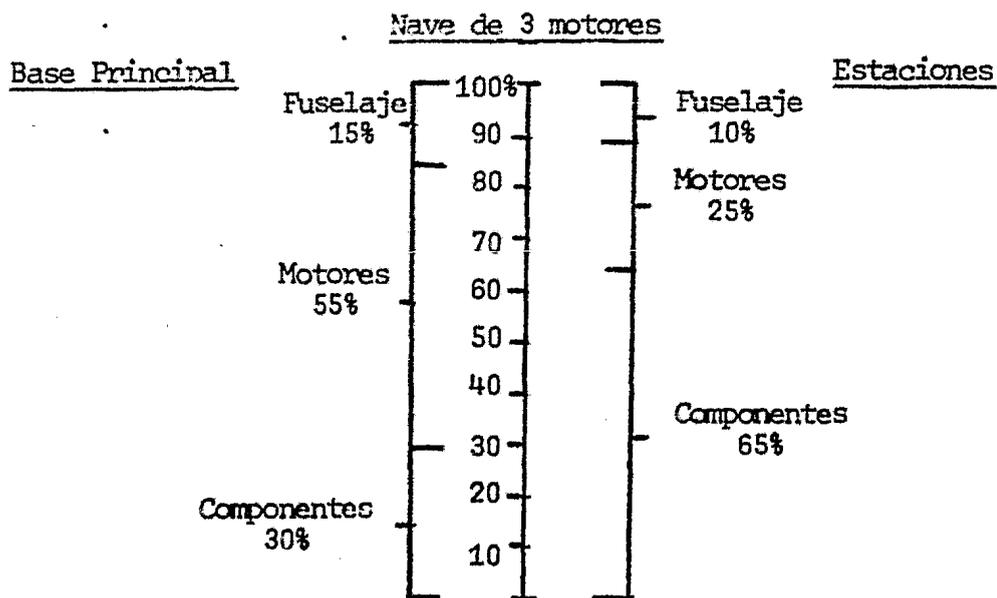
Es interesante analizar la distribución de los costos directos de mantenimiento entre la base principal y las estaciones. Esto es algo que en porcentaje varía dependiendo de la estructura de las rutas de la aerolínea, y de los modelos de operación empleados por la misma. Si la mayoría de las naves pernoctan en la base principal, entonces se presenta un panorama distinto en las operaciones, así por ejemplo, las naves se distribuirán para su pernocta en las

estaciones.

En las estaciones, el costo predominante (65%) proviene del cambio de componentes y de los sistemas de mantenimiento operantes en la misma

Más de la mitad de los costos asociados con la base principal, se refieren al área de motores (como ya se ha mencionado la disponibilidad de motores implica bastantes costos). Además, la mayor parte del mantenimiento que se le da a los -- mismos, se realiza en la base principal; puesto que es aquí -- donde se encuentran los talleres, las herramientas y demás facilidades para dicha operación.

Los costos por fuselajes en la base principal son -- del 15% y en estos sólo se incluyen los mantenimientos "pesados" y no se incluyen mantenimientos "menores"; como los que -- se dan en las estaciones.



### 3.9.10 FUNCIONES DEL RCM

Las modernas aeronaves requieren del mantenimiento preventivo para conservarse en condiciones óptimas de operación. Como los programas de mantenimiento preventivo son contínuos, las condiciones de operación de la nave serán favora--bles; más sin embargo, si estos programas se redujerán las condiciones de operación de la nave se verían afectadas.

El mantenimiento del equipo puede realizarse de dos formas:

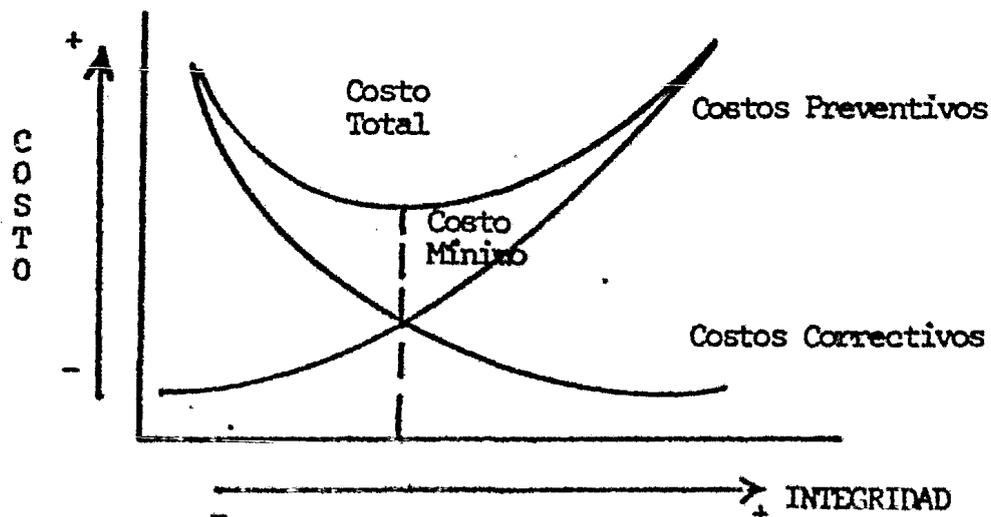
1. Correctivo. Sistema tradicional de mantenimiento, que consiste en corregir las fallas o problemas en las máquinas o equipos, después de que estas han ocurrido y ocasionado el paro de los mismos. Un sistema de esta naturaleza eleva considerablemente los costos de operación, ya que en muchos casos una falla que pudo ser pequeña y -- por el hecho de no haberla corregido a tiempo, -- se transforma en una falla o problema de gran -- magnitud, y en consecuencia se requerirá de un -- tiempo y costo mayor para dejar la aeronave en -- condiciones de operación.
2. Preventivo. Sistema administrativo de gran -- aplicación, el cual muestra su bondad al preve--nir en gran medida las fallas o problemas de funcionamiento del equipo, por muy pequeñas que estas sean. Esto se logra mediante la utiliza--ción de programas en los que se incluyan cambios hechos al equipo, fecha de realización de esos -- cambios, fechas próximas a los mismos, y la se--

rie de servicios que se le prestarón (engrasado, lubricación, limpieza, etc). Con este sistema se reducen considerablemente los paros por fallas en el equipo, disminuyéndose de esta manera los costos de operación.

En la actualidad, el mantenimiento correctivo ha ganado terreno sobre el preventivo, debido a que el primero es más económico y el riesgo de una falla severa e inesperada se ha minimizado con la aplicación de los sistemas de monitoreo de parámetros operacionales y el análisis frecuente de los residuos y contaminantes que existen en los lubricantes, así como la manipulación de estas informaciones con procedimientos computarizados.

La función principal del RCM es establecer dichos programas (preventivos y correctivos).

La figura muestra que existe un intercambio, entre los costos ocasionados por el mantenimiento preventivo y el correctivo, siendo importante entender esta relación si queremos minimizar los costos totales de mantenimiento.



### 3.9.11 FUNCIONES OCULTAS

Son aquellas funciones, cuya operación no es muy evidente para la tripulación. Por ejemplo: los sistemas-extintores de fuego pueden ser checados por la tripulación, haciendo una revisión de sus circuitos. Si todo esta correcto (OK), puede asumirse que el sistema esta trabajando normalmente. Mas sin embargo, algún sistema secundario cuya revisión sea difícil de efectuar cuando el sistema esta en operación; puede representar algún problema en el sistema primario, en caso de no estar funcionando correctamente.

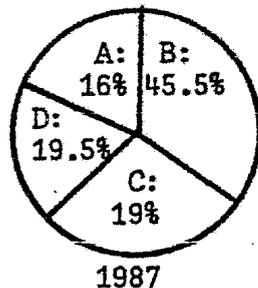
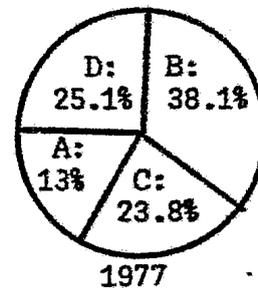
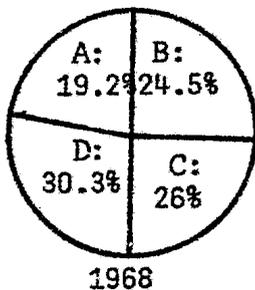
Para evitar lo anterior, se recurre a 2 pasos:

1. Verificación de Operaciones. Como lo es una-revisión periódica de todos los sistemas que funcionan durante un vuelo (basicamente inspecciones programadas en los talleres).
2. Verificación de los sistemas de operación básica, por parte de la tripulación antes de efectuar el vuelo (despegar).

### 3.9.12 RESUMEN

El RCM ha sido un instrumento muy útil en la disminución de los costos de operación desde hace algunos años. Esto se debe principalmente a los modernos programas de mantenimiento que existen, los cuales son flexibles y ayudan a seleccionar las técnicas mas apropiadas para el desempeño de estas actividades.

En la figura se muestra un fragmento de la edición de enero de 1979 de *Astronautics & Aeronautics*, en la que se muestra cómo los costos de mantenimiento tienden a disminuir, mientras que los costos por combustible tienden a aumentar considerablemente con el tiempo.



- A. Depreciación.
- B. Combustible.
- C. Operaciones (vuelos).
- D. Mantenimiento.

La continua evaluación de los programas de mantenimiento garantizan:

1. El uso de tareas adecuadas (al ocurrir algún cambio en los sistemas).
2. La óptima secuencia de una tarea dentro de un servicio.
3. El "paquete de trabajo" óptimo dentro de los programas.

Como lo demuestra la experiencia, se pierde bastante dinero por no realizar lo anterior.

En estos casos, son vitales los mecanismos de información entre los diversos departamentos de la organización.

La logística ocupa un lugar en la aerolínea que debe definirse como el total de tareas de apoyo que se necesitan para que una aeronave desarrolle normalmente sus actividades.

Sus responsabilidades básicas son:

1. Determinar el balance más efectivo entre recursos y costos.
2. Efectuar un análisis de las salidas de material para el establecimiento de niveles de reabastecimiento.
3. Identificar y disponer del exceso de existencias.
4. No adquirir grandes cantidades de artículos de poco uso.
5. Minimizar la inversión en materiales, por el uso eficiente de los transportes disponibles.

Las mejoras a la Producción serán muy importantes en esta época (para minimizar los costos). La siguiente es una lista de las áreas de producción en las que se deberán realizar estudios muy profundos, con objeto de aprovechar mejor los recursos disponibles.

1. Desarrollar programas de ingeniería y mantenimiento que tomen en cuenta factores críticos - como mano de obra, inventarios, inversiones y costos de energía, etc.
2. Desarrollar programas de capacitación.
3. Negociar cláusulas de producción en los contratos de trabajo.
4. Expandir el concepto de administración participativa, para dar a los empleados un mayor pa--pel en las decisiones que afectan directamente sus trabajos.
5. Desarrollar programas de cooperación en la investigación y desarrollo de una tecnología propia, con los fabricantes.
6. Trabajar estrechamente con las agencias regula-doras (FAA, IATA, etc), para la resolución de problemas económicos y operacionales que afecten a la empresa.
7. Desarrollar programas de control de consumo de energía. La iluminación en el hangar y en los almacenes, representa una porción considerable en los costos de operación de la empresa; pues la mayor parte del mantenimiento al equipo, se realiza de noche. Así, al aprovechar mejor - la iluminación disponible, se reducirán los - costos de operación por este concepto.

10 AVANCES DE LA LOGISTICA DE LOS MATERIALES EN  
AEROMEXICO

PROGRAMAS DE LOGISTICA (1982)

	C. DE I.	C. DE R.	APRV.	R.D.O.	I.F.
CONTROL DE EXISTENCIAS +	X		X		
ALMACENES TECNICOS +		X		X	X
REPARABLES +		X			
ALMACEN DE CONSUMO +	X				
PLANEACION DE MATERIALES +	X	X	X		
INFORMACION -	X	X	X	X	
ADQUISICIONES -	X		X		
ENVIO Y RECEPCION -	X	X			
CONTABILIDAD -	X	X		X	
FINANZAS -	X	X			X
INSTALACIONES -					X
P.C.F. -		X			
INGENIERIA -		X	X		X
MANTENIMIENTO -	X	X		X	
TALLERES -	X	X	X		
ESTACIONES -	X	X	X		
CONTROL DE CALIDAD-	X	X		X	

C. DE I. = CONTROL DE INVENTARIOS  
 C. DE R. = CONTROL DE REPARABLES  
 APRV. = APROVISIONAMIENTO  
 R.D.O. = RECUPERACION DE OBSOLETOS  
 I.F. = INSTALACIONES FISICAS  
 + = OPERACIONES  
 - = SERVICIOS

## INVERSION EN MATERIAL DE CONSUMO. (1981)

COSTO TOTAL POR MATERIAL:		CANTIDAD DE ARTICULOS:	PORCENTAJE DE ARTICULOS:	PORCENTAJE ACUMULADO:
\$ 500 001	á 7,000 000	56	0.1	0.1
400 001	500 000	28	0.1	0.2
300 001	400 000	56	0.1	0.3
200 001	300 000	84	0.2	0.5
100 001	200 000	308	0.8	1.3
80 001	100 000	168	0.4	1.7
<hr/>				
70 001	80 000	112	0.3	2.0
60 001	70 000	168	0.4	2.4
50 001	60 000	252	0.6	3.0
40 001	50 000	308	0.8	3.8
30 001	40 000	476	1.2	5.0
20 001	30 000	896	2.3	7.3
15 001	20 000	812	2.1	9.4
14 001	15 000	224	0.6	10.0
<hr/>				
13 001	14 000	224	0.6	10.6
12 001	13 000	252	0.6	11.2
11 001	12 000	336	0.9	12.1
10 001	11 000	336	0.9	13.0
9 001	10 000	392	1.0	14.0
8 001	9 000	476	1.2	15.2
7 001	8 000	532	1.4	16.6
6 001	7 000	644	1.7	18.3
5 001	6 000	812	2.1	20.4
4 001	5 000	1036	2.7	23.1
3 001	4 000	1456	3.7	26.8
2 001	3 000	2212	5.7	32.5
1 001	2 000	4424	11.3	43.8
901	1 000	672	1.7	45.5
801	900	840	2.2	47.7
701	800	896	2.3	50.0
601	700	980	2.5	52.5
501	600	1120	2.9	55.4
401	500	1484	3.8	59.2
301	400	1932	5.0	64.2
201	300	2604	6.7	70.9
101	200	3836	9.8	80.7
0	100	6104	15.6	96.3
Sin Costo Registrado		1456	3.7	100.0

## CLASIFICACION DE ARTICULOS

Clasificación de artículos de material de consumo - que se manejan en los almacenes, de acuerdo a la inversión que representan (datos al 31 de mayo de 1981).

CLASIFICACION	NO. DE ARTICULOS	% DEL TOTAL DE ARTICULOS	% DE INVERSION
A	700	1.8 %	50 %
B	3 360	8.6 %	30 %
C	34 932	89.6 %	20 %
Total de Artículos	38 992	100.0 %	
Inversión Total	\$ 333,126,982.52		

## COSTOS POR TIPO DE MATERIAL

Los materiales del GRUPO A, tienen un costo por artículo que va de \$ 80,000.00 a \$ 7,000,000.00

Los del GRUPO B, se encuentran en un rango de ---- \$ 14,000.00 a \$ 80.000.00

Dentro del GRUPO C, que incluyen a casi el 90% de - los materiales, con una inversión del 20% del total encontra- mos:

a) El 50% de los materiales tienen un valor total - menor a \$ 1,000.00 por artículo.

b) Un 13% tiene un valor entre \$ 1,000.00 y -----

\$ 2,000.00 .

- c) Otro 13% vale entre \$ 2,000.00 y \$ 5,000.00
- d) El 10 % de mayor costo dentro del GRUPO C vale -  
entre \$ 5,000.00 y \$ 14,000.00

#### ACUERDOS Y PROPUESTAS

El grupo de Jefes de Departamento de la Dirección - Técnica y de Operaciones y de la Gerencia de Adquisiciones y Servicios Generales, directamente involucrados en el control y abastecimiento del material de consumo, llegó a los siguientes acuerdos:

1. Identificar las tarjetas de artículos con cinta adhesiva:

A	roja
B	verde
C	- -

preveer en el sistema computarizado de control de inventarios , un dígito para esta clasificación.

2. Control de Existencias analizará las tendencias de consumo de artículos A, para aplicar modelos de control y definir puntos de reorden, lote de compra de niveles de seguridad, etc.
3. Los Jefes de Almacén identificarán los artículos que ocupan mayor volumen en sus almacenes.
4. Compras Nacionales realizará pedidos con entregas programadas de los artículos voluminosos.
5. Control de Existencias incrementará la cantidad de pedidos de artículos C, para un mayor tiem-

po de consumo con objeto de disminuir el número de pedidos.

Asimismo hacen las siguientes propuestas, para mejorar el control de los materiales:

1. Definir un procedimiento para compras directas y control de los materiales así adquiridos.
2. Solicitar un fondo resolvente del monto adecuado para las compras directas de material.
3. Designar uno ó varios delegados o agentes de compras, así como su dependencia jerárquica y funcional.

**ACCIONES REALIZADAS PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE EXISTENCIAS (MATERIAL DE CONSUMO).**

1. Activación diaria de Agotados Solicitados.
  - Agosto a Noviembre: 3248 Agotados.
  - 1115 Agotados Reales.
  - 39 Agotados en promedio.
  - 13 Agotados reales diarios.
2. Actualización de Niveles de Consumo Proporcionados por talleres.
  - Eléctrico: 737
  - Automotriz y Consumo: 667
3. Revisión Física de Agotados.
  - Agotados reales diarios.
  - Revisión por casillero de Material Faltante.
4. Actualización del estado de agotados.
5. Revisión de niveles de Consumo en Tarjetas.

MES	AÑO	TOTAL DE SAL. DE ALMACEN	ACOT. NUEVOS	AGOT. TOT.	% EFIC. AGOT. NUEVOS	% EFIC. AGOT. TOT.
AGOSTO	81	11,164	284	747	97.5	93.7
SEPTIEMBRE	81	10,880	239	780	97.8	92.8
OCTUBRE	81	12,736	311	927	97.6	92.7
NOVIEMBRE	81	11,075	281	794	97.5	92.8
DICIEMBRE	81	<u>11,610</u>	<u>254</u>	<u>775</u>	<u>97.8</u>	<u>93.3</u>
PROMEDIO	81	11,493	274	805	97.7	93.0
ENERO	82	12,424	243	802	98.1	93.5
FEBRERO	82	12,233	190	813	98.4	93.3
MARZO	82	14,083	324	1,327	97.8	90.5
ABRIL	82	11,317	282	923	97.6	91.8
MAYO	82	11,957	202	1,053	98.3	91.1
JUNIO	82	11,900	247	1,105	97.9	90.7
JULIO	82	10,938	150	889	98.6	91.8
AGOSTO	82	10,423	167	804	98.4	92.2
SEPTIEMBRE	82	11,304	47	767	99.5	93.2
OCTUBRE	82	12,106	134	924	98.9	92.3

ESTADÍSTICA DE SALIDAS, AGOTADOS Y PORCENTAJE DE EFICIENCIA

## INVERSION EN AERONAVES (30 ABRIL 81)

TIPO	VALOR DE AD- QUISICION USD	CANT.	VALOR TOTAL
DC-8/51	\$ 7,000,000.00	6	\$ 42,000,000.00
DC-9/15	\$ 3,200,000.00	10	\$ 32,000,000.00
DC-9/30	\$ 5,800,000.00	11	\$ 63,800,000.00
	\$ 11,300,000.00	6	\$ 67,800,000.00
DC-10/30	\$ 23,800,000.00	2	\$ 47,600,000.00
		<u>35</u>	

Valor estimado de la flota : \$ 253,200,000.00

En 1982, entraron en servicio 4 nuevas aeronaves -- del tipo DC-9/82; cada una de ellas con un valor de \$ 23 millones de USD.

Con lo anterior, el valor de la flota ascendió a: \$ 345,200,000.00 USD.

## MOTORES DE RESERVA (Abril 1983)

Modelo	Valor Unitario (aprox.) en USD	Cantidad	Valor Total
JT8D-3B (DC-8/51)	\$ 2,300,000.00	7	\$ 16,100,000.00
JT8D-7A (DC-9/15)	\$ 1,000,000.00	5	\$ 5,000,000.00
JT8D-17 (DC-9/30)	\$ 2,500,000.00	13	\$ 32,500,000.00
Jt8-217 (DC-9/82)	\$ 3,500,000.00	3	\$ 10,500,000.00
CF6-50-C2R (DC-10/30)	\$ 3,500,000.00	6	\$ 21,000,000.00
		<u>34</u>	<u>\$ 85,100,000.00</u>

## RELACION DE MOTORES EN USO (vuelo)

TIPO	CANTIDAD	TOTAL
2 DC-10/30	3 motores c/u	6
2 DC-10/15	3 motores c/u	6
4 DC-9/82	2 motores c/u	8
17 DC-9/30	2 motores c/u	34
10 DC-9/15	2 motores c/u	20
6 DC-8/51	4 motores c/u	<u>24</u>
		98 motores

Por lo tanto:  $\frac{98}{34} = 2.88$  aprox. 3

AEROMEXICO dispone de 1 motor de reserva, por cada 3 motores en vuelo (1:3).

