

881217

4



UNIVERSIDAD ANAHUAC
ESCUELA DE INGENIERIA
CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA U. N. A. M.

**EVALUACION Y SELECCION DE PROYECTOS
UN ENFOQUE DE INGENIERIA INDUSTRIAL
HACIA SU PROPIA PRODUCTIVIDAD**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
AREA INGENIERIA INDUSTRIAL
P R E S E N T A
JORGE EUGENIO SAMANO ANDERSON.

MEXICO, D. F.

2002



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A MIS PADRES, HERMANA,
FAMILIARES Y AMIGOS.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

AGRADEZCO

AL ING. ALFONSO OLVERA

AL ING. SERGIO SERRANO

AL ING. JOAQUIN MARTINEZ

El haberme dado ideas y orientación en el
desarrollo de esta tesis.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

EVALUACION Y SELECCION DE PROYECTOS
UN ENFOQUE DE INGENIERIA INDUSTRIAL HACIA SU PROPIA PRODUCTIVIDAD

CONTENIDO

	<u>PAGINA</u>
I. INTRODUCCION	3
1. Antecedentes	4
2. Alcance y objetivos	6
3. Limitaciones	10
4. Sugerencias al usuario	12
II. SISTEMAS OPERATIVOS Y ADMINISTRATIVOS ACTUALES	14
1. Descripción	15
2. Areas y procesos	20
3. Fuerza de trabajo por área	24
III. ANALISIS PRELIMINAR	27
1. Técnicas de análisis	28
1.1. Enumeración	30
1.2. Descripción	31
2. Análisis financiero	72
2.1. Cálculo de costos en horas-hombre	74
2.2. Actualización de costos	80
2.3. Costos y períodos de desarrollo de los proyectos	81
2.4. Utilidades y beneficios	83
2.5. Resultados	101
3. Problemas más comunes	104
3.1. Enumeración	106
3.2. Clasificación	108
3.3. Jerarquización	-110
3.4. Relación de técnicas de Ingeniería Industrial con problemas a resolver	115

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

IV.	METODO PROPUESTO	118
	1. Algoritmos y diagramas de flujo	119
	2. Metodología I. Algoritmo de evaluación	119
	3. Relaciones entre los problemas y técnicas de análisis	123
	4. Calificación de los proyectos	131
	5. Metodología II. Algoritmo de selección	135
	6. Control de los proyectos	137
	7. Frecuencia de utilización y tiempos de realización del método	143
V.	APLICACION PRACTICA	149
VI.	RESULTADOS Y EVALUACION	178
	1. Comparación costo-utilidad utilizando el método propuesto y otro método de selección	180
	1.1 Rentabilidad de un departamento de Ingeniería Industrial	184
VII.	CONCLUSIONES	186
	BIBLIOGRAFIA	190

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

W

I. INTRODUCCION

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1. ANTECEDENTES

Cuando el hombre era habitante de los grandes bosques que existieron hace miles de años, sus únicas necesidades realmente importantes - - eran comer y protegerse del hostil medio ambiente en el que habitaba; posteriormente se volvió cazador y tuvo que trabajar en equipo y especializarse en ciertas actividades. Desde ese momento el hombre tu vo que volverse productivo por muchas razones, tales como el asignar recursos de una manera óptima (los hombres fuertes eran los cazado-- res, los hábiles fabricaban las armas y los débiles podían ser-- vir de distracción al animal, para permitir que los otros lo mataran), el seleccionar alternativas más viables (matar un caballo en vez de un tigre de dientes de sable) y el determinar el costo de estas alter^u nativas (perder vidas, armas y tiempo si se enfrentaban a un animal más peligroso) así como las utilidades de las mismas (obtener comida).

Muchísimas razones han hecho que el hombre actual sea distinto a el - que vivió en otras épocas anteriores, entre otras cambios biológicos, sociales, políticos, evolución genética, intelectual y tecnológica, - pero hay un factor importante que es preciso mencionar y que se llama "recurso"; anteriormente era abundante en función de las necesidades de esas épocas (había suficiente alimento, por ejemplo). En la actua^l lidad, los recursos son más escasos, debido a una numerosa población con necesidades más diversas y sofisticadas, esto ha conducido a re-- querir más especialización pues los problemas son más complejos y es-- to, aunado a la escasez (y/o mala distribución) de recursos, nos ha - llevado a pensar desde hace varias décadas (sobre todo, por desgracia en los países industrializados o ricos) en la importancia que tiene -

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

la óptima utilización de recursos.

Desde el punto de vista de las empresas, cada vez hay mayor diversificación (debiera ser debido totalmente a necesidades insatisfechas), - competencia, innovaciones tecnológicas, alzas en costos y cualquier - empresa que no utilice óptimamente sus recursos y activos, se verá -- condenada al fracaso, las que sí lo hagan, saldrán adelante y verán - sus esfuerzos premiados con el éxito.

