

300617

4



**UNIVERSIDAD LA SALLE**

ESCUELA DE INGENIERIA

INCORPORADA A LA U. N. A. M.

# ANALISIS DE OPERACION DE UN HOSPITAL PRIVADO

TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
CON AREA PRINCIPAL EN INGENIERIA INDUSTRIAL  
P R E S E N T A N  
MANUEL GARCIA PEREZ  
MIGUEL ANGEL QUINZAÑOS SORDO

MEXICO, D. F.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

2002  
[Redacted]



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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



**LA SALLE**

Al Pasante Señor

Manuel García Pérez

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a Ud., a continuación, el tema que aprobado por esta -- Dirección, propuso el Señor Ing. Enrique García Delgado para que lo desarrolle como Tesis en su Exámen Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, con Area Principal en Ingeniería Industrial.

" ANALISIS DE OPERACION DE UN HOSPITAL  
PRIVADO "

Con el siguiente índice:

CAPITULO I	INTRODUCCION
CAPITULO II	GENERALIDADES
CAPITULO III	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL FISICA Y OPERACIONAL DEL HOSPITAL MOCEL
CAPITULO IV	MANTENIMIENTO
CAPITULO V	CONTROL DE INVENTARIOS EN ALMACEN GENERAL
CAPITULO VI	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA UNA LAVANDERIA
CAPITULO VII	CONCLUSIONES BIBLIOGRAFIA

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**UNIVERSIDAD LA SALLE**

BENJAMIN FRANKLIN 47, TEL. 516-99-80 MEXICO 06140 D. F.

Ruego a Ud., tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado en la Ley de Profesiones, deberá prestar -- Servicio Social como requisito indispensable para sustentar -- Examen Profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares, en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la Tesis, el Título - del trabajo realizado.

A t e n t a m e n t e .

I N D I V I S A M A N E N T  
México, D.F., a 4 de Marzo de 1983.  
ESCUELA DE INGENIERIA



ING. CLAUDIO LOPEZ FERNANDEZ  
D I R E C T O R

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**LA SALLE**

Al Pasante Señor Miguel Angel Quinzafios Sordo

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a Ud. a continuación, el tema que aprobado por esta -- Dirección, propuso el Señor Ing. Enrique García Delgado para que lo desarrolle como Tesis en su Exámen Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, con Area Principal en Ingeniería Industrial.

" ANALISIS DE OPERACION DE UN HOSPITAL  
PRIVADO "

Con el siguiente indice:

CAPITULO I	INTRODUCCION
CAPITULO II	GENERALIDADES
CAPITULO III	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL FISICA Y OPERACIONAL DEL HOSPITAL MOCEL
CAPITULO IV	MANTENIMIENTO
CAPITULO V	CONTROL DE INVENTARIOS EN ALMACEN GENERAL
CAPITULO VI	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA UNA LAVANDERIA
CAPITULO VII	CONCLUSIONES BIBLIOGRAFIA

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**UNIVERSIDAD LA SALLE**

BENJAMIN FRANKLIN 47. TEL. 516-99-60 MEXICO 06140 D. F.

Ruego a Ud., tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado en la Ley de Profesiones, deberá prestar -- Servicio Social como requisito indispensable para sustentar -- Examen Profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares, en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la Tesis, el Título - del trabajo realizado.

A t e n t a m e n t e .

I N D I V I S A M A N E N T  
México, D.F., a 4 de Marzo de 1983.  
ESCUELA DE INGENIERIA



ING. CLAUDIO LOPEZ FERNANDEZ  
D I R E C T O R

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

La satisfaccion y alegria que siento por la realizacion de esta tesis es mucho mayor cuando pienso que dos de las personas que mas quiero ven respuesta a sus sacrificios:

A mis padres con todo mi cariño y respeto.

Manuel Garcia Lopez.  
Carmen P. de Garcia.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Al recuerdo y memoria de mi padre

Al respeto y cariño de mi madre

Al amor de mi esposa

Y a mis hermanos

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



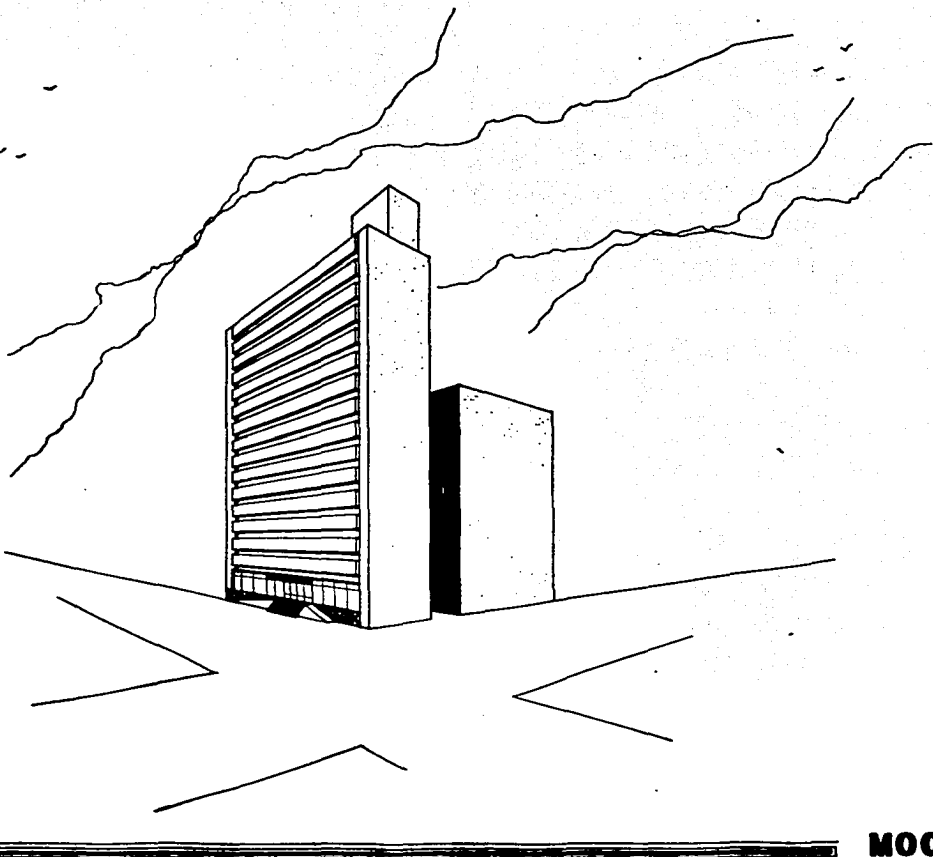
## Tema de Tesis:

## "ANALISIS DE OPERACION DE UN HOSPITAL PRIVADO"

Temario	Pag.
1. INTRODUCCION.	10
2. GENERALIDADES.	14
- Historia del Hospital.	15
- Algunos Conceptos Utiles y Medios de - Perfeccionamiento.	23
- Hospital Model.	30
3. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL. FISICA Y - OPERACIONAL DEL HOSPITAL MOCEL.	39
- Organigrama.	40
- Areas por Departamento.	49
- Personal.	54
- Distribucion Física (planos).	58
4. MANTENIMIENTO.	66
- Introducción.	67
- Análisis de Procedimientos Actuales.	70
- Mantenimiento	74
- Planeación, Programación y Control.	84
- Organización.	104
- Administración.	123
5. CONTROL DE INVENTARIOS EN ALMACEN GENERAL.	140
- Análisis de Procedimientos Actuales.	141
- Pronósticos.	165
- Generalidades.	187
- Modelo Clásico de Inventarios.	193
- Inventario de Seguridad.	207
- Simulación de los Sistemas de Inventarios.	218
- Simulación en ciclos de Pedidos Mensuales.	221
6. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA UNA LAVANDERIA.	237
- Análisis de Procedimientos Actuales.	238
- Análisis de Costos Actuales.	241
- Análisis de Costos por Inversión.	247
- Análisis y Evaluación de Alternativas.	266
7. CONCLUSIONES.	278
BIBLIOGRAFIA.	280

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**MOCEL**

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

El objetivo de ésta tesis no esta encaminado unicamente a ser el medio para obtener un titulo. sino también se intenta aportar algunas posibles mejoras operacionales en determinadas areas de un hospital privado: Hospital Mocel.

La idea de realizar una obra de este tipo nació debido a que el director de la empresa donde actualmente trabajamos: Ing. Javier Arias S., exdirector del Hospital Infantil Privado nos comento de lo interesante y complejo que resulta ser el funcionamiento o sistema operativo en los hospitales y de la falta de oportunidad que ha tenido la Ingeniería Industrial de proponer nuevos métodos en base a estudios o análisis realizados dentro de dichos hospitales. Una posible causa por la cual no se ha dado dicha oportunidad a ésta profesión se atribuye a la idea errónea que algunas personas tienen acerca de que la Ingeniería solo debe aplicarse en las fábricas y no en empresas de servicio como los hospitales. Este punto además de una breve historia de los hospitales incluyendo la del Hospital Mocel, se verán en el capítulo II de ésta tesis.

Consideramos de gran interés este capítulo ya que veremos las condiciones infrahumanas que prevalecían en los hospitales medievales así como los cambios benéficos que surgieron en el Renacimiento hasta llegar a los grandes adelantos humanos de nuestros días.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En el capítulo III presentamos al lector el organigrama que rige actualmente al Hospital Mocel, las funciones que desempeña cada uno de sus departamentos, las áreas y el personal con que se cuenta, así como los planos de edificios. Todo esto con el propósito de que el lector tenga una idea más amplia de lo que es este hospital. De hecho nuestro estudio se inició entrevistándonos con cada uno de los diferentes departamentos del hospital teniendo como objetivo ambientarnos con el medio hospitalario, al mismo tiempo que detectábamos algunas deficiencias de las cuales tomamos las que consideramos pudieran corregirse o aminorizarse mediante un análisis no muy complejo realizado por los autores de este libro, y que en un momento dado llegara a implantarse un método más eficiente que el actual sin necesidad de hacer grandes cambios que resultarían ser muy costosos como sería: una redistribución de las áreas del hospital, o una reubicación del mismo. En base a esto decidimos enfocar nuestro estudio al departamento de mantenimiento, almacén general y a un estudio de factibilidad para una lavandería.

Para cada uno de estos capítulos se presenta un análisis de los procedimientos actuales, con objeto de tener un punto de partida, para proponer mejoras que pudieran llegar a implantarse a un sistema que bien o mal lleva años funcio-

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

nando y como ya se expuso anteriormente no pretendemos que los sistemas actuales cambien radicalmente, ni tampoco pretendemos asegurar que lo propuesto es lo mejor, sólo intentamos aportar métodos o posibles soluciones que pudieran servir como guía para mejorar los procedimientos actuales - que al fin y al cabo es uno de los objetivos de esta tesis.

En el capítulo IV de mantenimiento se verán las razones por las cuales el papel del departamento de mantenimiento dentro del hospital es de gran importancia, así mismo se presentan diversas técnicas que pueden auxiliar al Ing. en jefe del departamento para reducir tiempos y costos de mano de obra (planeación, programación y control, Gráfica de Gantt y método de la ruta crítica.), capacitación de personal, organización y administración.

En el almacén general del hospital se maneja una gran variedad de productos, algunos de ellos son muy costosos, otros lo son menos pero ocupan mucho espacio, debido a esto y a otras muchas razones es conveniente contar con un control de inventarios que permita operar con costos mínimos - para lo cual es necesario conocer de antemano los requerimientos anuales aproximados para cada producto (pronósticos) y los lotes óptimos de pedidos (modelo clásico de inventarios) ya sean mensuales, quincenales, semanales, etc. Otro aspecto muy importante a considerar es el de cuidar - que no existan faltantes por haber determinado inventarios

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

bajos (inventario de seguridad). Todos estos puntos además de simulaciones y ejemplos para el control de inventarios - serán abordados en el capítulo V .

El Hospital Mocel no cuenta con lavandería propia por lo que se ve obligado a contratar los servicios de lavandería, misma que además de lavar la ropa sucia, la renta. Ultimamente los costos por este servicio se han incrementado aceleradamente y es por esta razón que consideramos conveniente realizar un estudio que permita analizar la alternativa de integrar al hospital un equipo de lavandería. En este capítulo (cap. VI) se analizan los costos para esta nueva alternativa, los cuales posteriormente serán comparados con los costos actuales.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

I N D I C E

CAPITULO 2.-

G E N E R A L I D A D E S

HISTORIA DEL HOSPITAL

ALGUNOS CONCEPTOS UTILES Y MEDIOS DE  
PERFECCIONAMIENTO

HOSPITAL MOCEL

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## HISTORIA DE HOSPITAL

## EL PAPEL DE LA TRADICION.

El propósito de este capítulo es identificar y examinar ciertas características históricamente arraigadas del hospital que influyen sobre su dirección y plantean problemas al economista.

Tradiciones, costumbres y precedentes tienen su génesis en la historia. Para comprender porqué las gentes del hospital actúan y reaccionan en la forma en que lo hacen, hay que saber como surgieron los hospitales, que factores han contribuido a su desarrollo y que concepciones tradicionales influyeron en el comportamiento de sus directores. Hasta que pongamos a disposición del lector cierta cantidad de información detallada sobre la historia del hospital, no intentaremos ampliar los siguientes trabajos, en cambio en los párrafos que siguen resumiremos los cargos relevantes del desarrollo evolutivo de los hospitales.

La forma más primitiva del hospital debe haber sido la cueva en la que el hombre primitivo dio refugio a un compañero desafortunado. Las más primitivas religiones conocidas tenían ciertas ceremonias estrechamente relacionadas con la curación, y algunos de sus jefes religiosos hacían a la vez de curanderos. El tratamiento médico era identificado como una parte de las religiones institucionalizadas desde el -

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



4,000 a de C.

El uso de la superstición y de la magia, como medios de asistir al enfermo y al accidentado por los brujos curanderos, se dió en las antiguas comunidades triviales y la primera forma conocida del hospital militar fue la recogida de querreros heridos después del combate, que se remonta al 2,900 a de C.

Entre los primeros hospitales organizados durante la era precristiana estaban los de Grecia y Egipto. En fecha tan temprana como el 1.134 a de C., los templos griegos sirvieron como lugar de reposo para los pacientes en observación o tratamiento, constituyendo algo que podía ser la primera escuela médica.

Se dió un considerable impulso a la medicina organizada por las enseñanzas y las prácticas del físico griego Hipócrates, nacido alrededor de 4.600 a de C.; Buda fundó hospitales para el pobre y el lisiado, y en el siglo VI a de C. asignó físicos a los grupos de aldeas, pero los antecedentes del moderno hospital no fueron construidos en la India sino hasta el siglo III a de C.

#### LA PRIMERA INFLUENCIA CRISTIANA

Aunque antes de Cristo existieron formas de hospital, el alivio en gran escala del sufrimiento debe atribuirse a la cristiandad. Los cristianos primitivos veían el hospi-

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

tal como refugio de los viajeros y de las víctimas de calamidades. Los romanos convertidos al cristianismo crearon - en el siglo IV hospitales para leprosos, lisiados, ciegos - y enfermos pobres. En los siglos VI y VII se crearon hospitales en España, Africa del Norte y Arabia por influencia mahometana, pero la mayor proliferación de hospitales se - produjo en la Europa Cristiana. En Francia el hotel de - Dieu de Lyon, fue fundado en el año 542 y el obispo Landry inauguró el hotel de Dieu, de Paris, en el año 660.

Bajo la influencia de Carlomagno (742-814) se crearon muchos hospitales anexos a los conventos de tal forma que - las monjas y los padres pudieran cuidar convenientemente al enfermo y al desaventurado. Fueron creados numerosos hospitales a lo largo de las rutas de las cruzadas (1,096 a - 1,291). Posteriormente en el siglo XIII, fueron construidos refugios para enfermos en casi todos los países de Europa.

#### EL HOSPITAL MEDIEVAL

Los hospitales de la Edad Media eran lugares miserables. Normalmente se colocaban de dos a cuatro pacientes en una sola cama, y hasta cuarenta camas en una habitación. A veces, y especialmente durante plagas y epidemias, seis o - más pacientes ocupaban una sola cama, sin que se tuviera en cuenta el tipo, la gravedad de la enfermedad, la edad o el - sexo. La mayor parte de la gente que iba al hospital era po

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

bre y estaba acostumbrada a que toda la familia compartiera un Jergón. A veces, un paciente muerto permanecía en la cama con los enfermos varias horas, y quizá incluso toda la noche. Estos hospitales medievales eran húmedos, oscuros, sucios e infestados de plagas.

La práctica médica no era mejor que la administración del hospital. Poco se sabía de la ciencia médica, y la práctica de la sangría y de otros diversos tipos de remedios supersticiosos era común.

El Renacimiento (siglos XIV, XV y XVI) fue un período durante el que se hicieron adelantos en los hospitales y en la práctica de la medicina, particularmente en los procedimientos quirúrgicos. Las actitudes ilustradas, que surgen con el renacimiento de las artes, de las letras y de la erudición, inspiraron la benevolencia individual y la filantropía.

#### LOS PRIMEROS HOSPITALES BENEFICOS

Una manifestación género fue el concepto de hospitales benéficos seculares, especialmente en Inglaterra. A partir de 1,700 se creó un gran número de hospitales benéficos en Gran Bretaña como consecuencia de las contribuciones individuales y cooperativas a la construcción y funcionamiento del hospital. Una significativa característica de estos primeros hospitales benéficos fue que se limitaron a asistir a

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

los pacientes que necesitaban ser curados.

#### LOS HOSPITALES EN EL NUEVO MUNDO

Los descubridores europeos de los siglos XVI y XVII aportaron al nuevo mundo las instituciones y tradiciones de sus propias culturas, comprendidas en las diversas expresiones de las formas de cuidados al enfermo. Entre ellas estaba el hospital administrado por la Iglesia (sobre todo la Católica Romana), el subvencionado por el Estado (predominantemente en Europa Centro) y el hospital sealar benéfico (procedente de Inglaterra).

Entre los primeros hospitales permanentes del Nuevo Mundo se encuentran el Hospital de Jesús el Nazareno, fundado en México por Cortés en 1542; el hospital de San Juan de Dios, en Quito de 1565; el hotel de Dieu, en Quebec de 1639 y el hotel de Dieu en Montreal de 1644. En estos lugares - las condiciones no eran mucho mejores que las de los toscos hospitales de la Europa Medieval. Algunos de los internados en estas instituciones estaban enfermos al ser admitidos y muchos más caían enfermos como resultado de su confinamiento.

#### CAMBIOS REVOLUCIONARIOS EN LOS HOSPITALES

La última mitad del siglo XIX fue periodo significativo para la historia de los hospitales. Las funciones de los hospitales sufrieron cambios radicales. El cambio fue desde

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

asegurar la subsistencia hacia proporcionar servicios para tratamientos médicos y quirúrgicos y para cuidados asistenciales. La clientela del hospital cambió desde los indigentes, desvalidos y afectados de enfermedades contagiosas, a todas las personas enfermas o accidentadas al margen de su condición económica o social. Aunque los hospitales recibían la mayor parte de sus ingresos de los impuestos, donaciones y de un limitado número de pacientes de pago, normalmente los costos eran superiores a las entradas.

Las grandes invenciones y descubrimientos de finales del ochocientos influyeron en forma notable sobre las deplorables condiciones existentes en los hospitales de la época. En 1842, el Dr. Crawford W. Long, hizo una demostración en Georgia del empleo de la anestesia en las operaciones quirúrgicas, y Lord Joseph Lister, a partir de los trabajos de Pasteur, perfeccionó las técnicas asépticas en cirugía. El desarrollo de estos y otros adelantos médicos, como las técnicas de laboratorio de Koch, el inicio de la bacteriología y de la patología, la invención de varios instrumentos de precisión, la lámpara incandescente de Edison y el descubrimiento de los rayos X por Roentgen, crearon la necesidad de centralizar los servicios médicos y quirúrgicos, siendo el hospital el punto nodal lógico. Estos descubrimientos y adelantos aliviaron el dolor, aumentaron las probabilidades de recuperación y así impulsaron al público a utilizar más am-

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

pliamente los servicios del hospital.

Durante el siglo XX los hospitales han sido cada vez más requeridos para proporcionar un creciente número de servicios a los enfermos, de recursos para la formación de médicos, enfermeras y otros miembros del personal sanitario, y de equipo para la investigación médica.

El siglo XX ha presenciado enormes cambios en los hospitales. El hospital ya no es un lugar reservado a los indigentes y desvalidos, ni un sitio a donde van a morir los enfermos; el actual hospital es una institución progresiva organizada para la promoción de la salud, para prevenir enfermedades, sostener la investigación y la formación sanitarias y cuidar al enfermo y accidentado por encima de su condición económica y social. El hospital, desde un punto de partida primitivo, se ha convertido en una de las instituciones más importantes y complejas de nuestra sociedad.

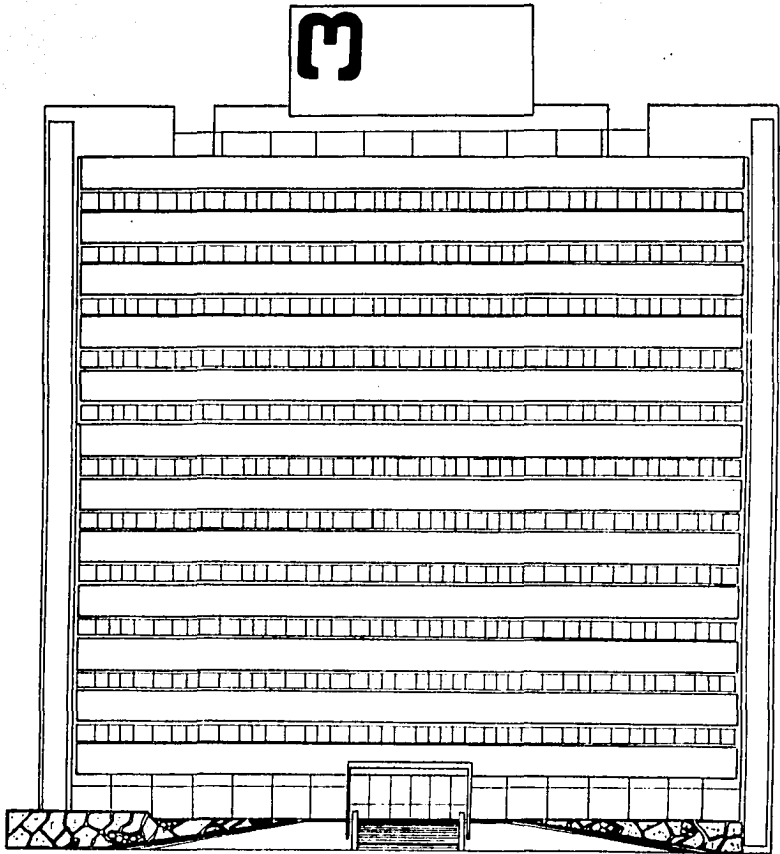
Los problemas asociados al mantenimiento de una alta calidad de los servicios hospitalarios, siempre que se alcancen unos niveles razonables de costos, han demostrado la necesidad en los hospitales de las mejores prácticas posibles de dirección.

En un intento de preparar a los jóvenes para esta nueva profesión, se empezaron a crear programas universitarios de dirección de hospitales. Una evolución reciente en la investigación para conseguir servicios hospitalarios de alta-

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

calidad a unos niveles razonables de costo, es la tendencia a adoptar las funciones de la ingeniería industrial como parte de la administración de hospital.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## ALGUNOS CONCEPTOS UTILES Y MEDIOS DE PERFECCIONAMIENTO

El entendimiento del papel de las técnicas de gestión en la dirección del hospital depende de la comprensión del significado de ciertos conceptos y términos. Algunos de los más importantes se examinan a continuación.

Un hospital es una concentración de recursos, reunidos con el propósito de proporcionar los medios para que los cuidados médicos puedan ser administrados a los enfermos y accidentados. Normalmente, los hospitales se clasifican en dos tipos: por el tipo de servicio y por la forma de control. Clasificados por el tipo de servicios, los hospitales pueden ser especiales o generales. Un hospital especial es aquél que limita sus actividades clínicas a un tipo específico de pacientes, tales como tuberculosos o siquiátricos, mientras que un hospital general reúne un número de servicios clínicos que normalmente son medicina, cirugía, obstetricia y pediatría. Según el tipo de control los hospitales pueden ser gubernamentales (federales, estatales, de región o de ciudad), benéficos (iglesias, asociaciones de caridad o cualquier otra asociación sin fines de lucro) o privados (dirigidos a obtener beneficios o por una organización lucrativa.).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El hospital moderno tiene tres objetivos principales:

- 1) Cuidado del enfermo y del accidentado, prevención de enfermedades y fomento a la sanidad pública.
- 2) Instrucción y preparación del personal profesional y auxiliar.
- 3) Desarrollo de nuevos conocimientos por medio de la investigación en medicina y asistencia en materias médicas, y en la administración del hospital.

Los distintos grados de importancia relativa asignados por los hospitales a estos objetivos dependen del tipo de servicio, tipo de control, de la dimensión del hospital, su localización (urbana o rural), y si el hospital está o no afiliado a una escuela de medicina.

Las técnicas de gestión tratan del diseño, desarrollo e implantación de sistemas integrados por hombres, materiales y equipos. Ello requiere práctica y conocimientos especiales en matemáticas y en ciencias físicas y sociales, junto con principios y métodos de análisis para especificar, predecir y evaluar los resultados a obtener con tales sistemas.

La gestión es aquella rama de la técnica que procura utilizar los recursos materiales y humanos de la naturaleza en beneficio de la humanidad, contando con la relativa escasez de tales recursos. Industrial es el adjetivo derivado -

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

del sustantivo industria, que significa conocimiento práctico, destreza, ingenio, laboriosidad en cualquier ocupación o tarea, y esfuerzo humano para crear valores materiales. Contrariamente al uso popular, este término no se circunscribe a las manufacturas o a las fábricas; industria comprende todos los aspectos relativos a los medios de crear servicios. Por consiguiente, gestión industrial es la utilización de los principios y prácticas de gestión para facilitar la creación de utilidades. Puesto que los hospitales proporcionan servicios y equipos que tienen un valor indiscutible para el hombre, la misión del hospital ha de verse como industria y el sector hospitalario como una de nuestras industrias. Desde esta perspectiva, no hay incompatibilidad alguna entre la naturaleza de las técnicas de gestión y las responsabilidades de la dirección del hospital. Ahora bien, las técnicas de la gestión son unos instrumentos de la dirección del hospital y un mecanismo para mejorar los métodos profesionales.

#### LA EFICIENCIA DEL HOSPITAL

A menudo los términos eficiencia y eficacia son mal interpretados. Algunos organizadores industriales evitan el término eficiencia debido a su asociación con el tal llamado "experto en eficiencia" en contrapartida con el curandero". Algunas personas utilizan simplemente los términos des-

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

cuidadamente, como si fuesen sinonimos. La eficacia es el grado de logro de los objetivos, mientras que la eficiencia es la relacion que hay entre el logro de los objetivos y el consumo de los recursos.

Entre sí las palabras productividad y producción poseen la misma relación que eficiencia y eficacia. La producción se refiere a la producción total de un sistema, expresada normalmente en terminos cuantitativos tales como piezas o libros que satisfacen a los tipos de calidad. Al igual que la eficiencia, la productividad se refiere a la razón de la producción de un sistema y sus ingresos. Si la producción e ingreso son tratados en las mismas unidades (pesos, horas, etc.) su razón no tiene una dimensión determinada, y está referida a la eficacia, a menudo expresada en forma de porcentaje. Pero si la producción y el ingreso están expresadas en distintas unidades, su razón está referida a su productividad. Medidas usuales de la producción de un hospital son el número de pacientes admitidos, el número de comidas servidas a los pacientes, etc. La productividad del hospital puede ser expresada en forma de admisiones por empleados recepcionistas, comidas servidas por el personal de enfermería, etc.

La eficacia y la producción se refieren únicamente a la producción total, mientras que la eficiencia y la productividad se refieren a la razón entre la producción total y

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

los ingresos, o sea, resultado de costos. Por lo que es posible ser eficaz sin ser eficiente, al igual que es posible alcanzar una elevada producción con una baja productividad. Dado que la técnica de gestión opera con eficiencia (o productividad), se deduce que el organizador industrial de hospital debe considerar tanto el logro de los objetivos del hospital (incluido el objetivo principal, el cuidado del paciente) como la conservación de los recursos del hospital.

Otra característica del hospital que hace que sea considerado como una industria particular, se refiere al concepto del cuidado del paciente. En el proceso de producción el valor es aumento y, por consiguiente, la productividad es incrementada por los factores de producción empleados.

La mejora de los sistemas de dirección del hospital a través de la organización empresarial puede ser el medio más eficaz de mejorar las funciones del hospital. Sin embargo en este punto parece haber diversas escuelas con respecto a la posibilidad de aplicar a los hospitales las técnicas de gestión. La primera de ellas sostiene la opinión de que no hay lugar para las mencionadas técnicas en el terreno sanitario. Se opone a cualquier sugerencia sobre la eficiencia de una línea de producción y se revela contra la propuesta de adoptar medidas de conservación similares a las empleadas en las fábricas y en otros servicios industriales. Una segunda escuela opina que poco puede hacerse -

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

referente a los costos monetarios, pero que las técnicas de gestión algo pueden ayudar en la forma de reducir esfuerzos, inconvenientes, aversiones, ansiedades, temores y otros valores negativos frecuentemente asociados a las tareas del hospital. Recibiría con alegría disminuciones en los costos generales, de material y de mano de obra, pero no es para tal cosa: esta escuela propugnaria mayores satisfacciones morales y laborales, un desarrollo de las relaciones públicas, una más sensata utilización del equipo y del personal disponible, y unos niveles más altos de calidad. La tercera escuela, tan dogmática como la primera, sostiene que las mejores técnicas deben ser directamente trasplantadas de las fábricas a los hospitales. Considera virtualmente a la gestión empresarial como la panacea para los problemas de dirección del hospital.

#### CONCLUSIONES

La actitud más lógica y constructiva sobre la posibilidad de aplicar las técnicas de gestión, y una de las que un creciente número de directores de hospital está manejando, es una variante del pensamiento de la segunda escuela. Esta variante conserva la esperanza de mejorar la calidad moral y las relaciones públicas, pero también es optimista en lo que respecta a los ahorros monetarios y considera la gestión empresarial como un "instrumento" de la dirección del hospital. Tal actitud parece ser consecuente con la verdadera naturaleza de la gestión empresarial, a la vez que con las peculiaridades de los hospitales.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## HOSPITAL MOCEL

Hace más de 11 años que un grupo de entusiastas visionarios médicos se contagiaron de un gran ideal: edificar un hospital. Soñaron con dotarlo de todos los servicios con que contaba la medicina moderna y equiparlo con la más avanzada tecnología del momento.

Invitaron a participar en esta tarea, a múltiples amigos que aportaron capital para iniciar los estudios y proyectos necesarios, y en 1966 el sueño fue tomando forma al constituirse la sociedad denominada Hospitales Nacionales, S.A., que sería la que edificaría al Hospital Mocol, que con orgullo lleva el nombre de las iniciales de los apellidos de los pioneros en el desarrollo de esta idea, los doctores Mingramm, Ornelas, Cervantes, Echeverría y Gonzalez Lobo.

La semilla ya había germinado y el proyecto quedó terminado el 18 de Abril de 1969, para construir el hospital en un predio de 5949 metros cuadrados, ubicado en las calles de Gelati y Protasio Tagle, en la Colonia San Miguel Chapultepec. Los trabajos preliminares de cimentación profunda se iniciaron en Agosto del mismo año y en el mes de Octubre principió el montaje de la estructura metálica de lo que sería el conjunto de edificios que integrarían el hospital. La obra quedó terminada después de 24 meses de

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



HOSPITAL  
MOCEL

PLANTA PRINCIPAL



CENTRO DE COMPUTO



ADMISION



CAFETERIA



INFORMES

TESIS EN  
FALLA DE ALIEN



incesante actividad, contando con 24.455 metros cuadrados - de construcción distribuidos en 71 cuartos privados, 11 - suites 11 junior suites, 7 quirófanos, 2 salas de expulsión cuna, terapia intensiva, 65 consultorios, servicios auxiliares de diagnóstico y tratamiento, áreas de servicios generales, estacionamiento, dietología, cafetería, almacenes, casa de máquinas, etc.

Y así el 10 de Agosto de 1971, a las 12.00 horas del día se cortó el simbólico listón para inaugurar tan magna obra, ante la presencia de incontables invitados, representantes de la medicina, la banca, la política, accionistas y amigos.

Al iniciar las actividades, el Dr. Jorge Ruíz de Esparza ocupó la dirección, puesto que desempeñó hasta el mes de Febrero de 1977. A partir de entonces el Dr. Antonio Hurtado Beléndez asumió éste cargo, mismo que ocupó hasta el mes de Marzo de 1983.

El número de pacientes que han ingresado se ha incrementado notablemente llegando a alcanzar durante 1982 el 88% de ocupación, cifra que rebasa el nivel estimado como óptimo en hospitales privados; asimismo los servicios que se ofrecen han aumentado en forma progresiva, de acuerdo a los objetivos que se han tenido y mantenido desde el primer día de actividades, en busca del bienestar humano.

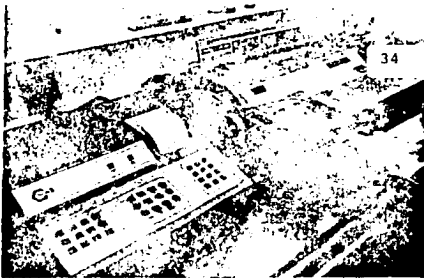
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Durante los 12 años se han hospitalizado cerca de 84.370 pacientes y se han practicado aproximadamente 51,530 intervenciones quirúrgicas de todas las especialidades, incluyendo complicados procedimientos como los trasplantes renales; cabe mencionar que el primero de ellos se llevo al cabo con todo éxito en 1975 y al siguiente año se realizaron o más y cuatro cirugías de corazón con circulación extra corpórea. En la unidad tócoquirúrgica, aproximadamente fueron atendidos 11,350 partos.

El servicio de urgencias a prestado auxilio en forma ininterrumpida las 24 horas de los 4.380 días, a más de 110.000 pacientes, cuyos problemas variaron desde padecimientos simples, lesiones de diversos grados, hasta situaciones complejas en que se protagoniza el debate entre la vida y la muerte.

El personal de terapia intensiva, apoyado en un moderno y completo equipo, ha atendido a cerca de 2,830 enfermos en estado crítico, manteniendo una lucha por recobrar la salud perdida.

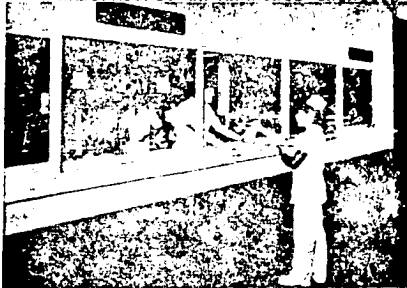
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



LABORATORIO DE ANALISIS CLINICOS



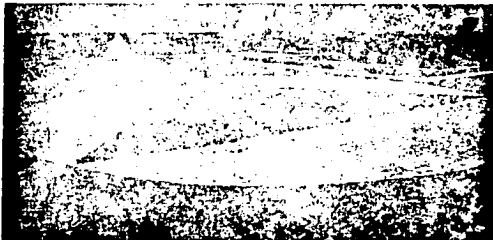
VESTIDORES ENFERMERAS



RECEPTA GENERAL



LABORATORIO



HELIPUERTO



SALA DE DESCANSO MEDICOS



EQUIPO DE LABORATORIO

TRABAJO CON  
FALLA DE ORIGEN

La unidad de diagnóstico clínico ha ofrecido un servicio que representaba una necesidad para competir con instituciones del extranjero que captaban el interés de los mexicanos. Se ha efectuado revisión clínica integral a cerca de 8,800 personas.

Los servicios auxiliares de diagnóstico y tratamiento con que cuenta el hospital, como son: el gabinete radiológico, el laboratorio de análisis clínicos, inhaloterapia, el banco de sangre, el departamento de patología, medicina nuclear, radio y cobalto terapia, rehabilitación, diálisis renal y otros más, han atendido a lo largo de 12 años a millares de personas, practicándoles innumerables estudios, pruebas y tratamientos, desde los más sencillos hasta los más complejos y delicados.

La escasez de personal de enfermería bien entrenado y el alto índice de rotación, llevó a la necesidad de crear una escuela propia de auxiliares en el año de 1977, de la que han egresado cinco generaciones de alumnas que se han incorporado a la fuerza de trabajo de esta institución.

El departamento de enseñanza refleja el grado de conocimientos y experiencia médica con que cuenta el hospital, ya que hasta la fecha se han preparado cinco generaciones de residentes de post-gradó y cuatro generaciones de pregrado con reconocimiento universitario. Para el desarrollo de los programas de enseñanza se ha colaborado directamente

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

con La Universidad Nacional Autónoma de México. La Universidad Autónoma de Guadalajara. La Universidad La Salle y La Universidad Anáhuac.

Durante los 12 años se han remodelado y ampliado las áreas del hospital que así lo requirieron para aumentar su capacidad ante la demanda de servicios.

Asimismo, los múltiples equipos con que se cuenta se mantuvieron actualizados, adicionándose todo lo necesario en relación al crecimiento y nuevos procedimientos a efectuar. Cabe destacar que en 1979 se adquirió el equipo de cómputo, el cual ha brindado un gran apoyo a los programas administrativos, agilizando los procedimientos contables.

Durante 1982, se superaron todas las cifras anteriormente alcanzadas en los diferentes servicios que presta el Hospital Mocol. Los porcentajes se elevaron entre el 3% y el 30%. Se atendieron a 9,370 pacientes en hospitalización lo que representó el 88% de ocupación, con un promedio de estancia de 3.77 días por paciente.

En las salas de operaciones se efectuaron 6,530 intervenciones quirúrgicas de todo tipo, lo cual corresponde a 21.4 intervenciones por día hábil.

El servicio de urgencias atendió a 20,000 pacientes, que incluyeron consultas, preparación preoperatoria, atención de lesionados y atención de casos graves. Por este ser

TESIS CON  
FOLIO DE ORIGEN



ESCUELA DE CAPACITACION

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

vicio se hospitalizaron 1,870 pacientes.

La unidad tocoquirúrgica atendió 1,350 partos. lo que representaba un aumento del 10% en relación al año precedente; de las 6,530 intervenciones quirúrgicas. 1,060 se llevaron a cabo en los quirófanos de esta unidad.

En la cuna del hospital se atendieron 1,660 recién nacidos lo que en promedio representó el proporcionar cuidados especializados a 18 niños diarios.

La unidad de cuidados intensivos atendió 330 pacientes en estado crítico. elevando un 9% su ocupación en relación al año anterior.

Ingresaron a la unidad de diagnóstico clínico 1.152 personas. representando un aumento del 30% en relación al año anterior. con ello el hospital ha fortalecido su imagen por la calidad y eficiencia de este servicio de revisión clínica. lográndose una imagen y capacidad competitiva con el extranjero.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

I N D I C E

CAPITULO 3. -

ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL FISICA Y OPERACIONAL  
DEL HOSPITAL MOCEL

ORGANIGRAMA

AREAS POR DEPARTAMENTO

PERSONAL

DISTRIBUCION FISICA (PLANOS)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## ORGANIGRAMA

## ORGANIZACION

Organización: es la estructura u ordenación de los recursos de una empresa unida al modelo de comunicaciones entre sus elementos productivos. La organización consiste en los servicios productivos, medios materiales y humanos, y los mecanismos de conocimiento útiles para la dirección como medios para la ejecución de la política administrativa.

El organigrama con el que opera el Hospital Mocol actualmente se presenta en la figura FO-1.