PROPORCION DE INVERSION EN MOTORES vs. INVERSION EN AERONAVES (30 Abril 81).

$$\frac{\text{Motores de Reserva}}{\text{Aeronaves}} = \frac{74.6^*}{253.2} \times 100 = 29.4\%$$

\* Se excluyeron los motores de DC-9/82.  
\$ 85.1 - \$ 10.5 = \$ 74.6 (millones)

VALOR DE INVENTARIO AL 30 DE ABRIL 81 (EXCLUYE - DC-8 y DC10-15)

Equipo (partes y accesorios)	\$ 392,000,000.00 USD
Material de Consumo	<u>\$ 243,000,000.00 USD</u>
	\$ 635,000,000.00 USD

## REGISTRO DE MOVIMIENTOS DE UNIDADES REPARABLES

Este registro se empezó en Julio de 1973 (hoja # 1), en Octubre de 1982 se llevaban 40 016 hojas.

Como cada hoja contiene 15 renglones:

40 016 x 15 = 600 240 movimientos.

Ahora bien:  $\frac{600\ 240}{2} = 300\ 120$  unidades.

Se divide entre 2, porque se tiene 1 hoja de movimientos de entrada y una de movimientos de salida.

Finalmente, podría decirse que en aproximadamente 10 años en el almacén de unidades reparables, se han manejado alrededor de 300 120 unidades.

## REGISTRO DE R.O.s ELABORADOS EN LA SECCION AUR

De julio de 1973 a Octubre de 1982, se han elaborado: 27,000 R.O.s.

Ahora bien: de 73 - 82 son 9 años.

12 meses/año x 9 años = 108 meses

108 meses x 30.5 días/mes = 3294 días (Julio 73 a Julio 82)

3 meses x 30.5 días/mes = 91.5 días (Agosto 82 a Octubre 82)

3385.5 días

$$\frac{40\ 016}{3385} \text{ hojas} = 11.82 \text{ aprox. } 12 \text{ hojas/día}$$

$$12 \text{ hojas/día (15 renglones/hoja)} = 180 \text{ renglones/día}$$

Lo cual significa, que aproximadamente se manejan - en el almacén de Reparables 180 unidades diarias.

Por otra parte, el dato anterior también significa que se reciben en promedio 90 unidades defectuosas y se entrega la misma cantidad de unidades útiles.

Finalmente:

$$\frac{300\ 120}{27\ 000} = 11.11\%$$

esto significa, que aproximadamente 11.11% de las unidades que se manejan - en el almacén son las que requieren de la elaboración de un R.O.

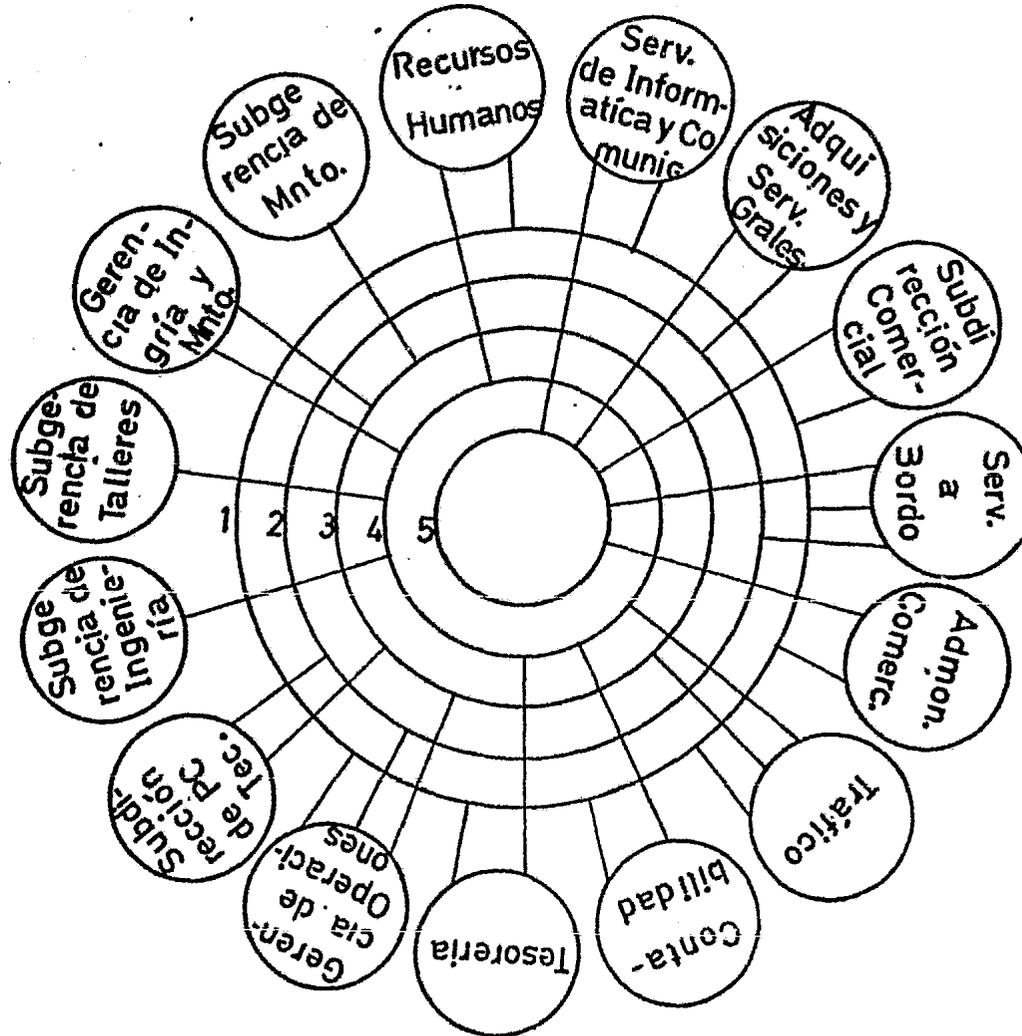
$$\frac{27\ 000}{3385} = 7.97 \text{ R.O.s}$$

esto significa, que aproximadamente 8 R.O.s son - elaborados diariamente en el almacén de reparables.

RESPONSABILIDADES DEL DPTO. DE  
LOGISTICA

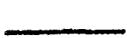
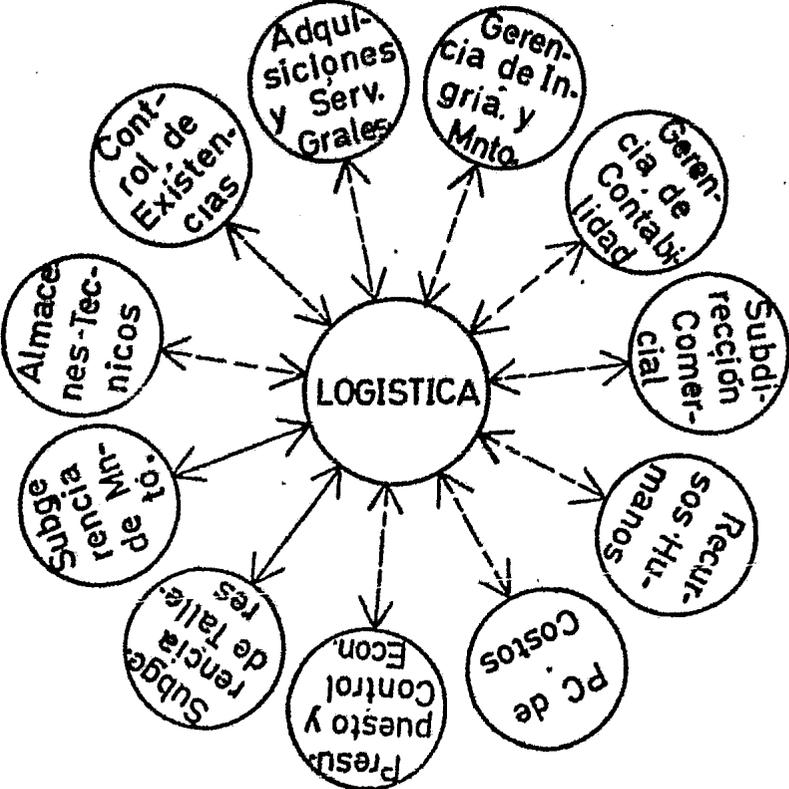


## Relaciones Establecidas Entre las Direcciones de AEROMEXICO

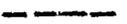


- Niveles :**
- 1- Humano
  - 2-Operacional
  - 3-Control
  - 4-Administrativo
  - 5:Financiero

# RELACIONES DEL DPTO. DE LOGISTICA



Flujo Físico

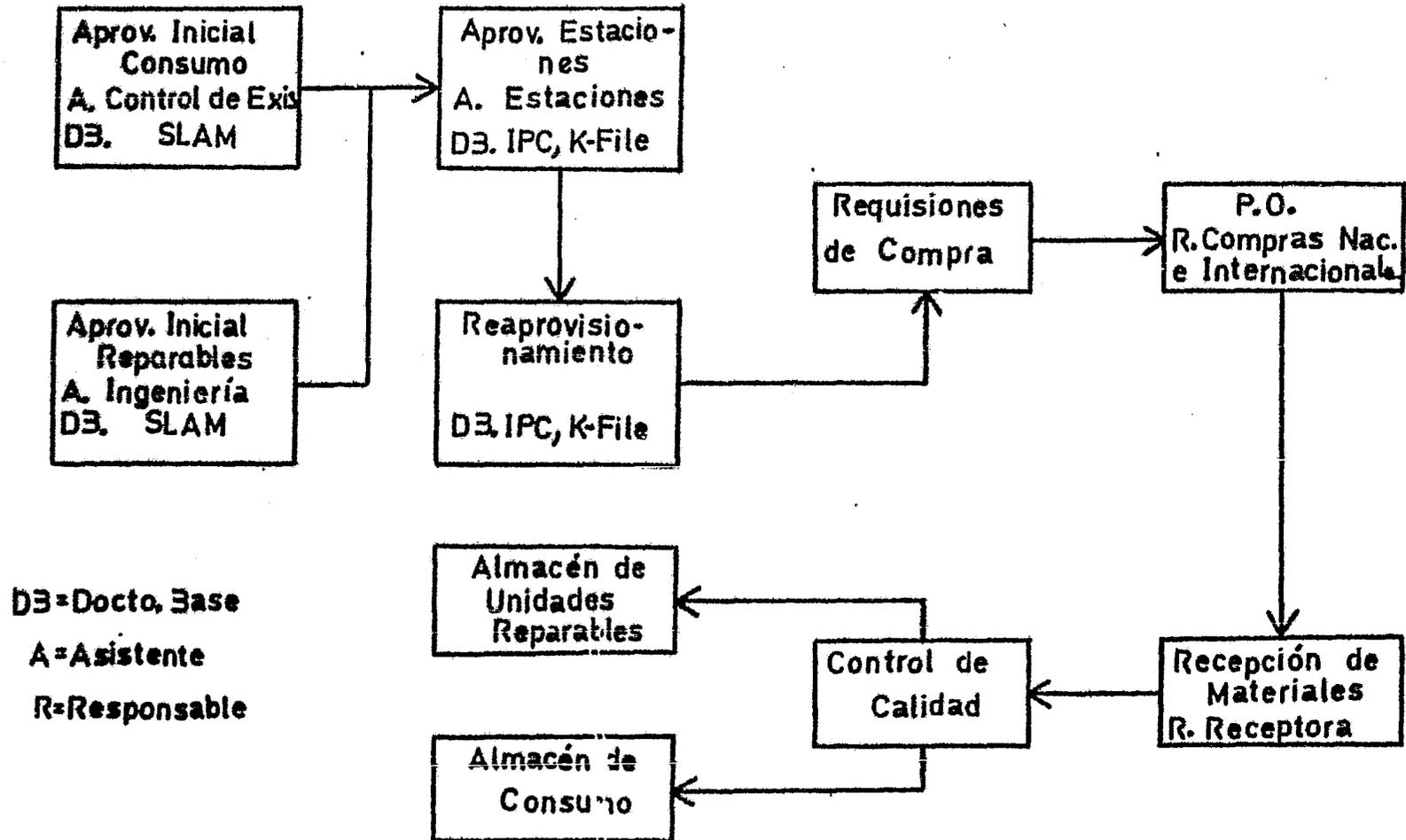


Flujo de Información

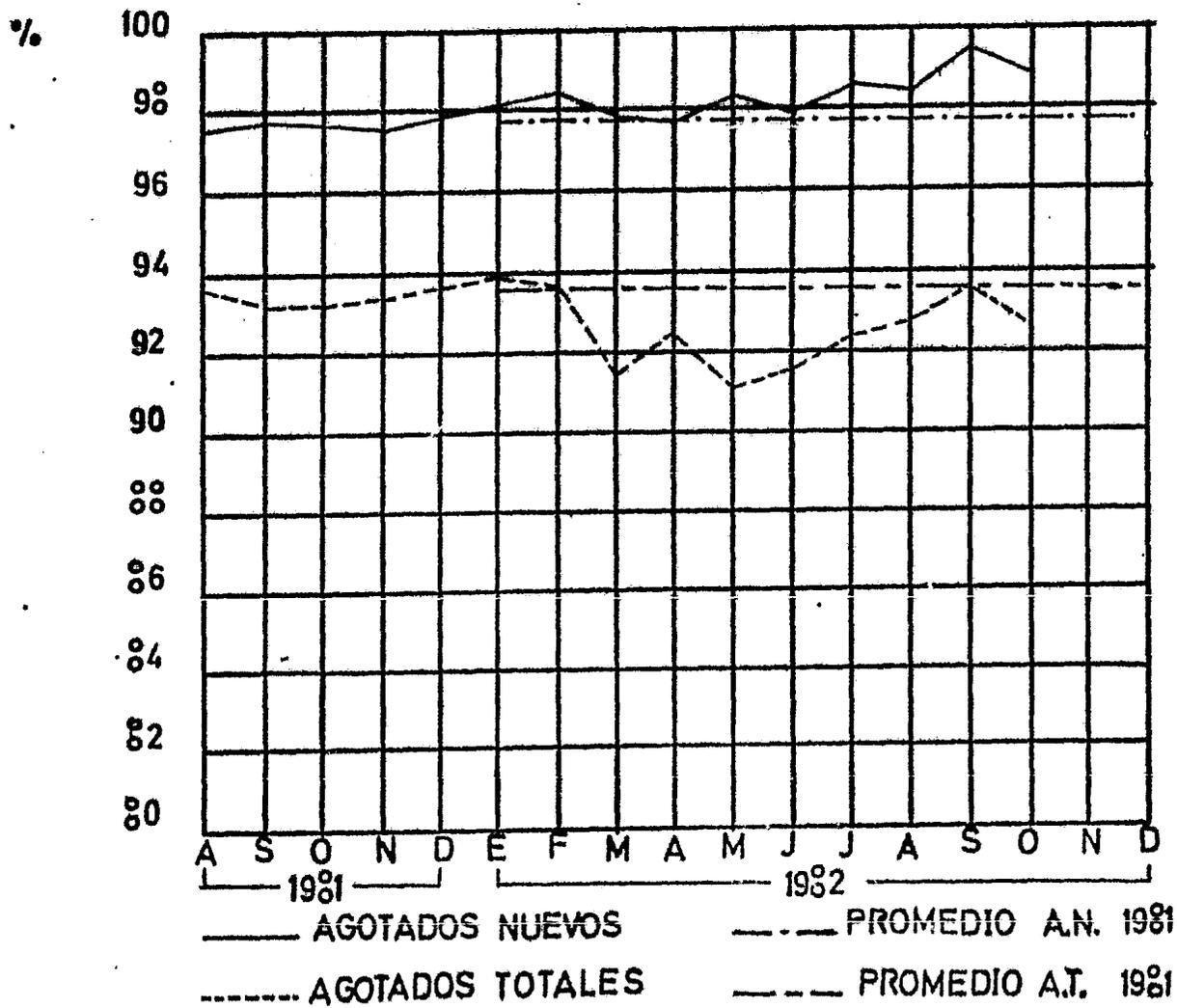


Flujo de Ordenes

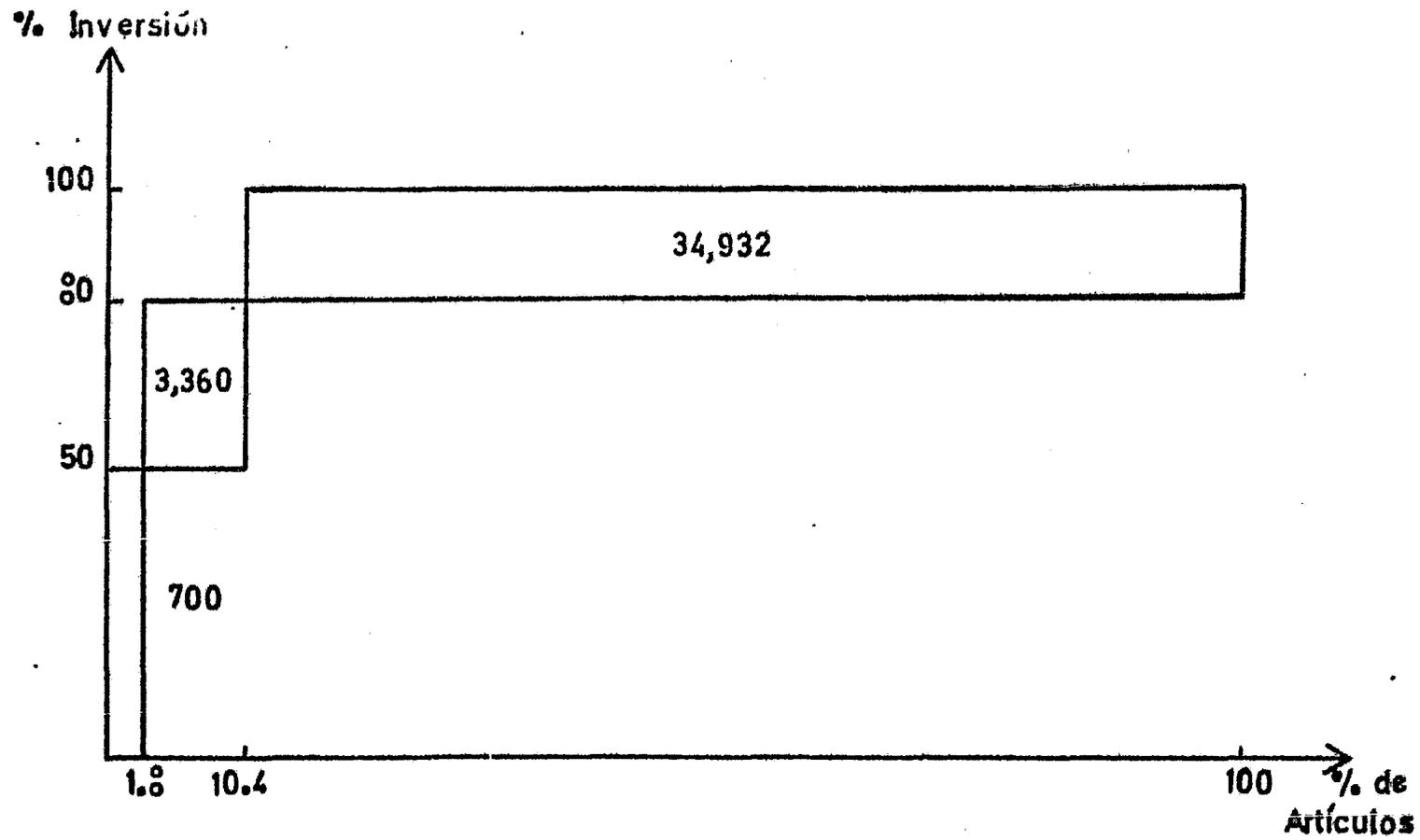
## RELACION ENTRE LOS ALMACENES Y CONTROL DE EXISTENCIAS