Sí desde hace miles de años se pensaba en la elección de alternativas más rentables (con menor costo y mayor utilidad), actualmente es necesario que las empresas cuiden estos aspectos y mejoren la rentabilidad mediante reducción de costos, o sea, siendo productivas y eficientes en su operación.

Asimismo, son muy importantes las relaciones con empleados, proveedores y clientes. En el caso de los proveedores se les debe dar información correcta y oportuna que les permita a ellos funcionar de una - manera más productiva y eficiente, creando con esto, la posibilidad - de que a la empresa le abastezcan adecuada y oportunamente. Para - brindar un buen servicio a clientes, se debe pronosticar la demanda - con la mayor exactitud posible (dentro de las mismas limitaciones de no poder predecir certamente el futuro), determinar los puntos de - venta existente y potenciales y las necesidades insatisfechas para -- realizar esfuerzos de distribución y venta a esos lugares, sin descuidar lo que ya se tiene consolidado.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- 6 -

Realizando lo anteriormente enunciado, cualquier organización mejoraría desde cualquier punto de vista y esto consecuentemente, elevaría el nivel de vida de los individuos y de los países en general, debido a que generarían fuentes de trabajo, crearían riqueza y satisfactores de acuerdo a la demanda existente, se rotaría el dinero y crearía más, lo que permitiría invertir en otros proyectos. Todo esto es consecuencia de una óptima utilización de recursos y en gran medida, estas acciones tienen que ser realizadas por profesionales que tengan la preparación, iniciativa y habilidades necesarias para llevarlas a cabo.

Se debe también tomar en cuenta que las empresas no solo existen para obtener utilidades, aunque por medio de este fin, se logra (si se actúa con honestidad) crear riqueza, generar fuentes de trabajo y aunado al pago de salarios, prestaciones, impuestos y vendiendo los bienes y servicios que produce a precios razonables, contribuyen al bienestar de la sociedad.

2. ALCANCE Y OBJETIVOS

Originalmente se pensó en desarrollar un método que se pudiera adaptar a cualquier departamento de cualquier empresa y que operara bajo distintas circunstancias y en diferentes momentos por los que atravesara cualquier compañía. Sin embargo, es necesario ver todos los capítulos y llegar a las conclusiones para determinar el resultado de este planteamiento.

Este trabajo de tesis, presenta el diseño y desarrollo de un método que permite elegir entre varios proyectos, los mas convenientes a realizar y su orden, tomando en cuenta el uso óptimo de recursos, la miní

mización de costos y maximización de utilidades, así como la eficiencia en la realización de los mismos.

Esto se realiza, mediante la proposición de un método de selección analítica que se divide en dos fases o etapas bien definidas (Evaluación y Selección), además se presenta una pequeña parte sobre el Control de los proyectos ya seleccionados.

Además de utilizar una técnica llamada valor presente neto para evaluar el beneficio económico, el método contempla otros parámetros para evaluación de beneficio social (ambiente de trabajo), de servicio (afectaciones a otras áreas, departamentos, etc. tecnológico y menciona otras 2 técnicas para evaluación de proyectos debido a las cambiantes condiciones en que se puedan desarrollar los mismos o el tipo de empresa que pueda ser usuario de este método (privada, gobierno, grande, pequeña, etc.).

Contiene también esta tesis, temas de interés general para cualquier ingeniero industrial como son las descripciones que se hacen de las técnicas de análisis y la relación que estas tienen con los problemas a resolver inherentes a cada proyecto.

Es importante en este momento, mencionar que el tipo de proyectos que se pueden contemplar para llevar a cabo el método que se propone, es cualquiera que requiera una inversión (costo en horas-hombre, por ejemplo) y que proporcione utilidades con su realización. Aunque el desarrollo de este método ha sido enfocado a través de toda la tesis a la selección de proyectos que realiza normalmente un departamento de ingeniería industrial, pueden también ser proyectos de desarrollo (de nue-

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- 8 -

vos productos, de ampliación de instalaciones, etc.), de introducción de nuevos sistemas (crear un fondo de ahorros para el personal, un nuevo sistema de control de inventarios, etc.) y otros.

Las perspectivas de la ingeniería industrial son muy amplias. Anteriormente se pensaba en el ingeniero industrial como un tomador de tiempos y creador de métodos de trabajo en una planta, pero en la actualidad se le puede ver en áreas de venta, planeando y administrando ventas, determinando rutas de distribución óptimas, así como niveles de inventarios de distribuidores, en Mantenimiento, Producción y áreas de servicio planeando y controlando producción, inventarios, abastecimientos, secuencias de Mantenimiento preventivo y correctivo, como coordinador de proyectos y motor de los mismos, determinando la viabilidad de los mismos, interviniendo directamente en la planeación estratégica de las empresas, elaborando planes de capacidad, de prioridades y en muchas actividades de suma importancia, con lo cual se nota la creciente importancia que -- viene adquiriendo esta profesión.