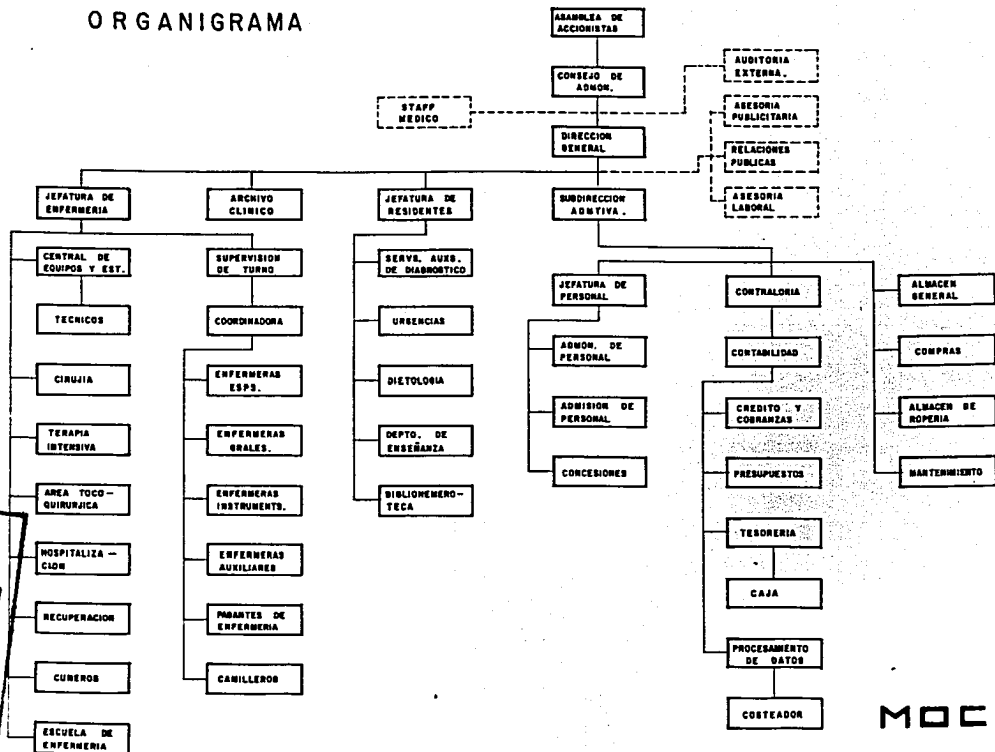
Asamblea de Accionistas. Es el órgano que representa - al nivel supremo de esta organización y está integrado por los propietarios de esta Institución, los cuales se reúnen habitualmente una vez al año donde se les plantea el resultado del ejercicio anterior, en base a lo cual el presidente del consejo de administración establece propuestas sobre el reparto de utilidades, reducción de capital o viceversa, etc.

Consejo de Administración. La autoridad de la asamblea esta delegada a este órgano, se puede decir que es la autoridad operativa del Hospital. Este esta integrado por un - presidente, un secretario, un gerente, un tesorero y un comisario. En alguna ocasión se conto con vocales.

Staff Medico. Como se puede apreciar en el organigrama

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# ORGANIGRAMA



**TESTIS CON FALTA DE ORIGEN**

**MOCEL**

FIGURA FO-1

esta agrupación no depende directamente del hospital. sólo esta empleado por éste. retirándose a aquel grupo de médicos externos que utilizan los servicios del hospital. para atender a sus pacientes.

A los médicos internos los atiende la dirección general en relación a sus peticiones, quejas, solicitudes de equipo, - etc. Existe una sociedad medica que es el órgano de enlace entre el hospital y los medicos pero en realidad a funcionando poco en ese aspecto ya que se ha concretado a organizar conferencias de medicina, congresos, celebraciones de aniversario, etc., es decir, no ha tenido un papel importante como mediador.

Auditor Externo. Como en la mayoría de las empresas, - esta institución cuenta con este elemento, es quien se encarga de seguir los procedimientos de auditoría para poder rendir el dictamen junto con el informe final previo a la - asamblea de accionistas. Siendo este un despacho de asesoría, contratado por el hospital.

Dirección General. Funge como máxima autoridad y es la que se encarga de reevaluar, organizar y fijar políticas para todos los demás departamentos del hospital. Para la implantación de nuevas políticas o cambios de las mismas así como la compra de equipos que rebasen cantidades considerables, deben ser aprobadas por el consejo de administración, para esto se realizan juntas de consejo promovidas general-

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

mente por la dirección general y ésta a su vez, informa al -  
consejo sobre la marcha del hospital con el propósito de -  
llegar a la toma de decisiones.

Asesoría Laboral. Este se encarga de resolver o de ami-  
norar todos los conflictos que llegan a presentarse con  
los trabajadores, demandas negociables con el sindicato, re-  
visiones del contrato colectivo, resoluciones de emplaza-  
mientos a huelgas por violaciones al contrato, etc.  
Estos servicios son contratados por fuera así como otro ase-  
sor no laboral, sino encargado de atender las demandas que  
se presentan ante la Procuraduría Federal del Consumidor o  
ante la Procuraduría Federal de Justicia del Distrito -  
Federal, siendo casos muy contados pero que suelen presen-  
tarse.

Asesoría Publicitaria. Este departamento se ha dedica-  
do exclusivamente a la realización de audiovisuales y folle-  
tos anuales que se presentan ante la asamblea de accionis-  
tas.

Relaciones Públicas. Es un departamento del hospital,  
el cual esta representado por una sola persona, que se en-  
carga básicamente de atender a personas relevantes en la po-  
lítica, en las finanzas o gente allegada a los señores del  
consejo de administración que requieren de una atención es-  
pecial, es decir, darles todas las facilidades y servicios  
de cortesía en general.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Subdirección Administrativa. El subdirector administrativo es básicamente la persona encargada de la administración del hospital. de él dependen los departamentos de contabilidad, cobranzas, personal, tesorería, en fin todas las áreas administrativas. Esta subdirección rinde informes a la dirección general, y junto con ésta prepara las juntas de consejo y las asambleas de accionistas, compras mayores, cambios de políticas, creación de nuevas plazas, etc.

Auditoría Interna. Es la parte encargada de revisar los gastos de la empresa y que estén dentro de los rubros establecidos con el objeto de que no se presenten desviaciones de ningún tipo.

Sistemas y Procedimientos. En algún tiempo existió en el hospital y era un grupo de personas contratadas con el objeto de analizar los procedimientos con los que el hospital opera todos sus productos, para lo cual realizaron algunos estudios de tiempos y movimientos. En la actualidad estas actividades raramente se llevan a cabo.

Departamento de Enfermería. Sin lugar a duda es el departamento que cuenta con el mayor número de personal. Este depende directamente de la dirección general, jerarquizado a través de una jefatura de enfermería, supervisores de turno, coordinadores de piso y el personal de enfermería en general, que a su vez está constituido por: camilleros, enfermeras generales, enfermeras auxiliares, pasantes de enferme

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ría. enfermeras especializadas (especialidad en determinadas áreas como: pediatría, cardiología, etc.) y enfermeras instrumentistas (en cirugía). Este departamento cuenta con una escuela de enseñanza cuyo responsable directo es la Jefa de enfermeras.

Existen diversas áreas que dependen de este departamento como: hospitalizaciones habituales y los servicios de especialidad (terapia intensiva, recuperación, área tócoquirúrgica, unidad de cirugía, central de equipos, cueros, etc.).

Departamento de Enseñanza. Es el encargado de manejar los asuntos de los residentes cuya autoridad es la Jafatura de residentes.

Los residentes ingresan al hospital con el propósito de recibir un adiestramiento durante un periodo determinado sujeto a un programa de enseñanza, en el cual se imparten ciertas clases con el objeto de cumplir con un número de créditos que les permita aprobar el curso.

Este departamento también es el encargado de llevar la bibliohemeroteca, urgencias y dietología.

Urgencias. Este tipo de admisión de pacientes está a cargo de un grupo de médicos y enfermeras cuya principal responsabilidad es la de dar una atención rápida y eficaz durante las 24 hrs. del día a todas aquellas personas que soliciten de este servicio, ya sea para simples consultas o casos críticos que requieran atención inmediata.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Laboratorio de Análisis Clínicos. Este departamento es parte integrante del hospital y da servicio tanto a los pacientes del hospital como a personas ajenas al mismo.

Archivo Clínico. Depende directamente de la dirección, y es el encargado de mantener el historial clínico de cada paciente.

Personal. Este depende directamente de la dirección general y cuenta con un jefe de departamento y un auxiliar - los cuales, en forma conjunta, manejan todos los asuntos referentes a nóminas, altas y bajas de personal, etc.

Almacén General. Depende directamente de la subdirección administrativa y es el responsable de proveer al hospital de todos los productos necesarios para su buen funcionamiento, ya sea para el área médica, mantenimiento del hospital, oficinas, etc.

Compras. Al igual que el anterior, este departamento - reporta directamente a la subdirección administrativa, ya - que están íntimamente ligados. Compras realiza únicamente - los pedidos que requiere el almacén general siempre y cuando no excedan de lo normal, es decir cuando se trata de equipos muy costosos las compras se manejan a niveles superiores.

Almacén de Ropería. La responsabilidad de este departamento se inicia desde el momento en que "Lavasan" (lavandería concesionada) abastece al almacén de ropa limpia, che-

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

cando que el número de prendas que se entregan sea el correcto para posteriormente almacenarlas y poder realizar las entregas correspondientes en cada una de las áreas del hospital, recogiendo al mismo tiempo la ropa sucia.

**Mantenimiento.** Es el encargado de mantener en buen estado las instalaciones del hospital.

**Contraloría.** Es un departamento auxiliar tanto de la subdirección administrativa como de la dirección general, el cual se encarga de la revisión de todos los procedimientos administrativos, vigilando la correcta aplicación de los fondos y su contabilización adecuada dentro de los parámetros establecidos con el fin de corregir posibles variaciones.

**Contabilidad.** Su función principal es la de integrar el sistema de información monetaria que fluye de los diferentes departamentos, con el objeto de cuantificar, ordenar, registrar e informar sobre el flujo monetario del hospital.

**Crédito y Cobranzas.** Existen varias empresas, en su mayoría gubernamentales, que tienen contratos con el hospital en lo que se refiere a crédito y este departamento es el encargado de procesar las facturaciones en las cuales asigna los descuentos especiales establecidos en forma conjunta para posteriormente llevar al cabo el cobro de dichas facturas.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Tesorería. La percepción y custodia de los ingresos - está a cargo de este departamento, el cual está íntimamente ligado a crédito, cobranzas y caja.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## AREAS POR DEPARTAMENTO

Las áreas del hospital están distribuidas en dos edificios: la torre principal y el ala sur (ver planos).

Sótano 2. Está destinado para estacionamiento del personal médico y tiene una capacidad para alojar 80 vehículos.

Sótano 1. En esta área encontramos: el mortuario, radioterapia, compras, conmutador, archivo clínico, almacén general, almacén de ropería, vestidor para personal de intendencia, vestidores para personal de enfermería, almacén de la cafetería, casa de máquinas y taller de mantenimiento.

Planta Baja. Aquí se encuentran ubicados: el departamento de crédito y cobranzas, caja, tesorería, contraloría, cafetería, quirófanos de corta estancia (2 unidades), salas de recuperación (5), cocina de dietología, comedor para personal médico, relaciones públicas, información, urgencias, farmacia, tienda de regalos y óptica.

Del primero al cuarto piso se encuentran únicamente consultorios médicos, los cuales son rentados por el hospital, y están distribuidos de la siguiente manera:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Primer Piso

- 101 Urología
- 102 Gastroenterología
- 103 Cirugía Plástica
- 104 Cirugía Cardio-Vascular
- 104 Anestesiología
- 105 Otorrinolaringología
- 106 Dermatología
- 107 Neumología
- 108 Pulmonar
- 109 Medicina Nuclear
- 110 Alergología
- 111 Oftalmología

Segundo Piso

- 201 Odontología
- 202 Odonto Pediatría
- 203 Cirugia Plastica
- 204 Ginecología
- 205 Gastroenterología
- 206 Neuro Cirugía
- 206 Psiquiatría
- 206 Electroencefalografía
- 207 Cirugía Cardiovascular

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- 208 Cirugía Cardiovascular
- 209 Neuro Cirugía
- 210 Ortopedia
- 212 Cardiología

Tercer Piso

- 301 Pediatría
- 302 Dermatología
- 302 Endocrinología
- 303 Cancerología
- 304 Nefrología
- 304 Cirugía General
- 304 Neumología
- 304 Aparato Respiratorio
- 305 Electroencefalografía
- 306 Cardiología
- 307 Rehabilitación Mocl

Cuarto Piso

- 401 Urología
- 402 Oncología
- 403 Ginecología
- 406 Banco de Sangre
- 407 Patología

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- 407 Ginecología
- 408 Laboratorio Clínico
- 409 Radiología

Anexo - Ala Sur

- 1. Psiquiatría
- 2. Neumología
- 3. Ginecología
- 4. Odontología
- 6. Urología
- 9. Ginecología
- 10. Pediatría
- 13. Cirugía General
- 14. Cardiología
- 15. Cirugía General
- 16. Odontología

Quinto Piso. En este nivel se localizan los quirófanos (6 unidades), área tócoquirúrgica, terapia intensiva, - central de equipos y esterilización, áreas de recuperación, vestidor de médicos, vestidor de enfermeras, vestidor de camilleros y admisión a quirófanos.

Sexto Piso. Hospitalización (maternidad), cuneros y pre maturos. En este piso se cuenta con un total de 13 cuartos sencillos (una sola cama), 8 cuartos dobles (2 camas) y una

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

sala general (4 camas). Además del dormitorio para residentes hombres, dormitorio para residentes mujeres, central de enfermeras (2), consultorio de análisis renal y el área séptica. Todas estas áreas se encuentran en el sexto piso.

Séptimo Piso. Al igual que el piso anterior aquí tenemos: hospitalización para lo cual existen 15 cuartos, de los cuales 11 son cuartos sencillos, 2 Junior suites y 2 suites, central de enfermeras, cubículo de diagnóstico, área séptica, cuarto de descanso para enfermeras, capilla, aula de conferencias, salón para bufette, bibliohemeroteca club médico y sala de espera general.

Del octavo al onceavo piso se cuenta con las siguientes áreas para cada piso: 15 cuartos, de los cuales 11 son sencillos, 2 son junior suites y 2 son suites. Encontramos también la central de enfermeras, cuarto de descanso para enfermeras, área séptica, cubículo de diagnóstico y sala de espera general.

Se cuenta también con helipuerto, el cual está en la azotea del ala sur, es decir, a nivel del octavo piso de la torre principal.

Doceavo Piso. Jefatura de enfermería, escuela de enfermería, laboratorio propeuéutico, gerencia administrativa, contabilidad general, jefatura de personal y equipo de cómputo se encuentran localizados en este piso.

Treceavo Piso. Aquí solo se encuentra el archivo general.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## PERSONAL

A continuación mencionaremos los departamentos que cuentan con un considerable número de elementos humanos.

- A) Enfermería
- B) Intendencia (Lymocel)
- C) Mantenimiento
- D) Almacén de Ropería
- E) Almacén general
- F) Cafetería (Ovaresa - operadora y administradora de restaurantes.)
- G) Laboratorio de Análisis Clínicos
- H) Administración

A) Personal de Enfermería. Enfermería es el departamento que cuenta con el mayor número de personal dentro del hospital, ya que son 210 personas las que integran este departamento. Entre el personal que encontramos están: la jefa de enfermeras que es la principal autoridad dentro de éste departamento, las enfermeras supervisoras (10) de las cuales 4 cubren el turno matutino, 4 el vespertino y 2 el nocturno. Para el caso de hospitalización sabemos que existe un total de 6 pisos, de los cuales uno de ellos está destinado a maternidad, por lo que encontramos un mayor número de pacientes y como consecuencia se requiere de un mayor número de enfermeras:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Sexto piso cuenta con 7 enfermeras para el turno matutino, 7 para el vespertino y 11 para el nocturno para atender a un total de 34 pacientes. En el caso del séptimo, octavo, noveno, décimo y onceavo pisos sólo se requiere de 3 enfermeras para el turno matutino, 3 para el vespertino y cinco para el nocturno. Los quirófanos de cirugía mayor (6 unidades), trabajan con un total de 13 gentes del depto. de enfermería de las cuales 6 son enfermeras instrumentistas, 6 son enfermeras circulantes y una es la Jefa de quirófanos; esto se presenta de esta forma tanto para el turno matutino como para el vespertino. En el tercer turno sólo hay 2 enfermeras. En el caso de los quirófanos de corta estancia (2 unidades) con 8 personas es suficiente, y de estas 2 son enfermeras instrumentistas, 2 son enfermeras generales (en recuperación), un jefe de quirófanos y un especialista en central de equipos (tanto para el turno matutino como para el vespertino). El área tocoquirúrgica esta cubierta por un total de 27 enfermeras para los tres turnos (9 por turno). Terapia intensiva cuenta con 3 enfermeras para cada uno de los dos primeros turnos y con 2 para el tercero. Recuperación (quinto piso) ocupa 5 enfermeras tanto para el primer turno como para el segundo. Existe un total de 10 enfermeras para urgencias, distribuidas de la siguiente manera: 3 en el turno matutino, 3 en el vespertino y 4 en el nocturno. Central de equipos opera con 19 enfermeras especializadas:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



9 en el turno matutino. 6 en el vespertino y 3 en el nocturno. Por último mencionaremos que existen 6 camilleros para atender el turno matutino. 5 el vespertino y 3 el nocturno.

B) Personal de Intendencia (Lymocel). Cubre los tres turnos de la siguiente forma:

primer turno de 7.00 a.m. a 3.00 p.m. hay 26 - personas fijas y 2 suplentes.

segundo turno de 3.00 p.m. a 11.00 p.m. hay 6 - personas.

tercer turno de 11.00 p.m. a 7.00 a.m. hay 4 - personas.

C) Personal de Mantenimiento. El departamento de mantenimiento cuenta con 14 trabajadores: 6 en el primer turno, 6 en el segundo turno y 2 para el tercer turno.

D) Personal de Almacén de Ropería. Este almacén trabaja los dos primeros turnos, con 3 empleados en el primero y 2 en el segundo.

E) Personal de Almacén General. Se cuenta con un total de 9 personas: 5, 3 y 1 para los tres turnos respectivamente.

F) Personal de Dyaresa (operadora y administradora de restaurantes). El personal trabaja los dos primeros turnos con un total de 11 personas para ambos turnos.

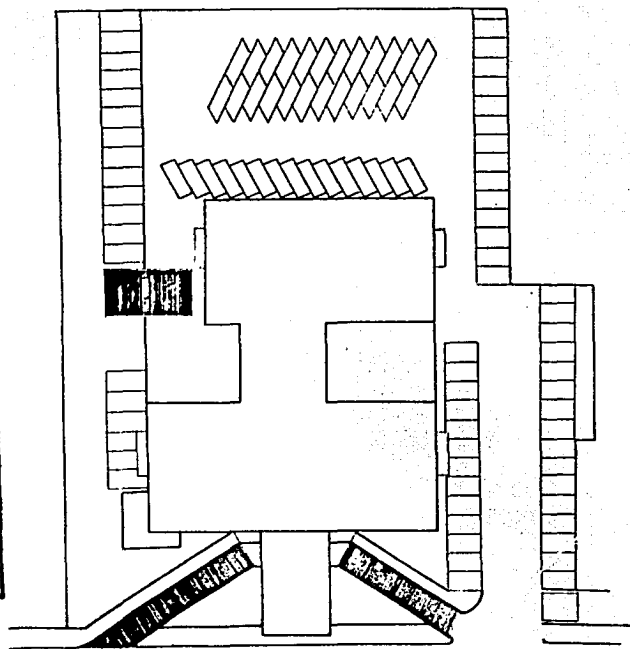
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

G) Personal de Laboratorio Clínico. En el laboratorio se trabaja únicamente de 9.00 a.m. a 2.00 p.m. y de 4.00 p.m. a 7.00 p.m. con un total de 10 personas.

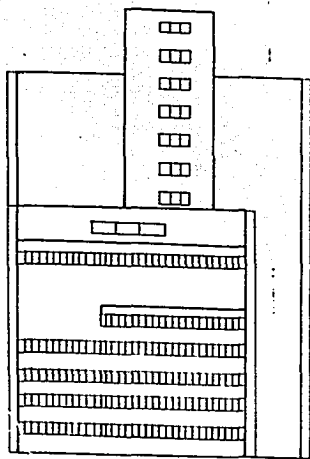
H) Personal Administrativo. El horario de trabajo es el mismo que el de el laboratorio e interviene un total de 15 gentes para cubrir todas las áreas administrativas como compras, tesorería, contabilidad, caja, admisión, etc.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

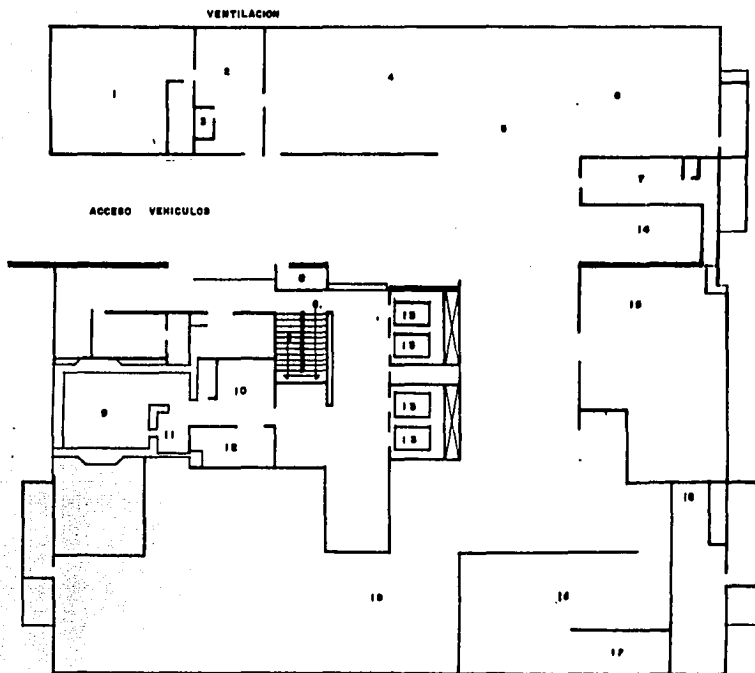
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



PLANTA DE CONJUNTO



FACHADA POSTERIOR

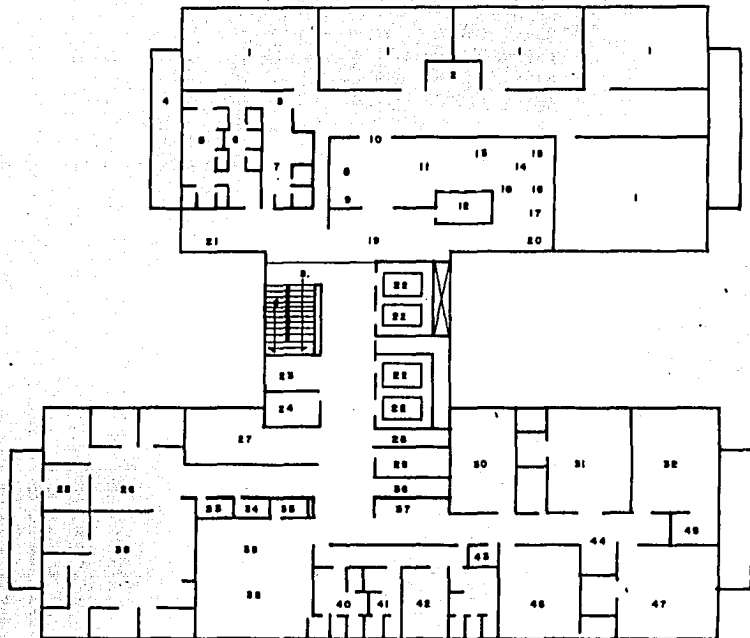


- 1.- PATIO DE SERVICIO
- 2.- TALLER DE SERVICIO
- 3.- W.C.
- 4.- SUBESTACION
- 5.- CALDERA
- 6.- BOMBAS Y EQUIPOS HIDRONEUMATICOS
- 7.- ALMACEN DE VIVERES
- 8.- ALMACEN DE BASURA
- 9.- BOMBA DE COBALTO
- 10.- CONSULTORIO
- 11.- CONTROL
- 12.- TERAPIA SUPERFICIAL
- 13.- ELEVADORES
- 14.- PLATAPORMA HIDRAULICA
- 15.- ALMACEN GENERAL
- 16.- ALMACEN DE ROPIERIA
- 17.- ALMACEN DE ROPA SUCIA
- 18.- BATERIAS
- 19.- ESTACIONAMIENTO

HOSPITAL NOEL

BOTANO

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

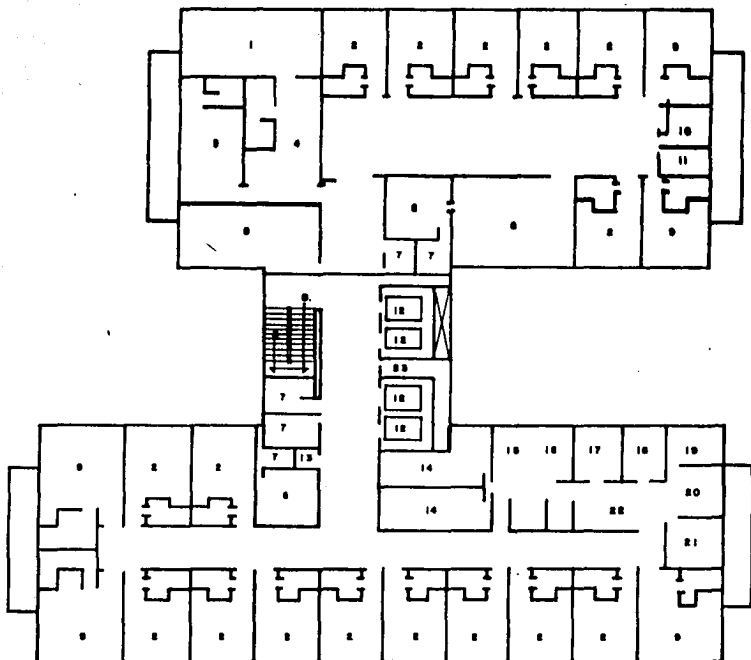


- |                                |                             |                            |
|--------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1.- QUIROPANOS                 | 16.- SUPERVISOR             | 30.- LABOR Y RECUPERACION  |
| 2.- CONTROL                    | 17.- LAVADO                 | 31.- EXPULSION             |
| 3.- TAPETE SEPTICO             | 18.- QUANTES                | 32.- EXPULSION             |
| 4.- SALIDA DE EMERGENCIA       | 19.- VESTIBULO              | 33.- W.C.                  |
| 5.- SANITARIOS ENFERMERAS      | 20.- GUARDA                 | 34.- SEPTICO               |
| 6.- SANITARIOS DOCTORAS        | 21.- DESCARDO MEDICOS       | 35.- SEPTICO               |
| 7.- SANITARIOS MEDICOS         | 22.- ELEVADORES             | 36.- PATOLOGO              |
| 8.- SOTIQUIM                   | 23.- SANITARIOS M.          | 37.- CONTROL               |
| 9.- ENTREGA                    | 24.- SANITARIOS M.          | 38.- TERAPIA CORONARIA     |
| 10.- ENTREGA                   | 25.- SALIDA DE EMERGENCIA   | 39.- RECUPERACION          |
| 11.- GUARDA ESTERIL            | 26.- TERAPIA INT.           | 40.- SANITARIOS ENFERMERAS |
| 12.- CENTRAL DE ESTERILIZACION | 27.- SALA DE ESPERA         | 41.- SANITARIOS DOCTORAS   |
| 13.- ESPERA ESTERILIZACION     | 28.- GUARDADO ANESTESISTA   | 42.- DESCARDO MEDICOS      |
| 14.- CARRO                     | 29.- ALMACENISTA DE GUARDIA | 43.- SEPTICO               |
| 15.- PREPARACION               |                             | 44.- TAPETE SEPTICO        |
|                                |                             | 45.- LAVADO NIÑOS          |
|                                |                             | 46.- LABOR                 |
|                                |                             | 47.- EXPULSION             |

HOSPITAL MOCEL

QUINTO PISO

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

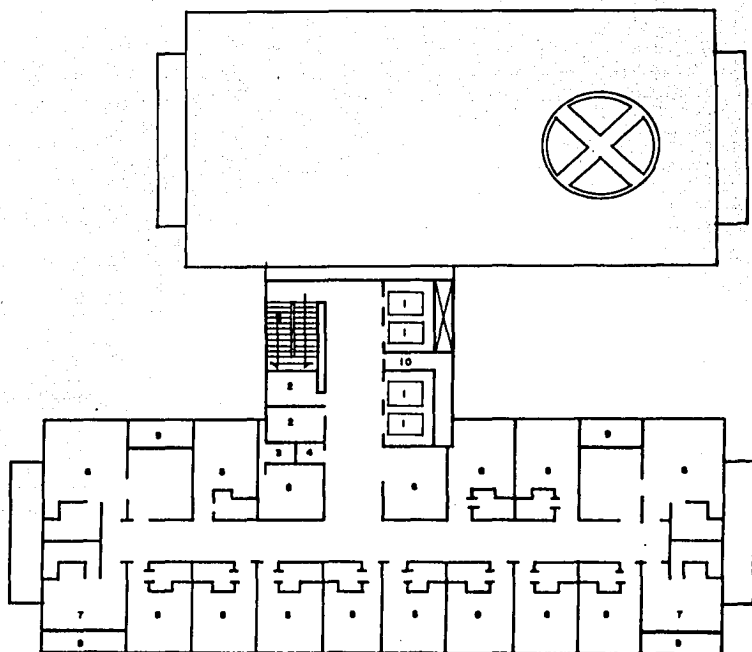


- |                            |                      |
|----------------------------|----------------------|
| 1.- LABORATORIOS           | 12.- ELEVADORES      |
| 2.- CUARTO TIPO            | 13.- AREA SEPTICA    |
| 3.- DIALISIS               | 14.- CUNEROS         |
| 4.- RIÑON ARTIFICIAL       | 15.- EXPLORACION     |
| 5.- DORMITORIOS RESIDENTES | 16.- AREA DE TRABAJO |
| 6.- ESTACION DE ENFERMERAS | 17.- PREPARACION     |
| 7.- BAÑOS                  | 18.- LAVADO          |
| 8.- SALA GENERAL           | 19.- INCUBADORAS     |
| 9.- CUARTOS DOBLES         | 20.- CAMAS TERMICAS  |
| 10.- BAÑO ARTESA           | 21.- OBSERVACIONES   |
| 11.- ROPIERIA              | 22.- AISLADO         |

HOSPITAL MODELO

SEXTO PISO

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



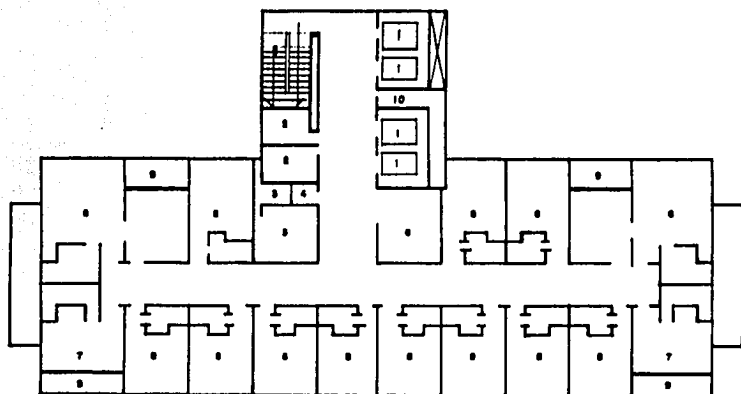
- 1.- ELEVADORES  
 2.- BAÑOS PUBLICOS  
 3.- BAÑOS DE ENFERMERAS  
 4.- AREA SEPTICA  
 5.- CENTRAL DE ENFERMERAS

- 6.- SALA DE ESPERA  
 7.- CUARTO DE LUJO  
 8.- CUARTO TIPO  
 9.- QUITE TIPO  
 10.- CUARTO DE ASEO

HOSPITAL MODELO

OCTAVO PISO

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN



- 1.- ELEVADORES  
 2.- BAÑOS PÚBLICOS  
 3.- BAÑOS DE ENFERMERAS  
 4.- ÁREA SÉPTICA  
 5.- CENTRAL DE ENFERMERAS

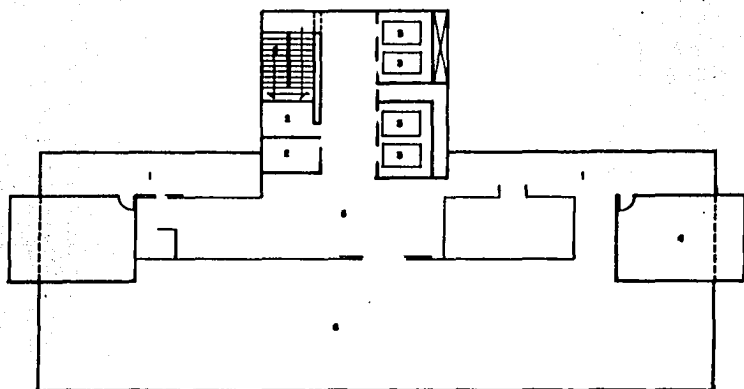
- 6.- SALA DE ESPERA  
 7.- CUARTO DE LUZ  
 8.- CUARTO TIPO  
 9.- SUITE TIPO  
 10.- CUARTO DE ASEO

HOSPITAL MODELO

88, 109, Y 119 PISO

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN



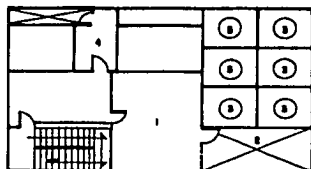
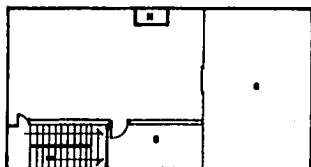


- 1.- TERRAZAS
- 2.- BAÑOS
- 3.- ELEVADORES
- 4.- CUARTO DE MAQUINAS
- 5.- OFICINAS
- 6.- TERRAZA

HOSPITAL MODELO

DOCEAVO PISO

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



- 1.- ALMACEN  
 2.- PATIO DE SERVICIO  
 3.- TANQUES DE AGUA  
 4.- ASEO Y REGISTRO  
 5.- PATIO DE SERVICIO  
 6.- AZOTEA

HOSPITAL MOCEL

FIGURAS 13 Y 14

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

I N D I C E

CAPITULO 4.-

M A N T E N I M I E N T O

INTRODUCCION

ANALISIS DE PROCEDIMIENTOS ACTUALES

MANTENIMIENTO

PLANEACION. PROGRAMACION Y CONTROL

ORGANIZACION

ADMINISTRACION

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

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

Una de las grandes áreas en la administración de hospitales es la de Ingeniería y Mantenimiento que incluye la administración de edificios, instalaciones, sistemas, equipos, aparatos electrónicos de comunicación e instrumental médico, o sea lo que constituye al ambiente físico para el cuidado del paciente.

En base a la necesidad de elevar el estado general de las instalaciones, de conservarlas mayor tiempo en uso, de aumentar la confiabilidad del servicio y de reducir los gastos se ha buscado una nueva organización en el mantenimiento.

El departamento de mantenimiento tiene su importancia debido a que es el responsable del funcionamiento de los equipos y en alguna forma está ligado a la finalidad de la empresa (el servicio). Por esta razón, un aumento en el rendimiento de las actividades de este departamento, se verá reflejado en su servicio.

Este capítulo es considerado en esta tesis porque estamos conscientes de la gran importancia que éste tiene en cualquier empresa y aún más en un hospital, ya que la fal

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ta de mantenimiento puede traer como consecuencia la pérdida de vidas que es el aspecto más importante que debe tomarse en cuenta y en esto no deben existir limitantes de ningún tipo. Hay casos en que por querer disminuir costos no se cuenta con un departamento calificado o competente de mantenimiento. En ocasiones el número de personal resulta insuficiente para cubrir las necesidades del hospital.

Los pacientes casi nunca ven al ingeniero del hospital ni visitan jamás su planta de fuerza, ni se paran por el taller de mantenimiento, pero dependen en buena parte de él y de los servicios que él controla. El mero hecho de que la sala donde se encuentra el paciente sea agradable y de que las instalaciones de luz y fuerza, de plomería, de los aparatos de televisión, del mecanismo de las camas, de las tomas de oxígeno y del sistema del aire acondicionado funcionen correctamente, se deben al trabajo del ingeniero del hospital.

A partir de una sistema de mantenimiento existente en un Hospital Privado iremos analizando los conceptos básicos como: Mantenimiento Correctivo, Preventivo y Predictivo, así como: Planeación, Programación, Control, Organización y Administración.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Este capítulo se inicia con una breve explicación del funcionamiento actual del departamento de mantenimiento en un hospital privado, de donde partiremos para la organización propuesta. Posterior a esto se presenta el mantenimiento con sus respectivas divisiones así como las ventajas y necesidades de cada uno de ellos, donde también el lector se dará cuenta de que tan complejo puede llegar a ser el mantenimiento en un hospital.

En el tema de planificación, programación y control se determinan los conceptos y estrategias que se deben considerar, todo con el propósito de aprovechar al máximo los recursos, en base a la utilización de diferentes técnicas tales como el C.P.M. (método de la ruta crítica) y la GRÁFICA DE GANTT, donde presentamos un caso aplicando ambas técnicas.

El tema de organización nos va a mostrar las bases para estructurar el departamento de mantenimiento de un hospital así como las características y funciones que debe tener el personal involucrado en dicho departamento, analizando más a fondo a la cabeza o líder del organigrama.

El manejo de los recursos humano y material se menciona en la administración, donde aparece una serie de formatos propuestos para mantener un control de decisiones, tanto para el mantenimiento preventivo, como para el correctivo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## ANALISIS DE PROCEDIMIENTOS ACTUALES

Para nuestro estudio hemos partido de un hospital privado, donde el departamento de mantenimiento esta organizado como a continuación se describe:

Respecto al recurso humano, este departamento cuenta con un total de 11 personas distribuidas de la siguiente manera:

## PRIMER TURNO:

Un fogonero  
Dos plomeros  
Un electricista  
Un carpintero

## SEGUNDO TURNO:

Un fogonero  
Dos plomeros  
Un electricista

## TERCER TURNO:

Un plomero  
Un electricista

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

También se cuenta con un jefe de departamento (Ing. - Mecánico Eléctrico), que se ocupa de coordinar el departamento e inclusive interviene en algunas reparaciones.

El departamento se encuentra localizado en el sótano del hospital y cuenta con un área de (4.20 x 9.00 mts<sup>2</sup>) - 37.80 mts<sup>2</sup>.

Se cuenta con un sistema de mantenimiento preventivo-dividido en dos partes: interno y externo al hospital.

El mantenimiento preventivo interno es llevado a cabo por personal del hospital, teniendo a su cargo: caldera, - subestación, planta de emergencia, instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias (limpieza, pintura, lubricación, etc.). Este mantenimiento no es realizado de acuerdo a lo programado, debido a que el personal se dedica al mantenimiento preventivo y correctivo, teniendo que descuidar algunos trabajos preventivos pendientes para atender otros correctivos urgentes.

El mantenimiento preventivo externo esta a cargo de personal especializado que generalmente pertenece a compañías que de una u otra forma tienen o han tenido participación en la instalación y/o venta de equipos especiales co-

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



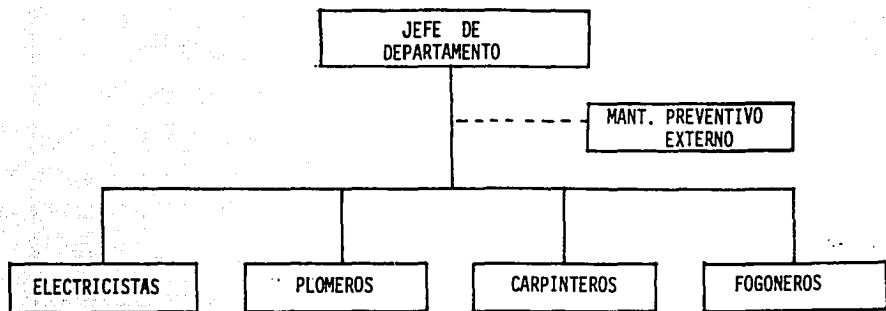
mo: electroencefalógrafos. electrocardiógrafos. computadoras. elevadores. etc.