## NIVEL DE EFICIENCIA EN MATERIALES DE CONSUMO



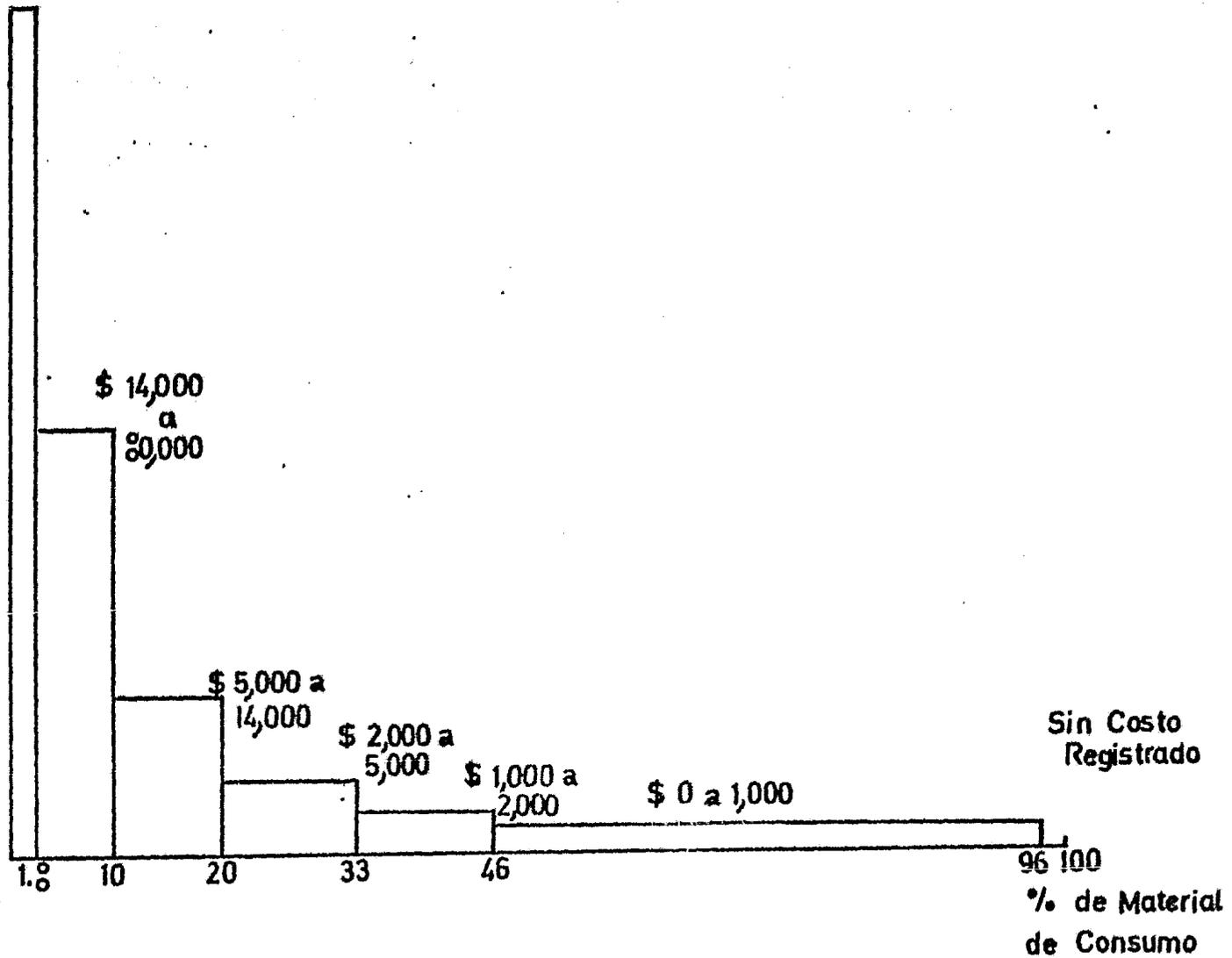
# RELACION INVERSION-ARTICULOS DE CONSUMO