Debido a esto y a que la Ingeniería Industrial hace los proyectos más rentables y productivos, se pensó en incrementar la eficiencia de operación del propio departamento de Ingeniería Industrial (u otro departamento), haciendo que el mismo utilizara sus propios recursos humanos, técnicos y materiales de manera óptima.

No obstante que el desarrollo y la idea original de esta tesis fueron concebidas en una empresa fabricante de conductores eléctricos, la idea y por lo tanto el método que se propone, son aplicables a cualquier tipo de empresa, ya sea de manufactura, textil, cosméticos, química, de transporte, etc.

En lo referente a lo que pretende la tesis, ya se explicó en el punto --

anterior, pero cabe añadir que este método no es una guía para indicar que procedimientos son los necesarios para resolver un problema (aunque muestra una relación de técnicas de análisis con problemas a resolver que puede ser útil).

Esta tesis va básicamente dirigida a todo el personal de un departamento de Ingeniería Industrial, pero con ciertas modificaciones, también puede ser utilizada por un departamento de proyectos o de planeación o cualquier otro departamento.

Este manual está elaborado para el uso del personal de Ingeniería Industrial, de cualquier otro departamento o persona de la empresa que tenga contacto con este departamento, o que tenga un intercambio de información con el mismo o que elabore proyectos y tenga que seleccionar los mismos.

Puede también ser consultado por gerentes o ejecutivos de una empresa, ya sea porque dirijan áreas de Ingeniería Industrial, de Proyectos, o simplemente porque sientan la necesidad de conocer el funcionamiento del Manual o de los departamentos a su cargo y conociendo estos aspectos, tengan una visión más amplia de lo que es el funcionamiento de la empresa y tengan más herramientas para supervisión de estos departamentos.

También es susceptible de ser consultada o utilizada por estudiantes de cualquier carrera profesional que tenga contacto en sus estudios --

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

con el desarrollo de proyectos en general; principalmente estudiantes de Administración de Empresas, Contabilidad, Economía y muy en especial, cualquier rama de la Ingeniería, siendo principalmente dirigida a estudiantes de Ingeniería Industrial, puesto que las técnicas que se utilizan, corresponden principalmente a áreas de Ingeniería Industrial.

Puede también ser consultada por estudiantes que quieran desarrollar una tesis sobre un tema similar.

Con todo lo anteriormente expuesto, se pueden definir más claramente los objetivos a corto, mediano y largo plazo, englobándolos en uno sólo que se expone a continuación:

"Establecer un método que desde un punto de vista analítico y sistemático, conduzca a una óptima selección de proyectos de productividad mediante una evaluación completa de los mismos, obteniendo utilidades y beneficios máximos a un costo mínimo y una máxima productividad por parte del departamento que los realiza".

3. LIMITACIONES

Cuando alguien va a realizar cualquier actividad, ya sea leer un libro, ir de viaje, resolver un problema o consultar algún libro o información, debe preguntarse si cualquiera de estas actividades u otras le sirve para realizar algún propósito o no es así; esta es la razón por la cual se mencionarán a continuación las limitaciones que tiene este método, -

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- 11 -

que son :

- a) No es una guía para indicar que técnicas de análisis se requieren para resolver algún proyecto o problema en particular, sin embargo, en el capítulo III se describen varias técnicas de análisis que son con mucha frecuencia utilizadas en la resolución de proyectos y/o problemas y también se muestra una relación entre las técnicas descritas y algunos problemas que se pueden presentar.
- b) Tampoco pretende este método ser una guía para evaluación de proyectos de inversión, solamente explica 3 diferentes métodos para evaluar proyectos y utiliza uno de ellos en los ejemplos desarrollados a lo largo de la tesis.
- c) En algunas compañías, la experiencia acumulada a través de los años puede indicar que algún problema en particular puede ser resuelto con una técnica de análisis 'x' mientras que en este trabajo se puede recomendar una técnica de análisis 'y'. más aún, en otra compañía se puede utilizar con mayor éxito la técnica de análisis 'y' pero con modificaciones a lo explicado en el capítulo III. Dicho de otra manera, hay partes en esta tesis que son recomendaciones y que no deben tomarse como absolutas sino que estas recomendaciones pueden ser buenas en ciertos casos y en otros no. Como ejemplo, en la calificación por puntos de los proyectos a el beneficio se le da un factor de ponderación de 0.15; en otra empresa este factor pudiera ser 0.20 (ver capítulo IV, inciso 3).

Las limitaciones expuestas indican que este trabajo de tesis, no -

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- 12 -

pretende ser un manual, sino una proposición de un método que permita a el (los) usuario (s) obtener una mayor productividad de sus propios recursos (departamento de Ingeniería Industrial u otros) y de los recursos a los cuales el presta atención (Empresa).