En el caso del mantenimiento correctivo este se inicia con un aviso verbal dirigido al Jefe del departamento. él considera la falla. determina la solución. disponible y busca las herramientas necesarias entregado así el trabajo requerido. Se ha visto que a los equipos para la atención de los enfermos no se les da la calidad de mantenimiento que requieren y que. en las emergencias. el servicio lo presta el personal del departamento que este disponible en el momento en que éstas se presentan.

El jefe de departamento esta consciente de las deficiencias existentes. sin embargo, él argumenta que las autoridades superiores no le dan las facilidades necesarias para poder prestar un buen servicio. ya que el presupuesto asignado a dicho departamento resulta insuficiente y por consiguiente el herramental y el personal con que se cuenta son inadecuados.

El organigrama actual que rige a este departamento se muestra en la figura M-1.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**ORGANIGRAMA  
MANTENIMIENTO**

FIGURA M-1

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## MANTENIMIENTO

El mantenimiento es un conjunto de actividades, realizadas con el propósito de conservar los equipos, instalaciones, herramienta e inmuebles de la empresa, en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y económico. A fin de obtener el servicio deseado.

Aspectos.- Cualquier actividad de mantenimiento comprende un aspecto técnico y otro económico. Estos tienen las funciones siguientes.

Técnico.- Con este aspecto se llega al objetivo inmediato: el de conservar en las condiciones de funcionalidad deseada, utilizando los recursos disponibles. Siempre procurando que sean realizados con la mejor calidad.

Económico.- Su propósito, es el de contribuir con los medios disponibles (recursos) para poder llevar a cabo el mantenimiento.

Necesidades de un mantenimiento.- Con un buen servicio de conservación a los equipos, se consigue un aumento

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

en la continuidad del servicio, dando una mayor confiabilidad de funcionamiento. La necesidad de tener una organización encargada del mantenimiento, se pone en relieve por motivos que a continuación se describen:

**Mecanización.**— La creciente mecanización ha logrado reducir la mano de obra directa, pero a la vez ha impuesto la exigencia de conservar debidamente los equipos.

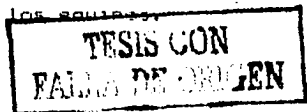
**Continuidad.**— En algunos equipos es indispensable su servicio continuo, por lo que se debe evitar cualquier paro inesperado, si lo llega a haber: restablecer su servicio en un mínimo de tiempo.

**Calidad.**— Los trabajos de mantenimiento deben ser de buena calidad, para contar con una mayor confiabilidad en el funcionamiento de los equipos.

**Atenciones del departamento.**— Todo servicio de mantenimiento debe estar encaminado a dar atención a los siguientes aspectos:

Satisfacer al usuario que opera o recibe el beneficio del equipo.

Aumentar la productividad de los equipos.



Realizar innovaciones en los equipos.

Recursos disponibles (Herramientas, materiales y refacciones.).

Futuro del mantenimiento.- El mantenimiento surgió poco después que el hombre fabricó sus primeros artefactos; desde entonces ha ido acompañando a la mecanización. Las máquinas inicialmente facilitaban el trabajo del hombre, después llegaron otras que realizaban su trabajo, ahora se están haciendo máquinas que hacen labores difíciles para él. Como observamos, las máquinas van prosperando en cuanto a mecanización y complejidad; por lo que el mantenimiento (que ha ido de la mano con estos avances) ha tenido que progresar igualmente. De acuerdo a esta tendencia se prevé lo siguiente:

Especialización.- Los mecánicos serán especialistas altamente adiestrados, con capacidad técnica al nivel de profesionista.

Supervisores.- Los supervisores de mantenimiento serán profesionistas.

El jefe de mantenimiento.- Tendrá un rango de mayor importancia dentro de la empresa, al grado de participar en las decisiones de la dirección.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

**Concepto.**- El mantenimiento preventivo es un conjunto de actividades, orientadas a vigilar el funcionamiento de los equipos y a atacar las fallas cuando estén en su fase inicial. Este mantenimiento puede ser extendido a cualquier propiedad de la empresa.

**Objetivo.**- El mantenimiento preventivo tiene como objetivo, el de evitar la interrupción del servicio que dan los equipos.

Este mantenimiento requiere una inversión en tiempo y costo, para poder ser notados los beneficios que aporta. Con él, el mantenimiento pasa de ser pasivo a activo, donde los problemas son buscados para ser atacados en su inicio, evitando mayores complicaciones.

**Ventajas.**- El mantenimiento preventivo tiene muchas ventajas que le han hecho ser una herramienta muy importante. Estas son las siguientes:

**Confiabilityad.**- Los aparatos e instalaciones sujetos a mantenimiento preventivo, funcionan en mejores condiciones de seguridad, pues se conoce mejor su estado físico y funcionamiento.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**Causa de la falla.**- Cuando la vigilancia es oportuna, se detecta la falla cuando no ha causado mayores consecuencias, además de poderse detectar la causa con mayor facilidad.

**Tiempos muertos.**- Al ser atacadas las fallas oportunamente, las reparaciones son más rápidas y sencillas: por lo mismo el tiempo muerto será menor.

**Vida Útil.**- Con el cuidado preventivo en los equipos: de lubricación, cambio de refacciones, limpieza, pintura, etc.: se aumentará sensiblemente la vida útil del equipo.

**Uniformidad del trabajo.**- Cuando los trabajos a realizar son conocidos con tiempo, se pueden programar distribuyendo con mayor uniformidad las cargas de trabajo.

**Refacciones.**- Con un mantenimiento preventivo se tiene conocimiento de una buena parte de las refacciones que se usarán, pudiéndose tenerlas almacenadas para contar con ellas en el momento requerido, evitándose así las prisas de último momento.

**Programación.**- Con este mantenimiento se cuenta con tiempo suficiente para programar y preparar los recursos -

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

en cuanto a personal. refacciones. herramientas y material indirecto.

**Funciones principales.**- Este mantenimiento comprende en terminos generales las funciones de: revisión. ajustes menores. limpieza. lubricación y pintura.

**Revisión.**- Esta función consiste en vigilar que los - parámetros de funcionamiento del equipo (voltaje. flujo de agua. vapor temperatura. etc.) se encuentren dentro de un intervalo aceptable.

**Ajustes menores.**- Comprende a cualquier ajuste pequeño que no le tome más tiempo del estimado a la rutina (como el reapriete de tornillos. reacomodo de cables. etc.).

**Limpieza.**- Es muy importante esta función. porque evita cualquier entorpecimiento del funcionamiento del equipo. ocasionado por alguna basura.

**Lubricación.**- Como todo mundo sabe. el lubricante evita la fricción entre las piezas de la máquina: por lo que una buena aplicación de ellos. alargará la vida útil del - equipo.

**TESIS CON ESTA TESIS NO SALE  
FALLA DE ORIGEN LA BIBLIOTECA**



Pintura.- Además de proteger al equipo de los agentes externos, también sirve para identificar algunas partes, - siendo localizadas fácilmente.

#### MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Concepto.- El mantenimiento correctivo es todo el conjunto de actividades destinadas a restablecer operativamente cualquier equipo, después que ha fallado en su servicio. Su característica más propia, es la imprevisión de la falla.

Objetivos.- El mantenimiento correctivo debe cumplir con dos objetivos: rapidez y calidad.

Rapidez.- La reparación del equipo debe ser hecha en un mínimo de tiempo, para poder restablecer el servicio rápidamente.

Calidad.- Estos trabajos deben ser hechos de buena calidad para evitar alguna residencia de la falla, mejorando así la confiabilidad del servicio.

Desventajas.- La imprevisión de las fallas tienen muchas consecuencias que afectan al mantenimiento correctivo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

siendo las siguientes:

**Cargas de trabajo incontrolables.**- Cuando la necesidad de reparación es imperiosa y no se puede dejar para el día siguiente, se debe realizar en ese momento, provocando días de trabajo intensos.

**Horas extras.**- Cuando los trabajos son urgentes, se requiere que el personal dedique más tiempo que el normal.

**Refacciones.**- Como los trabajos de reparación son inesperados, una buena parte de las refacciones deben ser adquiridas en carater de urgencia.

**Fuentes de falla.**- Una falla puede ser originada por el ambiente circundante, el propio equipo y por el operario.

**Debido al equipo.**- La frecuencia y magnitud de fallas, estan en relación de la calidad de sus materiales componentes, de la bondad de su diseño y de su ensamble.

**Ambiente circundante.**- Este se comporta como fuente de falla, cuando llega a afectar la funcionalidad del equipo, como son: la temperatura, la humedad, el polvo, la salinidad, etc.

**Trabajo con  
FALLA DE ORIGEN**

Personal.- El operario influye cuando sus habilidades y responsabilidades son deficientes por falta de capacidad o de conocimiento. Como es el manejo inadecuado, el abandono y el maltrato.

#### MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Concepto.- El mantenimiento predictivo es el desarrollo de actividades conservativas a los equipos, encaminadas a detectar las fallas antes de que lleguen.

Herramientas.- Para poder detectar las fallas antes de que sucedan, el mantenimiento predictivo se vale de dos herramientas principales: los datos estadísticos de fallas y de los aparatos detectores de la vida útil.

Los datos estadísticos son obtenidos de los archivos del mantenimiento preventivo, que sirven para determinar el momento factible de falla.

Los aparatos detectores de la vida útil, se han venido desarrollando en los últimos años y sirven para informar sobre el nivel de vida confiable que tiene alguna determinada pieza del equipo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Ventajas.- El mantenimiento predictivo aumenta las -  
ventajas ya mencionadas en el mantenimiento preventivo. -  
dando aún mayor confiabilidad y seguridad en el funciona-  
miento de los equipos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## PLANEACION. PROGRAMACION Y CONTROL

En esta era de tecnología y computadoras electrónicas, se ha empezado a aplicar un nuevo vocabulario en la planeación de obras. Se oye hablar continuamente de metodologías, de programación lineal, de normas de trabajo, C.P.M. (método de ruta crítica), P.E.R.T. (técnica de revisión y evaluación de programas), de la planeación por redes y muchos otros - conceptos elaborados por investigadores de programas grandes y complejos. Estos programas se estructuran de manera - que puedan ser analizados mediante el uso de una computadora. Por ejemplo, el PERT originalmente se utilizó para la - construcción de un submarino norteamericano "Polaris".

En la práctica los ingenieros de hospitales tienen que efectuar muchos trabajos que no están relacionados entre sí. La mayoría de estos trabajos son tareas muy pequeñas y es - muy remota la posibilidad de disponer de una computadora pa - ra programarlos. Por esta razón muchos ingenieros de hospita - les piensan que la planeación y programación descritas en las publicaciones técnicas están fuera de su alcance. Sin - embargo, casi todos ellos comprenden que no están planeando su trabajo en forma sistemática y que, como resultado de e - llo, muchas veces no cumplen los programas que ellos mismos elaboran. La razón de los retrasos puede ser que la fecha de

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

original estimada para la terminación de la obra no era realista o que el trabajo no se organizó sistemáticamente para cumplir con el plazo establecido que, en un principio, si era del todo válido.

Sin lugar a dudas, la labor de mantenimiento puede llegar a ser tan eficiente como el ingeniero lo desee. A menos de que los trabajadores estén conscientes de que su jefe espera un rendimiento específico de cada uno de ellos, siempre buscarán la manera de desarrollar sus tareas como mejor les acomode (ahí se va). Las ventajas que tiene una planeación inteligente sobre el empleo de reglas empíricas son numerosas. Algunas de las que podemos mencionar son las siguientes:

Que conducen a mejores estimaciones de los costos del proyecto.

Proporcionan una base firme para determinar fechas reales de terminación de las obras.

Que preparan el camino para la utilización óptima de las fuerzas del contratista y de la propia institución para terminar el proyecto satisfactoriamente.

Que proporcionan la forma de distinguir entre aquello que se debe hacer de inmediato y lo que puede o debe

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

esperar.

Que eliminen las interrupciones de la obra cuando una especialidad debe seguir otra (La comunicación entre las diversas especialidades casi siempre es defectuosa).

Elimina los retrasos ocasionados por la carencia de materiales en el momento de asignar los trabajos al personal. (Esos retrasos son los principales factores en la pérdida de tiempo).

Pone al descubierto la necesidad de adiestrar a los trabajadores.

Uno de los mayores beneficios indirectos de un plan previamente analizado y trazado sobre el papel, es que ayuda a demostrar al administrador del hospital que los problemas que se presentan son bastante más complicados de lo que él se imagina. Naturalmente, el administrador estará ansioso porque se termine pronto la obra nueva, pero debe de tener en cuenta todos los detalles de las diferentes tareas que se deben realizar, la necesidad de programar detenidamente la iniciación de cada una de ellas y ver que se obtengan los materiales necesarios precisamente en el momento programado. Para el ingeniero no hay mejor manera de ganarse la satisfacción de su "cliente" que convencerlo con la terminación oportuna de la obra, para ello, es indispensable que ambos verifiquen el plan sistemático. Desde luego, el inge-

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

niero necesita vigilar que las tareas se realicen y terminen según el plazo trazado de antemano.

El ingeniero tiene que atender muchos trabajos relativamente pequeños, independientes unos de otros y cada uno con distintas prioridades: estos trabajos resultan difíciles de estructurar pues, en la actualidad, no existe ningún programa de computación ni ningún método lo suficientemente sencillo, económico y flexible como para programar eficazmente esas pequeñas tareas diarias. Sin embargo, de ciertos programas muy elaborados se pueden sacar conceptos básicos, usar técnicas más prácticas y planear las cosas de una manera más objetiva.

Si utiliza procedimientos de planeación sencillos, el ingeniero podrá programar por lo menos el 30% de su trabajo. Si tiene tiempo y cuenta con el personal suficiente, deberá estar en condiciones de programar el 80% y aún más.

En el hospital como el que analizamos, se pueden obtener buenos resultados si se invierte en un sistema integral de programación.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## EL INGENIERO EN JEFE COMO PLANIFICADOR

Como supervisor, el ingeniero o planificador tiene la responsabilidad de recibir todas las órdenes de trabajo, ya sean verbales o escritas, y ver que se preparen las órdenes de trabajo correspondientes a solicitudes verbales urgentes. Por lo tanto, se recomienda que proceda de la siguiente manera.

Elaborar un presupuesto preliminar y clasificar el trabajo.

Programar el trabajo mediante los canales correspondientes de acuerdo con un plan.

Determinar la naturaleza y las exigencias de las obras que se deben planear y, después de consultar con las personas indicadas, proponer el mejor método para ejecutar la obra.

Proporcionar croquis, esquemas y listas de los materiales y herramientas necesarias para el trabajo.

Sugerir las prioridades de las obras y anotar las fechas de terminación.

Analizar y programar las obras en función del personal que habrá de ejecutarlas y ver si se requieren contratistas, o si alguna compra se puede sustituir para adelantar algún trabajo en particular.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Investigar acerca del estado que guardan las órdenes - de compra y apresurarlas si es necesario.

Después de las reuniones de planificación programar el trabajo de manera que se logre el grado máximo de coordinación y eficiencia durante el periodo considerado.

Mantener el ritmo de los trabajos y proporcionar a la administración reportes periódicos e información sobre la eficiencia lograda.

Servir a todo el hospital como fuente de información - en lo referente al estado de las obras.

Coordinar los trabajos con otros departamentos de la - misma institución: dar aviso por anticipado de las suspensiones de energía eléctrica que se proyecten, o - bien, acerca de los periodos durante los cuales se llevarán a cabo ciertas actividades de mantenimiento en - áreas específicas.

Cerrar las órdenes de trabajo y registrar los logros - del departamento.

#### PROGRAMACION

El método de programación más efectivo es el de estimar los trabajos en función de los tiempos normales o estándares que se predeterminen para cada una de las tareas necesarias para ejecutarlos: esos tiempos se suman para obtener

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

el tiempo total de la obra. Una vez hecho esto, la obra se puede programar según las exigencias de tiempo establecidas y, posteriormente, la eficiencia se mide en función de los estándares.

Por ejemplo, el tiempo normal o estándar para una determinada actividad:  $T_s = 8$  (unidades de tiempo), el tiempo real en el cual se ejecutó esa obra fue de:  $T_r = 9.5$ , por lo tanto, la eficiencia (E) es:

$$E = ( 2 - (T_r / T_s) ) \times 100$$

$$E = ( 2 - (9.5 / 8) ) \times 100 = 61\%$$

\*La recopilación de todos los datos necesarios para hacer una estimación de un tiempo estándar de trabajo tal vez sea innecesaria y poco práctica en un hospital, excepto cuando se trate de tareas muy comunes que se ejecuten casi rutinariamente.\*

Los resultados obtenidos se deben comparar con los estándares, no sólo para medir la eficiencia sino también para afinar los propios estándares.

Desde el punto de vista ideal, cada trabajador debería de ser adiestrado para ejecutar cualquier tarea en forma más eficiente. Si los operarios realizan el trabajo de manera diferente, tiene que resultar alguna variación en la eij

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

cución de la eficiencia y en el ritmo de trabajo. La clave para que un programa de planeación sea satisfactorio es el acuerdo entre trabajadores y sobrestantes, acerca de la mejor forma de ejecutarlo. Asimismo, se debe informar a todo el departamento de los propósitos y métodos de la planeación y programación. Mientras más intervenga el departamento en la elaboración de los planes, mayor es la probabilidad de que la obra sea un éxito.

El departamento de mantenimiento debe planear, programar, controlar, presupuestar y evaluar la eficiencia de las obras más grandes. Los presupuestos se deben elaborar tan detalladamente como sea posible y nunca basándose en suposiciones poco precisas: el costo del trabajo no variará porque el presupuesto este mal hecho. Una buena definición del trabajo es el primer requisito para su planificación: ésta incluye la determinación de la secuencia de las tareas, la fuerza de trabajo necesaria (cantidad y calidad), el equipo y los materiales. También se debe evaluar la capacidad propia del departamento para estar en condiciones de determinar si es necesario recurrir a algún contratista para terminar la obra. Una buena programación exige balancear los requerimientos y la capacidad de trabajo disponible para la obra. Una vez que se sepa en que consiste la tarea, es posible clasificarla y programarla.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La programación se puede aplicar no solamente a las grandes obras sino también a aquellas pequeñas tareas que por ser demasiado numerosas no pueden planearse por separado. Por ejemplo se puede designar a un solo electricista para arreglar los pequeños desperfectos y hacer las tareas rutinarias.

En las obras pequeñas se cuida que el cúmulo de trabajo no sea excesivo para los operarios. Si se les sobrecarga tal vez disminuya su rendimiento, pues se concentrarán en determinada tarea en vez de prestar atención a todo el trabajo.

#### TECNICAS PARA LA PLANEACION DE TAREAS MAYORES

Cuando se recibe una requisición como la indicada en la figura M-2, el ingeniero prepara un estimado de tiempo aproximado y una descripción adecuada de los aspectos que abarca la obra, verifican los fondos disponibles para su ejecución y, entonces, piden la autorización de la autoridad competente.

Después de obtener la aprobación, el ingeniero debe colaborar con los sobrestantes y utilizar los estándares esta

TRABAJO CON  
FALLA DE ORIGEN

Rellenar los dos partes superiores a Servidors mecánicos. Entregar la primera.

**Solicitud de trabajo y construcción** No. \_\_\_\_\_

**Departamento que solicita el servicio (Escribir por extenso)** \_\_\_\_\_

Departamento \_\_\_\_\_ Cuenta No.: \_\_\_\_\_

Lugar (Indic.) \_\_\_\_\_ (Indic.) \_\_\_\_\_ (Cuenta) \_\_\_\_\_

DESCRIPCION COMPLETA (TAMARO, TIPO, TRABAJO A SER REALIZADO, ETC.)	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL

(Añadir especificaciones de materiales)

**MARQUE LAS CASILLAS APROPIADAS**

<input type="checkbox"/> Trabajo a máquina nueva	<input type="checkbox"/> Reparar trabajo eléctrico	<input type="checkbox"/> Reparar agua
<input type="checkbox"/> Reparar y/o reemplazar	<input type="checkbox"/> Reparar gas	<input type="checkbox"/> Reparar ventilación
<input type="checkbox"/> Parte de una unidad nueva	<input type="checkbox"/> Reparar vapor	<input type="checkbox"/> Reparar unidades subterráneas
	<input type="checkbox"/> Reparar aire a vacío	<input type="checkbox"/> Tramo más de una unidad

RAZON: Rellenar páginas adicionales si son necesarias)

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Elaborado por \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_ Jefe del Departamento \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

**REVISOR Y ESTIMACION DEL DEPTO. DE INGENIERIA**

Observaciones: \_\_\_\_\_

Fecha	Aprobación del Director de Servicios Mecánicos	CAPITAL	GASTOS	TOTAL

El uso está de \$ 500 millones, contrato de Arco y Admisión del Obispo: a cargo

ACCION: FICHA FICHA FICHA

El uso está de \$ 100 millones, contrato de Obispo

ACCION: FICHA FICHA FICHA

El caso de aprobación y designación, devuelto al Director de Servicios Mecánicos.

SOLICITUD DE EQUIPO Y DE CONSTRUCCION

FIGURA M-2

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

blecidos con el fin de estimar y escalonar los periodos necesarios para cada especialidad. Se deben de pedir de inmediato los materiales que no haya en existencia (figura M-3) y estar al pendiente de las entregas. El trabajo se debe programar cuando se esté seguro de contar con el material necesario.

Una vez que va se tenga el material, se debe discutir el avance de la tarea en juntas celebradas, por lo general, cada semana. Por ejemplo, si esas juntas se verifican los jueves, se tiene el tiempo suficiente para programar el trabajo de la siguiente semana, asegurarse que los materiales estén listos, avisar al departamento en donde la tarea se va a llevar a cabo, así como de preparar y distribuir el programa relativo de trabajo. Se deben conservar las minutas de cada una de estas juntas.

Los diferentes trabajos se deben ir programando de acuerdo con la evaluación de sus prioridades y según las especialidades ( figura M-4 ).

Durante la semana que sigue a la de la iniciación de los trabajos se debe comenzar a valuarlos minuciosamente y, en caso de encontrar errores, buscar la explicación a éstos. El rendimiento se debe calcular y representar por medio de

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN**

NO SE USE	FORMA DE REQUISICION				VENTA AL POR MAYOR DE MATERIALES			
	CARGUESE A	PARA	FECHA	ENVIASE A				
DESPACHADO	UNIDAD SOLICITADA	Nº. DE CATALOGO	UNIDAD DESPACHADA	DESCRIPCION DEL ARTICULO				
SOLICITADO POR			APROBADO POR		MANEJO DE MATERIALES			

MATERIAL RECIBIDO POR: \_\_\_\_\_

**FORMA DE REQUISICION DE EXISTENCIAS**

FIGURA M-3





una gráfica para medir con exactitud su aumento o bien para determinar las bajas en dicho rendimiento. Cuando el rendimiento es alto, esto puede ser indicio de que el estimado de tiempo tiene deficiencias o está mal hecho (es decir, que el tiempo real es mayor que el estimado.). El objetivo siempre debería ser un mejoramiento real tanto en el estimado como en el desarrollo de la tarea y no un mero dato numérico del rendimiento.

Los estimados y los programas deben ser lo más realista posible. De otra forma, todo el proceso resulta afectado. La efectividad sólo se puede medir cuando se tiene una meta objetiva previamente determinada y no cuando se fija una fecha sin ninguna base. No importa que tan cuidadosamente se hagan los programas y los presupuestos estimados, éstos siempre se deberán verificar.

#### PLANIFICACION GRAFICA

Un diagrama de ruta crítica ejecutado con la ayuda de una computadora se puede utilizar para manejar proyectos de mucha importancia. El ingeniero debe de conocer esta clase de métodos, es importante que comprenda a fondo las técnicas de graficación que a veces son de gran utilidad en la planeación de proyectos relativamente pequeños.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Para un proyecto de dimensiones reducidas se pueden emplear con éxito algunas técnicas que no exigen ningún conocimiento matemático profundo. Las dos técnicas fundamentales son: la gráfica de Gantt y el método de la ruta crítica sin computadoras.

El objetivo de estos dos procedimientos es la organización estratégica del trabajo encaminada a lograr la más rápida terminación de las obras y abatir el costo o, también, lograr un aumento en los ingresos si es que el proyecto está destinado a producir ingresos. Estos beneficios son relativos pero pueden ser de gran significación.

En general, las gráficas son de tiempo y, por esa razón, es necesario que los estimados de tiempo sean reales. Asimismo, permiten la comparación entre los logros obtenidos y los objetivos planeados para descubrir de inmediato los puntos de desviación respecto al programa.

#### GRAFICA DE GANTT

La gráfica de Gantt, se llama así por su inventor, Henry L. Gantt, que fue uno de los primeros que utilizó programas de trabajo en la ingeniería. Para analizar una obra, Gantt desglosaba el proyecto en sus operaciones fundamenta-

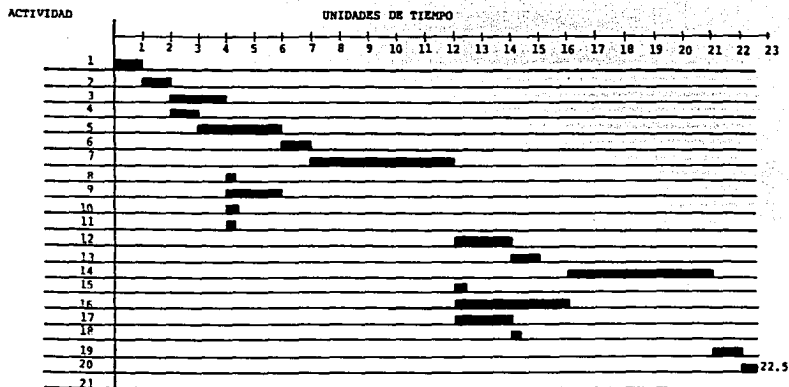
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

les, después ideaba una secuencia de etapas de estas operaciones y, por último, estimaba el tiempo necesario para la ejecución de cada etapa. En las figuras M-5 y M-6, aparece una lista de las operaciones, la secuencia de tiempos y las estimaciones hechas para un proyecto de remodelación del comedor de residentes. En ese sistema, a medida que los trabajos avanzan, se pueden ir registrando las etapas ya terminadas por medio de una línea gruesa.

#### LA RUTA CRITICA

En la figura M-7 se indica el método de planificación por redes aplicado al mismo proyecto de remodelación del comedor de residentes. El proyecto se desglosa en actividades y eventos. Las actividades se representan por flechas que indican el tiempo que transurre entre un evento y otro. La gráfica del proyecto tiene forma de red. La ruta crítica es simplemente el camino de las flechas que indican la secuencia de eventos más larga. En nuestro caso la ruta crítica está determinada por los eventos: 1, 2, 3, 5, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 18 y 19 que da un total de 22.5 unidades de tiempo; por lo tanto, representa los eventos que se deben acelerar lo más posible a fin de reducir la duración total del proyecto. La gráfica también puede indicar las flechas exigidas para las entregas de material y las rutas en donde existe cierto margen que permiten transferir operarios a o

**TESTS CON  
FALLA DE ORIGEN**



GRAFICA DE GANTT

FIGURA M-6

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### PROGRAMACION POR RUTA CRITICA

PROYECTO	REMODELACION DEL COMEDOR DE RESIDENTES	REVISION NO. 987-AE4	FECHA 28/03/83
SECCION	SISTEMA:	NO. FUNCION	ESPECIALIDAD:

ACT NO	ANTECEDENTES	RESP.	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	DURACION	COSTO	PERSONAL
1	0	3	PREPARACION DE ESTIMACION DE TIEMPO APROX. (duración)	1.00		
2	1	1	AUTORIZACION DE LA AUTORIDAD COMPETENTE	1.00		
3	2	3 a 8	ESTIMACION DE LOS ESTANDARES POR ACTIVIDAD	2.00		
4	2	3	ELABORACION DE LISTA DE MATERIALES	1.00		
5	4	2	ELABORACION DE COTIZACIONES DE MATERIALES	3.00		
6	5	2	COLOCAR PEDIDOS	1.00		
7	6	2 y 3	RECEPCION DE MATERIALES (entregas)	5.00		
8	3	8	SACAR MOBILIARIO VIEJO	0.20		
9	3	4 y 8	DESMONTAR PLAFON VIEJO	2.00		
10	3	5	DESMONTAR BEBEDEROS VIEJOS	0.25		
11	3	7	DESMONTAR PUERTAS	0.20		
12	8,9,10,11 y 7	6	HACER RESANES NECESARIOS	2.00		
13	12	6	PINTAR PAREDES	3.00		
14	16	4 y 8	INSTALAR PLAFON NUEVO	5.00		
15	7,8,9,10 y 11	5	INSTALAR BEBEDEROS NUEVOS	0.30		
16	" " "	4	INSTALACION ELECTRICA	4.00		
17	" " "	7	BARNIZAR PUERTAS	2.00		
18	17	7	MONTAR PUERTAS	0.20		
19	13,14,15 y 18	8	PULIR PISOS	1.00		
20	19	8	COLOCAR NUEVO MOBILIARIO	0.50		
21	20	3	ENTREGA DEL LOCAL	0.00		

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

FIGURA M-5

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

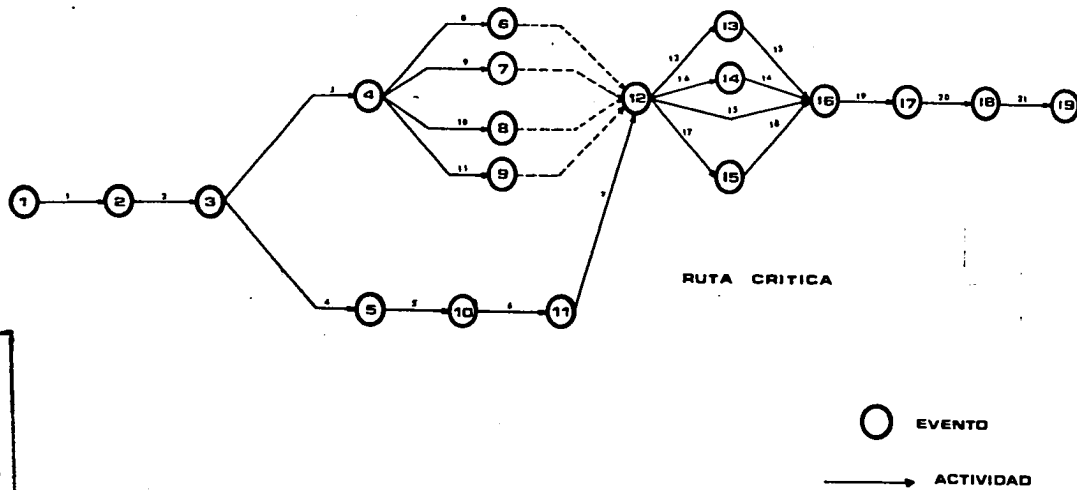


FIGURA M-7

tros trabajos sin comprometer la fecha de terminación.

Mientras más complicada es una obra, mayor es la ventaja del diagrama de red sobre la gráfica de Gantt.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## O R G A N I Z A C I O N

La organización de las funciones de ingeniería y mantenimiento se ha convertido en una creciente necesidad. El departamento de ingeniería y mantenimiento tiene que estar al tanto de los rápidos adelantos de los servicios de ingeniería (diseños modulares, control de parámetros ambientales mediante computadoras electrónicas, sistemas electrónicos - sensibles, etc.) y, además, conocer los avances logrados en la fabricación de instrumental de diagnóstico y terapia biológica para la atención del paciente.

El departamento de ingeniería debe mantener estrechas relaciones con el administrador del hospital, el personal médico, otros departamentos, los pacientes, otras instituciones y ciertos grupos de profesionales. Ahora bien, una comunicación interdepartamental ineficiente siempre da origen a relaciones inadecuadas y, por lo tanto, es indispensable que existan buenos sistemas de comunicación, especialmente en un departamento que debe prestar servicios a todos los demás del hospital, pues esta es la clave para que haya cooperación entre los diferentes departamentos.

La organización del departamento depende de la habilidad que tenga su director como técnico y administrador. Cuando se cuenta con personal muy capacitado, el departamen

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

to tiene las siguientes responsabilidades: operación y mantenimiento de la planta, así como mantenimiento de equipo - de los edificios, instrumental para atención médica, edificios y terrenos, medidas de seguridad, vigilancia, reparaciones y nuevas construcciones en las instalaciones, y por último, administración de la propiedad. Cuando el director del departamento no tiene capacidad administrativa, las funciones anteriores se distribuyen entre varios departamentos o bien se puede hacer un arreglo especial y las funciones - independientes no se manejan en la oficina ejecutiva del hospital.

Puede darse el caso de que sea económicamente necesario contratar ciertos servicios y asesorías o bien buscar alguna forma de compartir los servicios entre dos o más hospitales. Pero, ya sea que estas funciones se manejen dentro del hospital o mediante ayuda externa, es necesario que las controle un solo departamento.

#### LIDERAZGO

Para cumplir de una manera eficiente con todas sus responsabilidades es indispensable que el departamento cuente con un líder competente. Los empleados que actúan a la vez como supervisores y jefes son ya cosa del pasado.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El jefe del departamento debe poseer una buena preparación académica y para este hospital se debe exigir que se tenga título en ingeniería civil, mecánica o eléctrica.

El jefe de departamento debe contar con amplia experiencia en lo referente a la instalación, operación y mantenimiento de los sistemas mecánicos utilizados en los hospitales; deberá saber leer e interpretar planos y tener conocimientos básicos de diseño estructural, arquitectónico, mecánico y eléctrico. Por último, deberá ser un verdadero dirigente, experimentado en actividades de supervisión y capaz de aplicar en cualquier momento las reglas fundamentales de la administración.

#### ORGANIZACION

El departamento de ingeniería y mantenimiento debe tener una organización que pueda adaptarse constantemente a los cambios del mismo.

El tamaño del hospital y las características del edificio son factores que ayudan mucho a determinar la forma en que se debe organizar el departamento. En nuestro caso puede haber un solo ingeniero en jefe que este directamente a las órdenes del administrador.

Lo importante, es tener siempre presente la necesidad

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

de que el departamento de ingeniería y mantenimiento esté - representado en el grupo ejecutivo del hospital y de que esté organizado como una sola unidad en todo lo que a funciones se refiere. Aún cuando los servicios fueran presentados por consultores externos o por contrato, es muy importante que todas las funciones queden bajo el control de un solo - departamento de organización.

Se deberá hacer un organigrama o diagrama de la organización del departamento. Asimismo, el departamento debe estructurarse según sus necesidades, los elementos humanos - disponibles y el tipo de instalaciones. No se puede transferir el organigrama de un hospital a otro sin que se pierda hasta cierto punto la singularidad de cada departamento y de la institución.

#### FUNCIONES DEL DEPARTAMENTO

Como son las obras de ampliación y modificación del - hospital el trabajo del departamento se aprecia y proyecta mejor que con el desempeño de las tareas rutinarias de mantenimiento y reparación, a menudo se olvida que las obligaciones fundamentales y la finalidad específica del mismo, - son el mantenimiento del hospital y sus equipos. El jefe - del departamento siempre deberá tener presente que ésta es su responsabilidad principal.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA

El departamento de mantenimiento debe conservar en condiciones óptimas de operación la instalación a su cargo en la cual han intervenido arquitectos, ingenieros mecánicos, electricistas y civiles, además de muchos otros trabajadores especializados de la construcción.

Muy a menudo se piensa que la operación y mantenimiento correctos de los sistemas eléctricos y mecánicos son actividades de escasa importancia; pero estos sistemas, con sus complicadas redes de tuberías, ductos y controles localizados en las paredes, en los pisos y en los techos requieren una vigilancia constante y minuciosa.

Si se descuidan las labores de mantenimiento, no sólo se elevarán los costos de operación, sino que aumentarán las probabilidades de caer en litigios o demandas por responsabilidad civil. En muchos casos, ese descuido puede ocasionar que se hagan reposiciones costosas en vez de un servicio de mantenimiento rutinario. Los costos de construcción, operación y mantenimiento de las áreas del hospital son siempre elevados. Los gastos de construcción se hacen una sola vez, pero los de operación y mantenimiento son continuos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Los costos de operación del departamento aumentan a medida que pasa el tiempo. La tasa de este incremento depende de la magnitud y el tiempo de mantenimiento que se le da al hospital. El aplazamiento de las operaciones de mantenimiento indica una mala política administrativa. Los tribunales han otorgado cuantiosas indemnizaciones a personas que han demostrado que hay negligencia en las labores de mantenimiento de edificios, equipos y terrenos.

Las actividades de mantenimiento y operación de las áreas del hospital deben considerarse como una sola tarea. Además, por dos razones, es muy ventajoso agrupar en esta clasificación general a los empleados que tengan experiencia en determinado oficio.

La primera razón es que se tiene mayor flexibilidad en la ejecución de los trabajos. El hospital carece de medios financieros para ocupar permanentemente operarios especializados en trabajos de electricidad, plomería, ventilación, refrigeración, hojalatería, carpintería y pintura. Aún en el caso que se contara con los fondos necesarios, lo que pasaría es que no hay trabajo suficiente para mantener ocupado a todo ese personal en sus diferentes oficios y especialidades durante ocho horas diarias los siete días de la semana; por tanto, los el ingeniero en jefe deben tener los conocimientos suficientes para dirigir eficazmente los trabajos

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

de cada una de esas especialidades.

La segunda razón es que muchos oficios están representados por sindicatos. Entonces, si los empleados se clasifican según sus oficios en vez de considerarlos como trabajadores de mantenimiento en general, es muy probable que, en un momento dado, el departamento se vea en la obligación de firmar contratos con varios sindicatos, uno por cada oficio, lo cual viene a limitar en gran medida la labor o labores que pueda desempeñar cada uno de los operarios asignados al departamento. Sin embargo, cuando se trata de instalaciones muy importantes, puede ser necesario y hasta ventajoso emplear personal sindicalizado que garantice su competencia en las labores de mantenimiento de equipo y de sistemas mecánicos y eléctricos.

#### MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

Por cada pie cuadrado de piso, los hospitales tienen más equipo que las industrias. El manejo adecuado o defectuoso de los equipos médicos puede significar la vida o la muerte de un enfermo.

Antiguamente, el equipo médico de los hospitales consistía en aparatos de succión, vaporizadores, incubadoras, lámparas para quirófanos, mesas de operaciones, esteriliza-

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

dores, etc. pero la lista de los equipos ha aumentado de tal manera, que ahora incluye equipos de monitoreo fisiológico, equipos electrónicos, equipos de inhaloterapia y muchos más.

Por lo tanto, en el personal del hospital debe haber - cuando menos algún experto en el manejo de esos equipos especializados, de manera que se pueda adiestrar debidamente al personal encargado de su manejo y darle, al mismo tiempo, explicaciones detalladas de las instrucciones de los fabricantes. Además, esa persona debe estar capacitada para hacer reparaciones menores cuando sea necesario y para determinar las condiciones de seguridad en que se encuentra el equipo. El solicitar los servicios de especialistas resulta a veces demasiado caro y, a menudo, innecesario: puede tratarse únicamente de algún pequeño ajuste o de dar instrucciones precisas sobre el uso seguro del equipo de que se trate.

Es muy importante que el equipo en general, y muy particularmente el destinado al cuidado especial de los enfermos, sea minuciosamente revisado en forma rutinaria y de acuerdo con un programa previamente establecido. Los artículos provenientes de un área central de servicios como los equipos de succión e inhaloterapia se deberán examinar y probar antes de ser entregados para ser utilizados con algún otro paciente.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



El adiestramiento del personal en el uso y limitaciones del equipo se ha hecho cada vez más difícil en virtud del creciente número de nuevos aparatos que llegan al hospital y del aumento y disminución de empleados dentro de la misma institución. No obstante, el departamento de mantenimiento tiene la responsabilidad de adiestrar eficazmente al personal en la operación y limitaciones del equipo. En lo que se refiere a uso y cuidado de los aparatos médicos, las actividades del departamento deben coordinarse con las del departamento de adiestramiento práctico de personal.