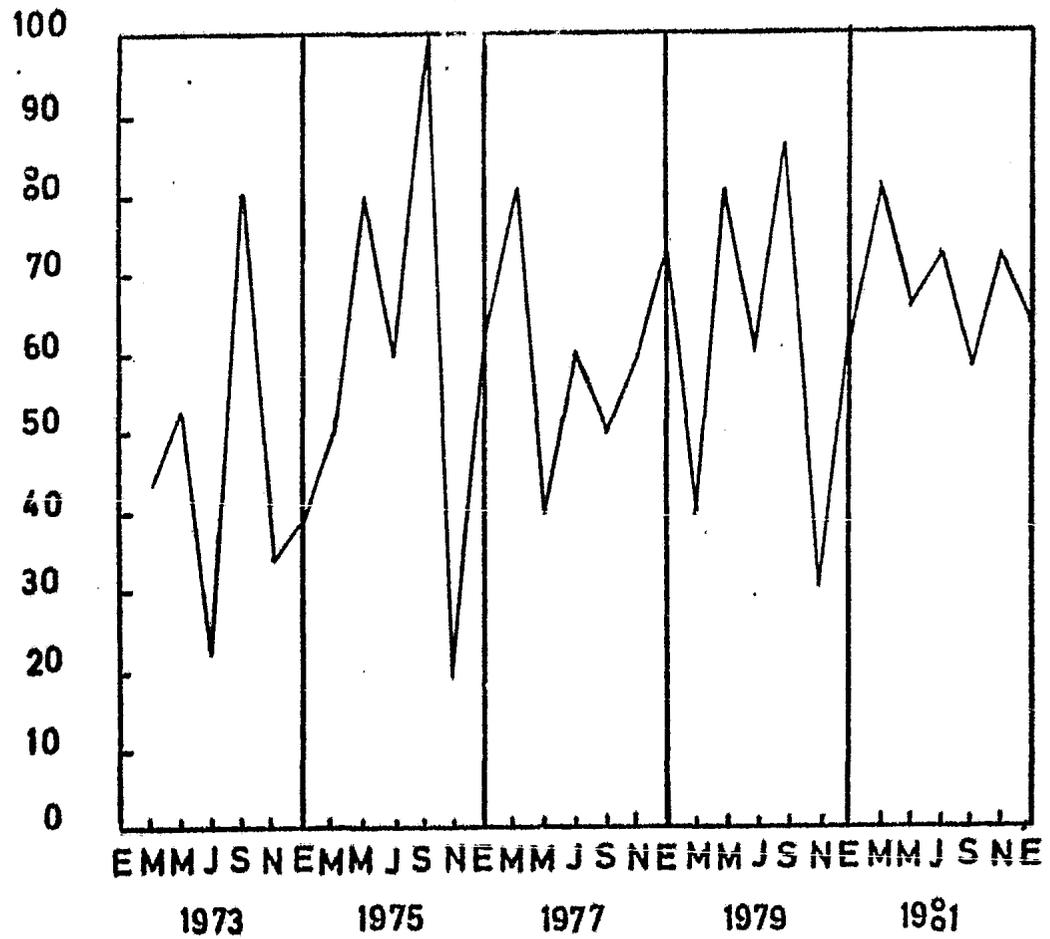
# INVERSIONES EN MATERIAL DE CONSUMO

## Distribución de Materiales por Rango de Costos

\$ 80 000 a  
7 millones

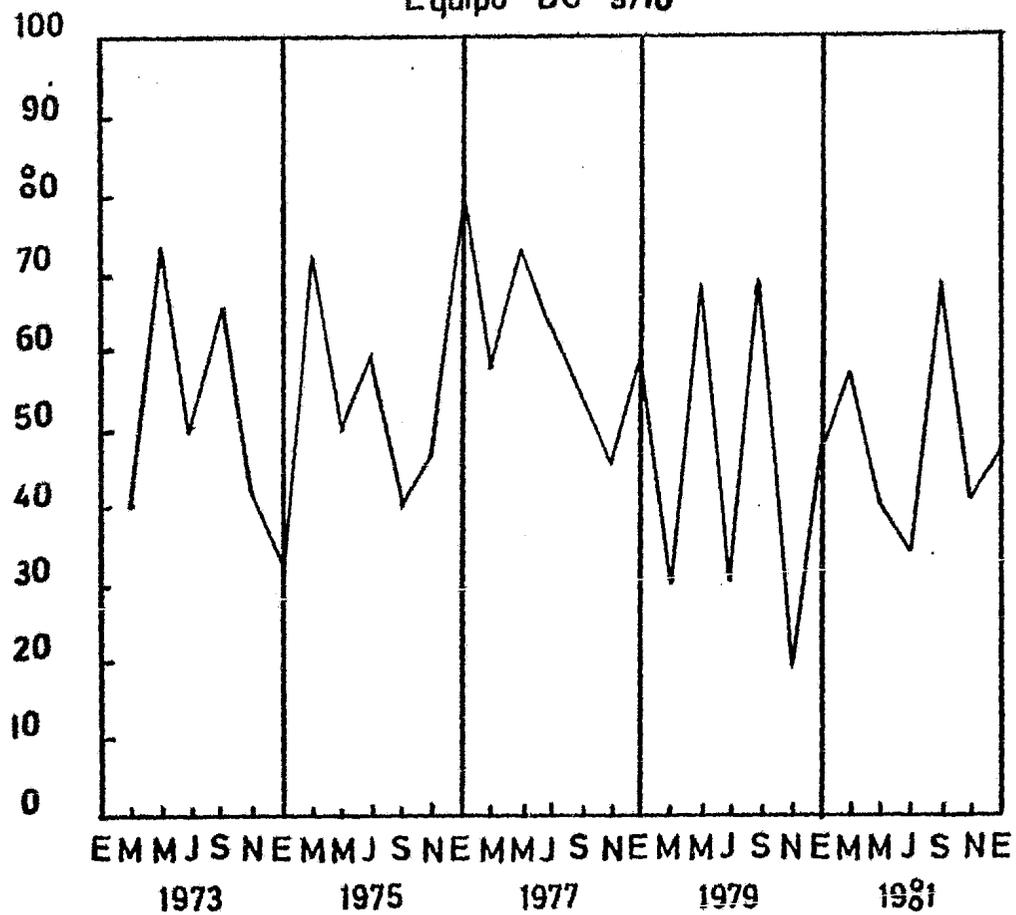


SECCION UNIDADES REPARABLES  
 UNIDADES ENVIADAS A TALLERES EXTERNOS  
 Equipo DC-8/51



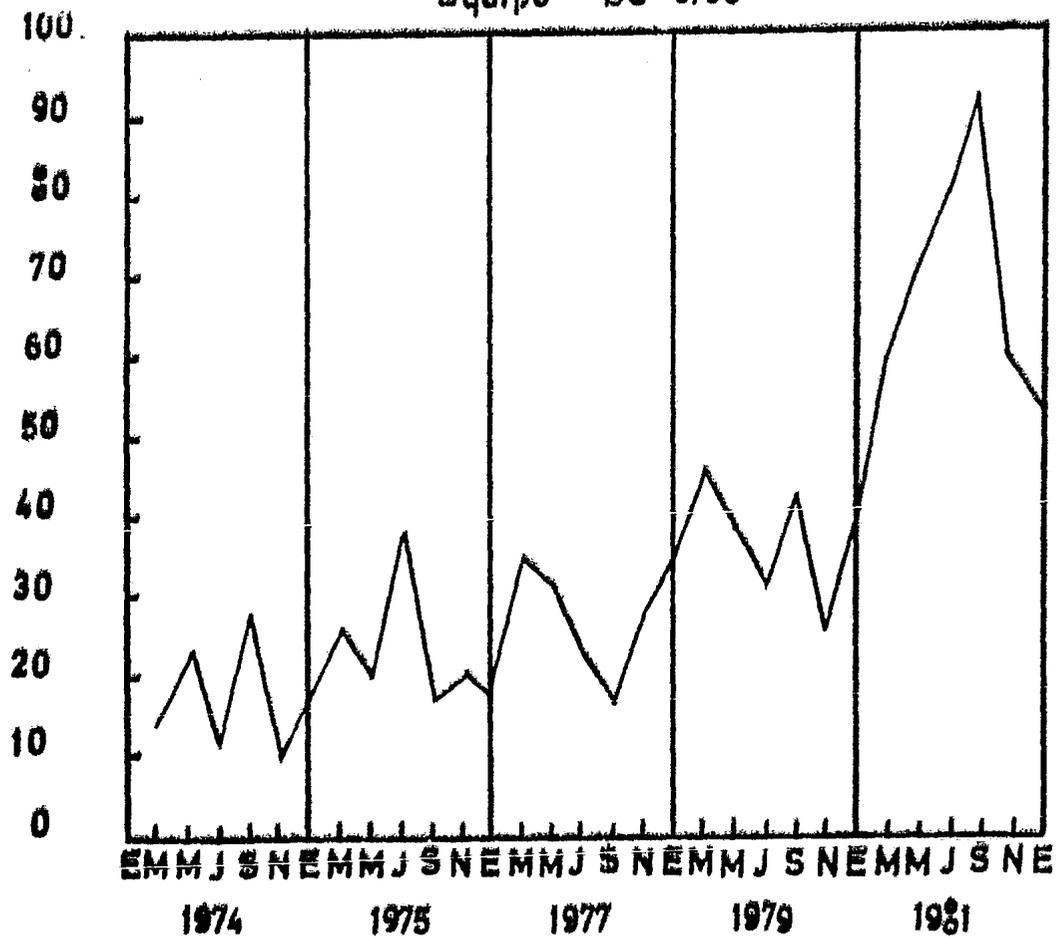
SECCION UNIDADES REPARABLES  
 UNIDADES ENVIADAS A TALLERES EXTERNOS

Equipo DC-9/10

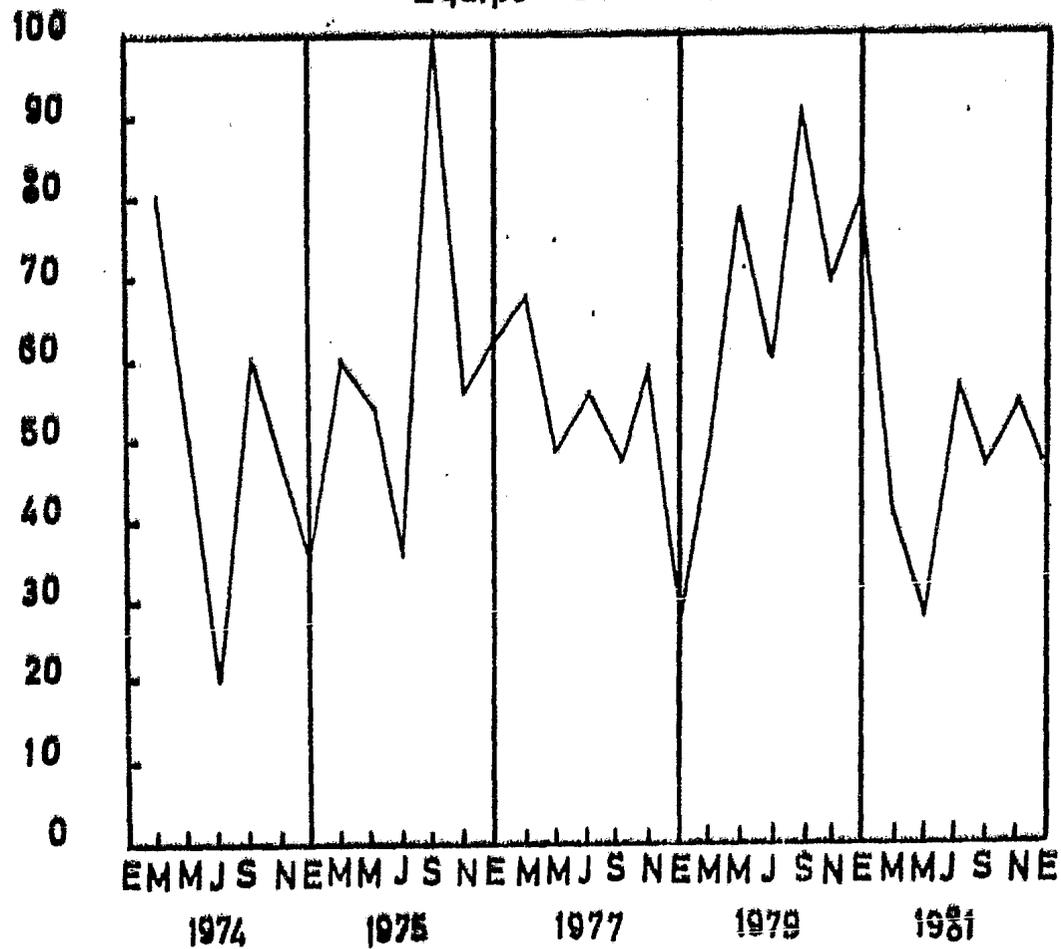


**SECCION UNIDADES REPARABLES**  
**UNIDADES ENVIADAS A TALLERES EXTERNOS**

Equipo DC-9/30



**SECCION UNIDADES REPARABLES**  
**UNIDADES ENVIADAS A TALLERES EXTERNOS**  
**Equipo DC-10/30**

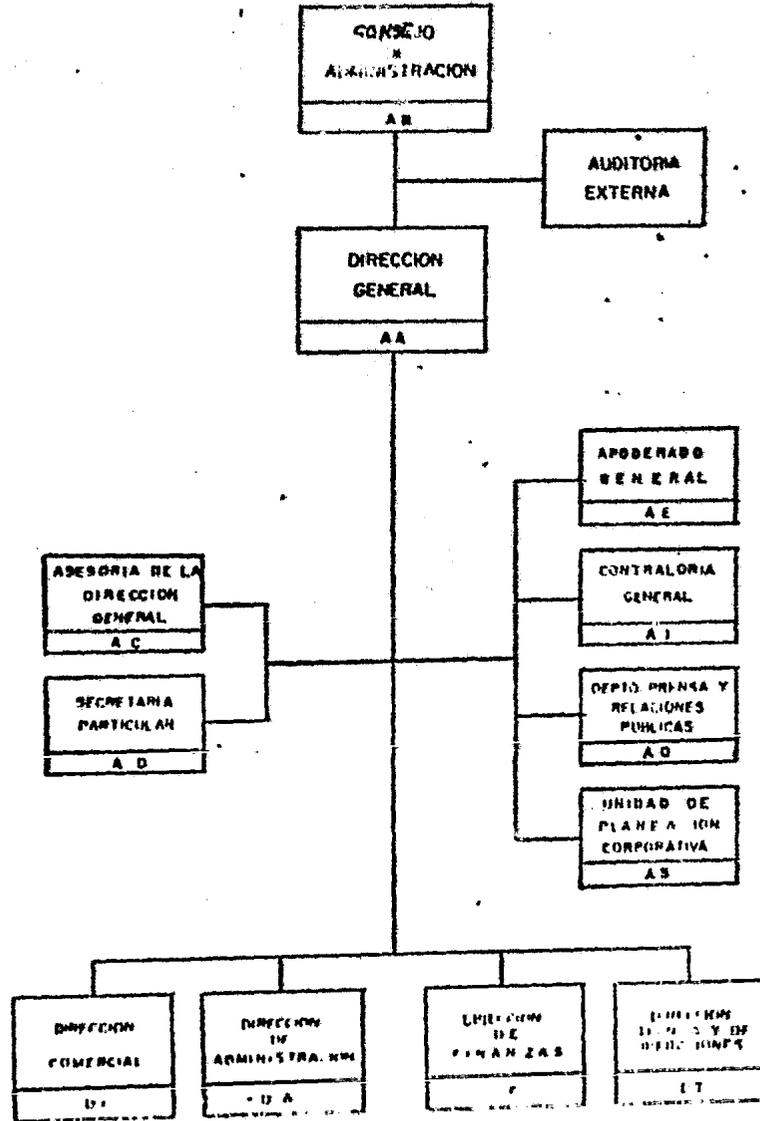


C A P I T U L O 4

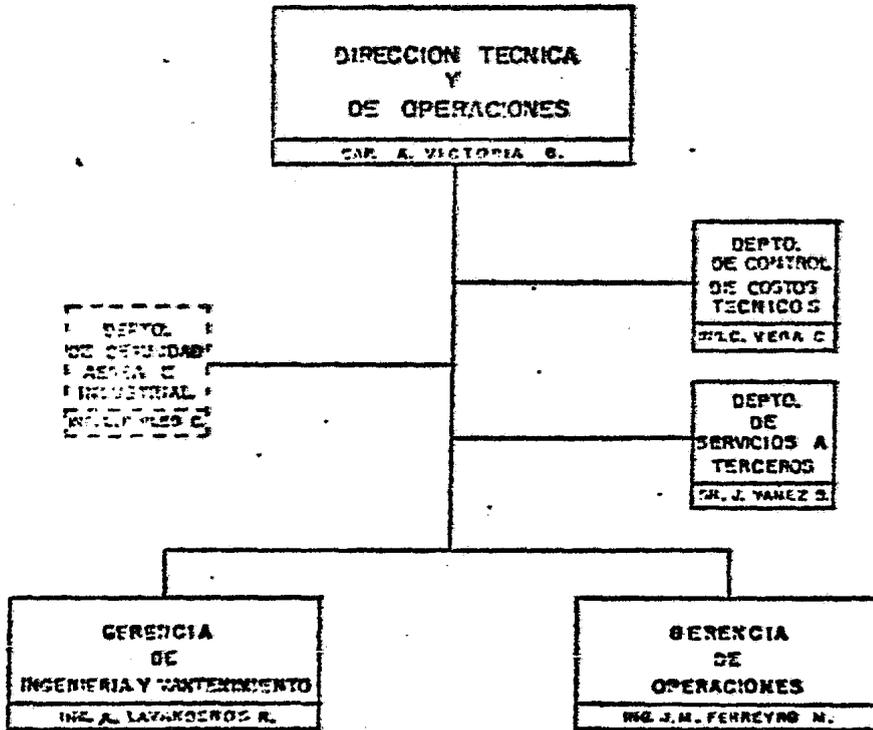
ANALISIS OPERACIONAL DE LA LOGISTICA  
DE LOS MATERIALES EN AEROMEXICO

# 4.1 ORGANIGRAMA DE LA DIRECCION GENERAL

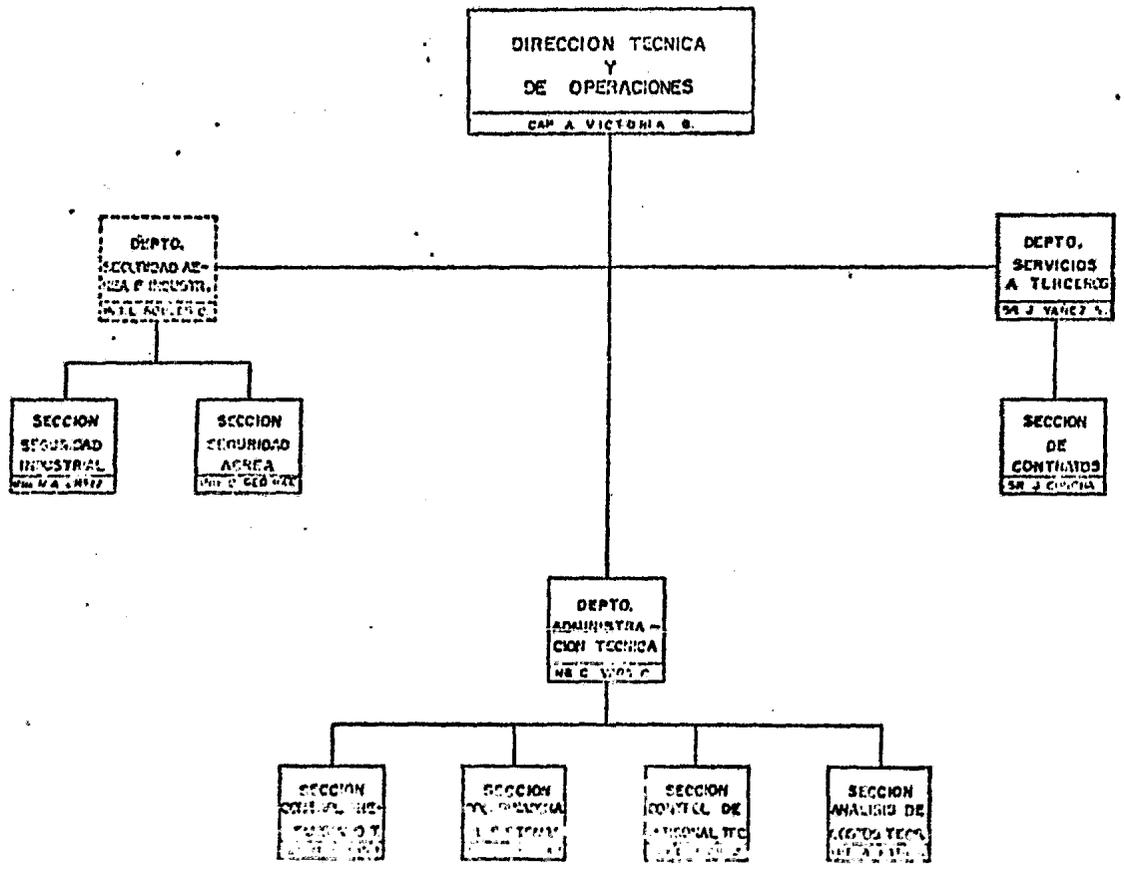
4.1 ORGANIZACION GENERAL

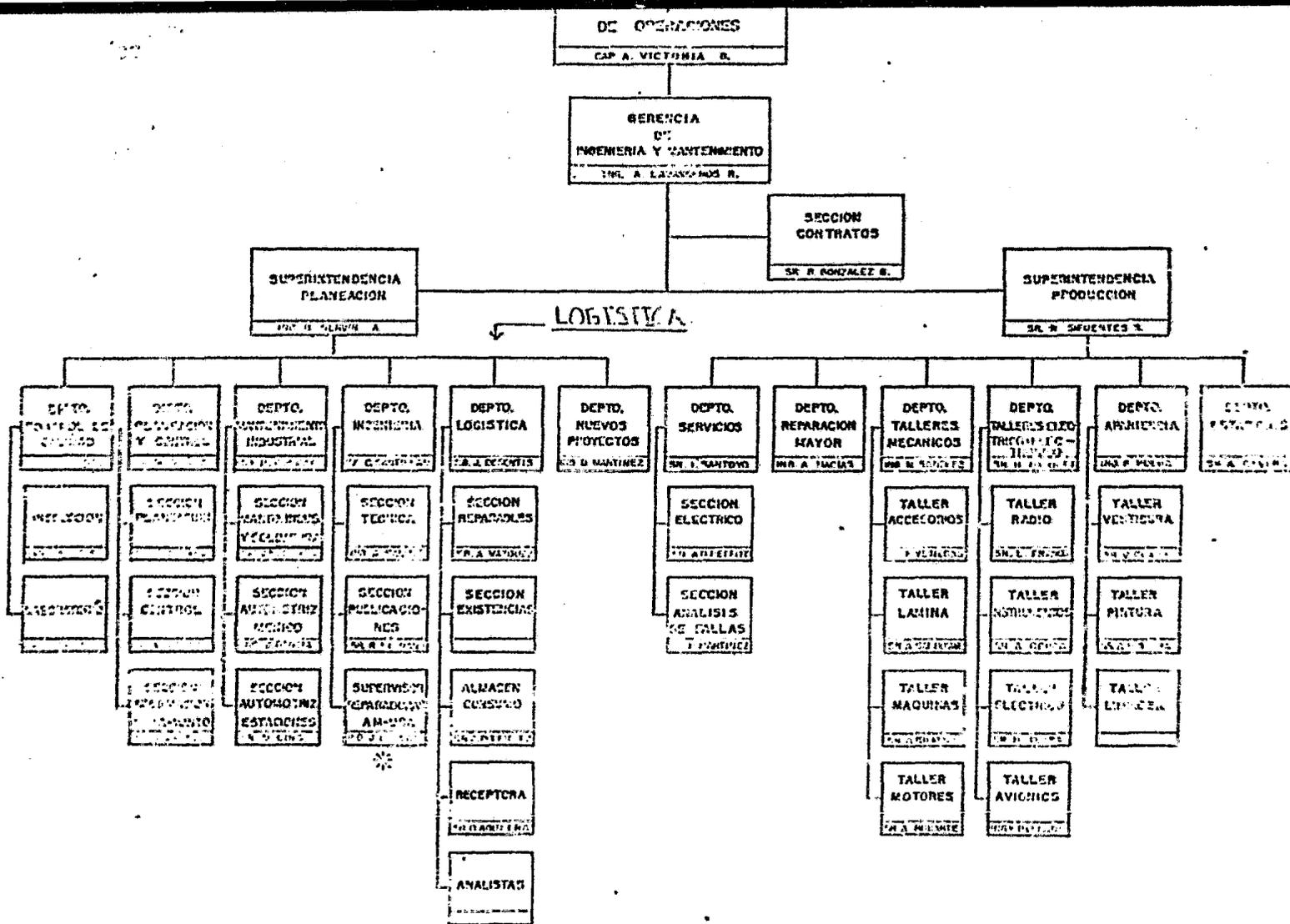


ORGANIGRAMA DE LA DIRECCION TECNICA Y DE OPERACIONES



ORGANIGRAMA GRUPO STAFF  
DIRECCION TECNICA Y DE OPERACIONES





COMANDO EN JEFE  
DE FUERZAS ARMADAS  
DE VICTORIA

GERENCIA DE OPERACIONES  
SR. J. M. PEREZ M.

UNIDAD DE PILOTOS  
CAP. M. SANCHEZ P.

SUPERINTENDENCIA DE CONTROL DE VUELOS Y CONTROL OPERACIONAL  
SR. E. SAIZ G.

UNIDAD DE ADMINISTRACION DE PILOTOS  
SR. P. VELAZQUEZ

DEPTO. CONTROL Y REGULACION DE TRAFICO AEREO  
SR. J. M. PEREZ M.

DEPTO. PLANEACION OPERACIONAL  
SR. J. CHAVEZ B.

DEPTO. CONTROL OPERACIONAL  
SR. J. M. PEREZ M.

DEPTO. DESARROLLO Y VIGILANCIA DE VUELOS  
SR. P. VELAZQUEZ

DEPTO. SERVICIOS TERRESTRES  
SR. R. GONZALEZ

DEPTO. DE PROGRAMAS Y CENTROS DE IMPULSION  
SR. J. M. PEREZ M.

LEFVA INGENIERIA DE OPERACIONES  
SR. J. M. PEREZ M.

SECCION ADMINISTRATIVA DE PILOTOS  
SR. J. M. PEREZ M.

JEFE EQUIPO DC 3  
SR. J. M. PEREZ M.

JEFE EQUIPO DC 6  
SR. J. M. PEREZ M.

JEFE EQUIPO DC 9  
SR. J. M. PEREZ M.

JEFE EQUIPO DC 10/12  
SR. J. M. PEREZ M.

SECCION EVALUACION OPERACIONAL  
SR. J. M. PEREZ M.

SECCION INFORMACION AL PUBLICO  
SR. J. M. PEREZ M.

SECCION ASISTENCIA AEREA  
SR. J. M. PEREZ M.

SECCION METEOROLOGIA  
SR. P. VELAZQUEZ

SECCION PLANEACION Y CONTROL  
SR. J. M. PEREZ M.

SECCION VIGILANCIA DE VUELOS  
SR. P. VELAZQUEZ

SECCION INFORMACION TECNICA  
SR. P. VELAZQUEZ

SECCION APOYO TIERRA Y SERVICIOS DE TIERRA  
SR. R. GONZALEZ

SECCION PROGRAMAS DE SERVICIOS  
SR. J. M. PEREZ M.

SECCION CONTROL DE TRAFICO  
SR. J. M. PEREZ M.

SECCION ADMINISTRATIVA  
SR. J. M. PEREZ M.

SECCION TRAFICO DE COLISIONES  
SR. J. M. PEREZ M.

SECCION INVESTIGACION DE ACCIDENTES Y INCIDENTES  
SR. J. M. PEREZ M.

SECCION INVESTIGACION DE CAUSAS  
SR. J. M. PEREZ M.

2 ORGANIZACION OPERACIONAL

PROCEDIMIENTO MATERIAL COMPANIA (COMAT) EN EL  
MANEJO DE UNIDADES ENVIADAS A REPARAR AL EX--  
TRANJERO.

Procedimiento de Salida

Sección Reparables:

1. Se entrega la unidad a reparar.
2. Elabora Solicitud de Trabajo para el Taller Interno correspondiente.
3. Envía a Taller Interno correspondiente la unidad dañada; anexando la Solicitud de Trabajo.

Taller Interno:

4. Recibe unidad dañada, así como Solicitud de Trabajo.
5. Examina la unidad dañada y si no procede su reparación, devuelve la unidad a la Sección Reparables.

Sección Reparables:

6. Elabora borrador de la Orden de Reparación (R. O. Repair Order).
7. Envía para complementar información operacional necesaria de la R.O. a la Sección de Planación y Control.

**Sección de Planeación y Control:**

- 7.1 Complementa la información Operacional necesaria para el borrador.
- 7.2 Devuelve borrador con la información complementaria.

**Sección Reparables:**

- 8. Elabora Orden de Reparación con los datos proporcionados por la Sección de Planeación y Control.
- 9. Envía unidad dañada anexando Orden de Reparación (R.O.) al Departamento de Recibo y Embarque (Sección Receptora).

**Departamento de Recibo y Embarque:**

- 10. Recibe unidad dañada y el R.O. debidamente requisitados.
- 11. Verifica el número de parte sobre listado de autorización de exportación temporal.
- 12. Empaca adecuadamente la unidad dañada para su envío al extranjero.
- 13. Envía dentro del empaque primera copia de la Orden de Reparación, no sin antes haber anotado en la parte inferior el número de guía que servirá para el envío al Extranjero de la unidad dañada.
- 13.1 Turna a la Sección Reparables segunda, tercera y cuarta copia de la Orden de Reparación.
- 13.2 Conserva para su archivo la copia sexta de la Orden de Reparación.
- 13.3 Archiva temporalmente las copias quinta, sép-

tima, octava y novena de la Orden de Reparación.

14. Elabora Factura Comercial en original y nueve copias.
15. Envía a Carga Internacional Factura Comercial, Guía Aérea en blanco y unidad dañada adheriendo papel engomado que denote ser material compañía (COMAT) con los datos de los documentos originales.

#### Sección Reparables:

16. Envía a Carga Internacional tercera copia del R.O. y al puerto de entrada la cuarta copia del mismo.

#### Carga Internacional:

17. Recibe embarque de conformidad a la orden de reparación y Factura Comercial, excepto turbinas que se depositan directamente al almacén por seguridad.
18. Sella y firma de recibido en la copia amarilla de la Factura Comercial, contra la entrega de lo enviado por el Departamento de Recibo y Embarque.
19. Documento Guía Aérea en base a lo señalado en el punto 17.
20. Devuelve primera y tercera copia de Guía Aérea al Departamento de Recibo y Embarque.
21. Conserva para su archivo copia octava de Factura Comercial.

22. Presenta a Oficina Aduanal Factura Comercial con la aclaración de si es temporal o definitiva, Guía Aérea y R.O.

Oficina Aduanal AMSA:

23. Elaborar transferencia de Carga cuando debe ser transportada por otra línea aérea.
24. En base a lo presentado por Carga Internacional, elabora Permiso de Exportación Temporal o definitiva, conservando copia de Factura Comercial y Permiso de Exportación Tempora.
- 24.1 Devuelve documentación presentada a Carga Internacional, así como permiso de exportación.

Carga Internacional:

25. Con Pedimento, Guía Aérea y Factura Comercial, elabora Manifiesto en original y trece copias.
- 25.1 Envía a Contabilidad copia de Manifiesto.
- 25.2 Envía copia de Manifiesto a Operaciones.
26. Envía mensaje a la estación de destino cuando sea por conducto de Aeronaves de México con copia a la Sección de Reparables, notificando Fecha, Número de Vuelo, Guía Aérea y detalles de embarque. Tratándose de otra línea Aérea, el Departamento de Recibo y Embarque, hará previa reservación en coordinación con la Oficina Aduanal.
27. Anota los datos anteriores en Registro de Envíos COMAT, lo cual facilitará su localiza---

ción.

Estaciones Receptoras (JFK, IAH, MIA, SYS, ORY, LAX ; New York, Houston, Miami, San Isidro, París, Los Angeles):

28. Recibe el embarque, efectúa trámites ante Aduana respectiva y se reexpide al proveedor.
29. Conserva para su archivo en orden progresivo - copia del R.O., incluyendo Factura Comercial y correspondencia que coadyudarán al retorno de la unidad dañada.

Procedimiento Material Compañía (COMAT) en el Manejo de Unidades Reparadas en el Extranjero.

Estaciones Embarcadoras (JFK, IAH, MIA, SYS, ORY, LAX):

1. Recibe del proveedor, unidad reparada.
2. Retira de su archivo copias de: R.O. y Factura Comercial con las que llegaron originalmente, mismas que adjunta a la unidad a su retorno.
3. Elabora Guía Aérea para envío de unidad reparada.
4. De acuerdo a la Factura Comercial y Manifiesta de Carga, así como Guía Aérea, elaboradas al envío de la unidad, anota datos en etiqueta - COMAT para adherirla al empaque de la unidad para su fácil localización.
5. Embarca unidad reparada, en vuelo AMSA o alguna otra línea aérea.
6. Notifica a través de telex al: Departamento de

Recibo y Embarque con copia a la Sección Repables, Carga Internacional y Oficina Aduanal - AMSA, la Fecha, Número de Vuelo, Guía Aérea y No. de R.O. que ampara la unidad reparable, - mencionando guía con la que se envió.

**Sección Reparables:**

7. En casos fortuitos efectuará lo siguiente:
  - 7.1 Al no retornar en el plazo señalado el material reparable, deberá acordar con el proveedor el tiempo que tardará, notificando a Carga Internacional, quién tramitará la ampliación del plazo de retorno.
  - 7.2 Notificará a Carga Internacional, a fin de - que actualice sus controles, cuando el material reparable no se introduzca por la Aduana de origen (México).
  - 7.3 Autorizará por escrito a Carga Internacional la liberación del material reparable cuando - estos no cumplan con las disposiciones legales para su introducción, pagando intercambio compensado e IVA.
  - 7.4 Deberá informar a Carga Internacional, cuando por causas de fuerza mayor se tome la decisión de bajar material reparable del avión y llevarlo directamente a la Sección donde se - necesite.

**Carga Internacional:**

8. Recoge documentos del embarque y turna a la - Oficina Aduanal AMSA para su trámite.

9. Introduce el embarque al área asignada de almacenamiento.

**Oficina Aduanal AMSA:**

10. Recibe documentos del embarque para su trámite - ante la aduana.
11. Anota la cotización arancelaria correspondiente a la unidad reparable.
12. Elabora Pedimento de Importación y Papeleta de - Salida para liberar de Aduana a la unidad reparable.
13. Acude con Guía Aérea, Factura Comercial, Mani--- fiesto de Carga, Pedimento de Importación y Papeleta de Salida a la Aduana para iniciar trámites en la liberación de la unidad reparable y comprobar retorno de exportación temporal.
14. En el área de Registro de Pedimento, presenta -- Guía Aérea, Factura Comercial, Manifiesto de Carga, Pedimento de Importación y Papeleta de Salida, donde asignan número al Pedimento de Importación, sellándola al igual que la Papeleta de Salida.
15. Dentro de la misma Aduana acuden al Jefe de Visitas a nombramiento, para el despacho aduanal.
16. Con los datos de los puntos anteriores, se efectúa la localización de la unidad reparable.
17. Localizada la unidad reparable se procede al despacho físico.
18. Continuando en la Aduana, presenta documentación con el Tramitador obteniendo firma.

19. Anexando al Pedimento el permiso correspondiente de la Dirección General de Aduanas, acude a la - Oficina de Permisos, quien otorga el visto bueno.
20. Con el visto bueno en la documentación, se traslada a la Oficina de Ajustes donde son revisados los cálculos arancelarios. Si no son correctos.
- 20.1 Empieza nuevamente desde el punto 13. Si son correctos.
21. Presenta la documentación ante la Sub-Jefatura - Aduanal para su trámite final, que es la autorización de salida.
22. Se acude al Registro de Pedimentos en Cajas.
23. Registrado el Pedimento, se liquida I.V.A. en caja.
24. Con la Autorización de Salida, retira la unidad reparable del Almacén entregando una copia de Pedimento de Importación y otra a la salida de la mercancía.
25. Retorna a Oficina Aduanal AMSA y elabora Nota de Derechos y Gastos, de la conserva copia, así como del Manifiesto y Pedimento de Importación.
26. Anota en su registro la llegada de la unidad. - Departamento de Recibo y Embarque.
27. Acude a Oficina Aduanal AMSA y solicita documentación tramitada, retirando la unidad reparable. Si el embarque no es completo.
- 27.1 Elabora Reporte de Recepción Parcial, conservando original temporalmente y distribuye copias a:
 

1a. copia:	Compras
2a. copia:	Control de Existencias
3a. copia:	Control de Inventarios
4a. copia:	Contabilidad
5a. copia:	Sección Reparables

Si el embarque es completo.

27.2 Se cierra el ciclo de la R.O. y elabora listado de Recepción total, conservando original para - su archivo y distriye copias del R.O. a:

7a. copia: Control de Inventarios

8a. copia: Contabilidad a través de Sección  
Reparables

9a. copia: Sección Reparables

27.3 Archiva copia de Pedimento de Importación.

#### SISTEMA "CUAUHTLI"

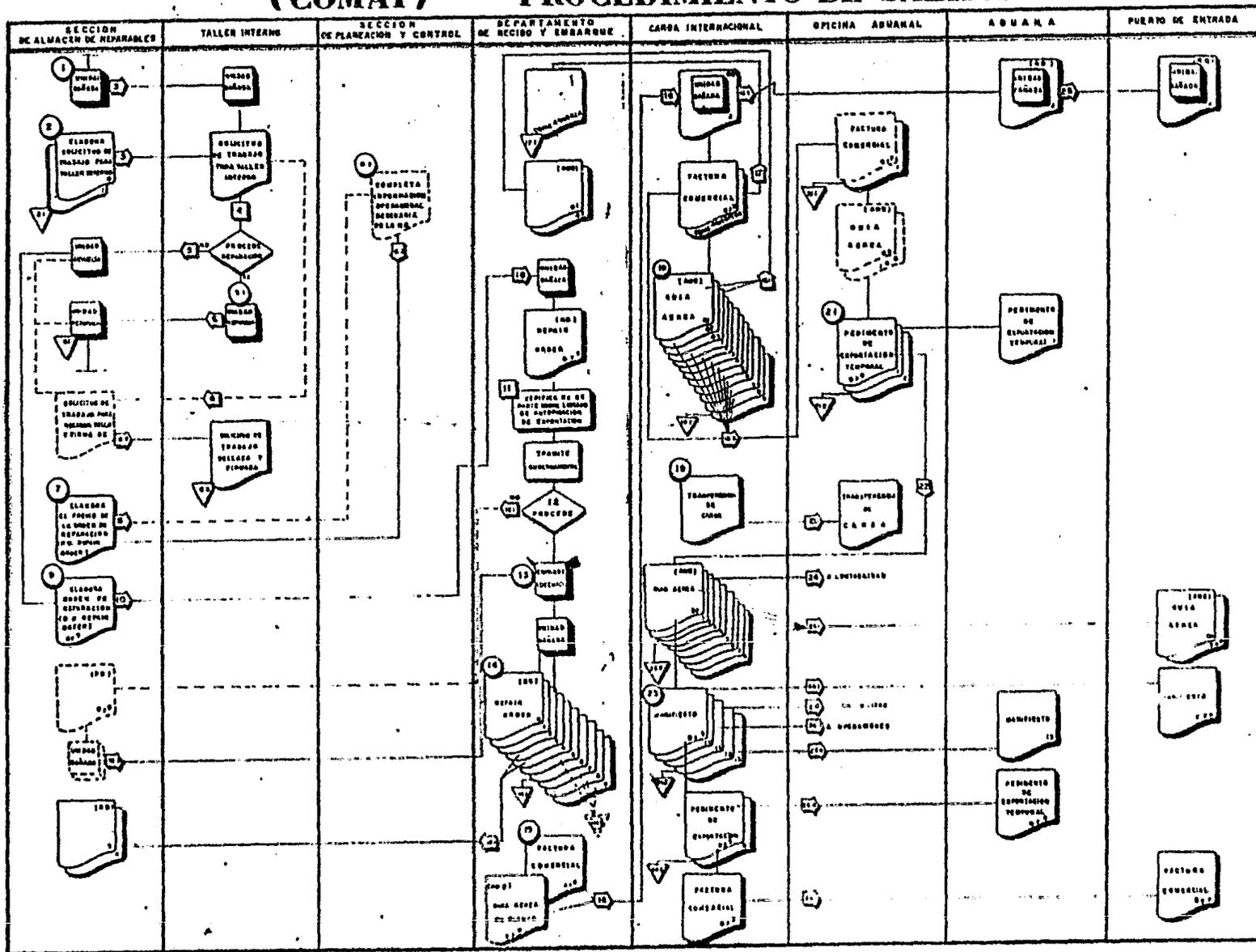
Es un Sistema Computarizado que tiene como finali--dad mantener un control de todos los aspectos técnicos referi--dos a Ingeniería y Mantenimiento del equipo de vuelo y sus com--ponentes, con el que se tienen:

- Planeación y Control de los Programas de Manteni--miento.
- Control de Inventarios.
- Localización Física de los Componentes.
- Programas de Análisis de Fallas.
- Control de la Producción de Talleres.
- Control de Modificaciones y Ordenes de Ingeniería.