4. SUGERENCIAS AL USUARIO

Conviene asimismo, como en el caso de las limitaciones, dar ctertas sugerencias al usuario de este método, a fin de que los resultados que obtenga de la aplicación del mismo sean de la mejor calidad posible y la probabilidad de error en las estimaciones sea lo menor posible; las más importantes sugerencias son :

- a) La calidad de la información que se requiere debe ser buena mientras mejor sea la calidad de la misma, aumentará la calidad de los resultados que se obtengan, y la probabilidad de error al seleccionar los proyectos será mínima.
- b) Cuando la cantidad de proyectos a ser evaluados sea alta, se debe realizar un análisis pre-preliminar, a efecto de que los proyectos que contemple el método no sean tan numerosos y el tiempo de realización del método no se incremente mucho por la alta cantidad de proyectos y/o problemas. Este análisis pre-preliminar puede ser un análisis beneficio-costos o puede ser una eliminación de los proyectos menos atractivos según el responsable de cada área, una combinación de ambos u otras alternativas de análisis.
- c) Una sugerencia muy importante para este método y para cualquier ac

tividad que realice un individuo, es buscar los problemas. Muchas veces los problemas no se ven a simple vista o algunos problemas - que son importantes no son tomados en cuenta y esto puede impedir lograr los objetivos de la empresa.

Más aún, el objetivo de un individuo realmente profesional, no es solo cumplir los objetivos que se le encomiendan, sino lograr más y mejores resultados y esto solo puede ser logrado con una mentalidad analítica y de búsqueda.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

II. SISTEMAS OPERATIVOS Y ADMINISTRATIVOS
ACTUALES

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1. DESCRIPCION

La empresa objeto de estudio en esta tesis, fué fundada una década - después de la finalización de la segunda guerra mundial, con el apoyo tecnológico y financiero de dos empresas, una norteamericana y - una italiana, Anaconda Wire and Cable Company y Pirelli S.P.A. respectivamente. Actualmente, esta empresa es líder en la fabricación de conductores eléctricos en el país.

La gran mayoría de los trabajadores y empleados son habitantes del - D.F. o del Estado de México. La rotación de personal es baja; muchos empleados han estado por varios años en la compañía. Las relaciones entre la administración y los empleados y trabajadores son cordiales y muy positivas y la evaluación de resultados está basada en una administración por objetivos. El personal del almacén, de limpieza y servicios, tiene una paga normal por hora de trabajo, no siendo así con los obreros que realizan labores de producción, los cuales además de su salario normal, tienen una compensación adicional por una alta eficiencia, llamada bono, el cual se estableció mediante un sistema de incentivo y va en función de la eficiencia de operación por turno, medida contra el estándar establecido.

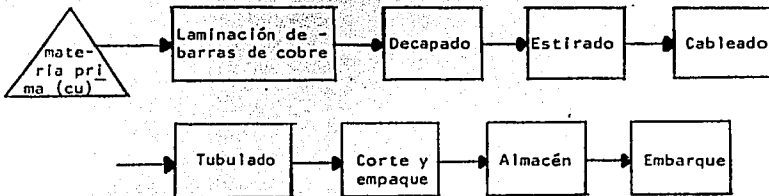
Los operadores están asignados a máquinas, no a productos particulares en general; por lo tanto, es común que en un día normal, algunos trabajadores elaboren lotes sucesivos del mismo producto, mientras - que otros, cambian productos dos ó más veces o al proceso que están efectuando es producto en proceso que formará parte de varios productos terminados. Muchos operadores, requieren el uso de una sola

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

estación de trabajo, mientras otros usan dos ó más máquinas para - - efectuar la secuencia de operaciones requerida. Esto obliga a una - adecuada asignación de lotes por cada turno.

Los estándares establecidos, solo pueden ser modificados por cambios - en materiales, métodos o máquinas; Ingeniería Industrial establece - estos cambios mediante el establecimiento de nuevos métodos, los cua- les tienen que ser probados en el lugar de trabajo para su aceptación definitiva.

El proceso predominante en la planta, es un proceso intermitente con lotes de producción, en el cual, el 40% aproximadamente de la produc- ción es para productos de línea y el 60% restante son productos que se manufacturan con órdenes de producción. Se puede elaborar un dia- grama de flujo que represente en general los procesos de mayor ocu- rrencia, aunque no sea totalmente representativo de todos los produc- tos. La siguiente figura ilustra lo anterior, para un cable de cobre con cubierta de PVC:



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Notas:

1. Esta secuencia de operación no es para todos los productos.
2. En todas las operaciones existen inventarios en proceso.
3. Para una descripción de estos procesos, ver en este capítulo, el tema 2 Areas y Procesos.

FIGURA 11. 1.1 Diagrama de flujo del proceso (general).

Debido a que una operación como tubulado se aplica a varios productos pero no a todos, donde la cubierta de estos productos puede ser un elastómero extruido y vulcanizado, existe la necesidad en un proceso intermitente, de información y control.