Para el buen funcionamiento del departamento de mantenimiento, es indispensable contar con un manual de normas y procedimientos y, además, con un buen programa de adiestramiento de personal. Las normas deberán de establecer claramente que se deberá hacer en casos de fallas en la energía eléctrica, descompostura de elevadores, alarmas contra incendios, alarmas de los veladores y muchas otras indicaciones de peligro necesarias para alertar al personal cuando se presente un problema de los que surgen en los sistemas del hospital. Los procedimientos deberán incluir una secuencia muy bien planeada para el tratamiento químico del agua de alimentación a las calderas y a las torres de entriamiento, así como los servicios para unidades específicas del equipo, la transferencia de las cargas eléctricas, el procesamiento de las órdenes de trabajo, fijar la hora exacta de

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

poner en marcha ciertos sistemas y algunas otras actividades.

Una vez que se han establecido las clasificaciones del personal, así como todas las normas y procedimientos del departamento, se puede empezar con el programa de adiestramiento. El jefe de un departamento que dice: "no tengo tiempo para reunirme con mis empleados, estamos demasiado ocupados" debería de detenerse a considerar que las reuniones de adiestramiento, si se conducen inteligentemente, pueden evitar que el personal pierda muchas horas de trabajo productivo. Seguramente todos los empleados están ocupados y tienen varias tareas por hacer, pero su trabajo no es tan productivo como se desea. Si es necesario mantener los costos a un nivel determinado, la producción tendrá que aumentar. El jefe del departamento debe completar el adiestramiento impartido dentro de la institución como el que ofrecen muchos de los fabricantes o distribuidores de equipo.

#### MANTENIMIENTO DE ARCHIVOS

El mantenimiento de archivos se hace más necesario a medida que se crean más y más normas para asegurar el buen funcionamiento de las instalaciones, así como para el cumplimiento correcto de las tareas del personal. Estos archivos tienen las siguiente finalidades: hacer que se cumplan los

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

reglamentos, comunicar instrucciones y proporcionar información. La siguiente lista incluye los archivos más importantes y útiles que debe llevar el departamento de mantenimiento del hospital.

- 1.- Planos y especificaciones para el debido registro de las construcciones.
- 2.- Lista de materiales empleados en las reparaciones y reformas efectuadas a fin de que haya información adecuada con respecto a la posible velocidad de propagación del fuego en caso de incendio.
- 3.- Copias de los contratos relativos a la instalación de los sistemas contra incendio.
- 4.- Minutas de las juntas del comité de seguridad.
- 5.- Informes de las inspecciones de seguridad.
- 6.- Informes de incendios varios.
- 7.- Certificados que garanticen la seguridad en el abastecimiento de agua.
- 8.- Documentación relativa para el abastecimiento de agua para casos de incendios.
- 9.- Documentación relativa al suministro de energía eléctrica de emergencia y a las áreas que ésta abarca.
- 10.- Informes semanales sobre el generador eléctrico de emergencia que incluyan los resultados de las inspecciones, rendimientos, periodos de operación y repara-

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- ciones.
- 11.- Documentación relativa a los dispositivos eléctricos no conectados a tierra en las salas de operaciones
  - 12.- Registro de las lecturas mensuales de la conductividad en las tomas, equipo y otros dispositivos de las salas de operaciones.
  - 13.- Registro acerca de las pruebas efectuadas periódicamente sobre los detectores de tierras en las salas de operaciones.
  - 14.- Certificados que garanticen la seguridad del abastecimiento de oxígeno.
  - 15.- Registros de las inspecciones, servicios y mantenimientos rutinarios, llevados a cabo en los sistemas contra incendio, incluyendo los extintores.
  - 16.- Registro de las inspecciones y pruebas realizadas en los aparatos, instrumentos e instalaciones para determinar si hay fugas de corriente.
  - 17.- Documentación sobre el control de plagas.
  - 18.- Manuales de normas que incluyan organigramas, períodos de vigencia de los mismos, descripciones de puestos y procedimientos habituales en casos normales y de urgencia, tales como incendios y desastres.
  - 19.- Registros relativos a las pruebas e inspecciones de mantenimiento preventivo.
  - 20.- Bibliografía de manuales, folletos periódicos y -

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

libros: información y datos científicos proporcionados por los fabricantes y/o distribuidores de sus equipos.

21.- Reglas establecidas por el departamento de mantenimiento para casos de incendio o desastres.

#### EL INGENIERO EN JEFE DE MANTENIMIENTO.

La función del ingeniero de hospitales ha evolucionado desde ser antiguamente, un "fogonero" o "un mozo de mantenimiento" hasta convertirse en un profesional de categoría e importancia. Los consejos directivos y, en general, las administraciones de los hospitales, han llegado a comprender que, después del administrador, el primer puesto que se debe cubrir es el de ingeniero en jefe del hospital. El 40 o 50 % del presupuesto de construcción de un hospital se emplea en la realización de los trabajos mecánicos y eléctricos y, por lo tanto, es indispensable que haya alguien bien familiarizado con la instalación en general y que pueda hacerse cargo de su operación después de que los contratistas han terminado sus trabajos. El ingeniero del hospital puede dar gran ayuda durante el desarrollo de los programas de construcción: por ejemplo, supervisando que las válvulas, los registros y los paneles de acceso queden colocados en los sitios más convenientes para que el mantenimiento posterior del equipo sea más económico.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El hospital que analizamos emplea un promedio del 2.3% de sus costos de operación, cuando que el hospital promedio emplea un 5.2%

#### EMPLEADOS

El ingeniero del hospital debe conocer perfectamente - el principal de los recursos con el que cuenta para el desarrollo de su trabajo: el personal a sus órdenes. Independientemente de su habilidad y de sus conocimientos técnicos el ingeniero puede lograr los objetivos del departamento de mantenimiento únicamente si cuenta con la cooperación de - sus subordinados. De su capacidad para transformar sus conocimientos en actividades productivas para el hospital depende su éxito, pero esto constituye una tarea sumamente difícil.

El desarrollo de un empleado comienza desde el día en que se le contrata para ocupar un puesto. Además de los lineamientos generales en la rama hospitalaria, debe recibir una orientación minuciosa relativa a las normas y procedimientos del departamento de mantenimiento, tales como las - reglas de seguridad, deberes en casos de siniestro, programas de adiestramiento y ascensos del personal. También, desde el principio se le debe hacer sentir que forma parte del equipo y que se le considera como un miembro necesario y ú-

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

til en el hospital en general. y muy especialmente, en las actividades del departamento.

Cada uno de los empleados necesita saber exactamente cual es el nivel que ocupa dentro de la organización, como se está comportando, en que falla y cuales son sus ventajas así como el rendimiento que se espera de él para el siguiente año. El desempeño normal y bien dirigido de una tarea en particular, así como su correcta evaluación, tal vez signifiquen para el empleado más que cualquier otra cosa para motivarlo y lograr que realice su trabajo con mayor eficiencia.

El Ingeniero en jefe del departamento de mantenimiento del hospital debe contar con la ayuda de algún empleado de oficina: es inconcebible que carezca de esa ayuda, pues sin ella ningún sistema de órdenes de trabajo puede funcionar satisfactoriamente ni se pueden llevar registros de eficiencia de las diversas especialidades. El ingeniero debe de tener la categoría que le corresponde y no ser un simple empleado.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## MANTENIMIENTO PREVENTIVO EXTERNO

Para determinar cuales equipos conviene integrarse al mantenimiento preventivo externo al hospital, es conveniente considerar los siguientes puntos:

- El equipo debe de estar en condiciones de funcionamiento normales.
- Se le debe dar preferencia a los equipos cuyo servicio es más importante.
- El equipo muy especial y de sistema complejo como por ejemplo:

electroencefalógrafos  
 electrocardiógrafos  
 aparatos de monitoreo fisiológico  
 computadoras

- Procurar que los equipos sean de partida semejante.

Al hacer este análisis, se debe tomar en cuenta la conveniencia de dar el trabajo a un contratista, pues tiene un mayor grado de especialidad, rapidez, seguridad y costo.

## ORGANIZACION DEL RECURSO HUMANO

Lo que se busca al organizar este importantísimo recurso, es el de asignarle a cada individuo sus responsabilida-

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



des y sus niveles de autoridad.

Al organizar se deben de considerar los siguientes puntos:

-Unidad funcional.- Todos sus miembros deben coordinarse para poder cumplir con los objetivos del departamento.

-División del trabajo.- Esta división se hace en relación al nivel de responsabilidad y cantidad de trabajo

-Agrupación del personal.- Los trabajadores se deben de agrupar de acuerdo a una actuación en común.

-Autoridad.- Las líneas y niveles de autoridad deben estar en relación directa a las responsabilidades.

-Comunicación.- Las líneas de información deben de estar bien definidas para una mejor coordinación.

#### ORGANIZACION DE LOS MATERIALES

Al asignar los materiales. se les da un lugar específico al las herramientas, inmuebles, refacciones, materiales indirectos y administrativos para que se tenga un rápido y fácil acceso a su localización.

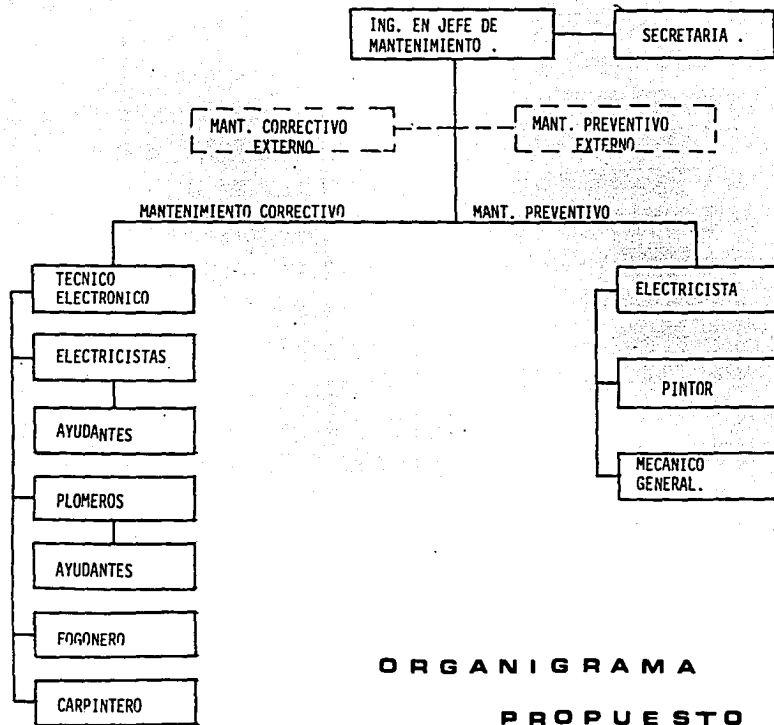
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## ORGANIGRAMA DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Funciones del mantenimiento.- Para estar en condiciones de establecer un organigrama, se necesita hacer un desglose de todas las funciones que deben realizarse, siempre tomando en cuenta las características que debe seguir la organización. (ver figura M-8).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**ORGANIGRAMA  
PROPUESTO**

FIGURA M-8

## ADMINISTRACION

**Concepto.**- La administración es la acción de guiar al elemento humano para disponer de los recursos materiales. una buena administración es el hecho de disponer estos recursos con el propósito de aprovecharlos en la mejor forma posible .

Si los recursos fuesen ilimitados en cantidad y calidad la necesidad de administrarlos sería nula. pero la escasez de personal preparado y la falta de medios materiales y económicos. son barreras de importancia considerable que se oponen al objetivo del departamento. por esto se hace necesario el hecho de contar con una buena administración para aprovechar los recursos disponibles en forma eficiente.

**Medios de comunicación.**- Comunicación es el proceso en el que se transmiten los conocimientos y sentimientos a los demás. Sus medios son los verbales, gráfico y escrito.

El verbal. son los diálogos personales entre los miembros del departamento y de estos con los demás departamentos.

El gráfico. son las representaciones objetivas en los planos. gráficas. etc.

El escrito. es el mas utilizado porque tiene las siguientes ventajas:

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

- Conserva la información inalterable
- Se pueden conservar o guardar
- Sirve de comprobante
- Se puede detallar mas la información

La comunicación es importante en la administración ya que es indispensable transmitir las decisiones. observaciones. solicitudes. memorándums. etc.

Areas de la administración.- La administración de los recursos se orienta a tres areas: al personal, los materiales y lo económico. La administración del personal abarca - desde el jefe del departamento hasta los ayudantes. En los materiales: los edificios. herramental. materiales indirectos, papelería. etc. El económico al presupuesto. Esta administración a la vez se compone de dos partes: la activa, - proporcionada por el personal y la pasiva, por los materiales y el presupuesto.

#### FLUJO DE LA ADMINISTRACION

Todas las decisiones administrativas se concentran en las órdenes de rutinas y de reparación: es por esto que se han considerado dos flujos de decisiones. uno para cada tipo de mantenimiento (correctivo y preventivo).

TESTIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Flujo de la orden de rutina.- Este flujo se inicia cuando el supervisor de mantenimiento preventivo se informa de datos para determinar los puntos y frecuencias que se deben inspeccionar en los equipos, en una rutina de recorrido lógico. El conjunto de rutinas son programadas para todo el año calendario. Después se distribuyen estas rutinas entre los días de cada semana y entre los oficiales de mantenimiento preventivo. Ellos, durante sus recorridos deben tomar nota de las observaciones importantes que encuentren. El Ingeniero en jefe revisará cada reporte para tener un conocimiento del estado de los equipos, y así decidir cuáles son las acciones más convenientes, como: una solicitud de mantenimiento correctivo o reajustar los puntos y frecuencias de las rutinas. Por último, se hace un registro de los ajustes y fallas importantes para formar un historial del comportamiento de cada equipo.

Flujo de la orden de reparación.- Para emitir esta orden, es necesario que el supervisor de mantenimiento correctivo se entere de la existencia de la falla, por medio de una solicitud escrita del departamento afectado, o de las observaciones hechas por los oficiales de mantenimiento preventivo. Al tener conocimiento del problema, el supervisor hace un análisis (consultando el manual técnico) de los sín

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

tomas que presenta la falla, concluyendo en un diagnóstico que servirá para buscar la solución más adecuada, asignando los recursos necesarios, todo esto es registrado en la hoja de reparación. Esta hoja debe programarse cuando se cuenten con todos los medios necesarios para llevarse a cabo. Concluida la reparación, se anotan todas las observaciones importantes que sean relativas al equipo(s) tratado(s). Posteriormente, se guardan las órdenes por un tiempo pertinente para aclarar cualquier duda que llegase a surgir.

#### HOJAS ADMINISTRATIVAS

Hoja de rutina.- Su principal función, es la de enlistar la serie de puntos que deben de ser revisados en un recorrido lógico, en ella se van registrando el estado en que se encuentra cada punto (ver figura M-9).

En la parte de identificación se encuentra el número de la semana en la que se realiza, la frecuencia, el tiempo de recorrido, la fecha de realización, el trabajador responsable y el número de rutina. En la localización se señala, el lugar donde ha de hacerse el recorrido. En los puntos de inspección, se incluye la calificación que se le ha de dar según su estado, siendo: bueno, ajustado o malo. Cada punto de inspección tiene un número de referencia con el manual técnico de equipo, el cual amplía los procedimientos a realizar. En la parte de observaciones, se detallan las caracte-

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





terísticas de las partes deterioradas, sus causas y demás - consideraciones importantes. Por último, la hoja debe ser firmada por el supervisor (Ing. en Jefe) que da la autori-- zación.

Hoja de solicitud de servicio.- Esta hoja cumple con - la función de requerir en forma escrita, un servicio de man - tenimiento a cualquier equipo que se encuentre afectado por la falla (ver figura M-10)

La solicitud escrita es emitida por el departamento - que se responsabiliza del funcionamiento de este equipo, es ta solicitud debe contener los siguientes datos: departamen - to solicitante, nombre y localización del equipo, la causa del reporte, las observaciones de su comportamiento y la fir - ma de la persona solicitante.

Hoja de reparación.- Esta hoja desempeña la función de autorizar la reparación, detallar los recursos materiales, humanos y económicos requeridos (ver figura M-11).

La autorización de la reparación contiene: la localiza - ción del equipo, los detalles del trabajo que debe realizar - se, la asignación del (los) responsable(s), el tiempo esti - mado para llevarse a cabo y las firmas de conformidad de - las personas que tienen relación con esta reparación.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

HOSPITAL

M O C E L

SOLICITUD DE SERVICIO

FECHA:   /  /    
DIA MES AÑO

DEPARTAMENTO SOLICITANTE: \_\_\_\_\_  
SECCION: \_\_\_\_\_

NOMBRE DEL EQUIPO: \_\_\_\_\_  
LOCALIZACION: \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
JEFE DEPTO. SOLICITANTE

\_\_\_\_\_  
RECIBIDO

ORIGINAL DEPTO. MANTENIMIENTO

COPIA DEPTO. SOLICITANTE

SOLICITUD DE SERVICIO

FIGURA M-10

FECHA DE ORIGEN  
FALTA DE ORIGEN

# HOSPITAL MOCEL

<input type="checkbox"/> CRITICO
<input type="checkbox"/> URGENTE
<input type="checkbox"/> NORMAL

## ORDEN DE REPARACION

FOLIO: \_\_\_\_\_

FECHA    /    /  
DIA    MES    AÑO

DEPARTAMENTO SOLICITANTE:	_____
SECCION:	_____
NOMBRE DEL EQUIPO:	_____
UBICACION:	_____

FALLA :	_____
CAUSA :	_____
TRABAJO A REALIZAR :	_____
INDICACIONES :	_____

ENCARGADO A :	_____
OBSERVACION :	_____

TIEMPO ESTIMADO: \_\_\_\_\_

SUPERVISOR DE MC: \_\_\_\_\_

OFICIAL ENCARGADO: \_\_\_\_\_

JEFE DEL DEPTO SOLICITANTE: \_\_\_\_\_

## ORDEN DE SERVICIO

FIGURA M-11

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En los registros de costos, se consideran todos los - gastos directos que intervienen, tales como: mano de obra, materiales, contratistas y otros (ver figura M-12).

Registros de equipo.- Este es un registro histórico - del comportamiento del equipo durante su vida útil; aquí se detallan los trabajos más importantes realizados.

Para abrir este archivo, es necesario hacer un levanta- miento de las características del equipo. Esto se hace en - la hoja del inventario técnico. (ver figuras M-13A y M-13B) que contienen la siguiente información:

- Descripción y localización del equipo
- Características del equipo
- Equipos integrados o accesorios
- Firma del responsable del levantamiento

La información obtenida por este levantamiento, junto con los datos de compra y refacciones en almacén; se anotan en las tarjetas de registro (ver figuras M-14A y M-14B). En el mismo archivo, conviene aunarse otra tarjeta de manteni- miento preventivo y correctivo (ver figuras M-15 y M-16 res pectivamente), en donde se registran los trabajos de conser vación más importantes en la vida del equipo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# HOSPITAL MOCEL

## REGISTRO DE COSTOS

HOJA DE ORDEN DE REPARACION  
(REVERSO)

MAND. DE OBRA			
TIEMPO	EMPLEADO	COSTO POR HORA	COSTO
SUBTOTAL MO			

MATERIAL DE ALMACEN		
NO DE VALE	DESCRIPCION	COSTO
SUBTOTAL MA		

MATERIAL DEL PROVEEDOR			
PROVEEDOR	FACTURA	DESCRIPCION	COSTO
SUBTOTAL MP			

CONTRATISTA			
NOMBRE	FACTURA	SERVICIO	COSTO
SUBTOTAL C			

COSTO TOTAL \_\_\_\_\_

Vo Bo JEFE DE MANTENIMIENTO \_\_\_\_\_

REGISTRO DE COSTOS

FIGURA M-12

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**HOSPITAL  
MOCEL****HOJA DE INVENTARIO**

HOJA \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_

NO DE INVENTARIO: \_\_\_\_\_

DIA / MES / AÑO

UBICACION: _____
NOMBRE DEL EQUIPO: _____

**CARACTERISTICAS GENERALES**

MARCA: _____	DATOS DE FUNCIONAMIENTO: _____
MODELO: _____	_____
SERIE: _____	_____
FECHA DE FABRICACION: _____	_____
TIPO: _____	_____
OTROS: _____	_____

**EQUIPOS INTEGRADOS**

1. _____	6. _____
2. _____	7. _____
3. _____	8. _____
4. _____	9. _____
5. _____	10. _____

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

RESPONSABLE \_\_\_\_\_

**HOJA DE INVENTARIO TECNICO**

FIGURA M-13A .

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**HOSPITAL  
M O C E L**

HOJA \_\_\_\_ DE \_\_\_\_

## HOJA DE INVENTARIO TECNICO (ANEXO)

EQUIPO INTEGRADO No. \_\_\_\_ DEL EQUIPO: \_\_\_\_\_

NOMBRE: _____	DATOS DE FUNCIONAMIENTO: _____ _____ _____
MARCA: _____	
MODELO: _____	
SERIE: _____	
TIPO: _____	

EQUIPO INTEGRADO No. \_\_\_\_ DEL EQUIPO: \_\_\_\_\_

NOMBRE: _____	DATOS DE FUNCIONAMIENTO: _____ _____ _____
MARCA: _____	
MODELO: _____	
SERIE: _____	
TIPO: _____	

EQUIPO INTEGRADO No. \_\_\_\_ DEL EQUIPO: \_\_\_\_\_

NOMBRE: _____	DATOS DE FUNCIONAMIENTO: _____ _____ _____
MARCA: _____	
MODELO: _____	
SERIE: _____	
TIPO: _____	

\_\_\_\_\_  
RESPONSABLE

ANEXO HOJA INVENTARIO

FIGURA M-13B

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

HOSPITAL  
M O C E L

REGISTRO DE EQUIPO

(AMBERSO)

DATOS GENERALES

MARCA:	MODELO:	SERIE:	FECHA DE FAB. TIPO:	OTROS:
--------	---------	--------	---------------------	--------

COSTO

FECHA DE COMPRA: \_\_\_\_\_  
PRECIO DE COMPRA: \_\_\_\_\_  
COSTO DE INSTALACION: \_\_\_\_\_  
COSTO TOTAL: \_\_\_\_\_

INFORMACION ADICIONAL:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

DATOS DE FUNCIONAMIENTO:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

EQUIPO INTEGRADO:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_

6. \_\_\_\_\_
7. \_\_\_\_\_
8. \_\_\_\_\_
9. \_\_\_\_\_
10. \_\_\_\_\_

NOMBRE DEL EQUIPO:

UBICACION:

NUMERO DE MARBETE:

--	--	--

TARJETA DE REGISTRO DE EQUIPO.

FIGURA M-14A

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**HOSPITAL  
M O C E L**

(REVERSO)

**REFACCIONES EN ALMACEN**

NOMBRE			NUMERO			CANT.		
NOMBRE DEL EQUIPO:			UBICACION:			MARBETE NUMERO:		

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

REGISTRO DE LAS REFACCIONES DE CADA EQUIPO

FIGURA M-14B

HOSPITAL  
M O C E L

(AMBERSO)

TARJETA DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO

FECHA	DESCRIPCION	RUTINA	FECHA	DESCRIPCION	RUTINA

NOMBRE DEL EQUIPO:

UBICACION:

MARBEYE NRO.:

TARJETA DE REGISTRO EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

FIGURA M-15

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

(REVERSO)						
<b>HOSPITAL TARJETA DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO M O C E L CORRECTIVO</b>						
FECHA	DESCRIPCION	COSTO M.O.	COSTO MATERIAL	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL	NRO. FACTURA
NOMBRE DEL EQUIPO:		UBICACION:			MARBETE:	

TARJETA DE REGISTRO EN MANTENIMIENTO CORRECTIVO

FIGURA M-16

Manual técnico de equipo.- Este manual proporciona toda la información técnica referente a los equipos, en cuanto a su instalación, manejo y mantenimiento.

La información necesaria para registrar y actualizar este manual, procede del fabricante y de la experiencia obtenida por el personal que conoce las características particulares del medio en que funcionan los equipos.

La información relativa a la operación y manejo del equipo, comprende: la energía que emplea, el material que procesa, su capacidad, las condiciones de funcionamiento (presión, temperatura, voltaje, etc.), tipo de arranque etc.

En cuanto a mantenimiento preventivo, se registran: las frecuencias de las rutinas, los diagramas de recorrido, los procedimientos a realizar en cada punto de revisión, sus cuidados, así como los números de referencia con las hojas de rutinas. Para el mantenimiento correctivo, se elabora una hoja de diagnóstico de las fallas más comunes, los procedimientos de reparación y sus cuidados.

Respecto a las instalaciones, este manual debe contener datos sobre: la cimentación, localización más adecuada, planos, prevención y cuidados durante la instalación, etc.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

I N D I C E

CAPITULO 5.-

CONTROL DE INVENTARIOS EN ALMACEN GENERAL

ANALISIS DE PROCEDIMIENTOS ACTUALES

PRONOSTICOS

GENERALIDADES

MODELO CLASICO DE INVENTARIOS

INVENTARIO DE SEGURIDAD

SIMULACION DE LOS SISTEMAS DE INVENTARIOS

SIMULACION EN CICLOS DE PEDIDOS MENSUALES

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## ANALISIS DE PROCEDIMIENTOS ACTUALES

## LOCALIZACION

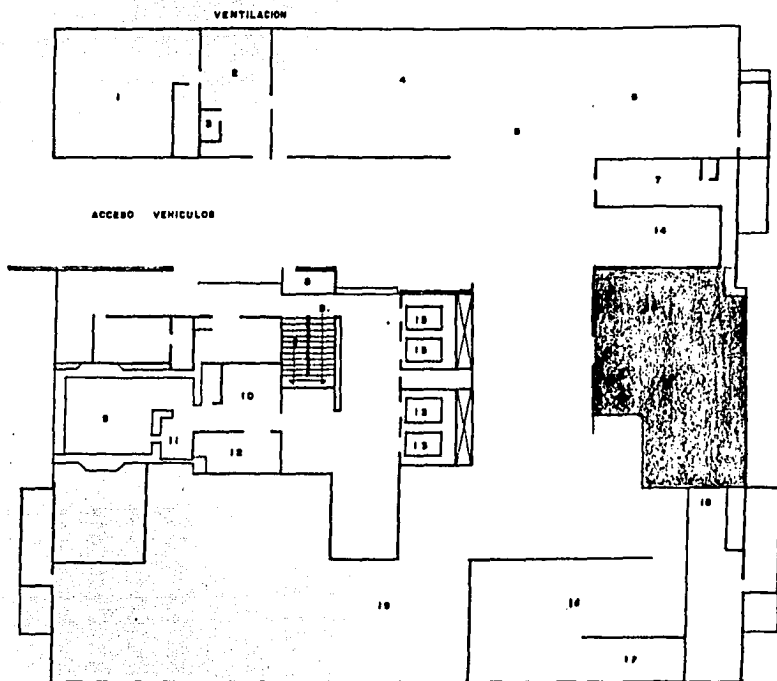
Este almacén se encuentra en el sótano del hospital, - en el ala derecha del edificio. Al lado del mismo se localiza la plataforma hidráulica y frente a ésta la rampa para - acceso de vehículos, lo cual es favorable para la carga y - descarga de mercancías, ya que el transporte llega al mismo almacén, sin necesidad de tener que realizar maniobras adicionales. (fig. I-1). El personal tiene acceso por la rampa, elevadores y por las escaleras.

El almacén cuenta con un área total de 126.00 metros - cuadrados y un volumen total de (126 m<sup>2</sup> X 2.60 m) 327.6 m<sup>3</sup>, en donde encontramos las siguientes áreas:

Columnas y muros-----	2.24 m <sup>2</sup> .
Area administrativa-----	5.40 m <sup>2</sup> .
Recepción de mercancías y mostradores-----	29.60 m <sup>2</sup> .
Pasillos-----	42.70 m <sup>2</sup> .
Area de almacenaje-----	46.06 m <sup>2</sup> .
Total	126.00 m <sup>2</sup> .

Figura I-2.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



- 1.- PATIO DE SERVICIO
- 2.- TALLER DE SERVICIO
- 3.- W.C.
- 4.- SUBESTACION
- 5.- CALDERA
- 6.- BOMBAS Y EQUIPOS HIDRONEUMATICOS
- 7.- ALMACEN DE VIVERES
- 8.- ALMACEN DE BASURA
- 9.- BOMBA DE COBALTO
- 10.- CONSULTORIO
- 11.- CONTROL
- 12.- TERAPIA SUPERFICIAL
- 13.- ELEVADORES
- 14.- PLATAFORMA HIDRAULICA
- 15.- ALMACEN GENERAL
- 16.- ALMACEN DE ROPERIA
- 17.- ALMACEN DE ROPA SUCIA
- 18.- BATERIAS
- 19.- ESTACIONAMIENTO

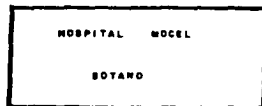
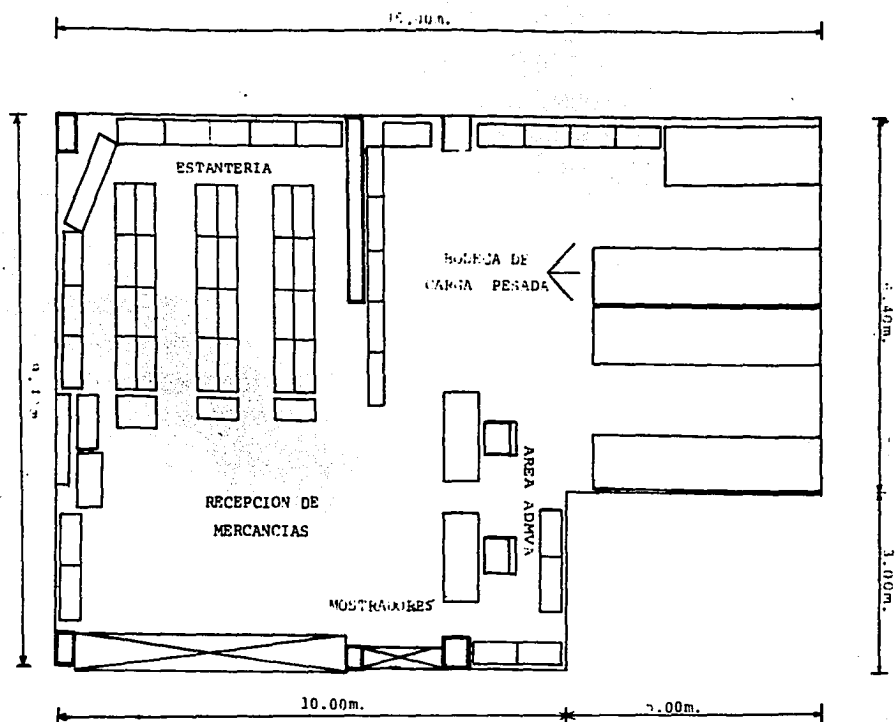


FIGURA I-1

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN

FIGURA I-2

ALMACEN  
GENERAL



## ORGANIZACION GENERAL DEL ALMACEN

## RECURSOS HUMANOS.

Este departamento cuenta con un total de 14 personas - distribuidas de la siguiente manera:

Un jefe de almacén	(Primer turno).
Dos jefes de turno	(Segundo y tercer turnos).
Un kardixa	(Primer turno).
Un recibidor	(Primer turno).
Dos telefonistas	(Primer y segundo turnos).
Tres surtidores	(Uno en cada turno).
Cuatro mensajeros	(Dos en primer turno y uno en cada uno de los siguientes turnos).

El almacén general integra parte del hospital y reporta directamente a la subdirección administrativa.

La administración de este almacén está constituida como a continuación se describe:

Administración.- Su función consiste en controlar el tráfico de mercancías (entradas y salidas), al personal del departamento, los inventarios y el cuidado de los mismos.

Jefe de almacén.- Es la autoridad máxima dentro de es-

TEMA CON  
FALLA DE ORIGEN

te departamento y es el responsable ante las autoridades - del hospital del buen funcionamiento del mismo. Una de sus principales funciones es la de llevar el CONTROL DE INVENTARIOS.

Jefes de turno.- Son las personas encargadas del almacén en el turno que les corresponda.

Kardixta.- Es la persona encargada de llevar los registros de entradas y salidas de mercancías, así como elaborar los vales de insumos ya sean con cargo al paciente o al hospital. Otra de sus funciones es la de determinar las existencias del almacén, ya sea en base a los registros o por inspección física.

Telefonistas.- Son las personas encargadas de recibir las solicitudes del personal del hospital para surtir algún producto.

Receptor.- Como su nombre lo dice, se ocupa de recibir toda la mercancía, siendo el responsable directo de que todo lo que entre al almacén sea lo que se pidió, ya sea en cantidad, calidad, estado en que se encuentre, costo, etc.

Surtidores.- Son los encargados de preparar día a día los insumos constantes para cada área del hospital, tomando

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

nota de los que entrega y de lo que recibe por parte del personal del hospital. Existen pedidos variables, los cuales también son atendidos por los surtidores.

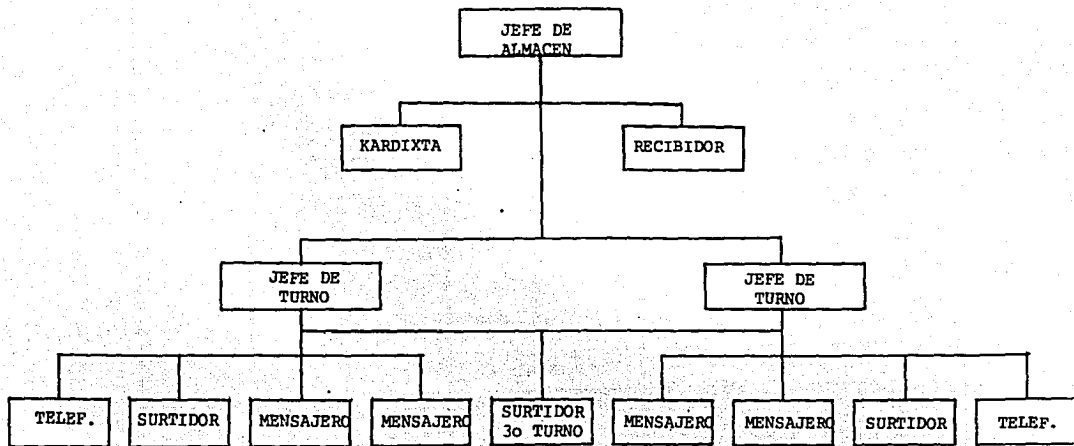
Mensajeros.- Sus tareas son múltiples tales como: sustituir a algún surtidor, recoger mercancías, limpieza del almacén, acomodo de cajas, etc. (fig. 1-3).

#### ADMINISTRACION.

Se manejan aproximadamente 2.400 diferentes productos divididos en 16 grupos que a su vez se dividen en productos de consumo y productos con cargo al paciente. Estos grupos son los siguientes:

Grupo no. 1.	Agujas y jeringas	(con cargo al paciente)
Grupo no. 2.	Anestésicos	(con cargo al paciente)
Grupo no. 3.	Cánulas y sondas	(con cargo al paciente)
Grupo no. 4.	Cristalería	(de consumo)
Grupo no. 5.	Mats. de curación	(con cargo al paciente)
Grupo no. 6.	Implantes e injertos	(con cargo al paciente)
Grupo no. 7.	Instrumental	(de consumo)
Grupo no. 8.	Pdts de limpieza	(de consumo)
Grupo no. 9.	Medicamentos	(con cargo al paciente)
Grupo no. 10.	Papelería	(de consumo)
Grupo no. 11.	Ropería desechable	(de consumo)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



TESIS CON  
 FALTA DE ORIGEN

organigrama

FIGURA I-3

- Grupo no. 12. Soluciones y sueros (con cargo al paciente)  
 Grupo no. 13. Suturas (con cargo al paciente)  
 Grupo no. 14. Varios equipos (con cargo al paciente)  
 Grupo no. 15. Varios en general (de ambos tipos)  
 Grupo no. 16. Material eléctrico (de consumo)

#### VALES DE INSUMOS.

Vale de Requisición con Cargo al Paciente.- Cuando se solicita una mercancía (as) clasificada (as) dentro de los productos con cargo al paciente, el surtidor del almacén - llena un vale anotando: la fecha en que fue solicitado, el lugar o habitación solicitante, el producto o productos requeridos, número de codificación o de catálogo y descripción (marca, tipo, etc.), así mismo el vale es firmado tanto por el solicitante como por el responsable del almacén. Una vez hecho lo anterior el vale es costeado en el almacén y una copia se envía a la caja del hospital, para posteriormente se cargue a la factura del paciente. (fig. (-4).

Vale de Productos de Consumo.- En el almacén día a día durante las mañanas se preparan pequeños stocks de diferentes productos de consumo constante (papel higienico, Jabón, toallas obstétricas, papelería, etc.) los cuales son enviados a diferentes áreas del hospital, como a: central de e-

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ALMACEN GENERAL

HOSPITAL

Vale de requisición con cargo al paciente

M O C E L

Fecha \_\_\_\_\_ Para \_\_\_\_\_

Carguese a \_\_\_\_\_ Envíese a \_\_\_\_\_

Despachado	Unidad Solicitada	No. Catálogo	Unidad Despachada	Descripción Del Artículo	Costo	Cantidad	Total
Solicitado por			Aprobado por				

TESIS CON  
 CARTA DE ORIGEN

VALE DE REQUISICION CON CARGO AL PACIENTE

FIGURA I-4

cuipos y esterilización. centrales de enfermeras. oficinas administrativas. etc. En el vale se anota la fecha de entrega. el lugar de recepción. la mercancía surtida y al igual que el vale anterior es firmado por ambas partes (receptor y emisor). posteriormente el vale pasa al almacén para ser registrado y contabilizado. (fig. I-5).

La forma en como se registran los productos. depende del tipo de los mismos. Para poder destinar la mercancía al lugar indicado. se considera la siguiente clasificación:

Grupo no. 1.	Estante A.
Grupo no. 2.	Estante B.
Grupo no. 3.	Estante C.
Grupo no. 4.	Estante D.
Grupo no. 5.	Estante E.
Grupo no. 6.	Estante F.
Grupo no. 7.	Estante G.
Grupo no. 8.	Estante H.
Grupo no. 9.	Estante I.
Grupo no. 10.	Bodega de carga pesada.
Grupo no. 11.	Bodega de carga pesada.
Grupo no. 12.	Estante J.
Grupo no. 13.	Estante K.
Grupo no. 14.	Estante L.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ALMACEN GENERAL

Vale de Productos de Consumo

HOSPITAL

M O C E L    Fecha \_\_\_\_\_ Para \_\_\_\_\_

Area o Depto. \_\_\_\_\_ Envíese a \_\_\_\_\_

Despachado	Unidad Solicitada	No. Catálogo	Unidad Despachada	Descripción Del Artículo	Cant.	Paquete No.	
Solicitado por			Aprobado por				

VALE DE PRODUCTOS DE CONSUMO

FIGURA I-5

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN



Grupo no. 15.                      Estante M.

Grupo no. 16.                      Estante N.