El paquete de programas (software) es la solución a muchos problemas de las aerolíneas modernas; este paquete re--presenta muchos años de experiencia de US Air como utilizador y creador de sistemas de procesamientos de datos. Estos sis--temas ofrecen una base amplia para satisfacer los objetivos - básicos de Mantenimiento, Ingeniería e Inspección.

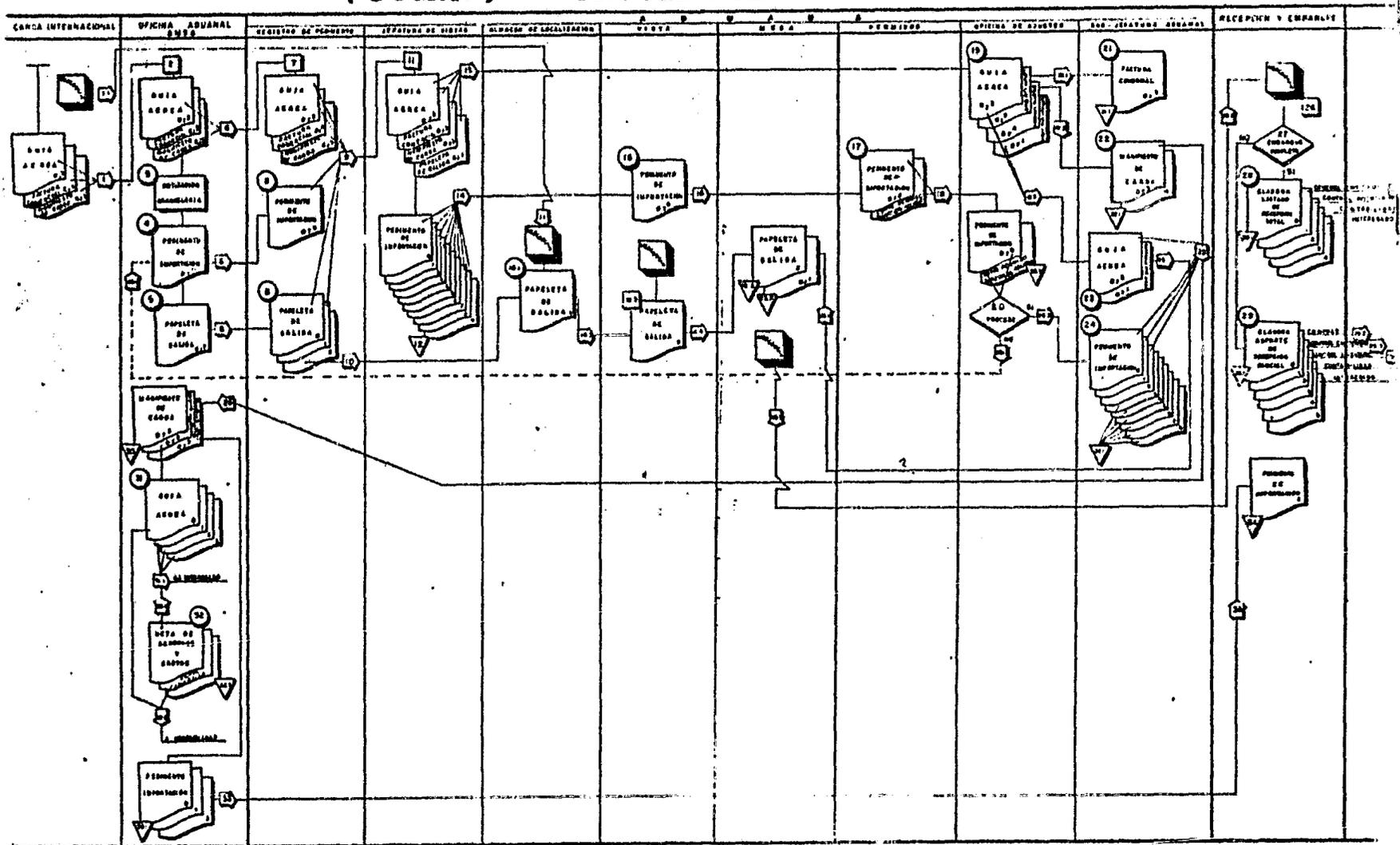
(COMAT)

# PROCEDIMIENTO DE SALIDA



(COMAT)

# PROCEDIMIENTO DE LLEGADA



El sistema "Cuauhtli" consta de 5 módulos que son la base para satisfacer los objetivos de mantenimiento, ingeniería e inventarios siendo esos módulos los siguientes:

**Módulo C. Control de Componentes.**

Este módulo permite el control de tiempos de las Aeronaves, de los rotables instalados, de las modificaciones, límites por tiempo y da un pronóstico y el historial de remoción de componentes.

**Módulo E. Actividades de Mantenimiento, Comunicaciones e Historial.**

Permite la recolección, reintegración, programación y análisis de las comunicaciones en las actividades de mantenimiento de las aeronaves.

**Módulo L. Control de Partes para Servicios de Mantenimiento.**

Permite el control, la requisición, localización de almacenamiento, el despacho y manejo de partes y otros materiales para las aeronaves.

**Módulo M. Control de Modificaciones.**

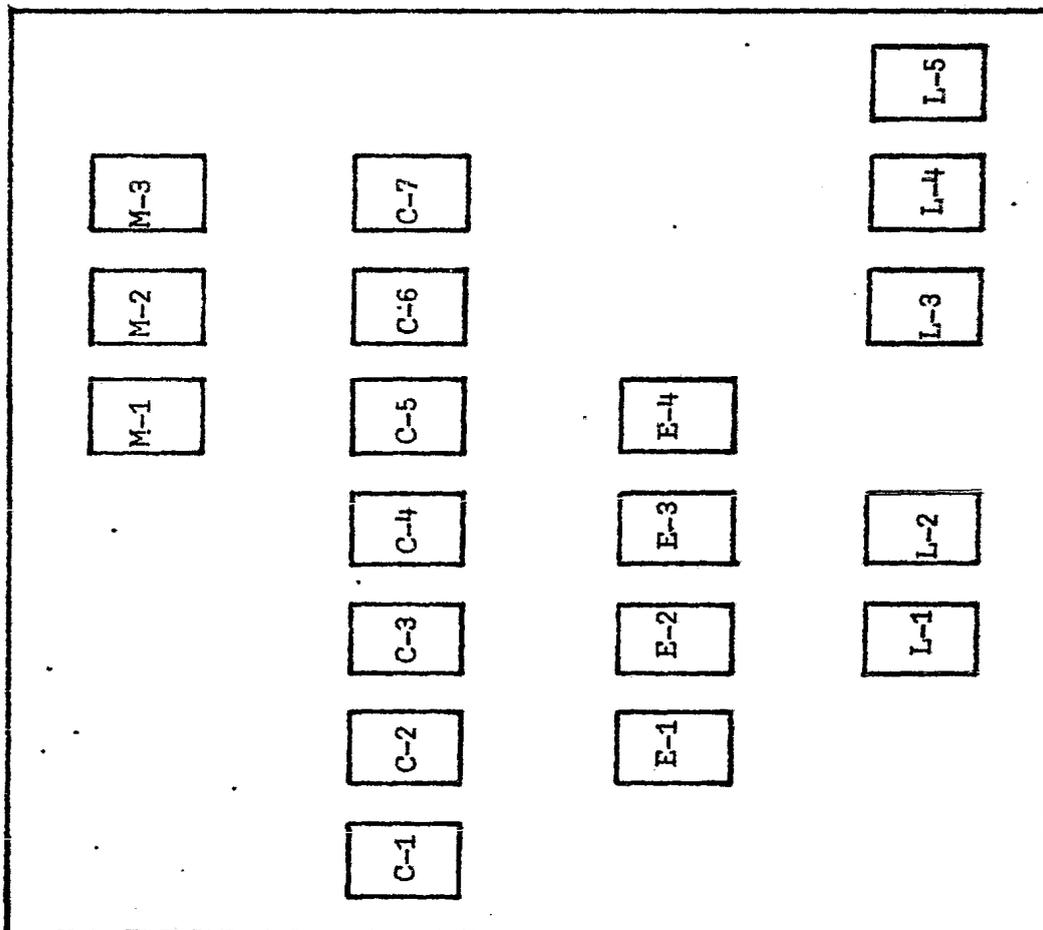
Este módulo permite el desarrollo, asignación, ejecución y programación de modificaciones a las aeronaves y sus componentes.

**Módulo T. Planeación de las Actividades de los Talleres.**

Este control permite efectuar el seguimiento de partes reparables y rotables por medio de la actualización de su localización, cantidades y condición de las mismas.

Lo que resulta ser una ayuda valiosa para la realización de programas de trabajo para los talleres.

### Introducción del Sistema Orden y Prioridad



Nota. Al realizar el presente estudio, se había implementado hasta el sub-módulo C-2.

Sub-Módulo C-1. Registra el incremento de los tiempos de vuelo de las aeronaves a través de los tiempos diarios de operación, manteniendo un archivo de 35 días de vuelo por cada aeronave con resúmenes de los tres meses anteriores.

Los datos de entrada del sub-módulo C-1, se obtienen de la bitácora de vuelo del avión, la cual permitirá alimentar al sistema en lo referente a tiempos/ciclo de vuelo.

Otro documento fuente es la papelería correspondiente a los servicios de mantenimiento. Se registra de cada aeronave los tiempos desde, los tiempos desde su último servicio en función a su programa de mantenimiento, lo que nos proporciona los siguientes beneficios:

- Control automático de registros de tiempos.
- La base para desarrollar el pronóstico de servicios de mantenimiento.
- La base para el desarrollo de análisis de confiabilidad en función a su utilización promedio.

Sub-Módulo C-2. Es la parte del sistema "Cuauhtli" que nos permite crear el banco de datos para el manejo de componentes de todos los aviones.

Esta fase proporciona el método primario de suministro de información al Sistema de Control de Componentes y un método para incorporar a la base de datos la información diaria. La filosofía del sistema establece el manejo y control de componentes, sobre la base de efectuar los cambios al momento que ocurren estos, de esta manera; el status (estado o con

dición) de los componenetes viene a ser más preciso y real.

Este sub-módulo permite mantener la información básica concerniente a los números de parte y a las unidades seriadas. Actualizando los datos existentes y creando nuevos datos.

Al momento que los datos son conocidos o los problemas ocurren, la introducción y corrección puede ser manejada por el usuario.

Los beneficios de este módulo son:

- Proporciona un control en línea de la información básica de los conjuntos y unidades seriadas.
- Crear los historiales correspondientes de remoción de componentes para auxiliar en los análisis de confiabilidad.

Hay que hacer notar que la instalación de este sistema tendrá que pasar por varias etapas; de tal manera que hasta fines del año de 1982, se tenía programada la instalación total del sub-módulo C-2. Este es un proyecto a largo plazo, pero una vez que este totalmente instalado para su puesta en marcha, se tendrán los siguientes beneficios:

1. Información más extensa, más precisa y más a tiempo de todo lo concerniente a las condiciones de la(s) aeronave(s).
2. Programación mejorada de las actividades de mantenimiento con asistencia de:
  - La preparación de pronósticos a largo plazo de servicios mayores de mantenimiento de com-

ponentes mayores.

- La preparación de los requerimientos de los trabajos de reparación mayor para aeronaves y componentes seriados.
- La coordinación de horarios de los trabajos de mantenimiento entre los programadores de la base central de mantenimiento y las estaciones foráneas.
- Productividad del personal mejorada por medio de:

Reducción de fallas mecánicas y reparaciones redundantes.

Prevención en la ejecución de modificaciones.

Control y análisis de ejecución del trabajo.

Asistencia en el encaminamiento de partes entre la recepción y el despacho.

- Control de Inversiones:

La reducción del nivel de seguridad de partes en stock.

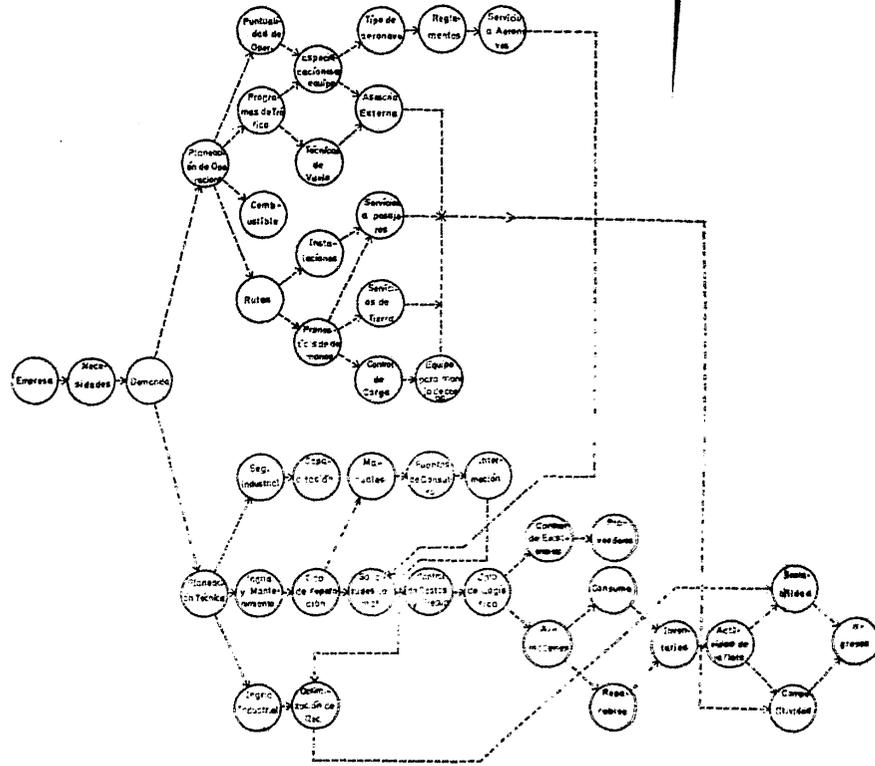
Identificación de stocks inactivos.

Saneamiento de los resultados económicos a partir de un análisis histórico.

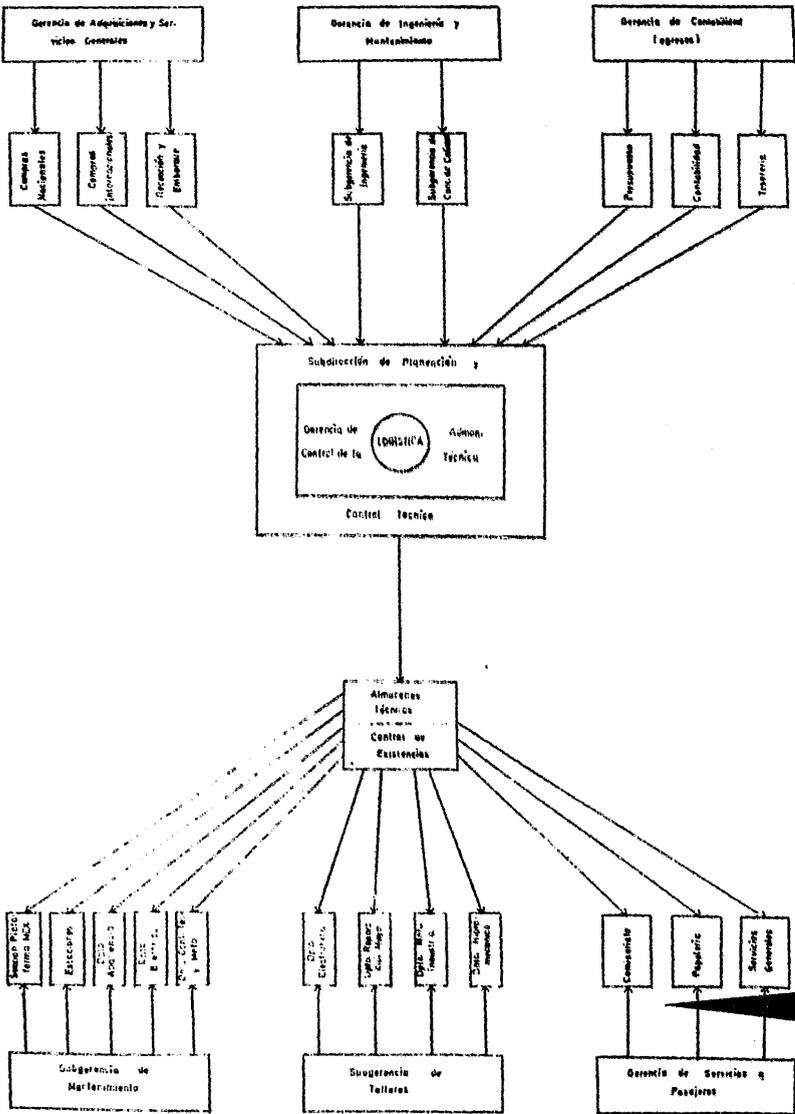
Además estos sistemas mantendrán la información exacta y al día, con lo cual proporcionarán:

- Una mejoría en la productividad del personal y equipo.
- Una mejoría en la integración del personal de

FUNCIONES DE LA DIRECCION TECNICA Y DE OPERACIONES.



DIRECCION TECNICA Y DE OPERACIONES



mantenimiento, con la finalidad de preservar la valía de la aeronave.

- Una mejoría en el control del costo del inventario de rotables.
- Una mejoría en la confiabilidad de las aeronaves.
- Una mejoría en el balance de las inversiones en servicios de mantenimiento e inventarios.

## 4.3

## OPERACION DE LA DIRECCION TECNICA

## LOGISTICA DEL APROVISIONAMIENTO DE MATERIALES

- 1.1 Esta parte de la Gerencia de Operaciones se encarga de coordinar aspectos técnicos y de operación, en los programas de tráfico.
- 1.2 Aquí se especifican y preparan instrucciones para el mantenimiento del equipo de vuelo, se promueve la seguridad con respecto al diseño del equipo y se investiga sobre sus problemas técnicos; todo esto en base a los programas de tráfico ya elaborados.
- 1.3 Este aspecto abarca la asesoría del fabricante, referente al aprovisionamiento del primer año de servicio del equipo adquirido, en base a los programas de tráfico elaborados por Planeación Operacional.
- 1.4 Para cubrir los aspectos técnicos y de abastecimiento de materiales, existen una serie de

documentos emitidos por los fabricantes, los cuales nos determinan el material a mantener en existencia en los diversos almacenes.

- 1.5 En base a las necesidades ya establecidas, la Dirección de Finanzas elabora el Presupuesto, mediante el cual se cubren los costos de mantenimiento y adquisición del equipo de vuelo.
- 1.6 Aquí, se incluyen los materiales existentes - en los almacenes de consumo y reparables de - la Base de Mantenimiento en la Cd. de México, mediante los cuales se pretende cubrir el --- aprovisionamiento inicial del equipo.
- 1.7 Este a su vez, determina el abastecimiento en las diversas estaciones de AM y las cuales -- son incluídas en los programas de tráfico de las mismas.
- 1.8 Una vez determinado el aprovisionamiento de - la Base México y el abastecimiento de las Es-taciones, da comienzo el ciclo de reaprovisionamiento tendiente a mantener siempre en existencia el material que satisfaga las necesidades de los diversos usuarios.
- 1.9 Con los datos sobre necesidades de material - en Base México, Estaciones y de Reaprovisionamiento, se generan las requisiciones de com--pra basadas en el presupuesto asignado a cada una de estas partes.
- 1.10 Elaboradas las requisiciones de compra por cada sección, estas aquí son analizadas (sobre todo en casos de crisis como el de ahora), para establecer la carencia o disponibilidad de recursos y la importancia de la misma para -- las operacionaes y así poder determinar si tan

les requisiciones serán canceladas, postergadas o en su defecto procesadas.