A continuación, se ilustra el diagrama de flujo de información:

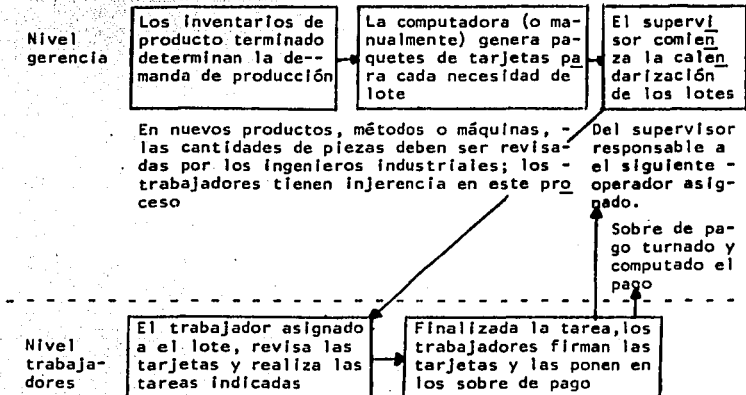


FIGURA 11. 1.2 Diagrama de flujo de información

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Este flujo constante de información, determina la estabilidad del -- proceso y reduce dicho flujo de la gerencia a los trabajadores; también la necesidad de cambios en la programación de producción es mínima.

La capacidad de un proceso de flujo intermitente está influenciada -- por muchos factores que también afectan a un proceso de producción -- en línea, que son los siguientes:

1. Tamaño de los lotes de producción
2. Complejidad de las corridas de producción a través de la operac-- ción.
3. Naturaleza de las actividades a realizar.
4. Programación.
5. Mejoras en los procesos.
6. Número de máquinas y su condición.
7. Cantidad y calidad de la mano de obra.

Los primeros cuatro factores son de importancia crítica para un proce-- so intermitente; para el tamaño de los lotes, los tiempos estableci-- dos son de primordial importancia; en el proceso intermitente se esta sujeto a cuellos de botella e interferencia de máquinas, sin embargo, la variedad de productos atenua o reduce estos problemas; la programa-- ción es de mucha importancia para la gerencia y tiene la ventaja de -- ser rutinaria y limitada por el proceso en sí mismo. Los últimos -- tres factores afectan la capacidad pero en menor grado que en un pro-- ceso de producción en línea, debido a que el proceso intermitente en

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

sí está bien definido, con trabajadores más aptos para ser asignados a una máquina en particular y generalmente este tipo de proceso es menos susceptible en cuanto a inversiones en mejoramiento del proceso o en más máquinas.

En cuanto a estándares se refiere, en el proceso intermitente se utilizan para determinar compensaciones a los trabajadores (bonos) y para medir el esfuerzo del trabajadores y unidades producidas, mientras que en el proceso de producción en línea, se utilizan para determinar tiempo y costo de mano de obra y para tener información para programación de producción.

El procedimiento completo de estándares, o sea su establecimiento, período de prueba y uso debe estar bien definido y realizarse rutinariamente para una eficiente operación del sistema.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2. AREAS Y PROCESOS

Al realizar cualquier estudio o proyecto, es necesario saber donde, porqué, con quién y cuando se va a realizar el mismo; esta es la razón por la cual se hará una breve descripción de las áreas y procesos de la empresa donde se realizó esta tesis, así como el número de operarios existentes en estas áreas.

La descripción que se hará, es una gran ayuda para conocer uno de los grandes campos donde puede actuar un Departamento de Ingeniería Industrial, sin embargo, la labor del mismo no es únicamente enfocada a las áreas productivas, pero es muy conveniente describir los elementos físicos que se tienen en las mismas como una base de referencia que permita ubicarse y contestar las preguntas iniciales de ¿Dónde?, ¿Porqué?, ¿Con quién? y ¿Cuándo? se va a realizar un estudio.

Como el conocimiento de las áreas y procesos en los cuales trabaja el individuo, dependen de la experiencia propia de cada uno y pensando que la finalidad de esta tesis no es desarrollar un Manual de Procesos, sino únicamente saber que son áreas susceptibles de atención, se describirán muy brevemente, enumerando los procesos que se llevan a cabo en las mismas.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

CONDUCTORES.

Su objetivo principal es suministrar en forma rentable y confiable alambroón, alambre y cables a la misma planta y filiales, mediante varios procesos que básicamente son:

Laminación, que consiste en la transformación de barra en alambroón de cobre; a continuación, pasa a decapado, en el cual se elimina - del alambroón la capa de óxido cúprico, al igual que en el proceso de oxoff; el siguiente proceso, llamado electrólisis, consiste en obtener cobre residual y ácido sulfúrico del sulfato de cobre. El estirado tiene como objetivo reducir la sección del alambroón o alambre para obtener los calibres necesarios para posteriores procesos. Otro proceso que se lleva a cabo para ciertos tipos de cables es el estañado, en el cual se obtiene una mayor soldabilidad del cable. - El último proceso efectuado en esta área es el cableado, el cual -- consiste en ensamblar alambres para fabricar cables.

ENERGIA.