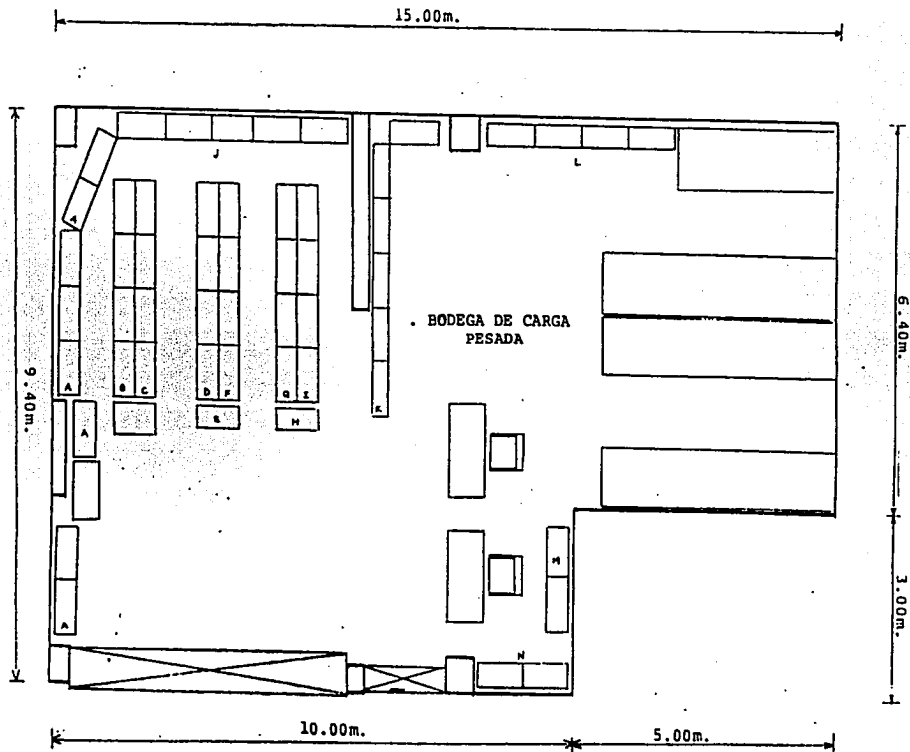
Esta distribución se basa en que los productos relativamente pequeños generalmente son muy costosos (implantes e injertos, cánulas y sondas, medicamentos y suturas, etc.) y por lo mismo se depositan en estantes predeterminados en los cuales van a estar más controlados, al mismo tiempo que su localización es más sencilla. Las mercancías que ocupan mucho espacio normalmente son de bajo costo (papel higiénico, papelería, pañales desechables, etc) y por lo mismo se almacenan en bodega de carga pesada. (fig. 1-6).

#### CONTROL DE INVENTARIOS.

El control de inventarios del almacén esta a cargo del jefe de almacén quien tiene una basta experiencia en este ramo. Esta persona es quien calcula los requerimientos anuales o mensuales, según el caso, así mismo determina el colchón de seguridad que considera debe existir para cada producto.

Los requerimientos anuales o mensuales se calculan en base a la experiencia y a datos estadísticos, es decir se consideran 6 ó 7 periodos anteriores, se calcula el prome--

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**TESIS CON  
 PALLA DE ORIGEN**

FIGURA I-6

**ALMACEN  
 GENERAL**

dio por medio del cual se obtienen los requerimientos del siguiente periodo. Para la determinación del colchón o stock de seguridad el jefe de almacén utiliza su criterio empírico considerando diversos factores como:

escasez del producto en el mercado

tiempo de entrega

lotes mínimos de compra

costo del producto

volúmen o espacio de ocupación

Escasez del producto.- Es un factor muy importante a considerar va que un gran porcentaje de los insumos del hospital son de origen extranjero por lo que deben existir reservas suficientes en el almacén (injertos e implantes, sondas, medicamentos, etc.).

Tiempo de entrega.- Para cada producto existen diferentes tiempos de entrega, los cuales varían desde 24 hrs. hasta 3 meses. por ejemplo, los sueros se surten al almacén cada 48 hrs. por lo que se tiene un stock de seguridad muy bajo, puesto que este factor no es crítico, además el volúmen que ocupan estos productos es muy grande. En el caso de los materiales de curación el tiempo de entrega promedio es de 30 días. por lo que el jefe de almacén estima un stock de seguridad para 60 días, además considera que no ocupan mucho espacio.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Costo del producto.- Existen productos cuyo costo es muy alto y el presupuesto del almacén no permite que se tenga un stock de seguridad muy alto. por lo que es necesario tender a un lote óptimo.

Volumen o espacio de ocupación.- La mayoría de los productos que ocupan más espacio tienen tiempos cortos de entrega y debido al gran volumen que ocupan no es conveniente tener grandes stocks de seguridad.

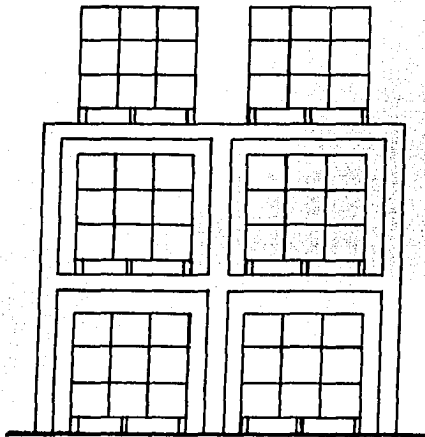
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CONCLUSIONES

La capacidad del almacén en espacio es suficiente para el volumen de productos que se manejan, no obstante, podría aprovecharse más si se introdujeran racks en la bodega de carga pesada ya que en la actualidad se colocan cajas sobre cajas lo cual no permite una estiba adecuada, por lo que las cajas se deforman y su contenido llega a ser afectado. (figs. I-7 e I-8). Para los productos de menor volumen se utilizan estantes metálicos de 4 entrepaños con una altura total de 2.23 mts. y una sección de (0.60 X 1.00 ) 0.60 m<sup>2</sup>. (fig. I-9). En la actualidad existe estantería fabricada por "Caprefasa Metropolitana, S.A. de C.V." (Grupo Intra) de más versatilidad, menos espaciosa y de mayor capacidad como es el caso de la ESTANTERIA MOVIL DESLIZABLE, que se muestra en las figs. I-10, I-11 e I-12, dicha estantería está estructurada con ángulo 160 esmaltado, entrepaños número 12, los estantes fijos cuentan con lámina al fondo y en un costado, (del lado del pasillo) los móviles cuentan con una base deslizante que a su vez va montada en los rieles y que van fijos con ferrolith festerlith, arena, cemento y taquetes al piso de concreto. Todo el sistema es 100% desarmable y recuperable para su posterior reutilización.

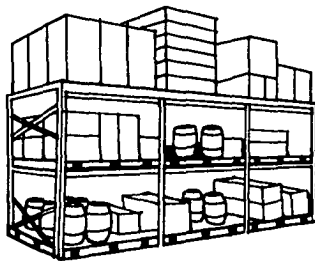
Esta estantería se presenta en dos versiones tipo A y B.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



ACOMODO DE ESTIBAS COMPLETAS EN RACKS

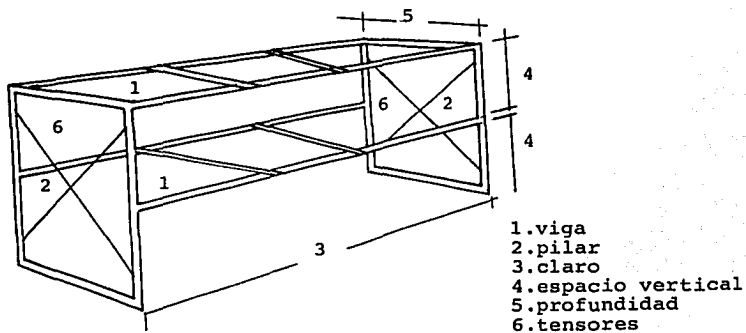
FIGURA I-7



UTILIZACION DE RACKS FIJOS

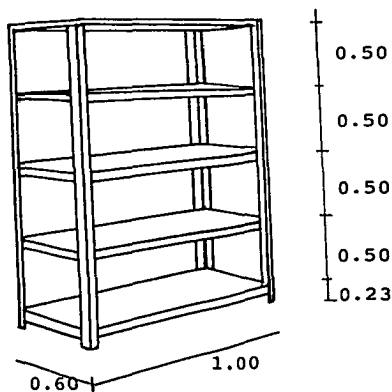
FIGURA I-8

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



RACK PARA MAS DE UNA TARIMA

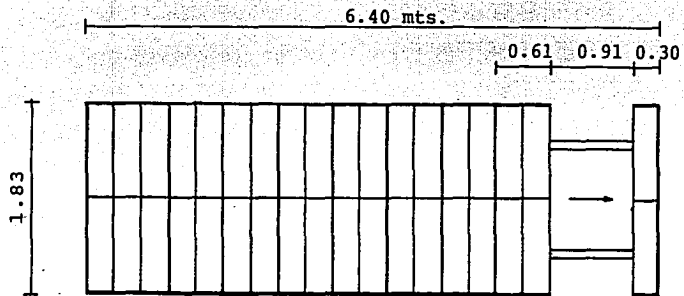
FIGURA I-9



ESTANTE METALICO

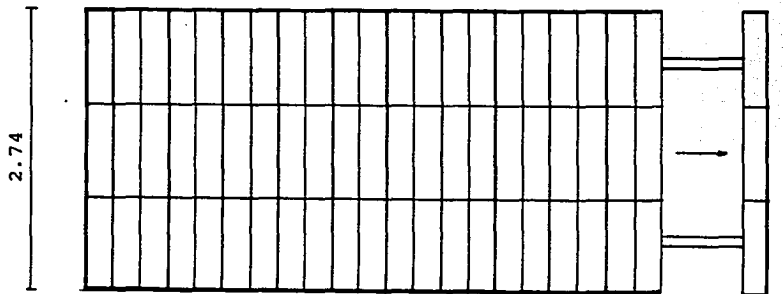
FIGURA I-10

TESIS CON  
FALLA EN ORIGEN



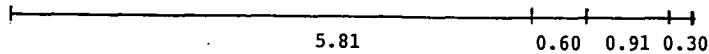
TIPO "A"

FIGURA I-10



TIPO "B"

FIGURA I-11



TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN



ESTANTERIA MOVIL DESLIZABLE

ELEVACION  
ISOMETRICO

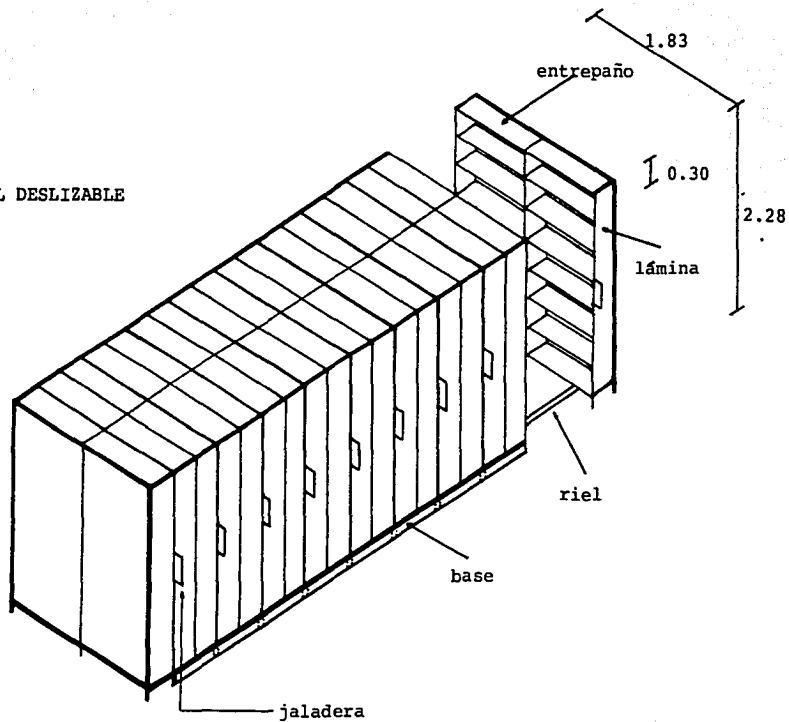


FIGURA I-12

REPRODUCIBLE  
FALL 1964  
FOR OFFICIAL USE

## TIPO "A"

32 Módulos móviles y 4 módulos fijos.

2 Estantes fijos con 8 niveles de entrepaños de las siguientes medidas:

Frente: 1.83 mts.

Fondo: 0.30 mts.

Altura: 2.28 mts.

Su precio es de: \$ 25.913 \$ 51.826

8 Estantes móviles con 8 niveles de entrepaños de las siguientes medidas:

Frente: 2.74 mts.

Fondo: 0.61 mts.

Altura: 2.28 mts.

Su precio es de: \$ 63.128 \$ 505.024

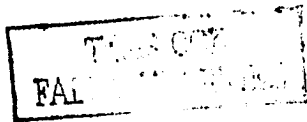
Material complementario para estantería móvil.

Su precio es de: \$ 61.729 \$ 61.729

El precio total (Tipo "A") \$ 618.579

## TIPO "B"

60 Módulos móviles y 6 módulos fijos.



2 Estantes fijos con 8 niveles de entrepaños de las -  
siguientes medidas:

Frente: 2.74 mts.

Fondo: 0.30 mts.

Altura: 2.28 mts.

Su precio es de: \$ 37.526 \$ 75,052

10 Estantes móviles con 8 niveles de entrepaños de -  
las siguientes medidas:

Frente: 2.74 mts.

Fondo: 0.61 mts.

Altura: 2.28 mts.

Su precio es de: \$ 83,348 \$ 833.480

Material complementario para estantería móvil

Su precio es de: \$ 69.553 \$ 69,553

El precio total (tipo "B"): \$ 978.085

( Cotizaciones vigentes durante los meses de junio y -  
julio de 1983. ).

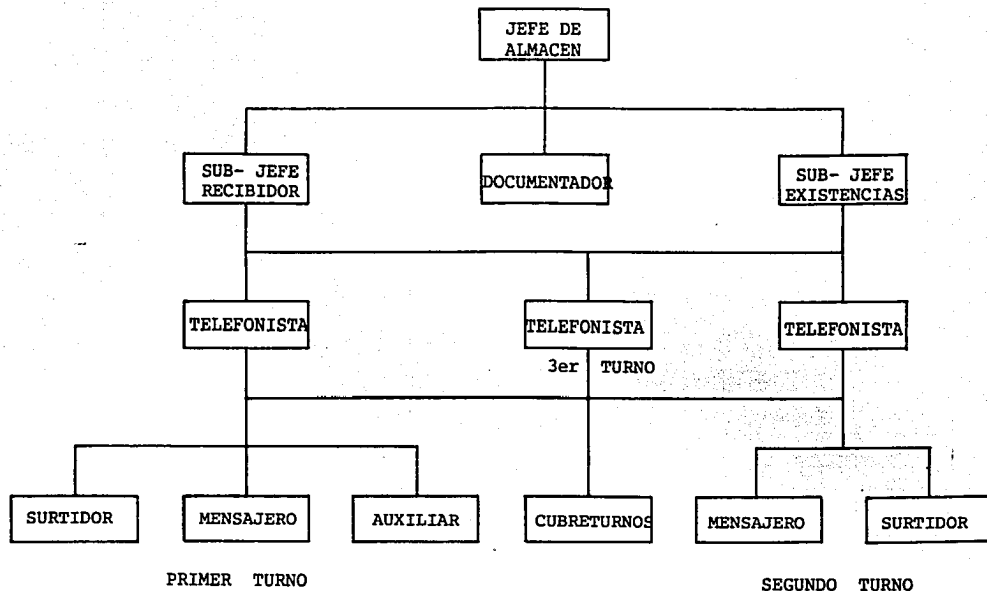
En lo que respecta a la administración de este almacén se observó que existía un exceso de la misma lo que ocasiona un burocratismo en el personal del almacén y con lo cual se deforma la principal función de este departamento que es

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

la de suministrar mercancías al hospital en cantidad, calidad y oportunidad. Una de las causas por la cual se presenta esta deficiencia es debido a que no están bien definidas las funciones y/o categorías del personal del almacén, donde por ejemplo los Jefes de turno realizan tareas que no les corresponden, los mensajeros son demasiados en número para las actividades que desempeñan y en ocasiones se confunden con los surtidores, presentándose falta de comunicación entre los niveles superiores y los inferiores. En la figura 13 se propone un organigrama donde se pretende que exista un mejor flujo de información, donde las órdenes partan de los niveles superiores a los inferiores y se deleguen más responsabilidades de arriba hacia abajo, quedando así determinados los niveles, funciones y actividades.

El control de inventarios que se lleva en el almacén se basa fundamentalmente en la experiencia del jefe de almacén, que ya lleva muchos años en este campo, sin embargo, no existe un sistema basado en modelos matemáticos mediante los cuales se pueda tender a lotes óptimos de compra y como consecuencia costos mínimos por almacenaje y por pedidos, stocks de seguridad, etc. Es por esto, que en los temas siguientes se tratará fundamentalmente, el Control de Inventarios.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



ORGANIGRAMA PROPUESTO

FIGURA I-13

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

## PRONOSTICOS PARA EL CONTROL DE INVENTARIOS

El pronóstico es un factor fundamental para los sistemas de control de inventarios. sin embargo, no nos proponemos presentar un tratamiento exhaustivo del tema, ya que consideramos que para el caso del almacén que analizamos no debe presentarse como un estudio tan complejo que en un momento dado resulte incosteable para el hospital e incomprendible para el personal del almacén. Tratamos de presentar en forma clara y sencilla un análisis general de algunos métodos para pronosticar tales como: los promedios móviles, la demanda media, promedios ponderados y promedios exponenciales ponderados, considerando también los efectos por tendencia.

Consideraremos los datos de pronósticos como insumos de los modelos para el control de inventarios. En tal sentido es importante que dejemos bien sentados los requerimientos de estos datos. Si han de ser útiles para nuestros propios fines, debemos entender los sistemas de pronóstico y los métodos para pronosticar.

Si definimos el término "pronóstico" como la proyección del pasado hacia el futuro, a primera vista esto parece satisfacerse con una técnica de "fijar y dibujar", en que se observe el pasado inmediato y se calculen o dibujen-

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

líneas del mejor ajuste que indiquen, mediante una simple extrapolación, el pronóstico para el periodo siguiente. Efectivamente, esta técnica podría funcionar en las situaciones muy simples y estadísticamente bastante estables. Sin embargo, es evidente que, por lo general, no es tan sencillo, pues de otro modo los directores no creerían que el pronóstico representa un problema difícil, y tampoco se habría desarrollado este importante campo técnico.

A modo de ilustración examinemos las gráficas imaginarias de la demanda de tres productos que tipifican los componentes de los patrones de demanda en un gran número de productos reales de los inventarios:

1.- El producto A, que aparece en la figura I-14, es artículo cuya demanda resulta afectada por un gran número de factores y como resultado no parece existir un patrón particular. El promedio de la demanda en los cinco años que se muestran es de 451 unidades por mes, con una demanda máxima de 755 unidades en mayo de 1963, y un mínimo de 161 unidades en octubre de 1966.

2.- El producto B, que aparece en la figura I-15, es típico de un artículo de nueva introducción (sucede mucho con los medicamentos) y evidencia un crecimiento promedio relativamente estable a partir de 1963. El promedio de la demanda en todo el periodo de cinco años es de 50.8 unida--

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## DEMANDA MENSUAL DEL PRODUCTO A

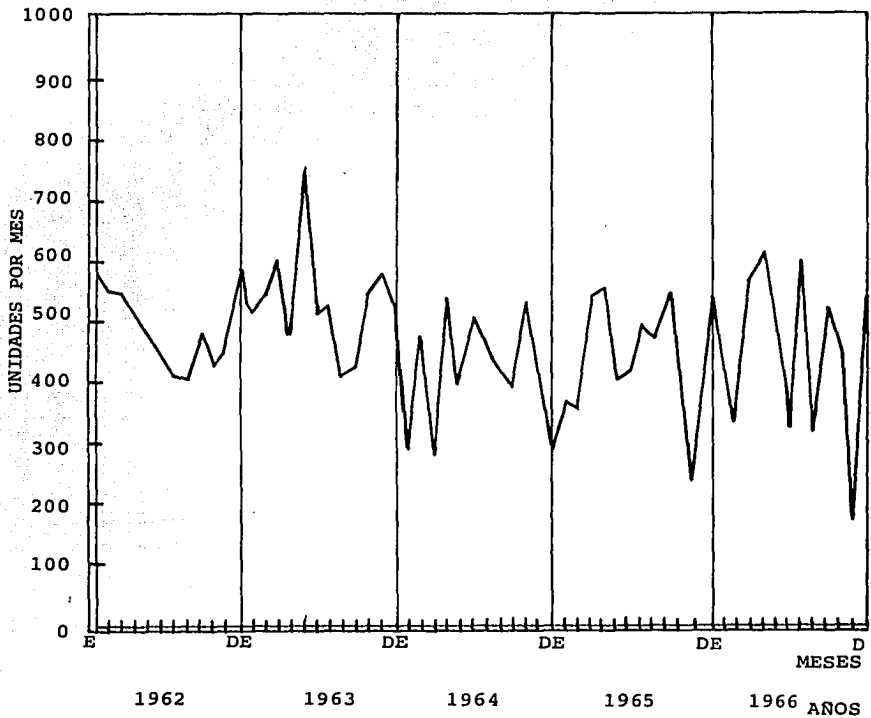


FIGURA I-14

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## DEMANDA MENSUAL DEL PRODUCTO B

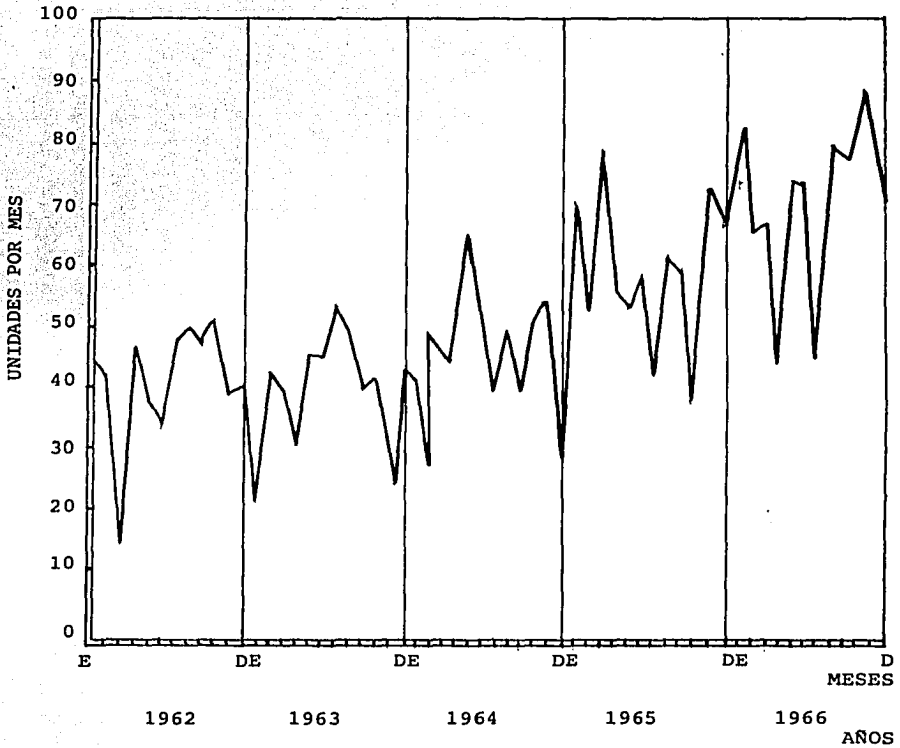


FIGURA I-15

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

des mensuales. pero esto parece de escaso valor al proyectar para 1967.

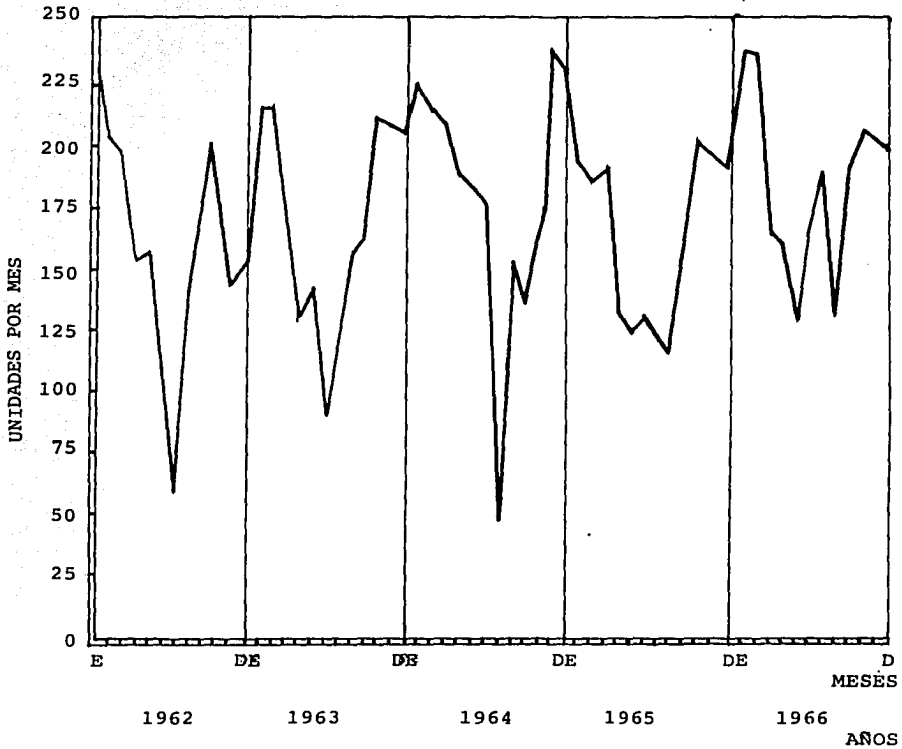
3.- El producto C, de la figura I-16. parece caracterizarse a primera vista por una variación al azar alrededor de su promedio de cinco años de 162 unidades mensuales. Pero si examinamos la secuencia de los puntos máximos y mínimos. advertiremos que hay una variación estacional en que los valores mínimos ocurren en el verano y los máximos en el invierno. Esto casi no ocurre en los productos del almacén que analizamos.

#### LA DEMANDA MEDIA.

La demanda media podría significar el promedio de todos los datos pasados y constituir razonablemente una de las bases de la proyección. si nos ocupamos de una situación similar a la experiencia de demanda que muestra la figura I-14 para el producto A. Pero. ¿cuál sera el significado util del promedio en las situaciones que describen las figuras I-15 e I-16 para los productos B y C? Evidentemente se necesita otra clase de promedio. En la figura I-15. que representa la demanda del producto B. el promedio global de 50.8 unidades por mes no tiene importancia. si estamos tratando de proyectar hacia 1967: la tendencia es dominante y debemos subrayar los meses mas recientes. si queremos un promedio significativo en esta situación. Hay alguna clase

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## DEMANDA MENSUAL DEL PRODUCTO C



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

FIGURA I-16

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

de promedio móvil más útil. Por ejemplo el promedio de los últimos 6 meses de la demanda del producto B de la figura I-15, es 71.5, cifra evidentemente más útil para proyectar hacia 1967 que el promedio total de 50.8. Pero la tendencia ascendente constante puede hacer que nos preguntemos si el promedio de seis meses es suficientemente elevado, ya que el promedio de los últimos tres meses es todavía más elevado, o sea, 77.3 por mes. Nos enfrentamos a un dilema. En primer lugar, deseamos hacer hincapié en los datos más recientes, porque creemos que puede representar mejor cualesquiera cambios que hayan ocurrido recientemente en factores importantes de la demanda; pero si reducimos el tamaño de la muestra de seis a tres, sabemos que disminuirá la confianza que podemos tener de ese valor medio. En segundo término, de la mera inspección de la gráfica de la figura I-15 resulta obvio que aún el promedio de tres meses se quedará atrás como estimación que sirva de base a la proyección para 1967, a causa del efecto de tendencia, del problema de la determinación de un promedio móvil útil.

Nos gustaría tener un promedio que represente todos los datos, para que fuera estadísticamente estable, pero que a la vez tomara más en cuenta los datos últimos, que su ponemos son más representativos de los eventos recientes. Además deseáramos que este promedio fuera fácil de calcu-

lar. Actualmente, la mejor respuesta a estos requerimientos es el promedio móvil exponencial ponderado.

Promedios Ponderados. Supóngase que atacamos de frente el problema de ponderar los datos recientes con un peso mayor en un promedio móvil de tres meses. Podemos expresar un promedio simple de tres meses como sigue:

$$\bar{X}_0 = a_0D_0 + a_1D_1 + a_2D_2$$

donde  $D_0$  es la demanda del mes en curso,  $D_1$  la demanda del mes pasado, etc. y las "a" son constantes de ponderación - con valor de 1/3. Sin embargo, todavía podemos tener un promedio correcto, pero diferente, si el valor de las "a" no es el mismo, sino decreciente. La única restricción es que la suma de las "a" sea 1. Supóngase que, arbitrariamente, - ponderamos las "a" como sigue:

$$a_0 = 0.6 \qquad a_1 = 0.3 \qquad a_2 = 0.1$$

Utilizando los datos de los últimos tres meses de la demanda de la figura 1-15, tendremos que  $D_0 = 69$ ,  $D_1 = 86$  y  $D_2 = 77$  y,

$$\bar{X}_0 = 0.6 \times 69 + 0.3 \times 86 + 0.1 \times 77 = 74.9$$

El promedio simple es 77.3. Comparando los dos promedios podemos advertir el efecto de la ponderación decreciente de los últimos dos meses.

Podríamos llevar adelante esta idea, y calcular pesos

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

para un promedio que incluyese los cinco años de datos mensuales de la figura I-15, concediendo mayor peso a los últimos meses. Se puede observar fácilmente que, si se asigna mayor peso a los tres o seis meses más recientes, será pequeño el efecto relativo de los datos más antiguos sobre el promedio resultante. Los pesos exponenciales hacen todas estas cosas y, además, su cálculo es sencillo.

#### PROMEDIOS EXPONENCIALES PONDERADOS

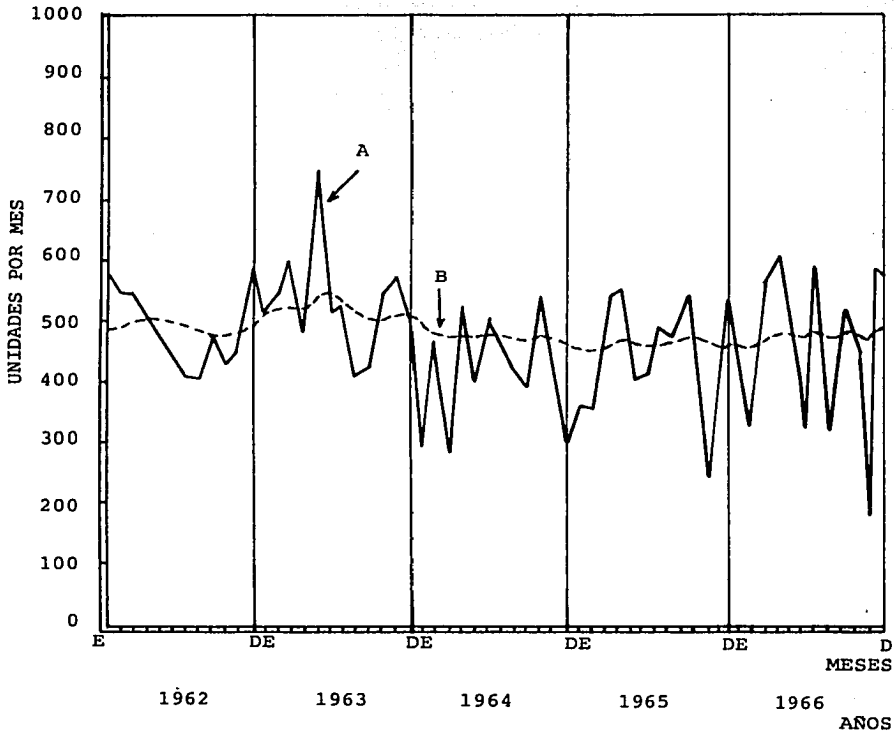
La operación del más sencillo de los promedios exponenciales ponderados se basa en un ajuste, periodo por periodo del promedio predicho en último término ( $\bar{F}_{t-1}$ ), (sumando o restando) una fracción ( $\alpha$ ) de la diferencia existente entre la demanda efectiva en el periodo en curso ( $D_t$ ) y el promedio predicho en último término ( $\bar{F}_{t-1}$ ). El resultado (que no implica ninguna extrapolación) nos da el nuevo pronóstico - promedio para el periodo en curso ( $\bar{F}_t$ ):

$$\bar{F}_t = \bar{F}_{t-1} + \alpha(D_t - \bar{F}_{t-1}) \quad (1)$$

La fracción de la diferencia existente entre la demanda real y la estimación del promedio del periodo anterior,  $\alpha$ , es la constante de amortiguamiento exponencial que se selecciona y que debe tener un valor entre 0 y 1 (en realidad - los valores más comúnmente empleados se encuentran entre 0.01 y 0.3). Reacomodando la ecuación (1) obtenemos el pro-

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## DEMANDA MENSUAL DEL PRODUCTO A



- A) DEMANDA  
 B) PROMEDIO EXPONENCIAL PONDERADO

FIGURA I-17

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

medio de pronóstico,  $F_t$ , en forma mas conveniente:

$$F_t = \alpha D_t + (1 - \alpha) F_{t-1} \quad (2)$$

La conveniencia de cálculo de la ecuación (2) es obvia para la calculadora de escritorio o para la computación en gran escala en el pronóstico de gran número de artículos de inventario.

Los periodos de tiempo representados por  $F_t$ ,  $D_t$  y  $F_{t-1}$  son confusos a veces. En primer lugar, observaremos que  $F_t$  no es una extrapolación más allá de los datos de demanda conocidos. Por el contrario, es el promedio suavizado más actual que se utiliza para guiar las operaciones corrientes y se calcula en el tiempo  $t$ . Realmente no es un verdadero pronóstico, sino una presentación de la demanda corriente. Entonces, ¿cómo puede ser  $F_t$  diferente de  $D_t$ ? Esta última cifra es un dato original disponible en el tiempo  $t$  que contiene componentes de las variaciones al azar. La cifra del promedio del pronóstico está suavizada para descontar el efecto de la variación al azar. Por ejemplo, si  $\alpha = 0.20$ , la ecuación (2) establece que el promedio del pronóstico  $F_t$  en el periodo  $t$  se determina sumando el 20 % de la nueva información de la demanda actual  $D_t$  al 80 % del último pronóstico promedio  $F_{t-1}$ . En esta forma se descuenta el 80 % de las posibles variaciones al azar incluidas en  $D_t$ . Los valores pequeños de  $\alpha$  tendrán un fuerte efecto suavizador. En cam--

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



bio, los valores altos  $\alpha$  reaccionarán más rápidamente ante los cambios reales de la demanda.

Se justifica la extrapolación a partir de  $\bar{F}_t$ , para inferir un pronóstico para el periodo  $t+1$ , ya que nada en el modelo indica la tendencia de tendencias a estacionalidades que deban tomarse en cuenta. Por lo tanto, el pronóstico para el periodo próximo  $\bar{F}_{t+1}$  se toma directamente del valor calculado para  $\bar{F}_t$  (los símbolos son asteriscos \*, representarán valores extrapolados o del pronóstico).

La ecuación (2) es sencilla, pero el hecho de que incluya todos los datos pasados, que ponga de relieve los datos más recientes y que sea en realidad un verdadero promedio de todos los datos pasados, no es tan obvio. Ahora demostraremos que esto es cierto. Principiando con la ecuación (2), podemos sustituir el último promedio pronosticado  $\bar{F}_{t-1}$  con una ecuación similar que involucre la demanda efectiva en ese periodo,  $D_{t-1}$ , y el pronóstico promedio anterior,  $\bar{F}_{t-2}$ :

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

que se puede sustituir en la ecuación (2).

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

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

lo que nos da una ecuación para  $F_t$  en términos de  $\alpha$ ,  $D_t$ ,  $D_{t-1}$  y  $\bar{F}_{t-2}$ . Pero  $\bar{F}_{t-2}$  se determinó mediante una computa --

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ción similar. es decir:

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

que podemos sustituir en lugar de  $F_{t-2}$  en la ecuación (3) - para obtener:

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

Ahora tenemos una expresión equivalente para  $F_t$  que contiene la constante  $\alpha$ , las tres demandas reales pasadas y el pronóstico promedio de tres periodos atrás. Podemos continuar este proceso de sustitución sucesiva para el término del pronóstico promedio restante, recorriendo hacia atrás - todo el camino, a través de la serie entera de datos de  $k$  - periodos, y terminar con la expresión:

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

La ecuación (4) incluye ahora todas las demandas reales del registro de datos, más el pronóstico promedio original utilizado  $(k+1)$  periodos atrás. Dado que el factor  $(1 - \alpha)^{k+1}$  - se hace muy pequeño y se aproxima a 0 a medida que  $k$  crece, se puede ignorar el último término. Al mismo tiempo, la suma de los otros coeficientes,  $\alpha(1 - \alpha)^n$ , se aproxima a 1, y así tenemos las condiciones de un auténtico promedio ponde-

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

rado. También es fácil ver ahora que el peso efectivamente conferido a cada una de las  $D$  depende del valor de  $\alpha$ , y que a las demandas más recientes se les asigna un peso mayor. En el cuadro I-17 aparecen los pesos dados a datos pasados para dos valores de  $\alpha$ .

CUADRO I-17

Pesos otorgados a los datos pasados de la demanda real en promedios exponencialmente ponderados para  $\alpha = 0.1$  y  $\alpha = 0.3$

Periodo	Fórmula	Peso en Por Ciento	
		$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.3$
t	$\alpha$	10.00	30.00
t-1	$(1 - \alpha)$	9.00	21.00
t-2	$(1 - \alpha)^2$	8.10	14.70
t-3	$(1 - \alpha)^3$	7.30	9.90
t-4	$(1 - \alpha)^4$	6.60	6.90

Ahora podemos volver a la ecuación (2), que es la que utilizaremos para fines del cálculo. Es engañosamente sencilla, pero recordemos que el término  $F_{t-1}$  ha sido generado mediante un proceso de secuencia que en realidad representa todas las demandas reales del pasado. Hemos mostrado que la selección de  $\alpha$ , la constante de suavizamiento, se puede ha-

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

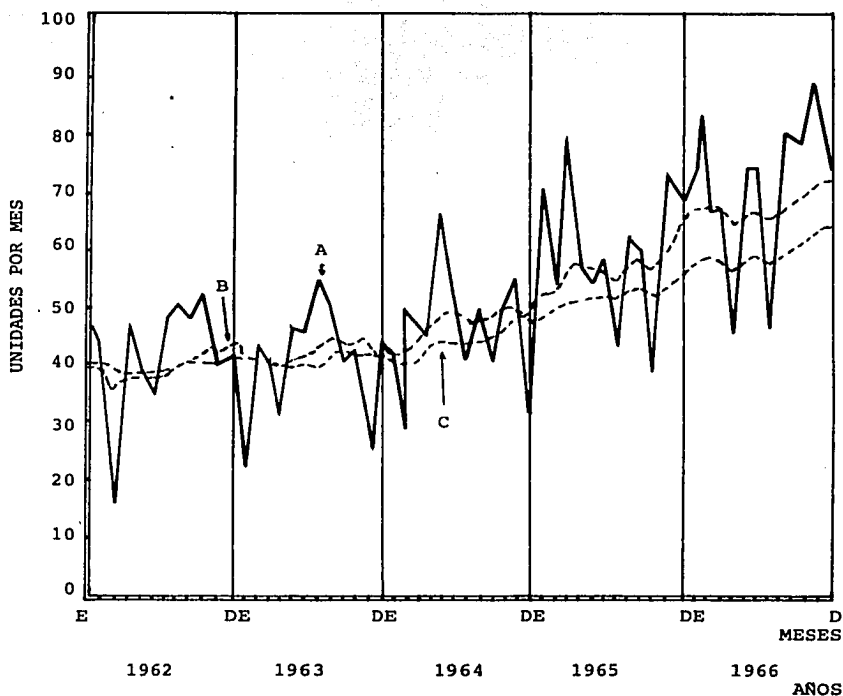
cer en tal forma que los datos recientes se pongan de relieve con la intensidad que se desee. Un valor relativamente grande hará que el pronóstico promedio  $F_t$  responda rápidamente a los cambios de la demanda real, reflejando una fracción de los cambios al azar de la demanda, así como los cambios reales en la demanda media. Un valor pequeño de  $\alpha$  responderá más lenta y suavemente. Brown recomienda principiar con una constante de amortiguamiento de 0.3 y reducirla a 0.1 después de seis meses. En la figura I-18 aparece el promedio exponencial suavizado de la demanda del producto A, cuando se utiliza una constante de amortiguamiento de  $\alpha = 0.1$ . Adviértase que el promedio suavizado es estable, aún cuando se producen amplias fluctuaciones en la demanda real, pero el promedio cambia gradualmente cuando cambia la demanda real. Al principio de esta sección aludimos al hecho de que el pronóstico promedio se retrasaría en relación con la tendencia ascendente o descendente. Se puede corregir este retraso.