- 1.11 Satisfecha esta última condición, las requisiciones son enviadas al Depto. de Compras - Nacionales o Internacionales, según sea la naturaleza del material que se vaya a adquirir.
- 1.12 En estos departamentos son elaboradas las ordenes de compra, en las cuales se especifican los proveedores y las cantidades de material a adquirir básicamente.
- 1.13 Esa información debidamente revisada y documentada, es enviada a los diversos proveedores para su atención.
- 1.14 Una vez atendida la solicitud, los proveedores proceden a enviar el (los) material(es) a la Sección Receptora/Embarcadora, donde tales materiales son depositados y después distribuidos a sus respectivos almacenes.
- 1.15 Junto con los materiales, son recibidas las facturas de adquisición de los mismos, las cuales son enviadas al Depto. de Finanzas -- donde son procesadas y controladas.
- 1.16 Por último, esas mismas facturas se envían - al Depto. de Egresos para liquidar su importe y así dar por terminada dicha emisión (P.O.).

#### CONTROL DE EXISTENCIA

- 2.1 Con el Historial de Consumo de las partes, - se establecen niveles mínimos de consumo de los materiales y en base al presupuesto se -

determinan los niveles de servicio de los mismos.

- 2.2 La satisfacción de esos niveles de servicio - se basa en las limitaciones que impones el espacio dedicado a los almacenes, el financiamiento y las políticas que para ese fin imponga la Compañía (programas de reparación, pronósticos de consumo, etc).
- 2.3 Para poder comprar (aún en los niveles de servicio más bajos), se analizan las ventajas y desventajas que nos ofrecen los diversos proveedores existentes en el mercado.  
Una vez realizados esos estudios, se procede a:
- 2.4 Establecer los niveles de reorden para los diversos materiales de consumo.
- 2.5 Calcular el Lote Económico que satisfaga las necesidades de los usuarios, en la cantidad - adecuada y en el momento oportuno.

#### ABASTECIMIENTO DE MATERIAL DE CONSUMO

Una vez que el material que ha sido solicitado se - encuentra en Receptora, se procede a:

- 3.1 Depositarlo en el Almacén de Consumo.
- 3.2 Para hacer uso de ese material, primero se -- tiene que llenar una solicitud, la cual ampara la salida de los mismos.
- 3.3 El material que sale de este almacén se considera como consumido en ese mismo instante, pero existen situaciones en que por falta de --

control en el almacén o por fallas en las solicitudes, se tendrá que devolver el material al almacén. Así mismo, al perder un material su condición de uso por obsolescencia, también se considera como un motivo para enviar tales materiales al almacén.

- 3.4 Cuando algún material es solicitado por los usuarios que se localizan fuera del D.F., se procede a elaborar una orden de embarque con la cual se ampara el envío de los materiales solicitados.
- 3.5 El término COMAT, implica una serie de procedimientos legales que son cubiertos para la salida/entrada de materiales propiedad de AM, en este caso, se realiza una orden de embarque por el almacén de consumo para abastecer a los KITS de estaciones.
- 3.6 Los principales solicitantes de material de consumo son: KITS de abordó, reparación mayor (overhaul), talleres (pintura, servicios, mecánico, etc), subalmacenes (localizados normalmente en los lugares más próximos al sitio donde se da servicio a las aeronaves) y línea.

#### ROTACION DE UNIDADES REPARABLES

Dipositado el material en Receptora, se procede a:

- 4.1 Depositarlo en el almacén.
- 4.2 Para hacer uso de ese material, se tiene que llenar una solicitud con la cual queda ampara

- da la salida del mismo.
- 4.3 Cuando algún material es solicitado por los usuarios que se localizan fuera del D.F., se procede a elaborar una orden de embarque con la cual se ampara el envío de los materiales solicitados.
  - 4.4. La orden de salida se tramita a través del COMAT, y de esta manera el (los) material(es) se envían a la estación que lo haya solicitado.
  - 4.5 Los principales solicitantes de material reparable son: Poolings (actividades de intercambio de material), KITS de abordó y de estaciones y los subalmacenes.
  - 4.6 El primordial objetivo que se persegue al procurar el abastecimiento de material a los usuarios es mantener el equipo de vuelo siempre en operación, de tal forma que este tenga que permanecer en tierra por falta de los mismos.
  - 4.7 Una vez que a las aeronaves se les ha dado servicio, el material que ha sido removido se envía al AUR, donde se especifica la clase de deterioro que ha sufrido dicho material y se determina la factibilidad de repararlo internamente o en su defecto, se establece la necesidad de enviarlo a reparación al extranjero.
  - 4.8 Cuando se ha determinado que el material puede ser reparado en los talleres internos, se especifica a cual corresponde (eléctrico, radio, etc) y se procede a enviar el material al mismo.

- 4.9 Una vez enviado el material, el taller procede a clasificarlo (de acuerdo a la falla y tipo de material), anotando además la hora y fecha de entrada (por cuestiones de control dentro del taller).
- 4.10 Posteriormente se especifica la clase de servicio a prestarle y en caso de carecer de refacciones o equipo adecuado para el mismo, se procede a devolver ese material al AUR.
- 4.11 En caso de no haber inconvenientes, se procede a realizar la reparación previamente establecida.
- 4.12 Una vez reparado el material, este es devuelto al AUR donde queda depositado, hasta que es solicitado nuevamente y con esto dar comienzo al ciclo otra vez.
- 4.13 Si se requiere de un tipo especial de reparación, se procede a elaborar un R.O. para c/ - pieza a ser enviada al extranjero, de esta manera son controlados y documentados los materiales en estas circunstancias.
- 4.14 Para la elaboración de tales R.O.s, muchas veces es necesaria alguna información adicional: existencia de garantías, Número de Parte, Número de Serie, etc, siendo esa información recabada y controlada por el Departamento de -- Planeación y Control.
- 4.15 El material y su respectiva documentación, se depositan en la sección receptora/embarcadora, para ser enviados posteriormente al extranjero.
- 4.16 Para controlar los embarques de material, se

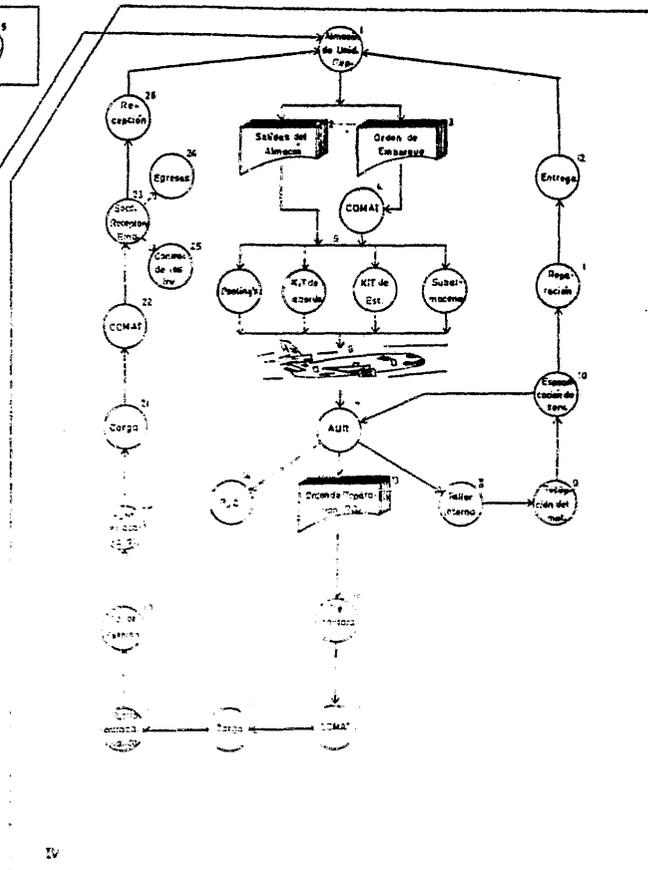
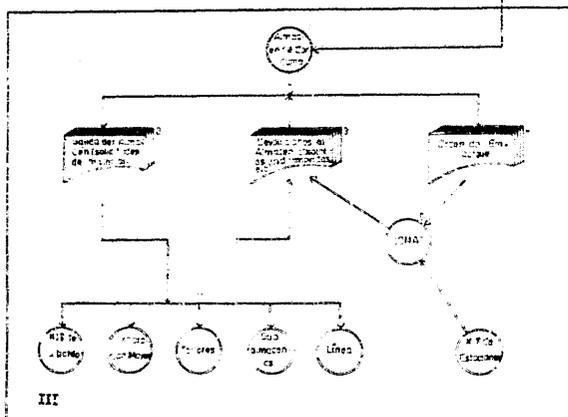
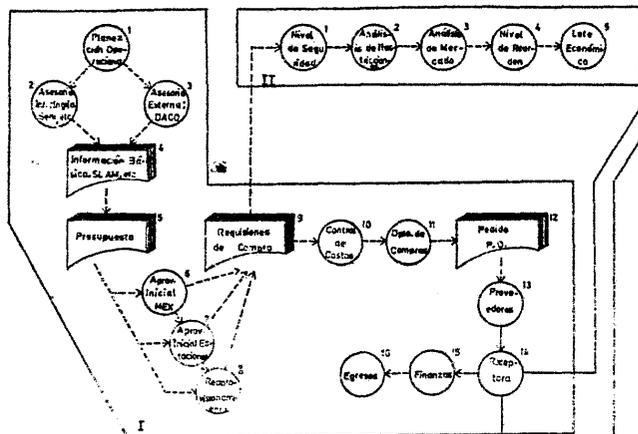
recurre al COMAT (creado para estos fines) en su fase salida de material.

- 4.17 El primer paso para la salida de materiales, es embarcarlos como carga en los vuelos de AM (siempre que sea factible).
- 4.18 Tal embarque se hace con destino a los puertos de entrada/salida de materiales.
- 4.19 Una vez ahí, se procede a enviarlos a los lugares que han sido señalados para su reparación (talleres externos).
- 4.20 Reparada la(s) unidad(es), se procede a enviarlas a los puertos de entrada/salida.
- 4.21 Ahí una vez más, son embarcadas como carga -- con destino MEXICO.
- 4.22 Una vez que se tiene posesión del material, - procede a legalizar su entrada por medio del COMAT, en su fase entrada de material.
- 4.23 Cubiertos los trámites de entrada, el material se envía a la sección receptora/embarcadora para su depósito temporal.
- 4.24 Junto con el material, se reciben las facturas correspondientes a los servicios prestados, estas son enviadas al depto. de Egresos donde son tramitados sus pagos.
- 4.25 Al recibir y embarcar material, la sección receptora/embarcadora se convierte en una fuente de información para el Control de los Inventarios (pues es ahí donde nos damos cuenta de que material se tiene en un momento determinado, de que clase, cuanto material se ha solicitado para cubrir x faltante, etc), siendo esta una actividad paralela al desarrollo

normal de sus funciones.

- 4.26 Por último, el ciclo se cierra al ser retirados los materiales reparables por personal especializado, quién posteriormente se encarga de llevarlo y depositarlo en el AUR, de tal forma que al ser solicitados esos materiales por algún usuario, se empezará el ciclo nuevamente.

LOGISTICA DEL APROVISIONAMIENTO DE MATERIALES EN AEROMEXICO



C A P I T U L O 5

PROBLEMATICA DETECTADA

## PROBLEMATICA DETECTADA

Las pérdidas económicas que ha sufrido la empresa en años anteriores, según opiniones de conocedores en la materia, no están relacionadas con el tipo de aviones que forman la flota, la cual puede considerarse como diversificada en el equipo con el cual opera (DC9-15, DC9-32, DC9-82, DC8-51, DC10-15, DC10-30).

Por otra parte, podría decirse que con excepción del DC9-15, el resto del equipo es adecuado para satisfacer los programas de tráfico en rutas de corto, mediano y largo alcance y a los porcentajes de ocupación de asientos en esas rutas.

Los problemas que a continuación se mencionan, pueden considerarse como los principales causantes de la deficiencia económica de esta empresa:

1. Falta de un Control Contable, el cual proporcione resultados sobre la programación de adquisiciones, control de aprovisionamiento, control sobre los consumos, costos reales de los

materiales consumidos, costos y control de la mano de obra, pronósticos de consumo y asignaciones de repuestos a estaciones, así como de un control de reparaciones y seguimiento de rotables.

2. La Disponibilidad de Programas Operacionales o de Sistemas Contables eficientes, no podrá funcionar correctamente, si no estas complementadas con una serie de cursos o programas dirigidos al personal que labora en la empresa y los cuales tengan además como finalidad fomentar las relaciones humanas entre ellos (los cual abriría canales de comunicación adicionales), motivar al personal al brindar sus mayores esfuerzos hacia la mejoración de la productividad de la empresa (de tal manera que se puedan optimizar los recursos y mejorar los servicios) y por último, una mejor asignación de actividades y responsabilidades para el personal.
3. Control de Calidad. Se sugiere reestructurar esta área, estableciendo los objetivos, obligaciones y procedimientos para controlar la calidad de las reparaciones, para mejorar la calidad de la información y por lo tanto, para obtener mejores resultados en los servicios realizados y finalmente, para mejorar en general la productividad de la empresa.
4. Continuidad en la Construcción de Instalaciones. Es común, que casi todos los proyectos de construcción tienden al establecimiento de instalaciones temporales, las cuales por necesidades de la empresa (económicas, espacio, etc) se convier

ten en definitivas; lo cual ocasiona que la empresa disponga de instalaciones inadecuadas, insuficientes e insalubres. Por lo anterior, no queda menos que sugerir el fomento y la conti-nuidad de los planes a largo plazo, con el fin de disponer de instalaciones más modernas y/o -adecuadas, para así, satisfacer mas económica-mente las necesidades de la empresa.

#### 5.1 SUSTITUCION DE IMPORTACIONES

Puede decirse, que ahora mas que nunca este es un punto que tiene gran importancia, no solo para este Empresa - dentro del Sector Aeronáutico, sino para todo el Sector Industrial de nuestro país.

Aunque es cierto que en diverso campos de la investigación se han realizado estudios tendientes a encontrar --- áreas donde sea factible la sustitución de importaciones, de tal manera que se fomente con esto la creación de fuentes de trabajo y ahorrar divisas al país; los obstáculos e inconvenientes con que esta clase de proyectos se han encontrado ( - Falta de tecnología, mano de obra calificada y sobre todo inversiones), hacen pensar en la imposibilidad de modificar esta situación a un corto o mediano plazo; pese a las mejores - intenciones que se tengan para ello.

Para resaltar lo anterior, pueden citarse los siguientes ejemplos:

En mayo de 1980, con un capital social inicial de \$ 10 millones de pesos, de los cuales un 35.5% correspondió a

Aeroméxico, el 35.5% a la Compañía Mexicana de Aviación, y el resto se repartió entre Nacional Financiera S.A. e International Support System Inc. (15%); esta última es la Empresa con la cual se celebraron contratos de suministro de equipo y -- asistencia técnica.

El objetivo que se persiguió con la formación de - esta empresa fué: disponer de un lugar donde pudieran ser reparadas las turbinas, tanto de Aeroméxico como de Mexicana de Aviación, con el consiguiente ahorro de divisas y la creación de fuentes de trabajo a personal mexicano.

Este proyecto fué un gran paso en la búsqueda de - sustituir importaciones; más sin embargo, con las devaluaciones del peso mexicano en 1982, el programa de producción se - demoró y los niveles de producción previstos no fueron alcanzados.

Por otro lado, la programación de reparaciones por ambas empresas se vió disminuida (por falta de recursos para adquirir refacciones); de tal manera que esta empresa carece de turbinas que reparar, y por lo tanto de trabajo. Finalmente, puede decirse que la culminación de este proyecto fué afectada enormemente, por una circunstancia que no se había - previsto, y que sin embargo, es una razón tan poderosa como - para poner fin a su existencia.

Otro aspecto que también puede ser aquí mencionado, y el cual de alguna manera, es otro de los motivos que impide el avance tecnológico en otras áreas, puede ser mencionado a través de un ejemplo:

Se ha tratado de fabricar equipo para la aviación en nuestro país, de manera que se ha empezado a proyectar la fabricación de cinturones de seguridad por parte de una firma particular; aparentemente la fabricación de este artículo no exige de un proceso o tecnología complicadas, - considerándose por otra parte la factibilidad de producirlo en gran escala. Todo lo anterior parecería muy viable, a no ser por un detalle, ¿qué requisitos exige la FAA a los fabricantes de estos artículos, para certificar la seguridad de los mismos, y por lo tanto, permitir su instalación en cualquier aeronave?, podríamos mencionar los siguientes: resistencia a las altas y bajas temperaturas, resistencia a la humedad, facilidad de adaptación al asiento y al usuario, diseño ergonómico, peso, tamaño, etc, como puede observarse este producto no es en realidad tan sencillo de producirse; podría decirse que es mas fácil y económico para la empresa adquirirlos a los diversos proveedores extranjeros, que encontrar un fabricante en nuestro país.

De la misma manera, si se quisieran fabricar -- asientos, hornos eléctricos (cocinas), carros de servicio u otros productos tales como llantas, alas, timones, equipo electrónico, el problema sería el mismo, y seguramente con mayores requerimientos por parte de las autoridades.

Para concluir este punto, puede decirse, que aunque es cierto que la sustitución de importaciones en cualquier área industrial representa un verdadero desafío para los diseñadores y constructores, no puede decirse que esto sea imposible de llevarse a cabo.

Más sin embargo, esto requerirá de una gran coordinación y esfuerzo tanto del Sector Público, como del Sector Privado e indudablemente de los trabajadores, los cuales son finalmente los encargados de que un proyecto de esta magnitud sea un éxito o un fracaso.

En la actualidad, las condiciones para realizar lo anterior no son muy propicias en nuestro país; pero por otro lado, no podrá dejarse al olvido este aspecto, pues más tarde o más temprano las condiciones inflacionarias o las políticas internas (empresa) o externas (gobierno), harán que lo que ahora parece algo inalcanzable, sea una sofocante realidad.

## 5.2 METODO PROPUESTO

DYNAMO (Dynamic Modelo), es un compilador usado para traducir y ejecutar uno de los de simulación descritos mediante un conjunto de ecuaciones. Ha sido usado en comercios, economía, Biología, Psicología e Ingeniería de sistemas entre otras áreas.

DYNAMO incluye especificaciones en el tiempo, las cuales permiten entender a cualquier persona como es que fueron hechos los cálculos. Además, este compilador es usado cuando no es necesaria una gran exactitud en los resultados. Por otro lado, si se considera que estos resultados no se apegan realmente a nuestras necesidades, entonces será menester recurrir a herramientas más sofisticadas y por lo tanto, más precisas.

La forma de usar el DYNAMO es muy simple, puesto - que los resultados que buscamos pueden ser obtenidos en forma gráfica o tabular (o ambas) según se desee.

Mediante estos resultados podemos observar el comportamiento de las políticas y procedimientos en las que se basa la elaboración del modelo. Así mismo, los únicos requerimientos que se establecen para hacer uso del mismo, se limitan a una serie de ecuaciones e instrucciones mediante las cuales se especifican a este compilador, que resultados esperamos - obtener del modelo previamente elaborado.

Para finalizar esta introducción, daremos un pequeño panorama de lo que es en sí el DYNAMO.

Por modelo puede entenderse una representación abstracta de un cierto aspecto de la realidad y el cual tiene una estructura que esta formada por elementos que caracterizan el aspecto de la realidad modelada y por las relaciones entre estos elementos.

Un modelo se representa por un sistema, el cual no es más que un conjunto de partes entre las que se producen interacciones y cuyo comportamiento persigue, normalmente, un - determinado objetivo.

Si se consideran como elementos constitutivos de un modelo las evoluciones en el tiempo de las magnitudes que lo constituyen, entonces se emplea para su representación un Sistema Dinámico.

Por otro lado, por simulación puede entenderse una

técnica que enseña a construir el modelo de una situación real, unida a la realización de experimentos con el modelo.

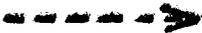
### S I M B O L O S



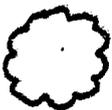
Nivel. Acumulaciones dentro del sistema: inventarios, espacio de una fabrica, etc.



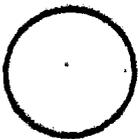
Tasa. Definen el "presente", el flujo instantáneo entre -- los niveles del sistema. -- Son actividades.



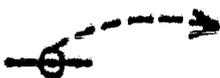
Flujo de Información.



Nube. Representa una fuente o un pozo; puede interpretarse como un nivel que no tiene interés y es prácticamente inagotable.



Auxiliar. Disponene de la información en los niveles, para llegar a una decisión.



Constantes. Elementos del modelo que no cambian de valor.

## T I E M P O S .

- K. Hoy, este momento, este segundo, etc.
- J. Ayer, el momento anterior, el segundo anterior, etc.
- L. Mañana, el momento siguiente, el próximo segundo, etc.
- JK. Instante de tiempo de ayer hoy, etc.
- KL. Instante de tiempo de hoy a mañana, -  
etc.
- DT. Delta time (incremento de tiempo) indica la exactitud de los cálculos.

Mediante este programa, se pretende mostrar una serie de párametros cuyas tendencias se relacionan directamente con el desarrollo de la empresa.