En esta área, se fabrican cables de energía de media y alta tensión, que pueden ser producto terminado o servir para posteriores procesos. Los procesos que se llevan a cabo en esta área son:

El corte de papel, el cual será utilizado para ser aplicado al conductor; el forrado, que consiste en aplicar dicho papel con condiciones de temperatura y humedad controladas o ambientales. El impregnado de aceite de los cables forrados con papel y por último, algunos cables cuya operación está sujeta a condiciones mecánicas adversas,

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

se les aplica una cubierta de plomo.

ELASTOMEROS.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El objetivo principal de esta área es colocar aislamientos, pantallas y cubiertas a los cables que las requieran. Los procesos que se llevan a cabo para el cumplimiento de dicho objetivo son: Extrusión y vulcanización, en los cuales simultáneamente se colocan aislantes y/o cubiertas a los conductores y se vulcanizan en tubos de vulcanización a temperatura y presión controladas; el encintado, consiste en colocar cintas aislantes y semiconductoras a los cables, con el fin de uniformizar el campo eléctrico que se forma al paso de la corriente. El trenzado consiste en colocar mallas metálicas que sirven como pantallas electrostáticas. Existe en el área la sección de corte y empaque, donde se cortan materiales para reunido, materiales terminados y defectuosos para reparar; se empacan los productos terminados en cajas o carretes en función del producto de que se trate.

PLASTICOS.

En esta área se fabrican aislamientos y cubiertas para los cables que las requieran. Los siguientes procesos se llevan a cabo: El tubulado, que consiste en proveer de aislantes y/o cubiertas a los productos que las requieran, por medio de máquinas extrusoras. El reunido que consiste en reunir alambres aislados en pares, ternas, etc para formar cables. Los últimos procesos que son el --

trenzado y el corte y empaque son similares a los descritos para el área de elastómeros.

FABRICA DE CARRETES.

Su objetivo es proporcionar el material de empaque requerido por la planta y filiales, como son los carretes, cajas de exportación y partes de carretes. Los siguientes procesos se llevan a cabo: El primero es el destrozado de la madera, que consiste en cortar tablas de madera en medidas establecidas y con ángulos para la fabricación de bridas, que es el segundo proceso; simultáneamente se producen los tirantes necesarios para el armado; el armado de los carretes consiste en ensamblar bridas, tirantes y tambor (parte central) para obtener el carreta, que pasa al último proceso que es la pintura.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3. FUERZA DE TRABAJO POR AREA

El objetivo de esta sección es saber con que recursos humanos en cuanto a mano de obra directa se cuenta en la planta y en cada - - área, a efecto de poder elaborar un análisis o un estudio con los recursos necesarios (o que se cree que son necesarios) para efectuar las actividades del área. Esta información podría ser utilizada en determinado momento para programación y asignación de Recursos Humanos a las diferentes áreas. Es muy frecuente en ciertas empresas, que ocurran paros en alguna línea de producción o en algún área de proceso, debido a falta de materiales, descompostura de máquinas o que el paro sea debido a alguna decisión de algún departamento por necesidad de producir algún producto en particular, dejar de producir por exceso de inventarios o por falta de espacio en almacenes o alguna otra razón; derivado de todo lo anterior, se hace evidente la reasignación de personal a otra (s) área (s), línea (s) o máquina (s) y la clara necesidad de conocer el número de operarios por área.

En el caso de muchas empresas también es necesario describir el número de operarios por línea, ya que un equipo de trabajo puede pertenecer a una línea de ensamble por ejemplo. El conocimiento del número de operarios/área, responde a la necesidad de identificar físicamente a el personal con su lugar de trabajo y además, permite identificar personas que trabajen en funciones similares debido a maquinaria igual o similar o a procesos similares llevados a cabo por distintas personas.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Antes de enumerarlos, se debe conocer que los operarios que se encuentran en determinada área en un momento dado, cambiarán posteriormente de lugar de trabajo, pues hay puestos similares y en algunos casos existe la necesidad de utilizar a una persona del área y, además, esto resulta agradable pues se elimina en algunos casos la monotonía de su trabajo. En otras áreas, hay varios operadores por máquina, varias máquinas por operador o varias máquinas operadas por varios operadores. En algunos procesos habrá un operario que maneje toda una sección.

A continuación, se procede a mostrar la enumeración de los mismos.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

3. FUERZA DE TRABAJO POR AREA

CONDUCTORES

NO. DE OPERARIOS

Laminación	14
Decapado	1
Oxoff y electrólisis	2
Estirado	23
Estañado	2
Cableado	20

ENERGIA

Corte de papel	2
Forrado	7
Impregnado	3
Reunido	2
Extrusión	8

ELASTOMEROS

Tubulado	21
Encintado	3
Trenzado	1
Corte y empaque	5

PLASTICOS

Extruido	5
Reunido	5
Trenzado	10
Corte y empaque	13

FABRICA DE CARRETES

Carpintería y mecánica	8
Destrozado	6
Líneas de fabricación	8
Herrajes	5
Armado	6
Pintura	4

TOTAL

184

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

III. ANALISIS PRELIMINAR

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1. TECNICAS DE ANALISIS

Cualquier proyecto o estudio que se lleve a cabo, tiene un objetivo que cumplir, el cual se debe fijar con anterioridad a la realización del proyecto.