#### EFFECTOS DE TENDENCIA

La tendencia aparente de un periodo a otro es, sin más, la diferencia entre los pronósticos promedio de un periodo al siguiente,  $F_t - F_{t-1}$ . Pero, por supuesto, esta diferencia está sujeta a las variaciones al azar que ocurren

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## DEMANDA MENSUAL DEL PRODUCTO B



- A) DEMANDA  
 B) PROMEDIO PONDERADO EXPONENCIALMENTE SIN AJUSTE DE LA TENDENCIA PRONOSTICO PROMEDIO (CON BASE EN LA COLUMNA (3) DEL CUADRO)  
 C) EXTRAPOLACION (CON BASE EN LA COLUMNA 7 DEL CUADRO)

FIGURA I-18

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

y que pueden ser suavizadas exponencialmente en la misma forma que la ponderada: el procedimiento es similar al de los promedios. La tendencia actual aparente es la diferencia existente entre los últimos dos pronósticos promedio. - es decir:

$$\text{Tendencia actual aparente} = F_t - F_{t-1}$$

El nuevo ajuste medio de tendencia,  $\bar{T}_t$ , es entonces

$$\bar{T}_t = \alpha(\text{tendencia actual aparente})$$

$$+ (1 - \alpha) (\text{último ajuste medio de tendencia})$$

$$\bar{T}_t = \alpha(F_t - F_{t-1}) + (1 - \alpha)\bar{T}_{t-1} \quad (5)$$

La demanda esperada incluyendo un ajuste por tendencia, es el nuevo pronóstico promedio  $\bar{F}_t$ , computado de acuerdo con la ecuación (2), más una fracción del nuevo ajuste medio de la tendencia calculado en la ecuación (5):

$$\text{Demanda esperada para el periodo en curso} = E(D_t)$$

$$= F_t + \frac{(1 - \alpha)}{\alpha} \bar{T}_t \quad (6)$$

El término  $(1 - \alpha)/\alpha$  es una corrección por el retraso en  $\bar{T}_t$  en respuesta a un brinco hacia arriba o hacia abajo.

Extrapolación y Pronósticos. Al igual que en el modelo sin tendencia, la ecuación (6) no implica ninguna extrapolación más allá de los datos de demanda conocidos. Para extrapolar más allá de  $E(D_t)$ , con el fin de predecir  $D_{t+1}$ , se requiere que agreguemos  $\bar{T}_t$ , el ajuste medio de tendencia -

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

mas reciente.

$$D^o_{t+1} = E(D_t) + \bar{T}_t = \bar{F}_t + \frac{1-\alpha}{\alpha} T_t + T_t = \bar{F}_t + \frac{1}{\alpha} T_t \quad (7)$$

Entonces para pronosticar o extrapolar la demanda para  $n$  periodos en el futuro.

$$\begin{aligned} D^o_{t+n} &= E(D_t) + n\bar{T}_t \\ &= \bar{F}_t + \left(\frac{1}{\alpha} + n - 1\right) T_t \end{aligned} \quad (8)$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Al igual que en el caso de los cálculos del pronóstico promedio, los del ajuste medio de tendencia, de la demanda esperada y los de los pronósticos, pueden efectuarse fácilmente con una calculadora de escritorio o una computación automática.

Computaciones. En este punto, un ejemplo servirá para ilustrar los métodos de pronósticos promedio y de ajustes medios de tendencia para el amortiguamiento exponencial. En el cuadro I-19 aparecen los datos originales de la demanda y los cálculos que se requieren en el caso del producto B: en la columna (2) se ven los datos de demanda originales de la figura I-18; la columna (3) muestra los pronósticos promedio calculados y las columnas (4) y (5) el cálculo en dos etapas de los ajustes medios de tendencia, la columna (6) presenta el resultado de agregar (o restar) el ajuste de tendencia al pronóstico promedio para obtener la demanda esperada. Por último, en la columna (7) aparece el cálculo de un pronóstico para  $D_{t+1}$ . En la figura I-18 los resultados de las columnas (3) y (7) se representan en relación con los datos de demanda originales. Adviértase el efecto suavizante de las series de los pronósticos promedio y de la predicción extrapolada y el hecho de que el ajuste de tendencia corrige el retraso del pronóstico promedio simple cuando existe una tendencia. Adviértase también que el pro-

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Cálculos de la demanda media de pronóstico, el ajuste medio de la tendencia y la demanda esperada para el producto B ( $\alpha=0.3$ )

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Fecha	Demanda Dt	Promedio de pronóstico (Ft) $Ft = \alpha Dt + (1 - \alpha) Ft - 1$	Tendencia actual aparente, $Ft - Ft - 1$	Ajuste medio de tendencia $Tt = \alpha (Ft - Ft - 1) + (1 - \alpha) Tt - 1$	Demanda esperada $E(dt) = Ft + \frac{1}{\alpha} Tt$	Pronóstico para el periodo t+1 $D^{*}t+1 = Ft + \frac{1}{\alpha} Tt$
Inicial		40.0				
1962:						
enero	47	40.70	0.70	0.070	41.33	-----
febrero	42	40.83	0.13	0.076	41.51	41.40
marzo	16	38.35	-2.48	0.180	36.73	41.59
abril	47	39.22	0.87	0.075	38.54	36.55
mayo	38	39.10	-0.12	0.080	38.38	38.47
junio	34	38.59	-0.51	0.123	37.48	38.30
julio	45	39.23	0.64	0.047	38.81	37.36
agosto	50	40.31	1.08	0.066	40.90	38.76
septiembre	47	40.98	0.67	0.126	42.11	40.97
octubre	54	42.28	1.30	0.243	44.47	42.24
noviembre	40	42.05	-0.13	0.206	43.90	44.71
diciembre	43	42.05	0	0.185	43.72	44.11
1963:						
enero	22	40.05	-2.00	0.033	39.75	43.91
febrero	44	40.45	0.40	0.010	40.54	39.72
marzo	42	40.61	0.16	0.025	40.83	40.55
abril	29	39.41	-1.16	0.093	38.61	40.86
mayo	46	40.11	0.66	0.018	39.95	38.52
junio	45	40.60	0.49	0.033	40.90	39.93
julio	56	42.14	1.54	0.184	43.80	40.93
agosto	50	42.93	0.79	0.245	45.14	43.98
septiembre	39	42.54	-0.39	0.182	44.18	45.39
octubre	44	42.69	0.15	0.179	44.30	44.36
noviembre	24	40.82	-1.87	0.026	40.59	44.48
diciembre	46	41.34	0.52	0.029	41.60	40.56

CUADRO I-19

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

nóstico promedio (sin ajuste de tendencia) se retrasa en relación con la curva de pronóstico extrapolada, colocándose por encima cuando la tendencia es negativa y por debajo cuando es positiva.

#### EFFECTOS ESTACIONALES

Como indicamos antes, la demanda de algunos productos exhibe un comportamiento estacional característico por razones obvias como el clima, que puede influir, por ejemplo, en la demanda de abrigos de invierno. En otros productos pueden intervenir los patrones tradicionales de cambios de estilo y programas de promoción, como ocurre en el caso de los automóviles y los muebles.) En ocasiones son menos obvias las razones de un patrón de demanda estacional y hay necesidad de determinarlas. Brown afirma que el primer principio "para decidir el empleo de un método estacional de pronóstico es que debe existir una razón definida, confiable, que cree gran demanda en cierto momento y escasa en otro." La base de la metodología consiste en desarrollar una serie de base que represente el ciclo estacional y calcular una razón entre la demanda real en cada periodo y la serie de base para ese periodo. Luego, esta razón de demanda se suaviza, al hacer la corrección por tendencia, de acuerdo con el mismo método general que se ilustra en el cuadro

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

I-19 y en la figura I-18.

El resultado de estas operaciones es una razón de demanda - esperada. Por último, se calcula la demanda esperada mediante la multiplicación, periodo a periodo, de la serie de base por la razón suavizada. De los productos que se manejan en el almacén del hospital es raro aquel que se ve afectado por estacionalidad, más bien lo que sucede es que constantemente salen nuevos productos al mercado (medicamentos) y éstos desplazan a otros (producto B).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## GENERALIDADES

## DEFINICION.

Inventario = Acopio de mercancías o materiales. El problema del surtidor puede tomarse como modelo. Para suministrar un artículo debe mantener existencias del mismo para satisfacer la demanda. Al agotar sus existencias hará un pedido para poder seguir satisfaciendo su demanda. Siendo ésta la naturaleza de un inventario, si deduce que su teoría debe tratar de la lógica en que se basa o debe basar se este procedimiento. Entonces pudiera ser una definición la siguiente: la teoría del inventario trata de la terminación de los procedimientos óptimos de adquisición de existencias de artículos para satisfacer la demanda futura. La recolección de la enorme variedad de mercancías (2.400 diferentes productos se manejan en el almacén del hospital), de las cuales alguien tiene que encargarse de mantener existencias, sugiere que se presentarán diferentes casos especiales dentro de la teoría definida de esta manera, pero parece ser que la definición es lo suficientemente amplia para abarcarlos a todos.

Fred Hanssman da la siguiente definición: "Un inventario es un recurso ocioso de cualquier clase, con tal que es

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

te recurso tenga valor "económico". Entonces la teoría de los inventarios trataría de la determinación de la magnitud óptima de este recurso ocioso. La cualidad de futuro todavía es válida, ya que un recurso ocioso que sea el resultado de una decisión pasada representa un costo de amortización para la decisión futura. El planear con anticipación la carestía del recurso ocioso es el tema de la teoría de inventarios en esta definición.

#### PROBLEMAS DE LOS INVENTARIOS.

Problemas de inventarios con certidumbre.

Problemas de inventarios con riesgo.

Problemas de inventarios con incertidumbre.

Problemas de inventarios con certidumbre.- Este se presenta cuando podemos conocer exactamente cual va a ser la demanda futura. Este no es un caso muy frecuente, pero puede ilustrarse con la construcción de un área del hospital donde podemos cuantificar la cantidad de varilla que vamos a necesitar.

Problemas de inventarios con riesgo.- Cuando podemos conocer la distribución de la demanda futura. Existe la posibilidad de que se disponga de esta información para el artículo en cuestión si se cuenta con registros de la demanda

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

anterior (ver tema de pronósticos). Un ejemplo pudiera ser el inventario de agujas y jeringas, medicamentos, papelería etc.

Problemas de inventarios con incertidumbre.- Cuando podemos ignorar la probabilidad de los niveles que alcanzaría la demanda futura. Por ahora resulta útil presentar este caso extremo como una posibilidad. Un ejemplo de este problema es cuando se lanza un nuevo producto para el que no existen analogías de mercado.

Otro de los problemas que se presentan en relación a los procesos de adquisición es el retraso que existe entre la hora en que se hace un pedido y la hora en que la mercancía o producto en cuestión se recibe realmente en el inventario (tiempo de entrega).

#### COSTOS RELEVANTES

El análisis de los problemas de inventario se basa fundamentalmente, en una observación muy sencilla de sentido común. Y es que en cualquier problema genuino de inventario que sea debe haber costos opuestos. Queremos decir con esto simplemente que debe haber costos asociados a la cuestión de hacer "demasiado" y que debe haber costos asociados a la cuestión de hacer "muy poco". Algunas veces existen va--

TESIS CON  
FALLAS DE ORIGEN

rios de estos costos, pero debe haber cuando menos uno en cada dirección. estos postulados son muy vagos, y la pregunta inmediata que originan es: "demasiado" o "muy poco". de que?

Que tan a menudo debe ordenarse la mercancía? La respuesta precisa requiere el análisis del problema específico pero sabemos dos cosas respecto a la frecuencia de los pedidos. Primera: debe existir un costo asociado a la cuestión de ordenar con demasiada frecuencia. Si éste no fuera el caso, entonces la mercancía se ordenaría con la frecuencia máxima posible, quizá haciendo un pedido por separado para cada artículo solicitado. Ahora, en realidad, estos pueden ser los lineamientos óptimos para hacer los pedidos de algunas mercancías, más esto no es lo que se discute. Si no hubiera costo asociado a la cuestión de hacer pedidos con mucha frecuencia, entonces, sencillamente, no habría problema y no sería necesario el análisis. Es precisamente la existencia de este costo lo que crea el problema. Los costos de los pedidos incluyen todos los componentes que resultan al tramitarlos. Para enviar un pedido al exterior es necesario revisar el artículo pedido y determinar la cantidad que debe pedirse. Luego debe tramitarse el pedido, para lo cual se precisa la contribución del tiempo de varios individuos. Finalmente, es también cierto, que para cada pedido se re--

TESIS CON  
FUELA DE ORIGEN

quiere un cheque por separado para pagarlo, y para esto son necesarios otros trámites administrativos. Segunda: debe haber algún costo asociado con la cuestión de no hacer pedidos con la frecuencia necesaria. Si no existiera este costo la mercancía no se pediría en su totalidad o, como alternativa, podría hacerse un pedido gigantesco en cuestión. El espacio que se requiere para almacenar el inventario generalmente tiene un costo asociado. Decimos "generalmente" porque esto depende igualmente de que haya una alternativa para usar el espacio en cuestión. Si no existe, por ejemplo si una bodega no puede venderse o rentarse y no hay la alternativa de hacer un uso provechoso del espacio dentro de la misma compañía, entonces el espacio es un costo fijo para la decisión con respecto al inventario. Si cualquiera de estos dos costos opuestos no existiera, no habría problema de inventario con respecto a la frecuencia de los pedidos, y los lineamientos óptimos sería optar por una de las dos soluciones extremas indicadas.

Admitida la existencia de estos costos opuestos, como procede el análisis? Básicamente reconociendo que el objetivo usual en los problemas de inventario sera la minimización de uno o de otro de los costos opuestos. El costo total incluye todos los costos relevantes opuestos y el procedimiento analítico consiste en encontrar una expresión para

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



el costo total y luego descubrir la conducta que permita mi-  
nimizarlos.

Otros costos que se presentan son los siguientes:

Costos por desperfectos

Costos por seguro

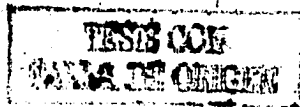
Costos por abarrotamiento

Costos por desperfectos. Muchas clases de mercancías y de artículos bajan de valor durante el almacenamiento. Tal cosa puede ser el resultado de su deterioro real, obsolescencia o robo. Por tal motivo esta pérdida de valor representa un costo que debe asignarse al mantenimiento del inventario.

Costos por seguro. Como muchos inventarios requieren seguros, es necesario incluir este costo en el de almacenaje.

Costos por abarrotamiento. Es el resultado de las existencias que quedan después de que la demanda del artículo ha terminado.

Algunos de los costos pueden determinarse de los asientos contables de costos, cuando menos en el caso de las aplicaciones ortodoxas mercantiles de la teoría de inventario.



## EL MODELO CLASICO DE INVENTARIOS

La primera versión del modelo clásico de inventarios - se debe a F. W. Harris. Sin embargo, con frecuencia esta -- fórmula se menciona inapropiadamente en la bibliografía como la "formula de Wilson". Wilson era un consultor que utilizó dicha fórmula en muchas aplicaciones relativas a empresas. En 1931, F.E. Raymond publicó el primer libro acerca del control de inventarios y trato de mostrar como se podía ampliar el modelo clásico de inventarios para explicar condiciones existentes en la industria.

El objetivo del modelo clásico de inventarios es determinar el tamaño del lote ( $Q$ ) en condiciones casi ideales . En la figura I-20 aparece una estructura supuesta del nivel de inventarios en relación con el tiempo. Se piden  $Q$  unidades cuando el nivel de inventarios baja al punto de reorden ( $P$ ). El pedido se coloca precisamente en el punto tal que - la demanda durante el tiempo de entrega de la dotación ( $L$ ) - reduciría el inventario a cero. El pedido previo de  $Q$  unidades se hace en el momento adecuado, para recibirlo exactamente en ese punto, el cual eleva el nivel de inventario a  $Q$ , y el ciclo se repite. Vamos a utilizar los simbolos siguientes:

TESIS CON  
FOLIA DE ORIGEN

ESTRUCTURA DE LOS NIVELES DE INVENTARIO EN RELACION  
CON EL TIEMPO EN EL MODELO CLASICO DE INVENTARIO .

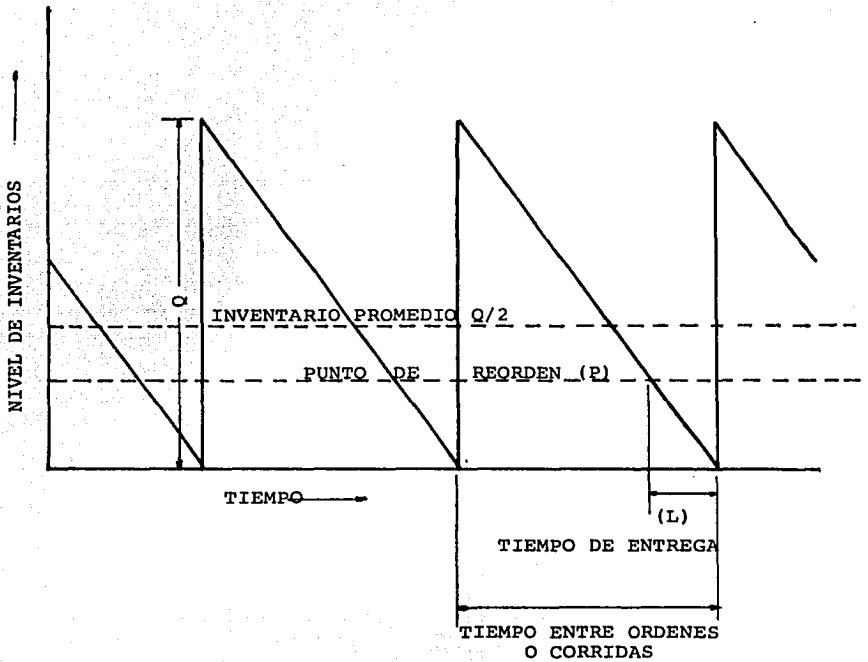


FIGURA I-20

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- CT = Costo total incremental  
 CT<sub>o</sub> = Costo total incrementado óptimo  
 Q = Tamaño del lote  
 Q<sub>o</sub> = Tamaño óptimo del lote  
 R = Requerimientos anuales en unidades  
 CH = Costo de almacenaje  
 C<sub>p</sub> = Costo por pedido  
 P = Punto de reorden  
 L = Tiempo de entrega  
 B = Inventario de protección  
 I = Nivel de inventarios  
 S = Tasa de ventas

La función objetivo. Los costos marginales en este sistema sencillo son: los relacionados con mantener el inventario y los asociados con los costos por pedido de tamaño Q. Por lo tanto, la función de costos que queremos reducir al mínimo es:

$$CT = \text{costos de almacenaje} + \text{costos por pedir}$$

El tamaño del lote, Q, es la variable que se encuentra bajo control de la dirección. En la figura I-20 podemos observar que si se incrementa Q, aumentará proporcionalmente el nivel promedio de los inventarios, Q/2. Si el costo de -

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

almacenaje por unidad al año es de Ch. los costos marginales anuales asociados con el inventario son:

$$Ch \frac{Q}{2}$$

Veamos un ejemplo específico en que el costo de mantener el inventario se reduce a  $0.50 (Q/2) = Q/4$ . En la figura I-21a aparece la gráfica de la función de mantener el inventario.

En forma similar, podemos hacer una afirmación general acerca del costo por pedir anual. Estos costos dependen del número de veces que se formulen para satisfacer un requerimiento anual de R dependerá del tamaño del lote, Q, de cada pedido, o sea  $R/Q$ . Si el costo por pedido es  $C_p$ , los costos anuales por pedir se pueden expresar así:

$$C_p \frac{R}{Q}$$

En nuestro ejemplo, supongamos que  $R = 250$  unidades por años y  $C_p = \$10.00$  por pedido. La función del costo anual por pedir se reduce entonces a  $10(250/Q) = 2.500/Q$ . La gráfica de esta función aparece en la figura I-21b.

Los dos componentes del costo que aparecen en la figura I-21a e I-21b se suman simplemente en forma algebraica -

TEMAS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALGA DE ORIGEN

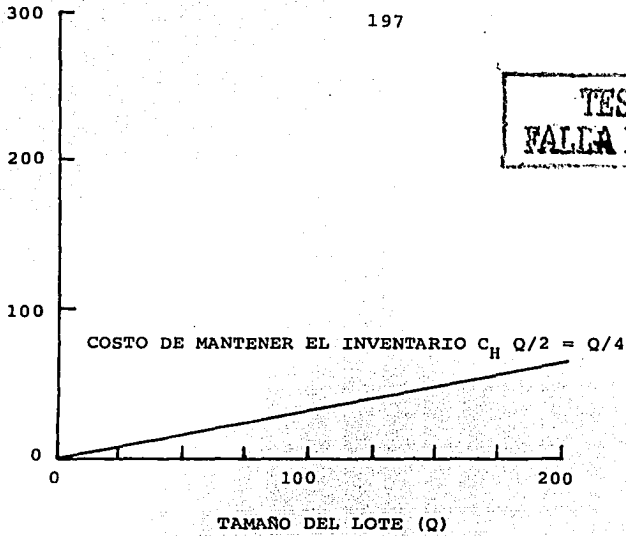


FIGURA I-21A

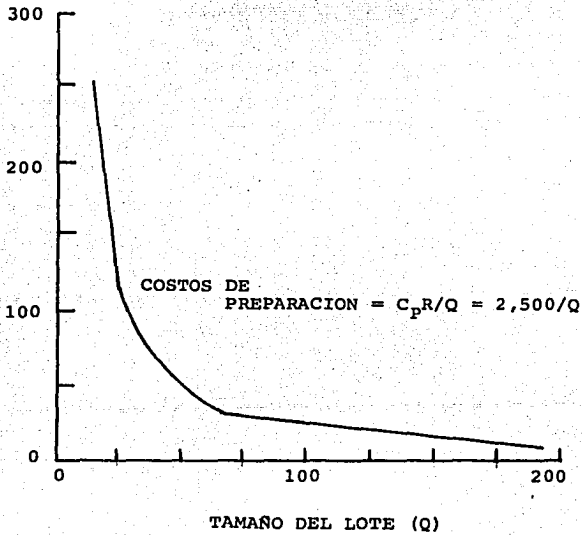


FIGURA I-21B

para obtener el costo total incremental (CT) que aparece en la figura I-21c.

Derivación de las fórmulas de costo mínimo. Para desarrollar fórmulas de fácil cálculo que sean aplicables a cualquier conjunto de datos, principiaremos con la expresión general del costo marginal total que ya hemos elaborado.

$$CT = \frac{Ch Q}{2} + \frac{Cp R}{Q} \quad (1)$$

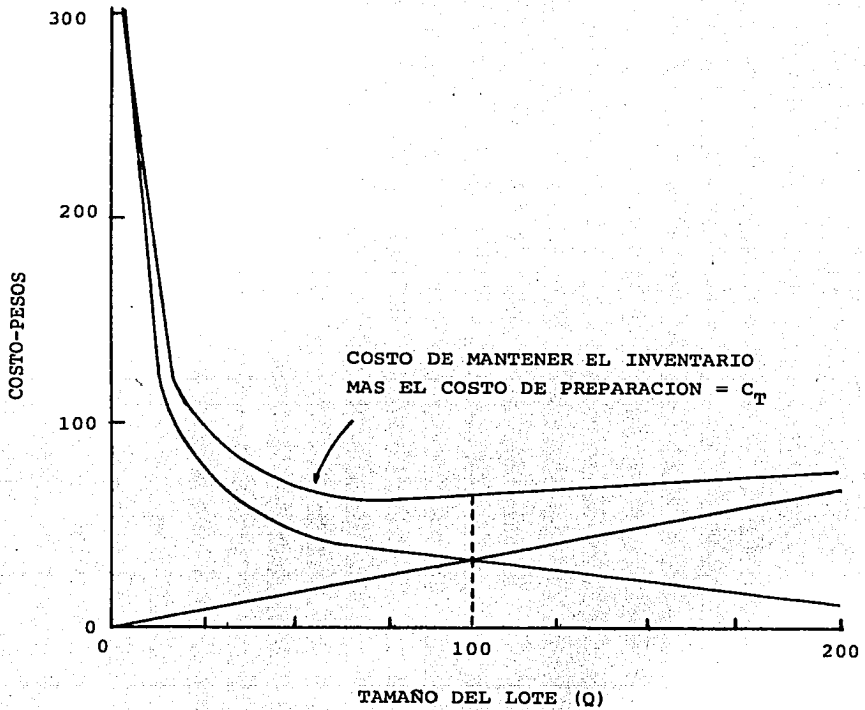
Esta es una ecuación de la curva del costo marginal total, pero deseamos determinar una expresión general para  $Q_0$ , el tamaño de lote correspondiente al mínimo de la curva del costo marginal total. Matemáticamente esto se puede lograr encontrando el valor de  $Q$  en que la pendiente de la curva del costo marginal total es igual a cero. Utilizando los elementos del cálculo diferencial sencillo, tenemos que la primera derivada de la ecuación (1) con relación a  $Q$  es:

$$\frac{d(CT)}{dQ} = \frac{Ch}{2} - \frac{Cp R}{Q^2} \quad (2)$$

El valor de la ecuación (2) es la pendiente de la línea tangente a la curva del costo marginal total. Deseamos saber el valor de  $Q$  cuando esta pendiente es cero: por lo tan-

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

MODELO CLASICO DE INVENTARIO



$Q_0$  = TAMAÑO DEL LOTE  
CON COSTO MINIMO

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

FIGURA I-21C



to. hacemos la ecuación (2) igual a cero y resolvemos en Q:

$$\frac{Ch}{2} - \frac{Cp R}{Q_0^2}$$

$$Q_0 = \sqrt{2Cp R/Ch} \quad (3)$$

El costo de una solución óptima, calculada de acuerdo con la ecuación (3), se puede obtener sustituyendo el valor de  $Q_0$  en la ecuación (1):

$$CT_0 = \sqrt{2CpChR} \quad (4)$$

El número óptimo de pedidos por año,  $N_0$ , y el tiempo que media entre los pedidos  $t_0$ , para una solución óptima, serán

$$N_0 = R/Q_0 \quad (5)$$

$$t_0 = Q_0/R = 1/N_0 \quad (6)$$

Las ecuaciones (3), (4), (5) y (6) son las que nos pueden servir en los cálculos. Si sustituimos los valores de R, Ch y Cp de nuestro ejemplo específico obtendremos:

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2 \times 250 \times 10}{0.50}} = 100$$

$$CT_0 = \sqrt{2 \times 10 \times 0.50 \times 250} = \sqrt{2.500} = \$50$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

$$No = \frac{250}{100} = 2.5 \text{ pedidos por año}$$

$$to = \frac{1}{2.5} = 0.4 \text{ años entre pedidos}$$

#### MODELO PARA DESCUENTOS POR CANTIDAD

Es común que los proveedores fijen precios que varíen según la cantidad pedida. Por supuesto, estos cambios de precios afectarán en muchos casos la cantidad más económica de los lotes. El efecto se refleja directamente en diferencias del precio total de compra, costos por pedir y costos de almacenaje de inventarios. Para las situaciones sencillas de un solo cambio de precio el procedimiento podría ser como sigue: 1) calcular  $Q_0$  con base en las fórmulas apropiadas; 2) si  $Q_0$  está por encima del cambio de precio  $b$ ,  $Q_0$  será ciertamente la cantidad más económica; 3) si  $Q_0$  es menor que  $b$ , un sencillo estudio de costos incrementales determinará si el ahorro en los costos de adquisición y de formulación de pedidos supera los costos incrementales de almacenaje. En los esquemas de descuentos más complejos puede resultar conveniente la aplicación de un modelo formal de decisión.

Modelo de decisión para cambios de precios. El modelo-

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

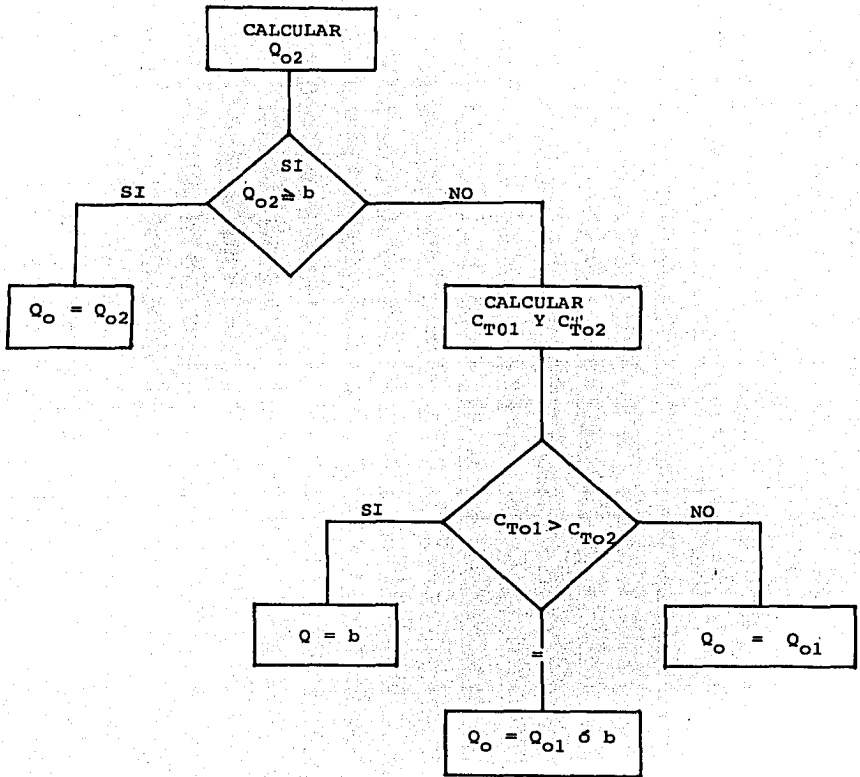


FIGURA I-22

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

clásico de inventario supone un precio o valor constantes. - de manera que para elaborar un sistema de decisión que tome en cuenta los cambios de precio debemos modificar dicho modelo clásico para incluir el precio o valor del producto como una variable. La ecuación del costo total incremental se convierte en:

$$CT = C_p \frac{R}{Q} + kR \quad k \frac{Q}{2} F_h \quad (7)$$

donde.

$k$  = costo unitario o precio del artículo

$F_h$  = Costo de conservación del inventario como una fracción del valor del inventario

Siguiendo el procedimiento anterior, diferenciamos la ecuación (7) con respecto a  $Q$  y se iguala el resultado a cero. Se obtienen las siguientes fórmulas de cálculo.

$$Q_0 = \sqrt{2C_p R / k F_h} \quad (8)$$

$$CT_0 = \sqrt{2C_p k F_h R} + kR \quad (9)$$

Las ecuaciones (8) y (9) se utilizan luego en un sistema de decisión secuencial, para determinar la cantidad más económica que se debe producir cuando hay cambios de precios.

En la gráfica de flujos de decisión de la figura 1-22

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

aparece el sistema de un cambio de precio. Vemos en esta figura la secuencia de cálculos requeridos para determinar la  $Q_0$  con un esfuerzo mínimo.

Las figuras I-23 e I-24 ilustran el efecto del cambio de localización de la cantidad en que se modifica el precio en relación con los puntos mínimos de la curva. Los datos básicos para ambas figuras son los mismos. en la figura I-25 la gráfica de flujo de la decisión (así como una inspección de las gráficas) nos llevaría a la decisión de que  $Q_0 = b = 250$  unidades. Cuando el cambio de precio se mueve a  $b = 1.500$  unidades,  $Q_0$  se convierte en el mínimo del sistema.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

GRAFICA DEL COSTO TOTAL INCREMENTAL .(Modelo de inventarios con un cambio de precio en  $b=250$  unidades  $R=500$  unidades anuales,  $C_p = \$10$ ,  $F_H=20\%$ ,  $k_1 = \$1$ ,  $k_2 = \$0.90$ ,  $Q_o = b=250$  unids.)

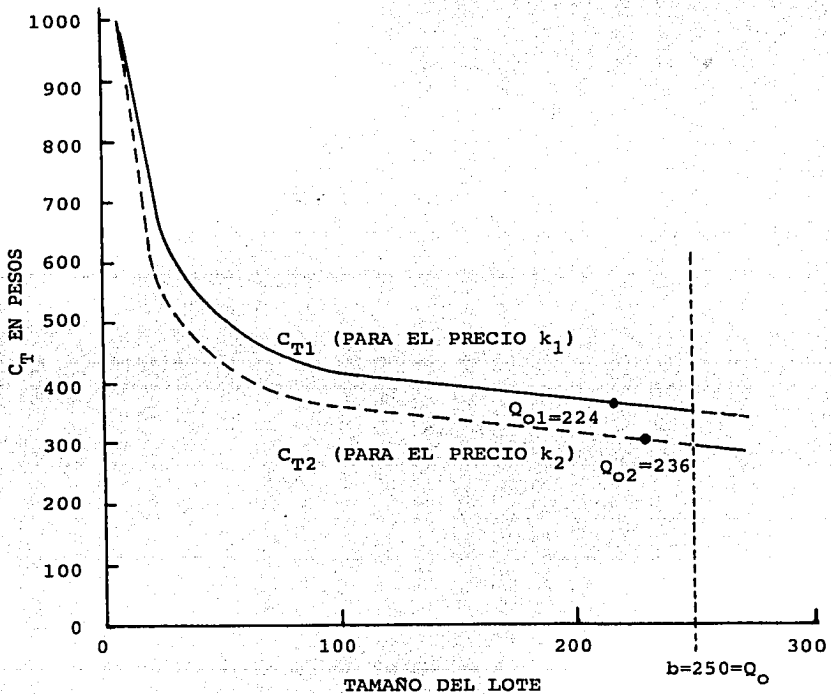


FIGURA I-23

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

GRAFICA DEL COSTO TOTAL INCREMENTAL. (modelo de inventarios con un cambio de precio.  $b=1500$  unidades,

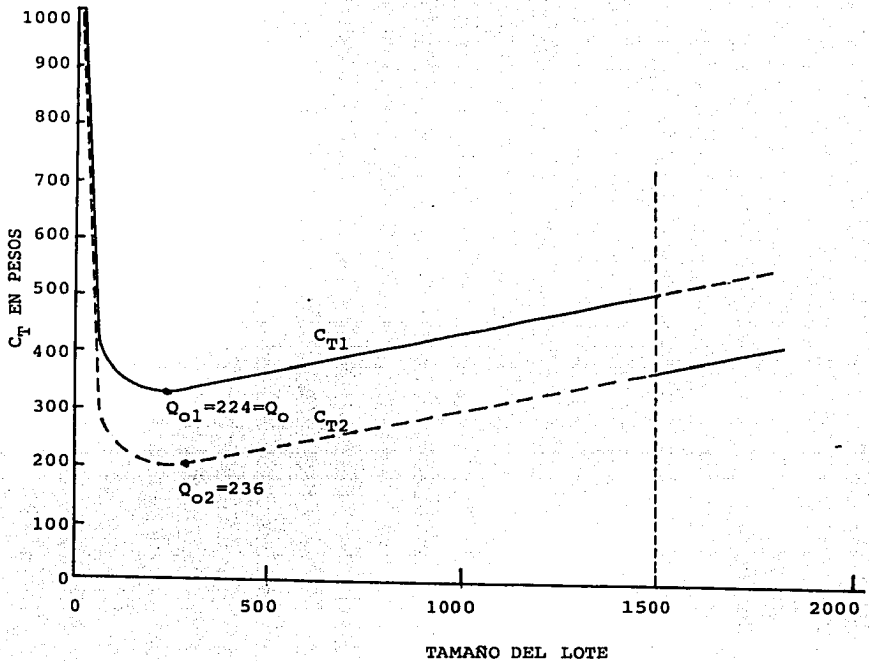


FIGURA I-24

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## DETERMINACION DEL INVENTARIO DE SEGURIDAD

Uno de los componentes más importantes del sistema de inventarios es el inventario de seguridad o stock de seguridad, destinado a absorber las variaciones de la demanda y/o las variaciones del tiempo de entrega del suministro. Si el tiempo de entrega de la demanda, del suministro, o de ambos son mayores que los valores constantes indicados en el modelo clásico de inventarios, se nos agotarán las existencias. Pero si sobreponemos la estructura clásica del tamaño de los lotes de un inventario de seguridad planeado como aparece en la figura I-25 podemos disminuir el riesgo de agotamiento de las existencias. Definimos aquí el agotamiento de las existencias como la aparición de un nivel de inventario igual a cero en cualquier periodo de pedidos, y el porcentaje de agotamiento como el porcentaje de periodos de pedidos en que ocurre un agotamiento. Se utilizan otras definiciones tales como el porcentaje de días de agotamiento y el de unidades faltantes en relación con la demanda.

Evidentemente, como mayor sea el inventario de seguridad, menor será el riesgo de que se agoten las existencias. Nuestro problema consiste en determinar conceptos y métodos que nos permitan fijar los inventarios de seguridad a nive-

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



207-a

ESTRUCTURA IMAGINARIA DE LOS NIVELES DE INVENTARIOS  
EN RELACION CON EL TIEMPO.

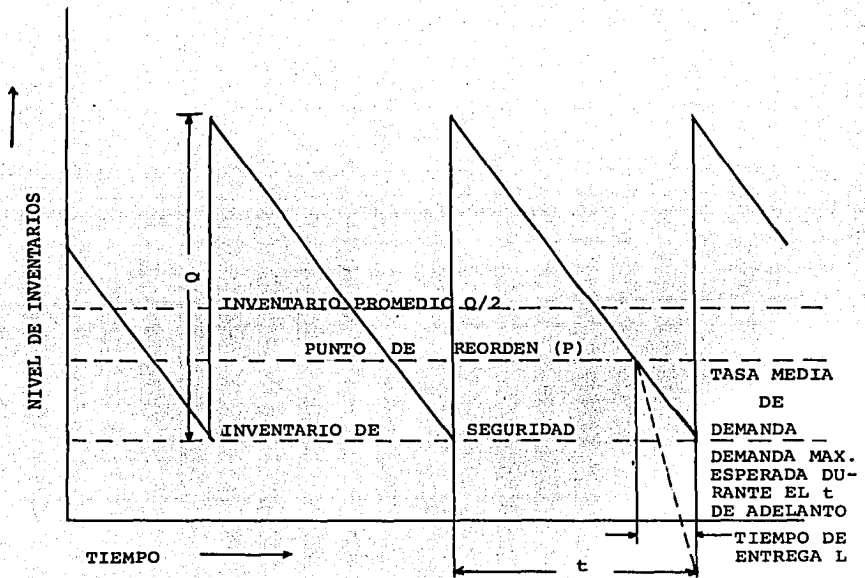


FIGURA I-25

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

les razonables. de manera que el riesgo de agotamiento de las existencias sea aceptable. O aún mejor. nos gustaría fijar los niveles de los inventarios de seguridad en forma tal que su costo equilibrara el costo esperado de agotamiento de las existencias. Por lo tanto. un nivel óptimo del inventario de seguridad será el que reduzca al mínimo la suma de los costos esperados del inventario y del agotamiento del mismo. Aunque no resulta difícil elaborar un modelo de inventarios de seguridad basado en este concepto del equilibrio de los costos del inventario y de su agotamiento. con frecuencia resulta difícil o imposible para la administración el aislar el verdadero costo del agotamiento de las existencias. Por lo tanto la dirección sigue la práctica de fijar un nivel de servicio que garantice que los casos de agotamiento no excederan algún nivel predeterminado. Si la dirección desea implantar una política para mantener un nivel de servicio del 90 al 95 % en promedio. se podrán emplear algunos de los procedimientos que se examinarán a continuación.