El aspecto primordial de dicho programa es observar, como al aumentar o disminuir los vuelos productivos de la empresa, los inventarios a mantener en existencia aumentan o disminuyen, proporcionalmente a los mismos. Por otro lado, tales vuelos determinan los ingresos de la empresa, estos a su vez las compras de materiales, estas últimas los niveles de aprovisionamiento en la Base Principal; y finalmente el ciclo se cierra al disponer de suficientes partes para atender la demanda de materiales, producto de las reparaciones que se necesitan hacer a las aeronaves, con objeto de que estas permanescan en el "aire" la mayor parte del tiempo disponible para su operación.

En su defecto, se podrá analizar que es lo que sucede al disminuir la cantidad de vuelos efectivos; por no disponer de suficientes materiales para realizar un óptimo mantenimiento a las mismas. Otra posibilidad de análisis, es la que se presenta en caso de ocurrir una serie de vuelos mas allá de lo previsto con anticipación.

Las tendencias de estos parámetros, se comportan de la siguiente manera:

RUN PRIMERA CORRIDA

NOTE MANEJO DE LOS INVENTARIOS

NOTE

NOTE ABASTECIMIENTO DE PARTES

L  $INV.K = INV.J + (DT)(EP.JK - SP.JK)$  INVENTARIOS  
 R  $EP.KL = (APRV.K)(FACT.K)$  ENT DE PARTES  
 R  $SP.KL = (DMDA.K)(FR.K)$  SAL DE PARTES  
 A  $APRV.K = (COMP.K)(APRESP/ING.K)(TDF)$  APROVISIONAM  
 A  $COMP.K = TABLE(TCOMP, PSP.K, 0, 300E6, 30E6)$  COMPRAS  
 T  $TCOMP = 0/50E6/100E6/150E6/200E6/250E6/300E6$   
 A  $PSP.K = (ING.K)(NS.K)$  PRESUPUESTO  
 A  $ING.K = (VEFEC.K)(INGPV)(FVOL)$  INGRESOS  
 A  $FR.K = (1 - (AGOT/APRV.K))$  F DE RECHAZO  
 A  $SPT.K = (DMDA1.K)(FR.K)$  SAL TOT DE PART  
 N  $DMDA1.K = DMDA.K$   
 A  $NS.K = (NAP/SPT.K)$  NIV DE SERVICIO  
 A  $SERV.K = TABLE(TSERV, ING.K, 0, 2000, 200)$  SERVICIOS  
 T  $TSERV = 1E3/2E3/3E3/4E3/5E3/6E3/7E3/8E3/9E3/10E4$   
 A  $DMDA.K = TABLE(TDMDA, SERV.K, 0, 20E3, 2E3)$  DEMANDA  
 T  $TDMDA = 20E3/40E3/60E3/80E3/10E4/30E4/50E4/70E4/90E4/10E5$   
 A  $FRGO.K = TABLE(FRGO, FR.K, 0, 1, 0.1)$  F DE RIESGO  
 T  $TFRG = .1/.2/.3/.4/.5/.6/.7/.8/.9/1$   
 A  $EFI.K = TABLE(TEFI, NS.K, 0, 1, 0.1)$  EFICIENCIA  
 T  $TEFI = .1/.2/.3/.4/.5/.6/.7/.8/.9/1$   
 A  $FACT.K = CLIP(FRGO.K, EFI.K, FR.K, NS.K)$  F DE SOLIC  
 A  $INC.K = (AGOT/SPT.K)$  INCERTIDUMBRE

NOTE VUELOS

L  $VEFEC.K = VEFEC.J + (DT)(VPR.JK - VNP.JK)$  V EFECTIVOS  
 R  $VPR.KL = (VEFEC)(EFI.K)$  V PRODUCTIVOS  
 R  $VNP.KL = (D.K)(FRGO.K)$  V NO PRODUCTIVOS  
 A  $D.K = (VEFEC)(INC.K)$  DEMORAS

NOTE DATOS SEMANALES

N INV=10E4  
 N INGFV=380E3  
 N VEFEC=450  
 C TDF=0.6  
 C FVOL=0.7  
 C AGOT=1000  
 C APRESP=40E3  
 C NAP=2800

INVENTARIO  
 ING P VUELOS  
 V EFECTIVOS  
 T DE FLOTA  
 F DE VOLUMEN  
 AGOTADOS  
 APRO ESPERADO  
 NIV DE ATENCION

NOTE RESULTADOS

SPEC DT=1/LENGTH=72/PRTPER=4/PLTPER=4

PRINT INV,EP,SP,APRV,COMP,PSP,ING

PRINT FR,NS,DMDA,SERV,SPT,FRGO,EFT

PRINT FACT,INC,VEFEC,VPR,VNP,D

PLOT ING=+/FR=R/NS=%/DMDA=D/SERV=S

PLOT SPT=P/FRGO=G/EFT=E/VEFEC=V/D=T

RUN SEGUNDA CORRIDA

C TDF=0.7

C FVOL=0.8

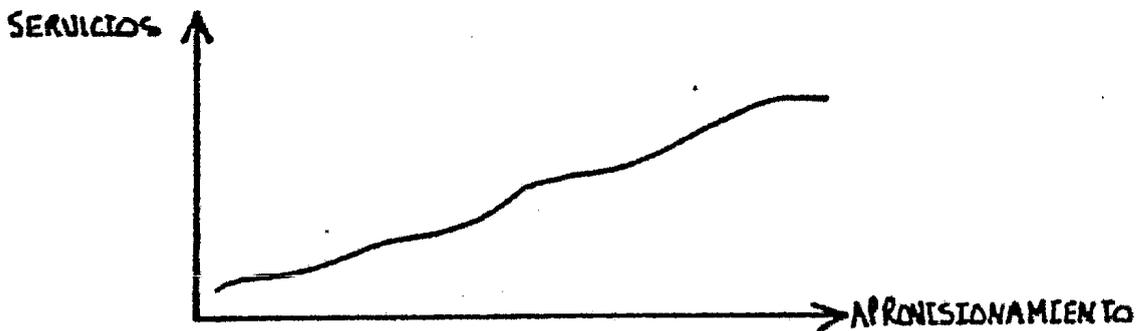
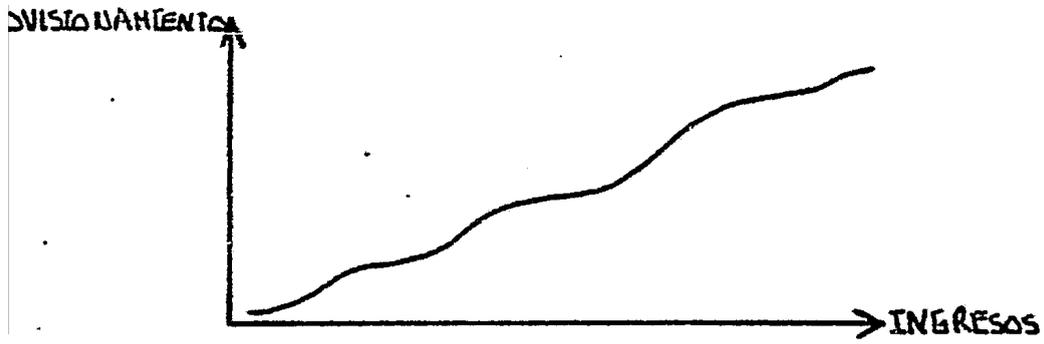
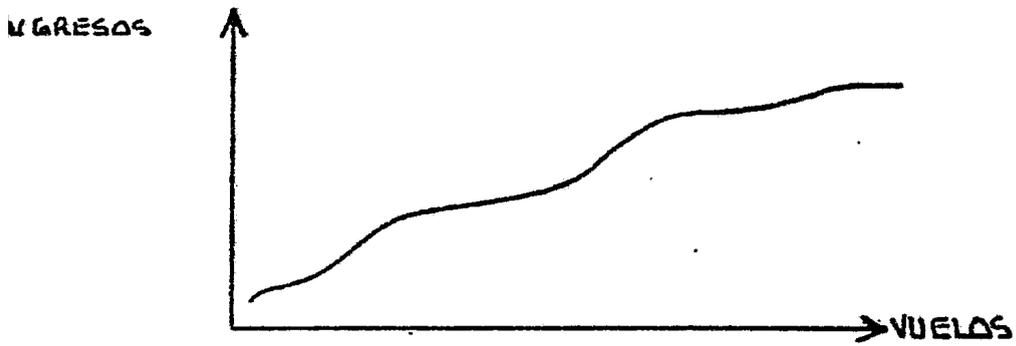
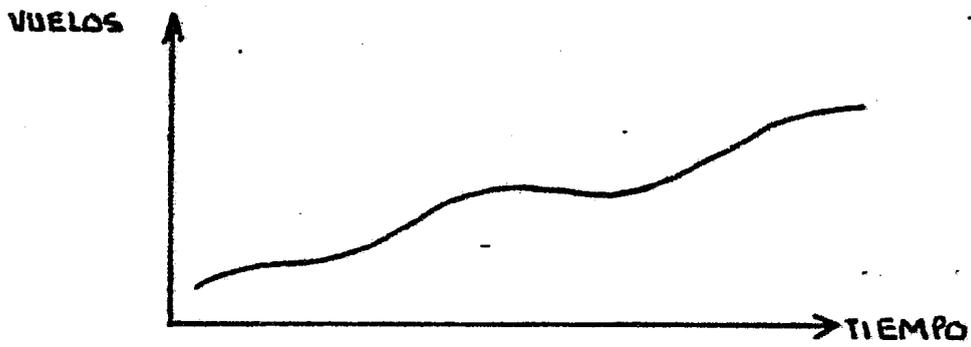
C AGOT=1400

C NAP=3000

RUN ULTIMA CORRIDA

C AGOT=1600

C NAP=3300



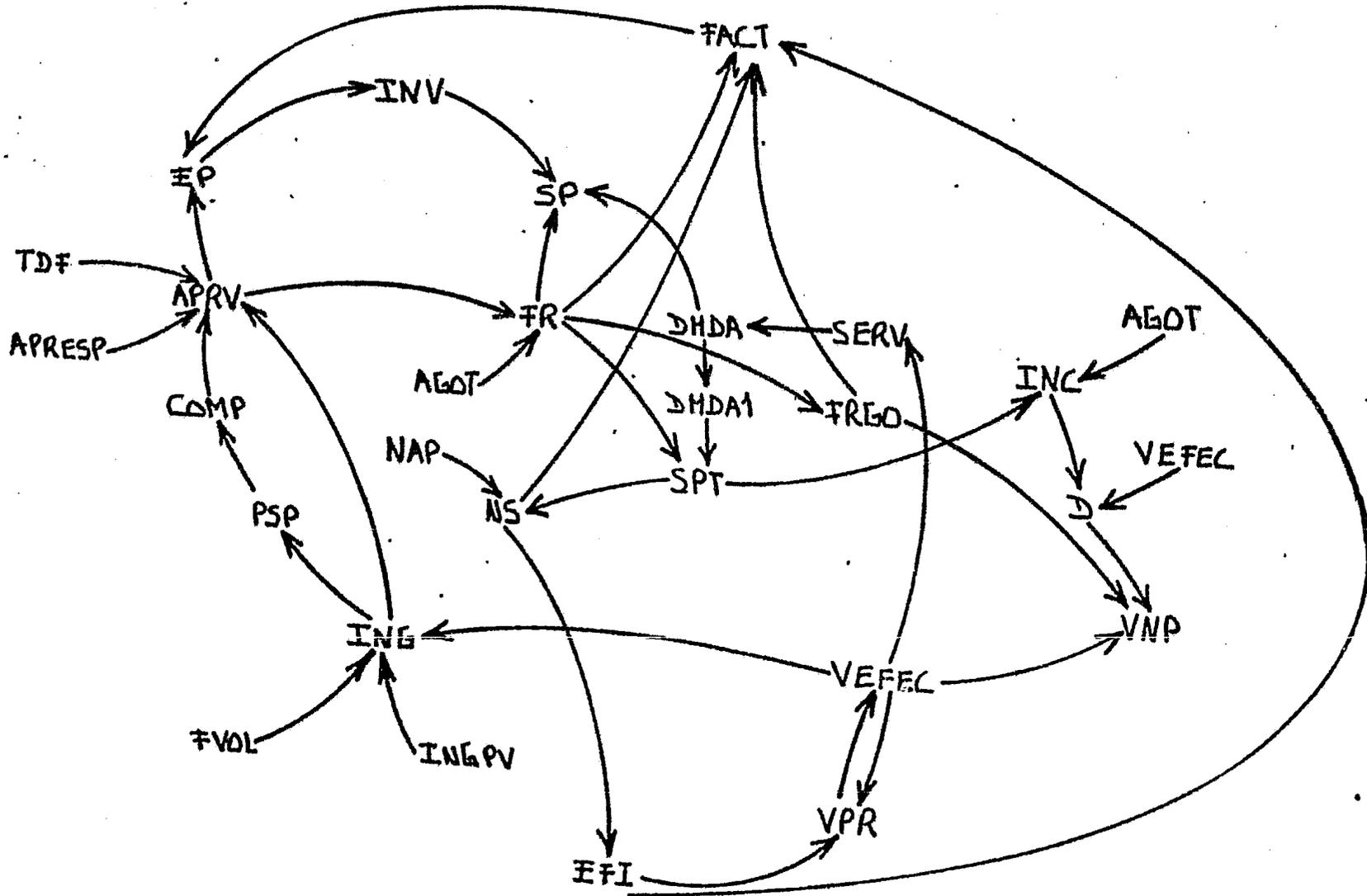


Diagrama Causal



C A P I T U L O 6  
CONCLUSION Y RECOMENDACIONES

Cabe hacer notar, que aunque se han logrado avances importantes en este departamento, no puede decirse que los niveles de eficiencia y productividad de la misma, sean los mas adecuados; y por lo tanto, los que garanticen su óptimo desarrollo como una Aerolínea Internacional.

Dentro de la parte referente a la Problemática - Detectada, han quedado establecidas algunas de las razones que llevan a hacer la consideración anterior.

Como producto del presente análisis, se incluyen algunos aspectos que pueden ser considerados dentro de los mas relevantes, en la búsqueda de óptimizar y elevar los niveles de eficiencia y productividad de esta empresa.

1. Instalación de Sistemas Computarizados para el Manejo de Información. Aeroméxico dispone de una flota de aproximadamente 40 aeronaves, y se tiene prevista una ampliación de la misma. Dispone de aproximadamente 34 motores (de todo tipo) de reserva, lo que representa una inversión de mas de 85 millones de dolares; en inventarios se tiene una inversión en materiales (de consumo) de mas de 300 millones de pesos, que incluyen alrededor de 35 mil artículos en almacén; por otro lado, se tiene un promedio mensual de demoras (en hangar y plataforma) de aproximadamente 175 de ellas. Todo lo anterior, hace necesario mencionar que proyectos como el "Cuauhtli" sean totalmente instalados y desarrollados a la brevedad posible; con el fin de tener un control eficiente sobre los inventarios, aprovi-

## CONCLUSION Y RECOMENDACIONES

La actual situación económica mundial, ha empezado a afectar de una u otra forma a todas las empresas productivas de este planeta. De tal manera, que puede decirse que en la actualidad, sólo las mas fuertes o aquellas - que dentro de sus organizaciones cuenten con los suficientes elementos técnicos que les permitan óptimizar al máximo sus recursos, serán las unicas que podrán hacer frente a este desafío.

A través de este estudio se ha analizado el caso específico de Aeroméxico, haciéndose énfasis en el Departamento de Logística. Se han expuesto los objetivos que se persiguen en un departamento de tal naturaleza, y se han establecido algunos de los avances logrados en la materia por esta empresa. Pero sobre todo, ha quedado demostrado que del correcto funcionamiento de este departamento, dependerá en gran medida el desarrollo normal de todas las operaciones de la flota con que se cuenta en la empresa.

sionamientos, consumos, costos, y por consiguiente reducir el número de demoras en la aerolínea.

2. Incremento de los Programas de Capacitación. Hasta hace poco tiempo, era notorio en la base principal, la gran cantidad de vehículos (cintas transportadoras, remolques, camiones de transporte, plantas móviles, etc) que se encontraban en espera de ser reparadas; esto debido a accidentes que en su gran mayoría - pudieron ser evitados con programas de capacitación para sus operarios. Si pensamos - que el valor de cada unidad oscila entre los millones de pesos, que el costo de las refacciones y el de la mano de obra son también - muy elevados, que las pérdidas económicas que implica tener una unidad en el taller son - muy elevadas, convendremos en que sería mas económico para la empresa implementar tales programas, que absorber esas pérdidas. Aquí se ha mencionado un solo aspecto de la capacitación, pero programas a nivel general serían convenientes de establecer en otras - áreas (talleres, almacenes, mantenimiento, - etc); para que el personal de toda la empresa conozca técnicas que le permitan ahorrar tiempo, esfuerzo, de tal manera que esten en posibilidad de desarrollar mejor sus labores.
3. Control de Calidad. Se ha convenido, como en el caso del equipo DC-10, que el costo de una demora de mas de 1 hora es de aproximadamente 3000 USD (1981); por lo tanto, dispo--

ner de supervisores (entre otras cosas) capacitados, y con la suficiente experiencia en esta área, son de vital importancia para controlar la calidad de las reparaciones hechas en los talleres internos, y para evaluar las reparaciones hechas en talleres externos (las cuales ascienden a millones de dolares anualmente). De esta manera, se estaría en posibilidad de abatir la cantidad de demoras (en promedio 175 mensualmente), y los costos que estas involucran para la aerolínea (pérdidas económicas).

## GLOSARIO DE TERMINOS

- ADs.** Airworthiness Directives.  
Directivas de Aeronavegabilidad emitida por la FAA.
- AOG.** Aircraft On Ground.  
Significa que una aeronave permanece en tierra, debido a un requerimiento inmediato para mantenimiento y/o materiales.
- ATA.** Air Transport Association of America.  
Asociación Americana de Transportación Aérea.  
Asociación que ha establecido un número de standardas para la Industria Aérea, los cuales proveen de un nivel elevado de técnicas de comunicación. Sin esa información, el intercambio de información entre aerolíneas, autoridades y fabricantes, podría ser muy difícil.
- AUR.** Almacén de Unidades Reparables.
- AM.** AEROMEXICO.
- COMAT.** Company Material.  
Material Propiedad de La Compañía.  
Unidad que controla los embarques temporales o definitivos de material de Aeroméxico, y cumple con las actividades y trámites necesarios ante las autoridades correspondientes para legalizar dichos trámites.
- CONSUMO.** Fusibles, Lámparas, tornillos, etc.  
Unidades que generalmente no son reparadas o retrabajadas, debido a su diseño simple o incosteable de retrabajarse, o a su bajo costo de reposición, sus características principales son:
- Sin procedimiento autorizado de reparación.
  - Es más económico reemplazar que reparar.
  - Su reabastecimiento se hace en base a pronósticos de consumo y lotes económicos.
  - Se consideran consumidas cuando son despachadas en el almacén.

- DACO. Douglas Aircraft Corporation.
- EDP. Electronic Data Processing.  
Procesamiento Electrónico de datos.
- FAA. Federal Aviation Association.  
Asociación Federal de Aviación.
- FARs. Federal Air Regulations.  
Regulaciones Federales Aéreas emitidas por la FAA.
- IATA. International Air Transport Association.  
Asociación Internacional de Transportación Aérea.
- IATP. International Airlines Technical Pool.  
Abastecimiento Técnico Internacional de Aerolíneas.
- ICAO. International Civil Aviation Organization.  
Organización Internacional de Aviación Civil.
- INVENTARIO MAXIMO PERMISIBLE (IMAX). Se considera como la cantidad que se tiene actualmente en existencia más la cantidad de artículos pedidos.
- INVENTARIO MINIMO PERMISIBLE (IMIN). Nivel al que llegará el inventario, si el punto de pedido y el plazo de anticipación están correctos.
- KIT. Palabra que en Aeroméxico denota un conjunto/grupo de diferentes artículos, los cuales se pueden dividir en:  
Kit de abordaje. Material que transporta cada nave en sus depósitos, con el fin de recurrir a ellos en caso de necesitarse un servicio inmediato.  
Kit de estaciones. Pequeños subalmacenes, localizados en cada una de las estaciones y los cuales están integrados por el material más usual para dar servicio en las mismas.
- LOTE ECONOMICO. Cantidad más económica a ordenar, ya sea en la compra de artículos o en la fabricación de los mismos.
- MOC. Maintenance Operation Center,  
Centro de Operaciones de Mantenimiento.
- MRS. Maintenance Review Board.  
Mesa de Revisiones de Mantenimiento.
- MSG. Maintenance Steering Group.  
Grupo Conductor de Mantenimiento.