Para lograr llegar a ese objetivo hay muchos caminos que se pueden seguir, en adición a ciertas "Técnicas de Análisis", que son herramientas de apoyo que durante el transcurso del tiempo y con su aplicación han demostrado ser muy eficaces en la solución de problemas de diversa índole y al conocerlas, nos pueden permitir llegar a cumplir con ese objetivo de una manera más rápida y con buenos resultados.

Esta es la razón de explicar de una manera breve algunas de esas "Técnicas de Análisis", que en una gran cantidad de ocasiones pudieran utilizarse con efectividad. El conocimiento de las mismas y su práctica constante permite al usuario de las mismas escoger la apropiada a el caso específico que se presente. El propósito de las mismas es facilitar el camino a seguir para resolver algún problema específico o llevar a cabo algún proyecto que involucre optimización de recursos, minimización de costos y en general obtención de beneficios económicos.

A continuación, se enumeran y describen algunas técnicas de análisis muy utilizadas en la actualidad; sin embargo, no se enumeran todas las existentes y, además una de las funciones de cualquier -

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Ingeniero es adaptar lo existente a las situaciones particulares a que se enfrente e inventar nuevas técnicas o procedimientos que hagan más fácil el trabajo y brinden mejores resultados.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.1 ENUMERACION

- a. Descripción y valuación de puestos sindicalizados.
- b. Distribución de planta.
- c. Localización
- d. Determinación de tiempos de mano de obra.
- e. Determinación de estándares de producción.
- f. Obtención de los datos de mano de obra directa e indirecta para el cálculo de costos.
- g. Determinación de los niveles de incentivo.
- h. Determinación y control de rendimiento y eficiencia.
- i. Muestreo del trabajo.
- j. Estudio de métodos.
- k. Estudios para incrementar la productividad.
- l. Manejo de materiales.
- m. Evaluación económica de los proyectos.
- n. Control de inventarios.
- o. Control de producción.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.2 DESCRIPCION

a. Descripción y valuación de puestos sindicalizados.

Objetivo:

Hacer una clasificación de puestos en categorías, de acuerdo a las características y funciones que deben desempeñarse en el puesto de que se trate.

El efectuar periódicamente una valuación de puestos, nos conduce a tener bien determinados los puestos, a tener bien definidas las -- funciones de cada puesto y a poder asignar un salario justo a cada puesto.

Adicionalmente a esto, al tener bien definidas las características y funciones de un puesto, en el caso de hacer un estudio para la -- instalación de un método propuesto y cambiar algunas de las funcio -- nes de este puesto, podremos fácilmente alterar la descripción del puesto con el fin de reflejar las condiciones, deberes y responsabilidades del método mejorado y volver a asignar un salario justo.

Existen cuatro métodos para hacer una valuación de puestos:

- a) Método de clasificación. (cualitativo).
- b) Método de puntos. (cuantitativo).
- c) Método de comparación de factores. (cuantitativo)

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

d) Método de gradación o de rangos. (cualitativo).

Describiremos brevemente el método de puntos, que es el que actualmente usamos, pues es más objetivo, exacto y completo en la evaluación de los puestos, ya que utiliza unidades más finas de medición.

Procedimiento:

- 1) Establecer y definir los factores básicos comunes de la mayoría de los trabajos (preparación, habilidad, responsabilidad, esfuerzo, condiciones de trabajo).
- 2) Definir específicamente los grados de cada factor; pueden de A hasta I p/e.
- 3) Establecer los puntos que se acreditarán a cada grado de cada factor (las puntuaciones más altas se podrán dar a la preparación p/e).
- 4) Hacer una descripción del trabajo de cada puesto.
- 5) Hacer la evaluación de cada puesto, determinando el grado de cada factor.
- 6) Sumar los puntos de cada factor, para obtener el total de puntos.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

- 7) Convertir los puntos asignados a el puesto, en una tarifa de salarlos.

b. Distribución de planta.

Objetivo:

Determinar la distribución óptima que nos lleve a reducir al mínimo los costos, en lo que se refiere a flujo de materiales, secuencia de maquinaria y de proceso, movimiento de hombres y factores - de espera y de servicio.

Una buena distribución de planta, además de reducirnos todos los - costos anteriormente enunciados, nos va a reducir con anterioridad los costos futuros en los cuales se va a incurrir cuando se insta- le maquinaria nueva o se hagan ampliaciones de la planta, donde -- nuevamente se tendrá que hacer una distribución de planta. A con- tinuación, mencionaremos brevemente como se determina una distribu- ción de planta.

Procedimiento:

Primero tenemos que recopilar la información necesaria para el pro- ceso y para el producto, que incluye los materiales, sus cantida-- des, flujos de estos, la maquinaria y su secuencia, las operacion- es y sus tiempos y las características del producto. Para todo - esto, son muy usuales la carta del proceso de operación y la carta de multiproductos.