En la figura I-25 observamos que la demanda es variable, en la cual el inventario de seguridad se determina así:

$$B = D_{\max} L - D L = L (D_{\max} - D) \quad (1)$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

donde.

$D_{max}$  = demanda máxima registrada

$D$  = demanda promedio

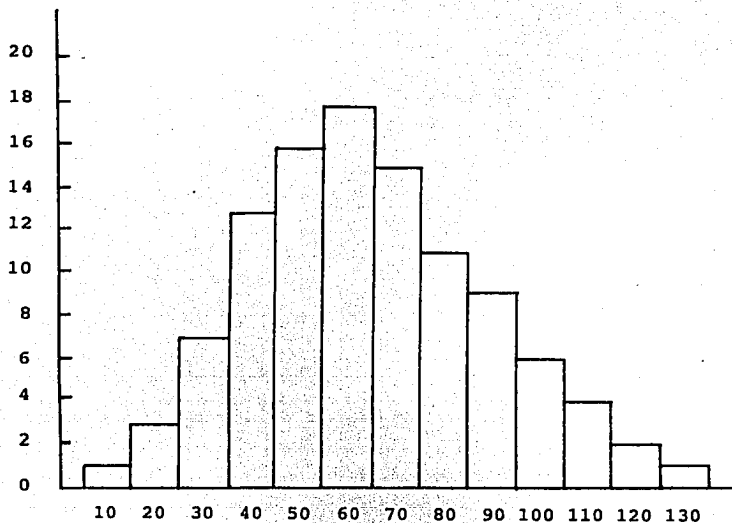
En primer término analicemos cualquier distribución de frecuencias, como la que se presenta en la figura 1-26, que se refiere únicamente a las variaciones aleatorias en la demanda del producto. En este ejemplo vemos que la demanda semanal ha alcanzado el nivel mínimo de 10, el nivel máximo - de 110 y que ha tenido un promedio aproximado de 64 en las 106 semanas que registra la muestra. Esperaríamos que la demanda fuese de 64 unidades por semana durante el tiempo de entrega, pero en la distribución de frecuencias podemos observar que es posible una demanda de 130 unidades por semana y que, efectivamente, ocurrió durante una semana. Dado que el tiempo de entrega es de una semana, el inventario de seguridad que nos protegerá eficazmente contra una escasez sería:

$$D_{max} - D = 130 - 64 = 66 \text{ unidades}$$

Pero  $D_{max} = 130$  unidades, en realidad es poco probable, ya que sólo ocurrió en una de las 106 semanas de la muestra, o sea, aproximadamente en el 0.94 % del tiempo. Debemos decidir si estamos dispuestos o no a mantener un nivel de inven

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS QUE MUESTRA LA VARIACION AL AZAR DE LA DEMANDA DURANTE EL TIEMPO DE ENTREGA L= 1 SEMANA.



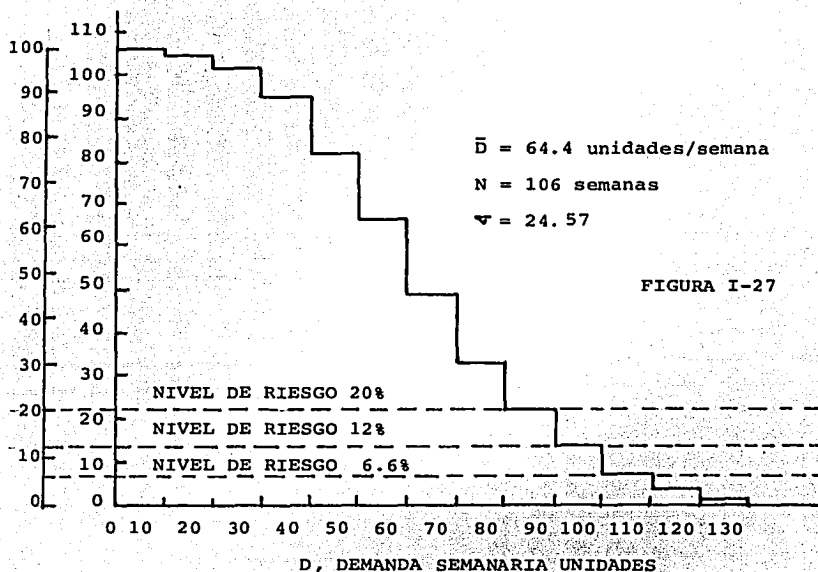
$\bar{D}$ , DEMANDA SEMANARIA, UNIDADES

DEMANDA	FRECUENCIA	COL(1)XCOL(2)	COL(2)X $\bar{D}$	$\left(\frac{\bar{D} - Df}{f}\right)^2 \times f$
10	1	10	64.43	2963
20	3	60	193.29	5922
30	7	210	451.01	8297
40	13	520	837.59	7759
50	16	800	1030.88	3332
60	18	1080	1159.74	353
70	15	1050	966.45	465
80	11	880	708.73	2667
90	9	810	579.87	5884
100	6	600	386.58	7591
110	4	440	257.72	8306
120	2	240	128.86	6176
130	1	130	64.43	4299
	<u>106</u>	<u>6830</u>		<u>64014</u>

FIGURA I-26

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

DISTRIBUCION DEL PORCENTAJE DE LAS SEMANAS EN QUE LA DEMANDA SUPERO UN NIVEL DADO (MISMA DE FIGURA ANTERIOR).



NIVEL APROXIMADO DE RIESGO EN %	$D_{\text{máx}}$	(B) INVENTARIO DE SEGURIDAD $B = (D_{\text{máx}} - \bar{D})$
0	130	66
6.6	110	46
12	100	36
20	90	26

tario de seguridad tal que, de acuerdo con la distribución de la muestra, nunca tuviéramos que enfrentar el agotamiento de las existencias. Si mantuviéramos un nivel de  $B = 66$  unidades, siempre satisfaceríamos por lo menos las necesidades de la demanda máxima registrada en nuestra muestra de 106 semanas. Dado que es pequeña la probabilidad de que  $D = 130$  unidades por semana, examinemos los efectos que sobre los inventarios de seguridad tendrían algunas definiciones más conservadoras de la demanda máxima, aunque habría, tal vez, un 5% de riesgo de que se agoten nuestras existencias.

La figura I-27 puede ayudarnos a examinar los efectos de varios niveles de riesgo de agotamiento de inventarios. Esta figura I-27, tabulando el número de semanas en que la demanda superó efectivamente cada uno de los niveles discretos dados. La escala del eje vertical se convirtió luego a una escala porcentual, a fin de leer convenientemente los niveles de riesgo. Puesto que nuestros datos son discretos, leeremos el valor más cercano de la demanda relacionado con niveles de riesgo dados. Vemos que si definimos  $D_{max}$  como 110 unidades por semana, corremos el riesgo de agotamiento en cerca de 7 semanas de las 106 semanas, o sea, cerca del 6.6 por ciento del tiempo. A una demanda máxima de cerca de 100 unidades por semana le corresponderá un riesgo del 12%:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

a una  $D_{max}$  de 90 le corresponderá un 20%. En el cuadro I-28 se muestran los inventarios de seguridad requeridos para cada uno de estos niveles. Podemos observar allí que para niveles de riesgo menores se requieren inventarios de seguridad progresivamente mayores (menores niveles de riesgo) - aumenta desproporcionadamente. Desde luego el nivel de servicio del 100% sólo se define aquí para el caso que analizamos, ya que en la realidad para un nivel de seguridad del 100% se necesitaría un inventario de seguridad ilimitado. Los cálculos de inventario de seguridad se simplifican considerablemente si podemos justificar el supuesto de que la distribución de la demanda sigue alguna función matemática-definida. Se ha encontrado que las distribuciones normal y de Poisson, son muy útiles para representar las funciones de la demanda para fines de la admon. de inventarios. El procedimiento para determinar los niveles del inventario de seguridad son similares en ambos casos. Ese procedimiento es como sigue:

- 1) Determinése si la distribución normal o de Poisson describen aproximadamente la demanda durante el tiempo de entrega para el caso que se considera.
- 2) Fíjese un nivel de servicio basado en las políticas de la dirección o en una evaluación del equilibrio-

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

entre el costo marginal del inventario y el del agotamiento del mismo.

3) Utilizando el nivel de servicio, defínase  $D_{max}$  durante el tiempo de entrega en términos de una demanda normal o de Poisson.

4) Calcúlese el inventario de seguridad requerido, con base en  $B = D_{max} - D$ , donde tanto  $D_{max}$  como  $D$  se fundan en la distribución de la demanda sobre el tiempo de entrega  $L$ .

#### EJEMPLO

Dado el supuesto de normalidad, y un nivel de servicio del 95%, podemos determinar  $D_{max}$  refiriéndonos a la tabla de la distribución normal (fig. I-29). Sólo tenemos que conocer la demanda media  $D$  y la desviación estandar  $\sigma$ , para describir completamente la distribución normal de la demanda. Vemos en la figura I-29 que la demanda excede de  $D + n\sigma$  en 0.05, o sea el 5% (riesgo), cuando  $n = 1.645$ . Con la distribución normal de la figura I-29 tenemos que:

$$D_{max} = 64 + 1.645 \times 24.57 = 104 \text{ unids/sem} \text{ y}$$

$$B = 104 - 64 = 40 \text{ unidades}$$

donde, la desviación estandar se obtuvo de las operaciones

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



realizadas en la figura 1-29. teniendo que:

El total de semanas es la suma de las frecuencias para cada demanda (columna 2).  $f=106$

La demanda media (D) se obtiene como el resultado de sumar la columna (3) dividiendo el total entre el número de semanas:  $D = 6830/106 = 64.43$  unids/semana.

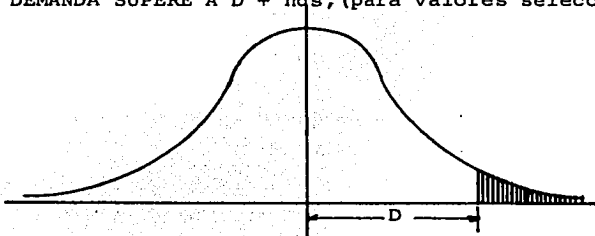
La desviación estándar se obtiene de dividir la columna (5) entre el total de semanas (106) y aplicando al resultado raíz cuadrada de decir:

$$\text{desviación estándar} = \sqrt{64014/106} = 24.57$$

Cuando es aplicable la distribución de Poisson, es suficiente el conocimiento de la demanda media, D, para describir completamente la distribución de la demanda. En el cuadro 1-30 aparecen los datos de la cola derecha de la distribución de Poisson para valores seleccionados de D hasta D = 20. Para el mismo caso tenemos que si consideramos los valores de Dmax y D en cientos (en la tabla de Poisson) tenemos que: para una demanda D = 60 ( D base = 64) y un riesgo de 0.043 ( riesgo base = 0.05)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

AREA BAJO LA COLA DERECHA DE LA DISTRIBUCION NORMAL MOSTRANDO LA PROBABILIDAD DE QUE LA DEMANDA SUPERE A  $\bar{D} + nds$ , (para valores seleccionados de  $n$ )

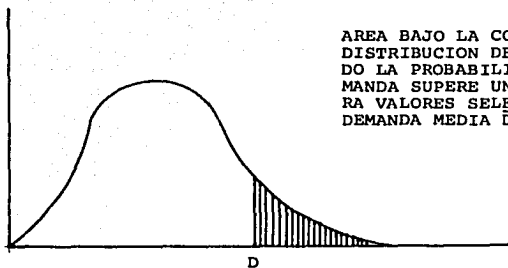


$ds = \sigma =$  desviación estándar

$D$	Probabilidad
$\bar{D} + 3.090ds$	0.001
$\bar{D} + 2.576ds$	0.005
$\bar{D} + 2.326ds$	0.010
$\bar{D} + 1.960ds$	0.025
$\bar{D} + 1.745ds$	0.050
$\bar{D} + 1.282ds$	0.100
$\bar{D} + 1.036ds$	0.150
$\bar{D} + 0.842ds$	0.200
$\bar{D} + 0.674ds$	0.250
$\bar{D} + 0.524ds$	0.300
$\bar{D} + 0.385ds$	0.350
$\bar{D} + 0.253ds$	0.400
$\bar{D} + 0.126ds$	0.450
$\bar{D} +$	0.500

FIGURA I-29

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



AREA BAJO LA COLA DERECHA DE LA DISTRIBUCION DE POISSON (MOSTRANDO LA PROBABILIDAD DE QUE LA DEMANDA SUPERE UN VALOR DADO  $D$ ; PARA VALORES SELECCIONADOS DE LA DEMANDA MEDIA  $D$ ).

$D$ DEMANDA MAYOR QUE	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
2	0.323									
3	0.143									
4	0.053									
5	0.017	0.215								
6	0.005	0.111								
7	0.001	0.051	0.256							
8		0.021	0.153							
9		0.008	0.084	0.283						
10		0.003	0.043	0.184						
11		0.001	0.020	0.112						
12			0.009	0.064	0.208					
13			0.004	0.034	0.136					
14			0.001	0.017	0.083	0.228				
15				0.008	0.049	0.156				
16				0.004	0.027	0.101	0.244			
17				0.002	0.014	0.063	0.173			
18				0.001	0.007	0.037	0.118	0.258		
19					0.003	0.021	0.077	0.188		
20					0.002	0.012	0.048	0.123	0.269	
21					0.001	0.006	0.029	0.089	0.201	
22						0.003	0.017	0.058	0.145	0.279
23						0.001	0.009	0.037	0.101	0.213
24							0.005	0.022	0.068	0.157
25							0.003	0.012	0.045	0.113
26							0.001	0.007	0.028	0.078
27								0.004	0.017	0.052
28								0.002	0.010	0.034
29								0.001	0.006	0.022
30									0.003	0.013
31									0.002	0.008
32									0.001	0.005
33										0.003
34										0.001

FIGURA I-30

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## SIMULACION DE LOS SISTEMAS DE INVENTARIOS

## 1) Demandas Constantes

Utilización y Abastecimiento Simultáneo.- Existen casos en los cuales un proveedor surte cantidades fijas diarias que generalmente son mayores a los lotes requeridos por el almacén del hospital. para estos casos es necesario conocer el periodo que deseamos cubrir (en días), la tasa de utilización promedio y el día en que debemos parar las entregas y por consecuencia el inventario con que se cuenta al día del paro.

Por ejemplo, en el caso de los sueros las entregas se realizan diariamente con un mínimo de 150 unidades por día. El hospital consume un promedio de 75 unidades por día. si el almacén quiere cubrir un periodo de 30 días tenemos que:

$T_{up}$  = Tasa de Utilización Promedio = 75 unids/día

$P$  = Periodo por cubrir = 30 días

$E$  = Tasa de recibo por día

$d$  = día de corte

$S$  = inventarios al corte de las entregas

$$d = (P \times T_{up}) / E \text{ ----- (1)}$$

$$S = E \times d - T_{up} \times d$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

$$S = d ( E - Tup ) \text{ ----- } (2)$$

sustituyendo "d" en (2)

$$S = P \times Tup ( 1 - Tup/E )$$

sustituyendo datos en (1)

$$d = (30 \times 75) / 150 = 15$$

en el día número 15 del periodo a cubrir se deben de suspender las entregas ya que para este día se contaría con un inventario de:

$$S = (30 \times 75) ( 1 - 75/150 ) = 1125$$

dividiendo este resultado entre los días que faltarían por cubrirse tenemos:

$$S = 1125/15 = 75 \text{ unids/día}$$

Punto de Reorden.- Debido a que existe un tiempo de entrega por parte de los proveedores, es necesario conocer el momento en que se debe realizar el siguiente pedido, antes de que se terminen las existencias. Si un proveedor da un tiempo de entrega de 5 días y existe una demanda mensual de 1800 unidades:

Q = consumo mensual = 1800 unidades

P = periodo por cubrir, en días

L = tiempo de entrega = 5 días

Tup = tasa de utilización promedio

s = punto de reorden

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Para cubrir esos 5 días que va a tardar el proveedor - en realizar la entrega. es necesario que se haga el pedido en el día número 25 del periodo a cubrir (30 - 5) con el propósito de contar con mercancía hasta la siguiente entrega:

$$s = T_{up} \times L = 60 \times 5 = 300 \text{ unidades}$$

Cuando queden 300 unidades será necesario volver a pedir.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## SIMULACION DE CICLOS DE PEDIDOS MENSUALES

En la tabla I-X presentamos la simulación de entradas y salidas de un artículo para el cual consideraremos demandas constantes en periodos de un mes, donde tenemos los siguientes datos:

Tasa de utilización =  $Tup = 70$  unidades/mes

Requerimientos anuales =  $R = 840$  unidades

Costo de almacenaje =  $Ch = 70 \times 0.2$

Tiempo de entrega =  $L =$  un mes

lote óptimo a pedir:

$$Q_0 = \sqrt{2(400)(800) / (70 \times 0.2)}$$

$$Q_0 = 219 \text{ unidades}$$

número de pedidos por año:

$$N_0 = R/Q_0 = 840/219 = 3.8 \text{ pedidos}$$

tiempo entre cada pedido:

$$t_0 = 1/N_0 = Q_0/R = 0.25$$

$$(0.25 \times 365) = 91 \text{ días entre cada pedido}$$

$$(0.25 \times 12) = 3 \text{ meses entre cada pedido}$$

(A) periodo

(B) demanda

(C) inventario al final del periodo

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

(D) entregas al final del periodo

(E) pedidos (para  $L = \text{un mes}$ )

tabla 1-λ

(A)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(B)		70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
(C)		150	80	10	160	90	20	170	100	30	180	110	40
(D)	220			220			220			220			
(E)		220			220			220					

Con este sistema estamos cubriendo un año, en donde los pedidos se realizan al final de cada mes y se reciben también a fin de cada mes. En el primer renglón aparecen cada uno de los doce meses, en el segundo la demanda mensual y en el tercero los inventarios con los que se cuenta para cada fin de mes, es decir, al final del periodo cero se recibió el primer lote de 220 unidades y en el primer mes se consumieron 70 unidades, teniendo al final de ese periodo un total de 150 unidades ( $220 - 70$ ) y así consecutivamente hasta llegar a un inventario final de 40 unidades. Los tres lotes restantes se recibieron al final del tercer, quinto y octavo periodos teniendo un total de 4 entregas y un sobrante de 40 unidades para la terminación del año. En el cuarto renglón tenemos las entregas ( $Q = 220$ ) y en el quinto y último renglón aparecen los pedidos, los cuales deben hacerse un mes antes ( $L = \text{un mes}$ ).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

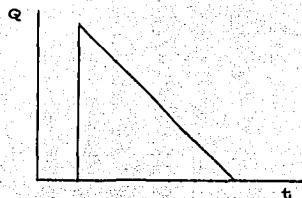


Para el cálculo del costo total:

$$CT = C_{PR}/Q + C_h Q/2$$

$C_P = 400$  (costo por pedido)

$C_h = Q/2$  (para agotamiento constante).



$C_h =$  Cant. con que se cuenta para cada periodo, menos consumo por periodo, entre dos.

costo de almacenaje anual por unidad:

$$C_h = \$ 70.00 \times 0.2$$

donde: \$ 70.00 es el costo de cada artículo y 0.2 es el porcentaje que se paga por su almacenaje (el 20% del costo de la unidad representa el costo anual de almacén, y varía entre 0.15 y 0.25).

costo mensual de almacenaje:

$$C_h = (70 \times 0.2)/12 = 1.166$$

costo de almacenaje para cada periodo:

- 1)  $( * 220 - 70/2 ) (1.166) = 216$
- 2)  $( 150 - 70/2 ) (1.166) = 134$
- 3)  $( 80 - 70/2 ) (1.166) = 53$

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

- 4) ( \* 230 - 70/2 ) (1.166) = 227  
 5) ( 160 - 70/2 ) (1.166) = 146  
 6) ( 90 - 70/2 ) (1.166) = 64  
 7) ( \* 240 - 70/2 ) (1.166) = 239  
 8) ( 170 - 70/2 ) (1.166) = 157  
 9) ( 100 - 70/2 ) (1.166) = 76  
 10) ( \* 250 - 70/2 ) (1.166) = 251  
 11) ( 180 - 70/2 ) (1.166) = 169  
 12) ( 110 - 70/2 ) (1.166) = 87

\* son las entregas que se realizaron cada tres meses -  
 y son el resultado de sumar cada Qo recibida al inventario-  
 que quedaba al final de ese periodo.

$$CT = (400)(840)/220 + 1819$$

$$CT = (400)(4) + 1819 = 3419$$

(No. de pedidos.)

Costo Total por año = \$ 3419.00

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

## 2) Demanda Variable

Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Consumo	70	70	75	80	90	95	95	100	110	115	140	150

Requerimientos anuales =  $R = 1.190$  unidades

Costo de almacenaje =  $Ch = 70 \times 0.2 = 14$

Costo por pedir =  $Cp = 400$

Tiempo de entrega =  $L =$  un mes

lote óptimo a pedir:

$$Q_0 = \sqrt{2(400)(1.190)/(70 \times 0.2)}$$

$$Q_0 = 260 \text{ unidades}$$

número de pedidos por año:

$$N_0 = R/Q_0 = 1.190/260 = 4.58 \text{ pedidos}$$

tiempo entre cada pedido:

$$t_0 = 1/N_0 = Q_0/R = 1/5 = 0.2$$

$$(0.20 \times 365) = 73 \text{ días entre cada pedido}$$

$$(0.20 \times 12) = 2.4 \text{ meses entre cada pedido}$$

consideraremos pedidos para casos de 2 y 3 meses:

- (A) periodo
- (B) demanda
- (C) inventario al final del periodo
- (D) entregas al final del periodo
- (E) pedidos (para  $L =$  un mes)

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

para  $t = 2$  meses: tabla I-X1

(A)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(B)		70	70	75	80	90	95	95	100	110	115	140	150
(C)	260	190	120	305	225	395	300	465	365	515	400	260	110
(D)		260		260		260		260					
(E)	260		260		260		260						

para  $t = 3$  meses: tabla I-X2

(A)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(B)		70	70	75	80	90	95	95	100	110	115	140	150
(C)	260	190	120	45	225	135	40	205	105	-5	140	0	-150
(D)			260			260			260				260
(E)		260			260			260				260	

Para el primer caso (tabla X1)  $t = 2$ , se realizan 5 pedidos cortando las entregas hasta el octavo mes, con lo cual se cubre la demanda total, teniendo para el final del último periodo existencias por 110 unidades que se acumularían para el siguiente año:

$$(260 \times 5 = 1,300; 1,300 - 1,190 = 110)$$

En el segundo caso (tabla X2)  $t = 3$ , tenemos también 5 pedidos, sin embargo nos enfrentaríamos con dos problemas: habría un faltante de 5 unidades en el noveno periodo y la

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Última entrega no alcanzaría a cubrir la demanda del doceavo mes. puesto que las entregas se realizan durante cada fin de mes. por lo tanto resulta mas conveniente utilizar tiempos de entrega de dos meses entre cada periodo.

Otra alternativa sería correr el segundo pedido a 3 meses y dejar los restantes a dos meses como se muestra en la tabla I-X3.

tabla I-X3

(A)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(B)		70	70	75	80	90	95	95	100	110	115	140	150
(C)	260	190	120	45	225	135	300	205	365	255	400	260	110
(D)				260		260		260		260			
(E)		220			260		260		260				

Analizando los diferentes costos para cada uno de los casos anteriores (tablas I-X1 e IX3) tenemos:

de la tabla I-X1

Para el cálculo del costo total:

$$CT = C_p R/Q + C_h Q/2$$

$$C_p = 400 \text{ (costo por pedido)}$$

costo mensual de almacenaje:

$$C_h = (70 \times 0.2)/12 = 1.166$$

costo de almacenaje para cada periodo:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1)	( 260 - 70/2 ) (1.166) = 262
2)	( 190 - 70/2 ) (1.166) = 181
3)	( 380 - 75/2 ) (1.166) = 399
4)	( 305 - 80/2 ) (1.166) = 309
5)	( 485 - 90/2 ) (1.166) = 513
6)	( 395 - 95/2 ) (1.166) = 405
7)	( 560 - 95/2 ) (1.166) = 598
8)	( 465 - 100/2 ) (1.166) = 484
9)	( 625 - 110/2 ) (1.166) = 665
10)	( 515 - 115/2 ) (1.166) = 533
11)	( 400 - 140/2 ) (1.166) = 385
12)	( 260 - 150/2 ) (1.166) = 216
	----- 4,950

$$CT = (400)(5) + 4,950 = \$ 6,950$$

de la tabla I-X3

Para el cálculo del costo total:

$$CT = C_{PR}/Q + C_h Q/2$$

$$C_p = 400 \text{ (costo por pedido)}$$

costo mensual de almacenaje:

$$C_h = (70 \times 0.2)/12 = 1,166$$

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

costo de almacenaje para cada periodo:

1)	( 260 - 70/2 ) (1.166) = 262
2)	( 190 - 70/2 ) (1.166) = 181
3)	( 120 - 75/2 ) (1.166) = 96
4)	( 305 - 80/2 ) (1.166) = 309
5)	( 225 - 90/2 ) (1.166) = 210
6)	( 395 - 95/2 ) (1.166) = 405
7)	( 300 - 95/2 ) (1.166) = 294
8)	( 465 - 100/2 ) (1.166) = 484
9)	( 365 - 110/2 ) (1.166) = 361
10)	( 515 - 115/2 ) (1.166) = 533
11)	( 400 - 140/2 ) (1.166) = 385
12)	( 260 - 150/2 ) (1.166) = 216
	-----
	3,736

$$CT = (400)(5) + 3,736 = \$ 5,736$$

Como podemos observar resulta menos costoso este último caso.

Es obvio que si analizamos los costos de almacenaje de la tabla I-X2, obtendríamos un costo total menor que los anteriores. sin embargo, hay que considerar que existe un costo por faltantes el cual afecta nuestro costo total. Si consideramos un costo por faltante de \$ 35.00 por unidad:

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

de la tabla 1-X2

Para el cálculo del costo total:

$$CT = C_p R/Q + C_h Q/2$$

$$C_p = 400 \text{ (costo por pedido)}$$

costo mensual de almacenaje:

$$C_h = (70 \times 0.2) / 12 = 1.166$$

costo de almacenaje para cada periodo:

1)	( 260 - 70/2 )	(1.166) =	262
2)	( 190 - 70/2 )	(1.166) =	181
3)	( 120 - 75/2 )	(1.166) =	96
4)	( 305 - 80/2 )	(1.166) =	309
5)	( 225 - 90/2 )	(1.166) =	210
6)	( 135 - 95/2 )	(1.166) =	102
7)	( 300 - 95/2 )	(1.166) =	294
8)	( 205 - 100/2 )	(1.166) =	181
9)	( 105 - 110/2 )	(1.166) =	58
10)	( 255 - 115/2 )	(1.166) =	230
11)	( 140 - 140/2 )	(1.166) =	82
12)	0	=	0
			2,005

Costo por faltante:

faltante en el noveno mes = 5 unidades

faltante en el doceavo mes = 150 unidades

costo total por faltante = 155 unidades

$$(155)(35) = 5,425$$

$$CT = (400)(5) + 2,005 + 5,425 = \$ 9,430$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## 3) Series Aleatorias de Demanda

Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Consumo	70	75	70	70	80	75	75	85	70	70	60	65

Tasa de Utilización Promedio:

$$Tup = \frac{\sum D_i}{12} = \frac{865}{12} = 72$$

Requerimientos Anuales:

$$R = (Tup)(12) = (72)(12) = 864$$

lote óptimo a pedir:

$$Q_0 = \sqrt{2(400)(864)/(70 \times 0.2)}$$

$$Q_0 = 222 \text{ unidades}$$

número de pedidos por año:

$$N_0 = R/Q_0 = 864/222 = 3.90 \text{ pedidos}$$

tiempo entre cada pedido:

$$t_0 = 1/N_0 = Q_0/R = 0.257$$

$$(0.257 \times 365) = 93.78 \text{ días entre cada pedido}$$

$$(0.257 \times 12) = 3.0 \text{ meses entre cada pedido}$$

- (A) periodo
- (B) demanda
- (C) inventario al final del periodo
- (D) entregas al final del periodo
- (E) pedidos (para L = un mes)

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

tabla I-X4

(A)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(B)		70	75	70	70	80	75	75	85	70	70	60	65
(C)	222	152	77	7	159	79	4	151	66	-4	148	88	23
(D)			222			222			222				
(E)		222		222		222		222					

de la tabla I-X4

Para el cálculo del costo total:

$$CT = C_p R/Q + C_h Q/2$$

$$C_p = 400 \text{ (costo por pedido)}$$

costo mensual de almacenaje:

$$C_h = (70 \times 0.2)/12 = 1.166$$

costo de almacenaje para cada periodo:

- 1)  $(222 - 70/2) (1.166) = 218$
- 2)  $(152 - 75/2) (1.166) = 134$
- 3)  $(77 - 70/2) (1.166) = 49$
- 4)  $(229 - 70/2) (1.166) = 226$
- 5)  $(159 - 80/2) (1.166) = 139$
- 6)  $(79 - 75/2) (1.166) = 48$
- 7)  $(226 - 75/2) (1.166) = 220$
- 8)  $(151 - 85/2) (1.166) = 127$
- 9)  $(66 - 70/2) (1.166) = 36$

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

10)	( 218 - 70/2 ) (1.166) = 213
11)	( 148 - 60/2 ) (1.166) = 138
12)	( 88 - 65/2 ) (1.166) = 65
	-----
	1,613

$$CT = (400)(4) + 1,613 = \$ 3,213$$

4) Series Aleatorias de Demanda considerando un inventario de seguridad B.

Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Consumo	70	75	70	70	80	75	110	85	70	70	60	65

Tasa de Utilización Promedio:

$$Tup = 75 = \bar{D}$$

$$\sigma = 12.79$$

Requerimientos Anuales:

$$R = 900 \text{ unidades/año}$$

Inventario de Seguridad (B):

D	$\bar{D} - D$	$(\bar{D} - D)^2$
70	5	25
75	0	0
70	5	25
70	5	25
80	- 5	25
75	0	0

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

D	$\bar{D} - D$	$(\bar{D} - D)^2$
110	-35	1,225
85	-10	100
70	5	25
70	5	25
60	15	225
65	10	100
		<hr/> 1,800

$$s = \sqrt{\frac{\sum (D - \bar{D})^2}{n - 1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{1,800}{11}} = 12.79$$

$$D_{\max} = \bar{D} + n s$$

para un riesgo del 5% ( nivel de seguridad del 95%)  
ver tablas de distribución normal

$$D_{\max} = \bar{D} + 1.645 s$$

sustituyendo valores:

$$D_{\max} = 75 + 1.645(12.79)$$

$$D_{\max} = 96 \text{ unidades}$$

$$\text{inventario de seguridad} = D_{\max} - \bar{D} = 96 - 75 = 21$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

lote óptimo a pedir:

$$Q_0 = \sqrt{2(400)(900)/(70 \times 0.2)}$$

$$Q_0 = 227 \text{ unidades}$$

$$Q_0 = 227 + 21 = 248 \text{ unidades}$$

número de pedidos por año:

$$N_0 = R/Q_0 = 900/248 = 3.60 \text{ pedidos}$$

tiempo entre cada pedido:

$$t_0 = 1/N_0 = Q_0/R = 1/3.6 = 0.275$$

$$(0.275 \times 365) = 100 \text{ días entre cada pedido}$$

$$(0.275 \times 12) = 3.3 \text{ meses entre cada pedido}$$

(A) periodo

(B) demanda

(C) inventario al final del periodo

(D) entregas al final del periodo

(E) pedidos (para  $L = \text{un mes}$ )

tabla I-X5

(A)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(B)		70	75	70	70	80	75	110	85	70	70	60	65
(C)	248	178	103	33	211	131	56	194	109	39	217	157	92
(D)			248			248			248				
(E)		248			248			248					

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

de la tabla I-X5

Para el cálculo del costo total:

$$CT = C_p R/Q + C_h Q/2$$

$$C_p = 400 \text{ (costo por pedido)}$$

costo mensual de almacenaje:

$$C_h = (70 \times 0.2)/12 = 1.166$$

costo de almacenaje para cada periodo:

1)	( 248 - 70/2 ) (1.166) = 248
2)	( 178 - 75/2 ) (1.166) = 164
3)	( 103 - 70/2 ) (1.166) = 79
4)	( 281 - 70/2 ) (1.166) = 287
5)	( 211 - 80/2 ) (1.166) = 199
6)	( 131 - 75/2 ) (1.166) = 109
7)	( 304 - 110/2 ) (1.166) = 290
8)	( 194 - 85/2 ) (1.166) = 177
9)	( 109 - 70/2 ) (1.166) = 86
10)	( 287 - 70/2 ) (1.166) = 294
11)	( 217 - 60/2 ) (1.166) = 218
12)	( 157 - 65/2 ) (1.166) = 145
	-----
	2,296

$$CT = (400)(4) + 2,296 = \$ 3,896$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

I N D I C E

CAPITULO 6.-

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA UNA LAVANDERIA

ANALISIS DE PROCEDIMIENTOS ACTUALES

ANALISIS DE COSTOS ACTUALES

ANALISIS DE COSTOS POR INVERSION

ANALISIS Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## ANALISIS DE PROCEDIMIENTOS ACTUALES

El Hospital Mocel contrata los servicios de lavandería, ya que no cuenta con equipo propio. Esto se ha llevado de esta forma desde que empezó a operar el hospital, debido a que en un principio se consideró que resultaba más económico contratar estos servicios. La compañía lavandera (lavasan) cobra por el lavado y la renta de la ropa. Según datos proporcionados por el personal del almacén de ropería del Mocel, ultimamente las tarifas por este servicio se han incrementado aceleradamente, razón por la cual consideramos sería conveniente hacer un estudio de factibilidad para una lavandería.

A continuación veremos los costos actuales por el lavado y renta de cada prenda que paga el hospital a Lavasan.

PRENDAS	PRECIOS
Colcha	\$ 42.50
Bata Quirúrgica	\$ 39.00
Sábana de riñón	\$ 32.00
Compresas de esponjar	\$ 25.00
Camisón adulto	\$ 24.30

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



CONCEPTO	PRECIOS
Bata logrado maternidad	\$ 19.60
Sábana hendida	\$ 17.80
Manta de cielo	\$ 17.70
Sábana sencilla	\$ 16.60
Porta instrumental 110x110	\$ 15.40
Piernerias	\$ 15.00
Sábana estándar	\$ 14.60
Pañal de franela	\$ 14.50
Funda de mayo	\$ 13.40
Cobertor funda	\$ 13.10
Sabanita	\$ 11.30
Campos	\$ 10.70
Colchita	\$ 10.60
Porta instrumental 90x90	\$ 10.50
Sábana clínica	\$ 10.50
Toalla afelpada grande	\$ 9.45
Toallas	\$ 9.45
Porta instrumental 75x75	\$ 9.20
Camiseta cruzada	\$ 8.40
Porta instrumental 50x50	\$ 7.80
Funda de cojín	\$ 7.00
Toalla facial	\$ 4.05

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Según datos proporcionados por la encargada del almacén de ropería se paga semanalmente un promedio de :  
\$ 200.000.00 (doscientos mil pesos). a la lavandería.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## ANALISIS DE COSTOS ACTUALES

A continuación calcularemos el costo total semanal por servicio de lavandería. Para efectos de este estudio consideraremos un 100% de ocupación en el hospital, aunque en la actualidad el nivel de ocupación es aproximadamente un 65%.

El número total de camas con que cuenta el hospital es de:

Piso	No. de camas
6 (maternidad)	33
7	15
8	15
9	15
10	15
11	15
	108 camas
Total	108 camas

En cada cama se utiliza:

- a) Dos sábanas estandar (se cambian 3 veces al día)
- b) Una sábana clínica (se cambia 3 veces al día)
- c) Una funda de almohada (se cambia 3 veces al día)
- d) Una colcha (se cambia 1 vez al día)

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Los costos semanales por el lavado de estas prendas:  
son los siguientes: (total de camas. por prendas/día. por  
costo de lavado por. días de la semana)

$$a) \text{_(108)(6)(14.60)(7)} = \$ 66,225.60/\text{semana.}$$

$$b) \text{_(108)(3)(10.50)(7)} = \$ 23,814.00/\text{semana.}$$

$$c) \text{_(108)(3)(7.00)(7)} = \$ 15,876.00/\text{semana.}$$

$$d) \text{_(108)(1)(42.50)(7)} = \$ 32,130.00/\text{semana.}$$

$$\text{Total} \quad \$ \underline{138,045.60/\text{semana.}}$$

Para el caso de los camisones. se utilizan dos por  
día:

$$e) \text{_(108)(2)(24.30)(7)} = \$ 36,741.60/\text{semana.}$$

El número total de cuartos es de 97, cada uno estos  
se surte diariamente con 3 toallas:

$$f) \text{_(97)(3)(9.45)(7)} = \$ 19,249.65/\text{semana.}$$

Central de equipos y Esterilización requiere diaria-  
mente de los siguientes equipos:

- a) 25 equipos generales. de lunes a sábado y 5 equipos  
para los domingos. resultando así un total de 155 e-  
quipos por semana. Cada equipo esta compuesto por:

Un juego de porta instrumentos (1)(42.90) \$ 42.90/día

Una sábana hendida ----- (1)(17.80) \$ 17.80/día

Dos sábanas de riñon ----- (2)(32.00) \$ 64.00/día

Seis compresas de campo ----- (6)(25.00) \$150.00/día

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Cuatro batas de cirugía ----- (4)(39.00) \$156.00/día  
 Cuatro toallas faciales ----- (4)(4.05) \$ 16.20/día  
 Total \$ 446.90/día

(155 equipos/semana)(\$ 446.90/día) = \$ 69,269.50/semana

b) 8 equipos de amiedalas. de lunes a sábado y 4 -  
 equipos los domingos. resultando así un total de -  
 52 equipos por semana. Cada equipo esta compuesto  
 por:

Una sábana de riñón ----- (1)(32.00) = \$ 32.00/día  
 Cuatro compresas de campo ---- (4)(25.00) = \$100.00/día  
 Un juego de porta instrumentos (1)(42.90) = \$ 42.90/día  
 Tres toallas afelpadas ----- (3)(9.45) = \$ 28.35/día  
 Tres toallas faciales ----- (3)(4.05) = \$ 12.15/día  
 Total \$ 215.40/día

(52 equipos/semana)(\$ 215.40) = \$ 11,200.80/semana

c) 12 equipos de parto diariamente. Cada equipo está  
 compuesto de:

Cuatro campos ----- (4)(10.70) = \$ 42.80/día  
 Dos pares de pierneras ----- (2)(15.00) = \$ 30.00/día  
 Una bata ----- (1)(19.60) = \$ 19.60/día  
 Total \$ 92.40/día

(12 equipos/día)(7 días)(\$ 92.40/día) = \$ 7,761.60/semana

d) 8 equipos de logrado diariamente. Cada equipo está  
 compuesto de:

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

Una sábana hendida -----	(1)	(17.80)	= \$ 17.80/día
Cuatro campos -----	(4)	(10.70)	= \$ 42.80/día
Dos pares de piñeras -----	(2)	(15.00)	= \$ 30.00/día
Una bata -----	(1)	(19.60)	= \$ 19.60/día
		Total	\$ 110.20/día
(8 equipos/día)(7 días)(\$ 110.20/día) =			\$ 6,171.20/semana

Se cuenta también con un total de 28 cunas y cada una de estas se emplean las siguientes prendas:

- a) Dos sabanitas (se cambian 3 veces al día)
- b) Una colchita (se cambia 1 vez al día)
- c) Un cobertor funda (se cambia 3 veces al día)

a)_(28)(6)(11.30)(7) =	\$ 13,288.80/semana
b)_(28)(1)(10.60)(7) =	\$ 2,077.60/semana
c)_(28)(3)(13.10)(7) =	\$ 7,702.80/semana
Total	\$ 23,069.20/semana

Pañales: (196/día)(\$ 14.50)(7 días) = \$ 19,894.00/semana  
Manta de cielo: (196/día)(\$ 17.70)(7 días) =  
\$ 24,284.40/semana

Funda de mayo: (28/día)(13.40)(7 días) =  
\$ 2,626.40/semana  
Total \$ 46,804.80/semana

Gran Total \$ 358,313.95

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Como podemos observar este costo es mayor que el que -  
 actualmente se esta pagando. pero recordemos que estamos -  
 considerando un nivel de ocupacion del 100%. ahora bien. si  
 decimos que el hospital se encuentra a un 65% de ocupación  
 (ocupación actual) tendremos que el costo total semanal por  
 lavandería es de:

$$\$ 358.313.95 \times 0.65 = \$ 232,903.45$$

A continuación presentaremos una tabla resumiendo los  
 costos semanales totales para cada concepto de roperia.