- MIBF. Mid Time Between Failure.  
Tiempo Medio de Vida entre Fallas.
- MIBLR. Mid Time Between Last Repair.  
Tiempo Medio de Vida entre la Última Reparación.
- MTBP. Mid Time Between Premature Revivals.  
Tiempo Medio de Vida entre Remociones Prematuras.
- MIBR. Mid Time Between Removals.  
Tiempo Medio de Vida entre Remociones.
- MIBS. Mid Time Between Scrap.  
Tiempo Medio de Vida entre Obsolescencia.
- NIVEL DE SEGURIDAD. Nivel de existencias que se tienen con objeto de evitar situaciones de agotamiento, ante la incertidumbre de variaciones en los índices de consumo o en tiempo de entrega de los materiales.
- NIVEL DE SERVICIO. Porcentaje de solicitudes de partes o artículos de servicio que son satisfechos del inventario, dentro de un período de tiempo razonable.
- OBSOLECENCIA. Parte del capital invertido en el inventario destinado a desaparecer por causa del envejecimiento de los artículos, cambios tecnológicos, cambio de modelo y/o producto, maquinaria o equipo.
- POOL. Fondo Común, es un concepto que implica el abastecimiento entre aerolíneas Internacionales.
- P.O. Purchase Order.  
Orden de Compra.  
Forma generada por la Gerencia de Adquisiciones y por medio de la cual se solicitan materiales al extranjero, ya sea para sustituir a algunos deteriorados o para ampliar el nivel de existencias en los almacenes; esto con el fin de cumplir siempre con los programas de vuelo para cada nave.
- PUNTO DE PEDIDO O PUNTO DE REORDEN. Cantidad requerida de material para satisfacer la demanda de los clientes durante el tiempo de entrega.
- QEC. Quick Exchange Conversion.  
Es el material de consumo (tuberías, conectores, harneses, etc) e incluye las unidades de seguridad (coolings de entrada, reversas, etc) y unidades reparables y rota

bles (generadores, unidad de velocidad constante, control de combustible, etc) que son necesarias para convertir a un motor básico en un motor completo.

RCM. Reliability Centered Maintenance.  
Mantenimiento Formal (o Integral) Centralizado.

RECUPERABLE. Aleta, filtro, bujía, Pitot, etc.  
Partes que pueden ser económicamente rehabilitadas una o varias veces antes de ser desechadas mediante limpieza, - pintura, soldadura, pulido, recarga, etc.

REPARABLE. Puerta, flap, punta de ala, etc.  
Unidad compuesta de muchas unidades de consumo, componentes o ensambles menores en un chasis o cuerpo principal - identificado por un número de serie. Se aplica a unidades que pueden ser rehabilitadas a condición completa de servicio, por un período de tiempo prolongado. Sus características son:

- Son económicamente reparables.
- Existen procedimientos autorizados para su reparación - (Detail Parts Breakdown).
- Normalmente controlado en los servicios programados de los aviones.
- Su límite de vida es a condición operacional (On Condition).

R.O. Repair Order.  
Orden de Reparación.  
Forma generada por la Sección de Reparables, la cual unifica y sustituye a la orden de embarque, reporte de mantenimiento y orden de reparación y que se utiliza para documentar y controlar materiales propiedad de aeroméxico; que por necesitarse reparar en el extranjero, requieren ser exportadas temporalmente.

ROTABLE. Radar, computador, alternador, turbina, etc.  
Unidad compuesta de un conjunto complejo de unidades de consumo o componentes menores, ensamblados en un chasis o cuerpo principal identificado por número de serie. Se aplica a unidades que pueden ser rehabilitadas a condición completa de servicio por un período igual o mayor a la vida probable del equipo a que se aplican, sus características son:

- Son económicamente reparables.
- Existen procedimientos autorizados para su reparación (Detail Parts Breakdown).
- Posee un alto valor como útil o fuera de servicio.

- El límite de su vida esta sujeto a tiempo o ciclo de -  
operación.

SB. Service Bulletins.  
Boletín de Servicio emitido por la FAA.

SERVICIO DE PREVUELO. Consiste en una revisión visual exterior de las condiciones del avión, que incluyen inspección al amortiguador del tren, fugas de combustible, puertas registros y cubiertas cerradas; además revisión interior del avión por limpieza.

SERVICIO DE TRANSITO. Este servicio consiste fundamentalmente en efectuar una inspección visual del exterior en forma general, para comprobar la seguridad del avión. La frecuencia de este servicio es variable. Se deberán revisar los niveles de aceite del motor y accesorios del mismo y el nivel del líquido hidráulico.

SERVICIO "A". Consiste en una inspección más amplia del avión; revisión de niveles de líquido lubricante e hidráulico, - se incluyen algunas pruebas funcionales, atención y corrección de reportes de bitácora. Se efectúa cada 75 horas de vuelo +/- horas o cuando el avión no haya volado - en las últimas 24 horas.

SERVICIO "B". Se efectúa cada vez que el avión acumule 225 +/- 22 horas de vuelo. Incluye un servicio "A", revisión y pruebas funcionales en la cabina de pilotos, cabina de pasajeros y exterior del avión, revisión de la condición exterior de los motores, revisión filtros de aceite y combustible, revisión general de la Planta Auxiliar (APU) -- con verificación de los niveles de aceite lubricante.

SERVICIO "T". Se efectúa cada 900 +/- 90 horas de vuelo del - avión. Se efectúa de tal forma que se puedan aplicar en una sola operación o en fracciones, de acuerdo a las necesidades del Departamento de Mantenimiento. Con este objeto el avión se ha dividido en áreas y zonas de trabajo, lo que permite efectuar una o más funciones del servicio "T" en cada pernocta del avión. El servicio "T" consiste en inspecciones y revisiones de los sistemas y estructuras del fuselaje, empenaje y alas.

SERVICIO "R". Consiste en una inspección general de la estructura completa del avión, revisión de todos los sistemas - incluyendo pruebas funcionales y cambio de unidades. Se efectúa con una periodicidad de 48,000 horas de vuelo. Es ta dividido en R1, R2, R3, R4 consistentes en fracciones de servicio mayor, de modo que al terminar el ciclo, se -

habrá cubierto totalmente la inspección. El servicio "R" consiste en inspecciones minuciosas a los sistemas y a la estructura en general y cuya ejecución se hará por áreas y por zonas. Cada una de las fases R1, R2, R3, R4 se aplicarán cada 12,000 +/- 1200 horas de vuelo del avión.

SIO. Sistema de Inventarios Operacionales.  
Sistema computarizado que incluye toda la información del material dado de alta desde 5 años a la fecha por Control de Existencia.

SLAM. Spares Level Analysis Model.  
Modelo de Análisis del Nivel de Refacciones, emitido por DACO. Es el modelo matemático para analizar niveles de refacciones necesarias para una determinada operación.

TIEMPO DE ENTREGA (lead Time). Tiempo promedio que demora el proveedor para surtir un pedido, para efectuar un trabajo o para fabricar un material.

USR. Orden identificativa de partes que han disminuído en existencias antes del tiempo de envío. Reabastecimiento urgente de existencias.

WATOG. World Airlines Technical Operation Glossary.  
Glosario Mundial de Operaciones Técnicas en las Aerolíneas.  
Contiene definiciones de los términos más importantes de mantenimiento. Esta patrocinado por:  
- Air Transport Association of America (ATA).  
- International Air Transport Association (IATA).  
- Aerospace Industries Association (AIA).

WSP. Orden Identificativa de una necesidad crítica, con un inminente AOG o una condición de paro.

LEXICO AERONAUTICO INGLES-ESPAÑOL

INGLES	ESPAÑOL	INGLES	ESPAÑOL
	<b>"A"</b>		<b>"B"</b>
Aboard	A bordo	Backward	Hacia atrás
Absolute Ceiling	Techo absoluto	Baggage	Equipaje
Acceleration	Aceleración	Balance	Equilibrio
Aerodynamic	Aerodinámico	Ballast	Lastre, balastro, contrapeso
Aerodynamics	Aerodinámica	Bank	Inclinación lateral
Aileron	Aleron	Basic weight	Peso básico
Air Carrier	Empresa de Transportación Aérea	Beacon	Faro
	Nave aérea	BHP-HPF	Potencia al freno en caballos in- gleses
Aircraft	Flujo de aire	Blocks	Calzos
Airflow	Carga aérea	Block to block	De plataforma a plataforma
Air freight	Perfil de ala, aeroforma	Boundary lights	Luces limitrofes, luces de lindero
Airfoil	Estructura del planeador	Brake mean effective pressure (BMEP)	Presión media efectiva al freno (PMEF)
Airframe	Empresa de transportación aérea comercial	Brakes	Frenos
Airline	Aeroplano	Brake specific fuel consump- tion	Consumo específico de combustible pa- ra potencia al freno.
Airplane	Aeropuerto		<b>"C"</b>
Airport	Tránsito aéreo	Cabin	Cabina
Air Traffic	En condiciones de volar	Calibrated airspeed	Velocidad calibrada
Airworthiness	Peso bruto permisible	Capacity	Capacidad
Allowance gross weight	Aeropuerto de alternativa	Cargo	Carga
Alternate airport	Altitud	Caution	Precaución
Altitude	Angulo de ataque	Ceiling	Techo
Angle of attack	Aproximación, acercamiento	Center of Gravity	Centro de Gravedad
Approach	Plataforma	Center of pressure	Centro de presión
Apron	Alargamiento	Chocks	Calzos
Aspect ratio	Area	Chord	Cuerda
Area	Brazo	Clearance	Autorización
Arm	Transversal, de lado a lado de la nave	Climb	Ascender
Athwartship	Atmosfera	Clockwise	En sentido de las manecillas del re- loj
Atmosphere	Posición	Close	Cercano
Attitude	Promedio	Cockpit	Cabina de mando
Average	Ejes		
Axes	Eje		
Axis			



Fore  
Fore-and-AFT  
Forecast  
Forward  
Friction  
Front cargo compartment  
  
Fuel  
Fuel-Air Ratio  
Fulcrum  
Full  
Full tanks  
Full throttle  
Fuselage

Al frente  
Delantero y trasero  
Pronóstico  
Hacia adelante, delantero  
Rozamiento, fricción  
Compartimiento delantero de carga  
Combustible  
Relación combustible-aire  
Pivote o punto de apoyo  
Lleno  
Tanques llenos  
Acelerador todo abierto  
Fuselaje

Index  
Index number  
Indicated airspeed  
Indicated altitude  
Indicated horsepower  
Indicator  
Inertia  
Instability  
Instrument  
Intake  
Item

Indice  
Número de Índice  
Velocidad indicada  
Altitud indicada  
Caballos de fuerza indicados  
Indicador  
Inercia  
Inestabilidad  
Instrumento  
Admisión  
Punto considerado, asunto, tema, artículo

"G"

Galley  
Gallon  
Gauge  
Glide  
Glide angle  
Governor  
Graph  
Graphic  
Gravity  
Gross weight  
Ground  
Ground speed

Cocina (de nave)  
Galón  
Medidor, indicador  
Planear  
Angulo de planeo  
Gobernador, regulador de velocidad  
Gráfica  
Gráfico  
Gravedad  
Peso bruto  
Tierra  
Velocidad absoluta

Jack  
Kilometer  
Kilogram  
Knot

Gato (para levantar)  
Kilómetro  
Kilogramo  
Nudo

"L"

Headwind  
Height  
High  
High pitch  
Horsepower (HP)

Viento de frente  
Altura  
Alto  
Paso alto  
Caballos de potencia (Inglés)

Landing  
Landing gear  
Lateral axis  
Lean  
Leading edge  
Length  
Level flight  
Lever  
Lift  
Lift coefficient

Aterrizaje  
Tren de aterrizaje  
Eje lateral  
Pobre  
Borde de ataque, borde delantero  
Longitud  
Vuelo nivelado  
Palanca  
Levantamiento, sustentación, alzar  
Coeficiente de levantamiento o de sustentación

"I"

Inch  
Income  
Increase

Pulgada  
Renta, ingreso  
Aumento

Limit  
Liter  
Load  
Load adjuster  
Loading chart  
Longitudinal axis  
Long range  
Long ton  
Loop  
Low pitch  
Luggage

Límite  
Litro  
Carga  
Regla de carga  
Gráfica de carga  
Eje longitudinal  
Largo alcance  
Tonelada larga  
Rizo  
Paso bajo  
Equipaje

## "M"

Mail	Correo	Optimum
Main Landing gear	Tren de aterrizaje principal	Overhaul
Maintenance	Mantenimiento	Overloading
Main wheels	Ruedas principales	
Maneuver	Maniobra	
Manifold pressure	Presión de admisión	
Manufacturer	Fabricante	
Mean aerodynamic chord	Cuerda aerodinámica media	Pantry
Measure	Medida, medir	Passenger
Mechanic	Mecánico	Passport
Meter	Metro	Paved
Mile	Milla	Pay load
Minimum control speed	Velocidad mínima de control	Pedal
Mixture	Mezcla	Percentage
Moment	Momento	Performance
Monoplane	Monoplano	Pilot
Motion	Movimiento	Piston
Multi-engine airplane	Aeroplano multimotor	Pitch
		Plane
		Plank
		Plumb line

## "N"

Nacelle	Barquilla	Point
Navigation lights	Luces de navegación	Pound
Net weight	Peso neto	Power
Nonstop flight	Vuelo sin escalas	Power plant
Nose	Nariz, trompa	Preignition
Nose-heavy	Pesado de nariz, pesado de - trompa	Pressure-altitude
Nose landing-gear wheel	Rueda de nariz, rueda delant. (triciclo)	Profile
		Pull
		Pull up

## "O"

Obstacle	Obstáculo	Push
Obstacle clearance plane	Plano libre de obstáculos	
Oil	Aceite	
Open	Abierto	
Operating cost	Costo de operación	
Operating weight	Peso de operación	

## "P"

Radio equipment
Radius of action
Ramp
Range

## "P"

Optimo
Reparación general
Sobrecarga

Alacena
Pasajero
Pasaporte
Pavimento
Carga de paga
Pedal
Porcentaje
Comportamiento o rendimiento
Piloto
Embolo
Paso
Plano
Tablón, tabla, cubrir con tiras
Línea vertical, línea a plomo, línea obtenida suspendiendo una plomada
Punto
Libra
Potencia
Planta motriz, motor del avión
Preignición
Altitud presión o altitud barométrica
Perfil
Jalar
Recobrada, jalar el bastón de mando para levantar la nariz del avión
Empujar

## "R"

Equipo de radio
Radio de acción
Rampa, plataforma inclinada
Alcance

Rate	Régimen o velocidad	Schedule	Horario
Rate of climb	Régimen de ascenso, velocidad vertical-ascensional	Sea level	Nivel de mar
Ratio	Relación, razón	Search	Búsqueda
Reading	Lectura, indicación (de un instrumento)	Seat	Asiento
Rear	Trasero, posterior	Sessaw	Sube y baja
Reduction gearing	Engranaje de reducción	Segment	Segmento
Reduction factor	Factor de reducción	Service ceiling	Techo práctico, techo de servicio
Reference line	Línea de referencia	Setting	Ajuste, posición
Regula airport	Aeropuerto de uso común, aeropuerto de destino	Short ton	Tonelada corta (2000 lbs)
Regulation	Reglamento	Signalling lamp	Lámpara para dar señales
Relative thickness	Espesor relativo	Skin	Piel, cubierta exterior
Relative wind	Viento relativo	Sling	Arnes, correa, cabrestol
Remove	Quitar	Slip stream	Chiflón o torbellino producido por la hélice
Repair	Reparación	Slope	Pendiente, inclinación
Requirements	Requisitos	Slots	Ranuras
Rescue	Salvamento	Span	Envergadura, longitud
Reserve fuel	Combustible de reserva	Spare parts	Piezas de repuesto
Resistance	Resistencia	Spark advance	Adelanto a la chispa, avance al encendido
Restricted	Restringido	Specific	Específico
Restriction	Restricción	Specification	Especificación
Retractable landing gear	Tren de aterrizaje retractable	Speed	Velocidad
Retracted wheels	Ruedas retractadas	Spin	Girar, barrena
Revenue	Ingresos	Stability	Estabilidad
r p m Revolutions per minute	Revoluciones por minuto	Stabilizer	Estabilizador
Rich	Rico	Stage distance	Distancia de punto a punto
Richness	Riqueza	Stage time	Tiempo de punto a punto
Roll	Rodar, girar sobre el eje longitudinal del avión	Stall	Desplome
Route	Ruta	Stalling speed	Velocidad de desplome
Row	Fila	Standard	Reglamentario, normal, tipo
Rudder	Timón de dirección	Start	Empezar
Rule	Regla, reglamento	Starter	Marcha
Run-up	Prueba de motor	Steward, stewardess	Sobrecargo (masc. fem.)
Runway	Pista	Stop	Alto, parar
"S"		Straight	Recto, derecho
Safety	Seguridad	Strain	Deformación
Scale	Escala	Streamlined	Curvilíneo
		Stress	Esfuerzo, tensión
		Subsidy	Subsidio
		Supercharger	sobrealimentador
		Surface	Superficie
		Sweep-back	Flecha, flechado hacia atrás

	"T"				"U"
Tab	Aleta pequeña, compensador	Undercarriage		Tren de aterrizaje	
Table	Tabla	Unit		Unidad	
Tail	Cola	Unstable		Inestable	
Tail-heavy	Pesado de cola	Useful load		Carga útil	
Tail-unit	Conjunto de cola				
Tail-wheel	Rueda de cola				"V"
Tailwind	Viento de cola				
Take-off	Despegue	Velocity		Velocidad	
Take-off distance	Distancia de despegue	Vertical axis		Eje vertical	
Take-off power	Potencia de despegue	Visa		Visa	
Tangent	Tangente	Visibility		Visibilidad	
Tank	Depósito	Vortex		Vórtice o remolino	
Tare	Tara				
Taxi	Carreterar o rodar				"W"
Taxiway	Pista de carreteo, de rodaje				
Taxiway lights	Luces de pista de rodaje o carreteo	Warm-up		Calentamiento	
		Wash-in		Torcimiento del ala, disminuyendo su incidencia hacia la punta	
Temperature	Temperatura			Torcimiento del ala, aumentando su incidencia hacia la punta	
Terminal Buildings	Edificios de la terminal	Wash-out		Tiempo (meteorología)	
Terminal dive speed	Velocidad máxima alcanzada en picada	Weather		Peso	
		Weight		Ruedas	
Test flight	Vuelo de prueba	Wheels		Viento	
Thermometer	Termómetro	Wind		Componente del viento	
Threshold lights	Luces de cabecera	Wind components		Vientos superiores	
Throttle	Acelerador	Winds aloft		Túnel de viento, túnel aerodinámico	
Thrust	Tracción, empuje	Wind tunnel		Ala	
Ticket	Boleto	Wing		Área del ala	
Tire	Ilanta, neumático	Wing area		Celda de ala, parte de la estructura que forma una unidad	
Torque	Torsión, par del motor	Wing cell		Carga alar	
Torquemeter	Torquímetro, medidor de torsión			Perfil del ala	
Track	Trayectoria	Wing loading		Costilla del ala	
Traffic	Tránsito	Wing profile		Envergadura de ala	
Trailing edge	Borde de salida, borde trasero	Wing rib		Trabajo	
Tricycle landing gear	Tren de aterrizaje triciclo	Wing span			
Trim tab	Compensador, aleta compensadora	Work			
True airspeed	Velocidad verdadera o veloc. relativa				
Turn	Viraje				"XYZ"
Twin-engine	Bimotor	Yaw		Girada, giro alrededor del eje vert. del aeropuerto	
		"Zap" flap		Aletas de las alas tipo "ZAP"	
		Zero thrust		Tracción cero, sin tracción	

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

- Administración Moderna de almacenes  
Creed H. Jenkins  
Editorial Diana, 1973.
- Aprovechamiento y Existencias  
Karl E Ettinger  
Editorial Herrero, 1961.
- Aviation  
Bill Ginson  
Colección Octopus.
- Breve Historia de la Aviación en México  
Ing. José Villela Gómez  
Complejo Editorial Mexicano, 1971.
- Control de la Producción  
James H. Greene  
Editorial Diana.
- Dinámica Industrial  
Forrester W. Jay  
Editorial "El Ateneo".
- Dynamo Users Manual  
Alexander Pugh III  
The MIT press.
- Douglas Aircraft Co.  
Revista (1977).
- Fórmulas Estadísticas para Investigación  
Felipe Montemayor  
SEP - INAH, 1973  
Colección Científica - Manuales.
- Informe Anual  
AEROMEXICO, 1980.
- Introducción al Análisis Estadístico  
Wilfrid J. Dixon, Frank S. Massey  
Cultura Ciencia y Tecnología al Alcance de Todos.

- Introducción a la Dinámica de Sistemas  
Javier Aracil  
Editorial Alianza.
- La organización del Almacén  
Calimeri Michele  
Editorial Hispano - Europea, 1969.
- Maintenance & Engineering  
And Inventory System  
USAIR, 1976.
- Maintenance Engineering Product Support  
Douglas Aircraft Co.  
AEROMEXICO, Airline Operatiosn Review, 1981.
- Manual General de Administración  
AEROMEXICO.
- Material and Logistic Management  
Seminar/Workshop  
By Transportation System Consultign Corp. 1981.  
Vol. I and II.
- Planificación y Control de Operaciones  
Mize/White/Brook  
Prentice Hall International
- Principios de Auditoria  
Meigs Walter B.  
Editorial Diana, 1971.
- Principios de Administración  
George R. Terry  
Editorial CECSA.
- Producción  
Conceptos, Análisis y Control  
Richard J. Hopeman  
Editorial CECSA, 1979.
- Reporte de Confiabilidad (AEROMEXICO)  
Junio de 1982.
- Republic Airlines SCEPTRE System  
Maintenance and Stores Overview, 1981.

- Scandinavian Air System  
Evaluación 1978.
- Sistema de Control de Existencia en Línea  
Manual del Usuario, 1980.
- Sistemas de Producción e Inventario  
Elwood S. Buffa y William H. Tauber  
Editorial LIMUSA.
- Specification Integrated Data Processing Supply  
ATA Specification No. 200, 1980.
- War Machines Air  
Tom Perimutler  
Colección Octopus.