CONCEPTO	CONSUMO SEMANAL	COSTO UNITARIO POR LAVADO	COSTO TOTAL SEMANAL
Colcha	756	42.50	32,130.00
Bata cirugía	620	39.00	24,180.00
Sábana de riñón	362	32.00	11,584.00
Compresas	1138	25.00	28,450.00
Camisón adulto	1512	24.30	36,741.60
Bata de logrado	140	19.60	2,744.00
Sábana hendida	211	17.80	3,755.80
Manta de cielo	1372	17.70	24,284.40
Sábana estandar	4536	14.60	66,225.60
Porta Insts. 110x110	207	15.40	3,187.80
Par pierneras	280	15.00	4,200.00

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

CONCEPTO	CONSUMO SEMANAL	COSTO UNITARIO POR LAVADO	COSTO TOTAL SEMANAL
Sábana clínica	2268	10.50	23,814.00
Pañal de franela	1372	14.50	19,894.00
Funda de mayo	196	13.40	2,626.40
Cobertor funda	588	13.10	7,702.80
Sabanita	1176	11.30	13,288.80
Campos	560	10.70	5,992.00
Colchita	196	10.60	2,077.60
Porta insts. 90x90	207	10.50	2,173.50
Toalla afelpada	2193	9.45	20,723.85
Porta insts. 75x75	207	9.20	1,904.40
Porta insts. 50x50	207	7.80	1,614.60
Funda cojín	2268	7.00	15,876.00
Toalla facial	776	4.05	3,142.80
		TOTAL	<u>358,313.95</u>

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## ANALISIS DE COSTOS POR INVERSION

Para saber si conviene o no tener un equipo de lavandería dentro del hospital es necesario considerar los siguientes costos.

Costo de la ropería

Costo del equipo

Costo del personal para operar el equipo

Costo de la energía eléctrica y agua

Costo de productos para lavar

Costo por renta del local

Costo por mantenimiento del equipo

## COSTO DE ROPERIA (Prendas)

Los costos por cada una de las prendas que se utilizan en el hospital fueron cotizados por "Maquilas y Confecciones Barcelona".

Al igual que en el tema anterior consideraremos un nivel de ocupación del 100%

En la tabla siguiente presentamos: costo unitario por prenda, consumo de prendas por día, vida total de las prendas (en no. de lavadas) y costo total por prendas.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CONCEPTO	COSTO UNITARIO	CONSUMO DIARIO DE PRENDAS	VIDA TOTAL	COSTO TOTAL
Colcha	800.00	216	70	172.800
Bata cirugia	650.00	100	60	65.000
Sábana de riñón	480.00	58	60	27.840
Compresas	270.00	182	30	49.140
Camisón adulto	430.00	432	60	185.760
Bata de loerado	570.00	20	70	11.400
Sábanahendida	973.00	28	60	27.244
Manta de cielo	95.00	196	20	18.620
Sabana estándar	600.00	648	90	388.800
Porta insts 110x110	370.00	32	60	11.840
Par pierneras	630.00	30	90	18.900
Sábana clínica	720.00	324	60	233.280
Pañal de franela	160.00	196	30	31.360
Funda de mayo	370.00	28	70	10.360
Cobertor funda	680.00	84	70	57.120
Sabanita	270.00	168	60	45.360
Campos	190.00	80	40	15.200
Colchita	360.00	56	70	20.160
Porta insts. 90x90	246.00	32	60	7.872
Toalla afelpada	310.00	626	80	194.060
Porta insts. 75x75	170.00	32	60	5.440
Porta insts. 50x50	155.00	32	60	4.960
Funda colín	210.00	324	60	68.040
Toalla facial	130.00	124	80	16.120

TOTAL \$ 1.686.670

**TESIS CON  
PALLA DE ORIGEN**

El costo total por la compra de ropa es de: -  
 \$ 1,686,676.00 . Nos faltaría calcular el tiempo promedio  
 total de vida para este lote de ropa. Para lo cual utiliza-  
 remos el método de ponderación. es decir. es necesario obtg  
 ner el porcentaje que representa en costo cada uno de los -  
 lotes de las diferentes prendas con respecto al costo total  
 Por ejemplo. para el caso de las colchas. tenemos que el -  
 costo total por la compra de las mismas es de \$172,800.00 -  
 lo cual representa un 10.20% del costo total de ropería -  
 (\$1,686,676.00):

$$\frac{172,800.00}{1,686,676.00} = 0.102$$

Este porcentaje se debe obtener para cada caso, y mul-  
 tiplicarse por la vida total (no. de lavadas) de cada una -  
 de las prendas. obteniendo así la siguiente tabla:

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

CONCEPTO	VIDA TOTAL (No. DE LAVADAS)	FACTOR DE PONDERACION	COLUMNA 2 POR COL. 3
Colcha	70	0.102	7.14
Bata cirujía	60	0.039	2.34
Sábana de riñón	60	0.017	1.02
Compresas	30	0.029	0.87
Camisón adulto	60	0.110	6.60
Bata de loqrado	70	0.007	0.49
Sábana hendida	60	0.016	0.96
Manta de cielo	20	0.011	0.22
Sabana estándar	90	0.230	20.70
Porta insts 110x110	60	0.007	0.42
Par pierneras	90	0.011	0.99
Sábana clínica	60	0.138	8.28
Pañal de franela	30	0.019	0.57
Funda de mayo	70	0.006	0.42
Cobertor funda	70	0.034	2.38
Sabanita	60	0.027	1.62
Campos	40	0.009	0.36
Colchita	70	0.012	0.84
Porta insts. 90x90	60	0.005	0.30
Toalla afelpada	80	0.115	9.20
Porta insts. 75x75	60	0.003	0.18
Porta insts. 50x50	60	0.003	0.18
Funda colín	60	0.040	2.40
Toalla facial	80	0.010	0.80
	TOTAL	1.000	69.28

=====

El promedio total de vida para el lote de ropa cuyo - costo es de \$ 1,686,676.00 es de 69.28 lavadas. lo cual es igual a 69.28 dias. va que la cantidad de ropa que se calculo. se hizo en base al consumo por día.

En resumen podemos decir que cada 69.28 dias será necesario gastar \$ 1,686,676.00 en ropa.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## COSTO DEL EQUIPO

Según un estudio realizado por técnicos de TRIALTA. S.A., fabricantes de equipos para lavandería. el equipo - adecuado para satisfacer las necesidades del hospital es - el siguiente:

(solicitamos una cotización a esta compañía de dicho equipo)

PRIMERA OPCION

Una lavadora horizontal marca "TRIALTA". mod. 4296-AI. de o - peración semiautomática. fabricada en México. con las si-- guientes características:

Capacidad: 180 Kgs. (400 Lbs.) de material seco por - carga.

Cilindro interior de 106.8 cms. x 244 cms. (42" x 96")

Motor de 5 C.F.. 220 voltios y trifásico.

Cilindro interior y exterior en acero inoxidable.

Précio puesta en fábrica en México. D.F. \$ 2,543,000.00

Una centrifuga extractora marca "TRIALTA". mod. 1000-AI. - (40"). fabricada en México. con las siguientes característi - cas:

Capacidad: 75 Kgs. (165 Lbs.) de material seco por - carga.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Canasta de 100 cms. x 47 cms. (39.37" x 18.5").

Canasta y cuerpo exterior en acero inoxidable.

Motor de alto par de 5 C.F., 220 voltios y trifásico

Velocidad de giro: 930 R.P.M.

Precio puesta en fábrica en México, D.F. \$ 1.430.000.00

Una tómbola secadora marca "TRIALTA", mod. 4242-V, tipo lavandería, fabricada en México, con las siguientes características:

Capacidad: 45 Kgs. (100 Lbs.) de material seco por carga.

Canasta de 106.7 cms. x 106.7 cms. (42" x 42")

Unidad calefactora a vapor formada por 4 serpentines.

Dos motores: uno de 1 C.F., para la canasta y 1.5 C.F. para el ventilador, ambos de 220 voltios y trifásicos.

Trampa para pelusa.

Precio puesta en fábrica en México, D.F. \$ 636.000.00

Una planchadora de rodillo marca "TRIALTA", mod. MV-3500, - fabricada en México, con las siguientes características:

Cilíndro con longitud de 3.05 mts. (120") y diámetro - de 0.36 mts. (14").

Alimentación y descarga al frente.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Consumo aproximado de vapor 59 Kgs/hora.

Motor de 0.75 C.F.. 220 voltios y trifásico.

Precio puesta en fábrica México. D.F. \$ 1,360,000.00

Una unidad de ropa de forma. marca "TRIALTA". fabricada en México. compuesta de:

1 Máquina mod 554. de utilidad general. con las siguientes características:

Superficie de planchado: 48.2 cms. x 135.2 cms. x 27.3 cms. (19" x 53.25" x 10.75").

Especial para el terminado de pantalones, uniformes. - batas, pijamas. etc.

1 Máquina mod. 218. de tipo hongo redondo. con las siguientes características:

Superficie de planchado: 21.6 cms. x 45.8 cms. (8.5" x 18").

Especial para el terminado de partes pequeñas de ropa. bases de pantalones. etc.

1 Máquina mod. 222. de tipo hongo cuadrado. con las siguientes características:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Superficie de planchado: 26 cms. x 50.2 cms. (10.25" x 19.75").

Especial para el terminado de partes pequeñas de ropa. bases de pantalones. etc.

Precio puesta en fábrica México. D.F.           \$ 1,700,000.00

SEGUNDA OPCION:

4 Lavadoras extractoras marca "TRIALTA". mod. LEX-100. de operación manual. fabricadas en México. con las siguientes características:

Capacidad 45 Kgs. (100 Lbs.) de material seco por carga.

Cilindro interior de 107 cms. x 76 cms. (42.12" x 29.92").

Motor de lavado de 2 C.F.

Motor de extracción de 5 C.F.

Velocidad de lavado: 37 R.P.M.

Velocidad de extracción: 365 R.P.M.

Precio puesta en fábrica en México. D.F.       \$ 5,170,000.00

(El mismo equipo complementario de la primera opción).

Instalación. flétes y materiales:               \$ 650,000.00

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Mantenimiento mensual del equipo incluyendo refacciones:

\$ 57,000.00

Costo total de la primera opción \$ 8,318,579.00

Costo total de la segunda opción \$ 10,946,000.00

Para nuestro estudio consideraremos la segunda opción. va que aunque es cierto que con la opción no. 1 el costo - del equipo y la operación del mismo son menores. también es cierto que en caso de descompostura tendríamos parada toda- la lavandería.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### COSTOS DE PERSONAL

Para calcular los costos de personal es necesario obtener el número de personas que se van a necesitar en la lavandería. Para esto fue necesario calcular los tiempos estándar de planchado para cada una de las prendas, ya que ésta es la operación más lenta.

(Los tiempos estándar se obtuvieron de la lavandería del Hospital Español).

A continuación se presentan los tiempos estándar para la operación de planchado.

CONCEPTO	TIEMPO ESTANDAR (segundos)	No. DE PRENDAS POR DIA	HORAS POR DIA
Colcha	70	108	2.10
Bata cirugía *	--	--	----
Sábana de riñón	58	52	0.84
Compresas	15	163	0.68
Camisón adulto	62	216	3.27
Bata de logrado	73	20	0.41
Sábana hendida *	--	--	----
Manta de cielo	12	196	0.65
Sábana estándar	62	648	11.16
Porta insts 110x110	28	30	0.23
Par pierneras	44	40	0.49
Sábana clínica	60	324	5.40

<b>TESIS CON FALLA DE ORIGEN</b>
--------------------------------------

CONCEPTO	TIEMPO ESTANDAR	No. DE PRENDAS POR DIA	HORAS POR DIA
Pañal de franela	10	196	0.54
Funda de mayo	40	28	0.31
Cobertor funda	80	84	1.87
Sabanita	24	168	1.12
Campos	15	80	0.33
Colchita	35	28	0.27
Porta insts. 90x90	24	30	0.20
Toalla afelpada	17	313	1.48
Porta insts. 75x75	32	30	0.27
Porta insts. 50x50	27	30	0.23
Funda colín	38	395	4.17
Toalla facial	19	111	0.59
			TOTAL 37.06
			=====

El tiempo que se requiere para el planchado diario de la ropa (considerando un nivel de ocupación del 100%) es de 37.06 hrs.. Ahora considerando que cada turno es de 8 hrs.:

$$\text{No. de personas} = \frac{37.06 \text{ hrs.}}{8.00 \text{ hrs./turno}} = 4.63$$

es decir, que se necesitarían 5 personas por turno en la operación de planchado. El total de equipos de planchado que mencionamos anteriormente, es de cuatro equipos, pero si observamos la tabla anterior podemos ver que el tiempo

crítico (el mayor) corresponde a la sábana estándar, ya que el volumen que se maneja diariamente es muy alto. El equipo en el cual se plancha dicha prenda es en la planchadora de rodillo. lo cual indica que para el caso de esta máquina se requeriría de una persona más en un segundo turno quedando así:

EQUIPO DE PLANCHADO	No. DE PERSONAS/DIA
A) Planchadora de rodillo	2
B) Planchadora de utilidad gral.	1
C) Planchadora tipo hongo redondo	1
D) Planchadora tipo hongo cuadrado	1
	---
Total	5

En el caso del lavado de ropa se tendría una capacidad aproximada de 180 Kgs/hr.. el total de ropa a lavar sería a proximidamente de 1130 Kgs./día. por lo que tendríamos:

$$\text{Horas de lavado/día} = \frac{1130 \text{ Kgs/día}}{180 \text{ Kgs/hr}} = 6.28 \text{ hrs.}$$

lo cual indica que con una persona en un solo turno cubriríamos la operación de lavado, y esta misma persona se encargaría del equipo de secado, ya que sus tareas se reducen unicamente a meter y sacar ropa de maquinas de lavado y de secado.

El resumen, se requiere de un total de 6 personas para

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

operar la lavandería. y el salario correspondiente a cada una de ellas sería de \$ 755.72/día considerando: salario base. prima vacacional. gratificación anual. cuota I.M.S.S. - impuesto sobre el producto del trabajo y cuota por - INFONAVIT. Este dato fue obtenido de La Comisión Nacional de Salarios Mínimos. oficio no. 64 (personal de lavanderías

El costo mensual del personal de lavandería sería:

$$(\$ 755.72/\text{día})(6)(30) = \$ 136,029.60 \text{ mensuales}$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## COSTOS DE ENERGIA ELECTRICA Y AGUA

Considerando la segunda opcion del equipo de lavandería, tenemos un total de 36.25 caballos de fuerza (H.P). - lo cual equivale a 27.19 KW. si a esto sumamos los watts - que se requieren para la iluminación del área que ocuparía la lavandería:

$$\text{No. (lámparas)} = \frac{(\text{Area})(\text{lúxes})}{(\text{C.U.})(\text{C.D.})(\text{C.M.})(\text{lúmenes})}$$

donde:

Area: (ver costo por renta de local) 9.00 X 10.00 m2.

Luxes: 600 (manual de Westinghouse).

C.U.: (coeficiente de utilización) 0.56

C.D.: (coeficiente de depreciación) 0.090

C.M.: (coeficiente de mantenimiento) 0.70

$$\text{No. (lámparas)} = \frac{(90)(600)}{(0.56)(0.90)(0.70)(5400)}$$

$$\text{No. (lámparas)} = 28$$

$$\text{No. de Watts} = (28 \text{ lamps.})(75 \text{ watts}) = 2100 \text{ watts.}$$

para esta área se necesitarían aproximadamente 2,100 watts que equivalen a 28 lámparas slimline de 96" de largo cada una y 75 watts.

El total aproximado en kw seria de: 29.29. y considerando un factor de demanda de 0.8 obtenemos un total de - 23.43 KW.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Según la tarifa No. 2 de la CFE:

Servicio general hasta de 25 KW de demanda.

1. Aplicación.

Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía en baja tensión a cualquier uso, con demanda hasta de 25 Kilowatts, excepto a los servicios para los cuales se fija específicamente su tarifa.

2. Cuotas aplicables mensualmente.

2.2 Cargo fijo.

\$ 40.00 (sesenta pesos).

2.3 Cargos adicionales por la energía consumida.

\$ 3.80 por cada uno de los primeros 50 Kilowatt horas

\$ 4.30 por cada uno de los siguientes 50 KW-horas

\$ 5.25 por cada Kilowatt hora adicional a los anteriores.

Siguiendo lo anterior, tenemos:

(23.43 KW)(8 Horas)(30 días) = 5623.2 KW-Hora (mensual)

Cargo fijo -----	\$ 40.00
(\$ 3.80)(50 KW-H) -----	\$ 190.00
(\$ 4.30)(50 KW-H) -----	\$ 215.00
(\$ 5.25)(5623.2 KW-H) -----	\$ 28,996.80
Total	\$ 29,441.80

El costo mensual aproximado por consumo de energía eléctrica es de: \$ 29,441.80.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## COSTO DE AGUA

El tiempo aproximado de lavado es de 6.28 hrs. y el consumo de agua por hora sería de 3,600 lts. (dato de proveedor.). El costo por metro cúbico de agua es de \$ 10.40 (ver normas y reglamentos para instalaciones y tarifas eléctrica):  $(3.6m^3/hr.) (6.28hrs.) (30días) (\$10.40/m^3) = \$7053.70$   
El costo total por consumo de agua es: \$ 7053.70 mensuales.

## COSTO DE PRODUCTOS PARA LAVAR

Los productos para el lavado de la ropa fueron cotizados por "TRIALTA", y son los siguientes:

- 1 Limpiador TL-1. utilización: 7 grs. por kilo de ropa.
- 2 Blanqueador TB-2. utilización: 2 grs. por kilo de ropa.
- 3 Neutralizante TN-3. utilización: 2 grs. por kilo de ropa.
- 4 Suavizante TSU-4. utilización: 2 grs. por kilo de ropa.
- 5 Alcalino TA-5. utilización: 7 grs. por kilo de ropa.
- 6 Secuestrante TSE-7. utilización 2 grs. por kilo de ropa.

PRODUCTO	COSTO DEL PRODUCTO POR KG.	UTILIZACION EN KGS.	COSTO TOTAL POR PRODUCTO
TL-1	\$ 75.00	0.007	\$ 0.525
TB-2	\$120.00	0.002	\$ 0.240
TN-3	\$100.00	0.002	\$ 0.200
TSU-4	\$155.00	0.002	\$ 0.310
TA-5	\$170.00	0.007	\$ 1.190
TSE-7	\$150.00	0.002	\$ 0.300
		Total	\$ 2.765/Kg

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

El total de ropa a lavarse diariamente sería de 1130 -  
Kgs. es decir que:

$$(\$ 2,765/\text{Kgs.})(1.130\text{Kgs./dia}) = \$ 3,124/\text{dia}$$

El costo total mensual de productos para lavar es de:-  
\$ 93,733.50/mes.

#### COSTO POR RENTA DEL LOCAL

Para calcular el costo aproximado de la renta será necesario considerar los siguientes puntos.

- 1) Determinar el valor de construcción del inmueble. -  
en este caso. para hospital de buena calidad. en el -  
cuál se analizará:
  - a) Ubicación (realizar estudio de la zona).
  - b) Tipo de construcción (análisis de costos de obra).
  - c) Area requerida para lavandería.

Considerando los puntos antes descritos determinamos -  
el valor de inversión en \$ 4.595.000.00. es decir. el costo  
por méτρο cuadrado sería de: \$ 51.000.00 para un área de -  
90.00 metros cuadrados. de donde: 20.43 méetros cuadrados -  
serían destinados para la maquinária. 20.50 méetros cuadra--  
dos de área libre para limpieza y mantenimiento del equipo.  
12.80 metros cuadrados para operación del equipo y 36.27 -  
metros cuadrados para pasillos y accesos.

A continuación determinaremos la renta mensual del á--  
rea requerida:

Renta mensual: (real o estimada) \$ 65,000.00

Renta bruta total mensual: ----- \$ 65,000.00

Deducción mensual 25% aprox.: -- \$ 16,250.00

Producto líquido mensual: ----- \$ 48,750.00

Producto líquido anual: ----- \$585,000.00

Capitalizando el producto líquido

al 12% tipo de interés aplicable

al caso: (interés hipotecario) \$4,875,000.00

Por lo tanto el valor calculado de inversión y el valor de renta se sumarán y se promediarán para determinar el valor real dividido entre 12 meses obtenemos que la renta mensual es:

$$\frac{4,595,000 + 4,875,000}{2} = 4,735,000$$

$$\frac{4,735,000}{12} = 39,458$$

Consideraremos una cifra redondeada de: \$ 40,000.00 mensuales.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## ANALISIS Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS

En los temas anteriores se determinaron los costos para dos alternativas:

- A) Operar con una lavandería propia.  
 B) Contratar los servicios de "Lavasan". (metodo actual)

## Alternativa A

Inversión inicial ----- \$10.946.000.00  
 =====

## Costos mensuales:

ropería -----	\$ 730.373.60
personal -----	\$ 136.029.60
energía eléctrica -	\$ 29.441.80
agua -----	\$ 7.053.70
productos para lavar	\$ 93.733.50
renta del local ----	\$ 40.000.00
mantenimiento -----	\$ 57.000.00
	-----
	\$ 1,093,632.20

## Alternativa B

Costos mensuales: \$ 1,535,631.00

A continuación haremos un análisis sencillo para cada alternativa aplicando el método del costo anual uniforme equivalente (ingeniería económica) por medio del cual tendremos una base para poder evaluar cada alternativa y posteriormente elegir la mas económica.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

## COSTO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE

Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE). Es un método comúnmente utilizado para comparar alternativas, el CAUE - significa que todos los desmolsos (irregulares y uniformes) deben convertirse a un costo anual (o mensual según el caso) uniforme equivalente, es decir, una cantidad de fin de año que es la misma cada año. Cuando se utiliza el método CAUE debe determinarse un ciclo de vida.

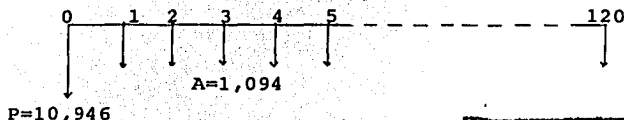
Primer caso.

Consideraciones:

(cifras en miles de pesos).

- a) Inversión inicial =  $P = 10,946$  (alt. A).
- b) Costos mensuales de operación =  $Aa = 1,094$  (alt. A).
- c) Costos mensuales por el servicio de lavado =  $Ab = 1,536$  (alt. B).
- d) Tasa de interés aplicable =  $i = 35\%$  anual (3% mensual).
- (Tasa de interés aplicable para periodos estables.).
- e) Vida Útil total del equipo = 10 años (120 meses).
- f) Valor de rescate =  $VR = 0$

Alternativa A. (CAUEa).



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

$$CAUEa = P(A/P, i, n) + 1,094$$

$$CAUEa = 10.946(A/P, 3\%, 120) + 1,094$$

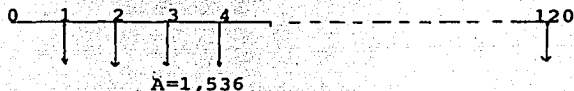
Ap = mensualidades para valor presente (P).

$$Ap = P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = 10.946 \frac{(0.03)(1.03)^n}{(1.03)^n - 1} = 338$$

$$CAUEa = 338 + 1,094 = 1,432$$

=====

Alternativa B. (CAUEb).



$$CAUEb = 1,536$$

=====

Para este caso se seleccionaria la alternativa A ya que:

$$CAUEb > CAUEa$$

Para calcular el periodo en el que se recuperaría la inversión inicial P:

$$Ab - Aa = 1,536 - 1,094 = 442.$$

calculando n (periodo). para cuando las anualidades de P - sean iguales a: 442 :

$$Ap = P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = 442$$

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

$$A_p = 10,946 \frac{(.03)(1.03)^n}{(1.03)^n - 1} = 442$$

despejando n :

$$(1.03)^n = 1,346(1.03)^n - 1$$

$$(1.03) = 3.89$$

$$n \log (1.03) = \log 3.89$$

$$n = \frac{\log (3.89)}{\log (1.03)} = 46 \text{ meses.}$$

El periodo en el cual la inversión inicial se amortiza:  
en el mes no. 46 (3.8 años).

Comprobación.

Para  $n = 46$ , el valor futuro de la alternativa A será  
igual al valor futuro de la alternativa B:

$$F_{Aa} + F_P = F_{Ab}$$

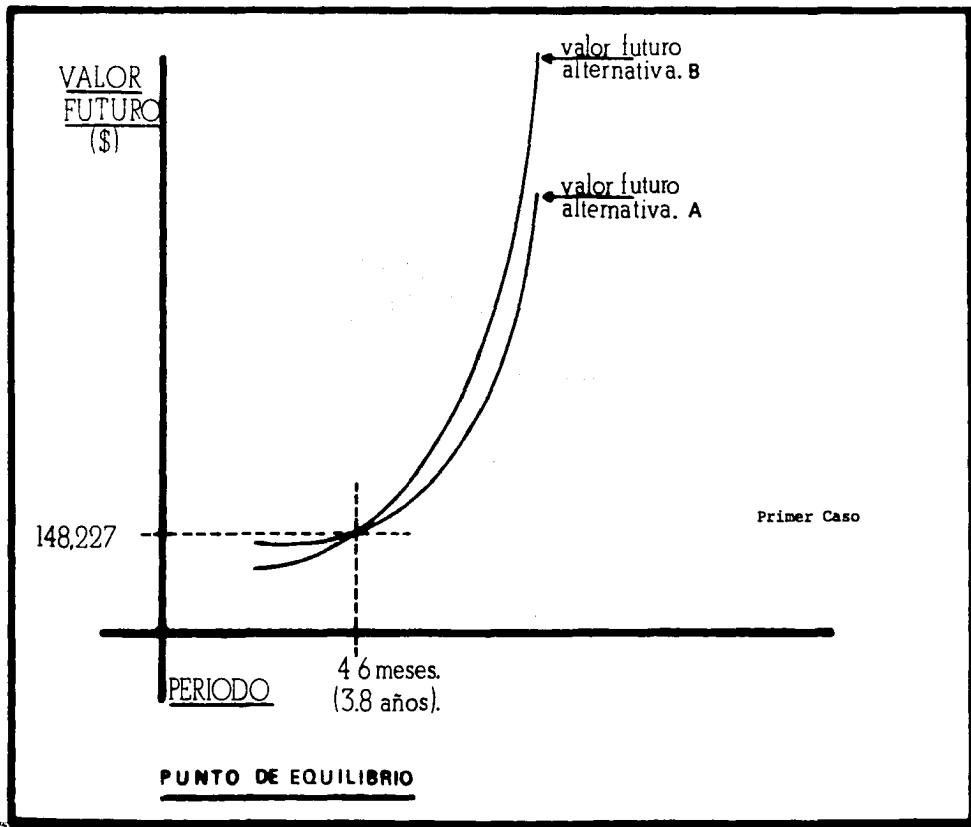
$$Aa \frac{(1+i)^n - 1}{i} + P(i+i)^n = Ab \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

$$1,094 \frac{(1.03)^n - 1}{0.03} + 10,946(1.03)^n = 1,536 \frac{(1.03)^n - 1}{0.03}$$

$$1,094(96.50) + 10,946(3.897) = 1,536(96.50)$$

$$148,227 = 148,227$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



El ahorro total que se obtendría al final de los diez años resultaría de la diferencia entre el valor futuro de la alternativa A, menos el valor futuro de la alternativa B.

Alternativa A.

$$F_{Aa} + F_{F} = F \text{ (total de alt. A).}$$

$$1,094 \frac{(1.03)^n - 1}{0.03} + 10,946 (1.03)^n = 1,609,274.$$

Alternativa B.

$$1,536 \frac{(1.03)^n - 1}{0.03} = 1,726,003.$$

$$1,726,003 - 1,609,274 = \underline{\underline{116,729}}$$

Segundo Caso.

Para este caso consideraremos una tasa de interés aplicable del 48.5% anual.

Alternativa A. (CAUEa).

$$CAUEa = P(A/P, i, n) + 1,094$$

$$CAUEa = 10,946(A/P, 4\%, 120) + 1,094$$

$$AP = 10,946 \frac{(0.04)(1.04)^n}{(1.04)^n - 1} = 442.$$

$$CAUEa = 442 + 1,094 = 1,536$$

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Alternativa B. (CAUEB).

$$CAUEB = 1,536$$

Si consideramos que durante los diez años de la vida - del equipo se aplicará una tasa igual o mayor que el 48.5% anual, no tendría caso optar por la alternativa A ya que:

$$\text{para } i = 48.5 \text{ anual} \quad CAUEB = CAUEA$$

$$\text{para } i > 48.5 \text{ anual} \quad CAUEB < CAUEA$$

Tercer Caso.

Según datos proporcionados por el Banco de México, aplicaremos las siguientes tasas anuales de interés para cada periodo.

Año	Tasa de Interés
1o	55% (actual)
2o	50% (pronóstico)
3o	45% (estimación)
4o	40% " "
5o al 10o	35% " "

primer año:  $i = 55\%$  (4.58% mensual).

$$F_p = 10,946(1.0458)^n = 16,996.$$

segundo año:  $i = 50\%$  (4.17% mensual).

$$F_p = 16,996(1.0417)^n = 30,587.$$

tercer año:  $i = 45\%$  (3.75% mensual).

$$F_p = 30,587(1.0375)^n = 47,577.$$

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

cuarto año:  $i = 40\%$  (3.39% mensual).

$$Fp = 47,577(1.0333)^n = 70,488.$$

del quinto al décimo año:  $i = 35\%$  (3.00% mensual).

$$Fp = 70,488(1.0300)^n = 592,100.$$

para obtener una tasa de interés promedio para los 10 años:

$$Fp = P(1 + i)^n$$

despejando  $i$ :

$$592,100 = 10,946(1 + i)^{10}$$

$$54 = 1 + i$$

$$i = 1.0338 - 1$$

$$i = .0338 \text{ (3.38\% mensual ó 40.56\% anual).}$$

Para  $i = 40.56\%$  anual (3.38% mensual) tenemos:

Alternativa A. (CAUEa).

$$CAUEa = P(A/P, i, n) + 1,094.$$

$$AP = 10,946 \frac{(0.0338)(1.0338)^n}{(1.0338)^n - 1} = 377.$$

$$CAUEa = 377 + 1,094 = 1,471$$

Alternativa B. (CAUEb).

$$CAUEb = 1,536$$

Combiene la alternativa A. ya que:

$$CAUEb > CAUEa$$

para obtener el periodo en el cual se recupera la inversión:

$$AP = P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = Ab - Aa = 442.$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

$$10,946 \frac{(0.0338)(1.0338)^n}{(1.0338)^n - 1} = 442.$$

despejando n:

$$n = \frac{\log(6.260)}{\log(1.0338)} = 55.20 \text{ meses.}$$

El tiempo en el cual se recuperará la inversión es de: -  
55.20 meses (4.60 años).

Comprobación:

$$\begin{matrix} F & + & F & = & F \\ Aa & & P & & Ab \end{matrix}$$

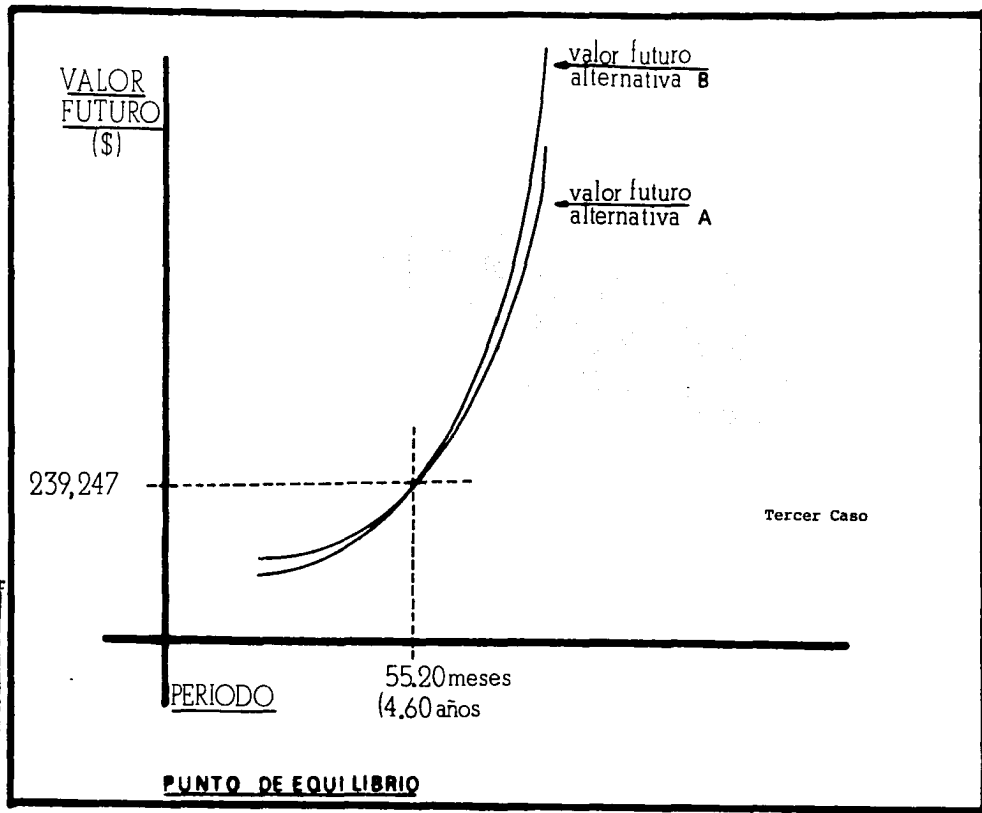
$$1,094 \frac{(1.0338)^n - 1}{0.0338} + 10,946(1.0338)^n = 1,536 \frac{(1.0338)^n - 1}{0.0338}$$

$$1,094(155.76) + 10,946(6.29) = 1,536(155.76)$$

$$170.401 + 68,846 = 239.247$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## NIVEL DE OCUPACION REAL DEL HOSPITAL MOCEL.

Es muy importante recordar, que los costos considerados anteriormente se obtuvieron tomando un nivel de ocupación para el hospital del 100%. si sabemos que en la actualidad se esta manejando un nivel del 65% tendríamos que:

Costos mensuales.

Alternativa A.

Ropería -----	730,373.60	(0.65) =	474,743.00
personal -----	136,029.60	-----	= 136,029.60
energía elect. ----	29,441.80	(0.65) =	19,137.00
agua -----	7,053.70	(0.65) =	4,585.00
edtos. para lavar --	93,733.50	(0.65) =	60,927.80
renta del local ----	40,000.00	-----	= 40,000.00
mantenimiento -----	57,000.00	-----	= 57,000.00
			-----
	Total		792,422.40

Alternativa B.

$$1,535,631.90 (0.65) = 998,160.70$$

Alternativa A. (CAUEa).

$$CAUEa = P(A/P, i, n) + 792.$$

$$AP = 377 \text{ (del tercer caso).}$$

$$CAUEa = 377 + 792 = 1,169.$$

Alternativa B. (CAUEb).

$$CAUEb = 998.$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

$$CAUEb < CAUEa$$

La selección adecuada sería la alternativa B. ya que - para un nivel de ocupación del 65%. no es conveniente invertir en una lavandería propia.

La principal razón por la cual no resultaría conveniente invertir en una lavandería propia, se debe al bajo número de camas con que cuenta el hospital (108 camas). Si el hospital operara con un nivel de ocupación del 100%. se justificaría la inversión. pero si decimos que para el caso específico de los hospitales, un nivel de ocupación - del 80%. es considerado como muy bueno. y aún así. los costos por inversión (CAUEa) resultan mayores que los costos por contratación del servicio de lavado.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CONCLUSIONES

Es muy importante estar conscientes de que existe una gran variedad de aspectos a considerar para comprender la organización del hospital como un sistema de dirección altamente complejo, y para interpretar las normas de dirección tal como se aplican a otras complejas organizaciones del comercio y de la industria. Hubiéramos querido cubrir una más amplia gama de temas como: métodos y estándares, muestreo, valoración de tareas e incentivos, estadísticas, métodos de previsión, teoría de colas, instrumental, programación lineal, etc, pero desgraciadamente uno de los mayores problemas con que nos enfrentamos para la elaboración de ésta tesis fue la gran dispersión de las fuentes de información y la escasez de ésta. sin embargo consideramos que los capítulos contenidos en esta tesis fueron desarrollados como casos prácticos. utilizando como herramienta principal, los conocimientos adquiridos durante la carrera.

Una oportunidad mayor de mejorar la planificación, funcionamiento y utilización del hospital es la adopción de actitudes realistas hacia los costos. Puesto que la consecución de los objetivos legítimos del hospital dependen de la utilización de recursos existentes en cantidades limitadas, el hospital debe hacer un uso inteligente de estos recursos

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Este imperativo requiere que el concepto de control de costos adquiriera mas importancia dentro de la escala de valores de los dirigentes del hospital. El personal de hospital llega a creer que no es necesario vigilar con atención los costos: abundando en este criterio, en una entrevista hubo - quien dijo: el propósito del hospital es salvar la vida del paciente, no su dinero. Sin duda una opinión de éste tipo - expresa sentimientos admirables, pero considerando bases - mas reales, se podia haber añadido que sin originarle unos gastos mayores de lo necesario. Es evidente que la Ingeniería Industrial puede contribuir a la mejora de métodos y - por consiguiente a la reducción de costos sin necesidad de sacrificar el servicio al paciente. Si con esta tesis lo--gramos despertar el interés de algunos lectores como: estudiantes, ingenieros, administradores, etc, para estudiar - mas a fondo los hospitales, podremos sentirnos satisfechos del trabajo realizado, que abarca solo una pequeña parte de la compleja organización del hospital.

TESIS CON  
FALLA DE CIEGOS

## BIBLIOGRAFIA

- \* **Direccion y Organizacion de Clinicas y Hospitales.**  
Autores: Harold E. Smalley y John R. Freeman.  
Ed.: Iberico Europea de Ediciones. S.A.  
Madrid, España 1970.
  
- \* **Sistemas de Produccion e Inventario.**  
Autores: Elwood S. Buffa y William H. Taubert.  
Ed.: Limusa. S.A.  
Mexico 1981.
  
- \* **Manual de Ingenieria en Hospitales.**  
American Hospital Association.  
Ed.: Limusa. S.A.  
Mexico 1976.
  
- \* **Un Concepto de Planeacion de Empresas.**  
Autor: Russell L. Acroff.  
Ed.: Limusa. S.A.  
Mexico 1982.
  
- \* **Control de Inventarios.**  
Autores: Martin K. Starr y David W. Miller.  
Ed.: Diana.  
Mexico 1981.
  
- \* **Ingenieria Economica.**  
Autores: Anthony J. Tarquin y Leland T. Blank.  
Ed.: Mc. Graw Hill.  
Mexico 1980.
  
- \* **Manual de Alumbrado.**  
Westinghouse.  
Ed.: Dossat. S.A.  
Mexico 1981.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**