Posteriormente y tomando en cuenta todos los factores anteriores,

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

principalmente el flujo de materiales, se procede a hacer los cálculos de espacio para cada área o sección.

Habiendo determinado los requerimientos y la disponibilidad de espacio, se procede a elaborar la carta de-hacia, la carta de relación de espacio. Posteriormente, con todo lo elaborado anteriormente, se procese a elaborar los diagramas de bloques, hasta obtener un diagrama de bloques óptimo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

c. Localización.

Objetivo:

Mínimizar la distancia viajada de hombres y/o materiales, con respecto a la maquinaria instalada, para reducir los costos de espera y de transporte, además se puede lograr un flujo de materiales eficiente y rápido.

Cuando hablamos de localización, nos podemos referir a maquinaria, una planta o cualquier otra cosa. Por ejemplo, podemos hablar de la localización de una distribuidora de materiales con respecto a las minas de arena, a las productoras de cemento, varilla, etc... ya existentes.

También podemos localizar no sólo una, sino varias distribuidoras (máquinas) con respecto a las ya existentes.

Hay tres métodos para efectuar estas localizaciones y cada una tiene su aplicación en casos específicos; estos métodos son:

- a) Método rectilíneo
- b) Método euclidiano
- c) Método euclidiano cuadrado

Estos tres métodos nos dan una solución óptima en un plano (XY) y además nos dan la posibilidad de encontrar las líneas de contorno, que son realmente líneas de costo, donde también podemos localizar la(s) máquina(s).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

d. Determinación de tiempos de mano de obra.

Objetivo:

El determinar tiempos de mano de obra tiene múltiples objetivos -- entre los cuales podríamos mencionar los siguientes:

Son una base para poder establecer estándares de producción; como consecuencia sirven para determinar los niveles de incentivo y pago de bono. Son básicos para el estudio de métodos y para el estudio de relaciones hombre-máquina como para el balanceo de líneas de producción. Sirven para determinar cargas de trabajo y se usan para la determinación de costos de mano de obra entre otros objetivos que podríamos enumerar.

El tiempo de mano de obra se puede dividir en: tiempo de mano de obra directa y tiempo de mano de obra indirecta. Además el tiempo de mano de obra directa se divide en:

Tiempo de mano de obra interna.- Es aquel que transcurre cuando la máquina está funcionando.

Tiempo de mano de obra externa.- Es aquel que transcurre cuando la máquina no está funcionando.

El tiempo de mano de obra directa se refiere a el tiempo que el -- lleva a un operario normal o representativo, o sea, con intelligen-

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

cia, facultades físicas y preparación suficientes, el llevar a cabo un proceso u operación, que sea inherente a el proceso que esté efectuando.

El tiempo de mano de obra indirecta es el tiempo que invierta el personal de mantenimiento, limpieza, embarques, recibo, transporte, etc; estas personas no intervienen directamente en la producción.

El tiempo de mano de obra directa lo calcula el Departamento de Ingeniería Industrial, mientras que el tiempo de mano de obra indirecta lo calcula Contabilidad.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

e. Determinación de estándares de producción.

Objetivo:

Poder tener un patrón de producción, que nos indique que tan bien o tan mal va evolucionando el ritmo de producción con respecto a ese patrón. Además es básico para poder implementar un sistema de incentivo y también para poder evaluar el rendimiento y la eficiencia por máquina, sección, o área.

El tiempo estándar es el que necesita un operario más o menos preparado y entrenado, trabajando a una velocidad normal para efectuar las operaciones indicadas.

Se obtiene de la siguiente manera:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

$$T.E. = T.M.O.T. + T.M.$$

$$T.M.O.T. = T.M.O.I. + T.M.O.E.$$

donde

T.E. = tiempo estándar

T.M.O.T. = tiempo de mano de obra total

T.M.O.I. = tiempo de mano de obra interna

T.M.O.E. = tiempo de mano de obra externa

T.M. = tiempo de máquina

Cuando son dos ó más máquinas, al tiempo estándar se le suma el -- "tiempo por interferencia". Dentro de cada tiempo de mano de obra

(Interna y externa) se incluyen los suplementos por descanso, fatiga, necesidades personales, etc.

Para obtener este tiempo estándar, primero tenemos que determinar el tiempo máquina / Km. ó T.M./m ó T.M./Kg.; posteriormente obtendremos las frecuencias de mano de obra / Km ó por m ó por Kg.; a continuación los tiempos de mano de obra interna ó externa. Luego procedemos a hacer el cálculo del patrón estándar para 1 operador 1 máquina; se obtiene la información general por grupo de máquinas y se calcula el patrón estándar para un operador 2 máquinas ó lo que se requiera (puede ser 1 operador 3 máquinas). Ilustraremos como se hacen estos cálculos.

Patrón estándar para 1 operador 1 máquina

ciclo = T.M. + T.M.O.E.

U.E./100M = ciclo/10 (si tenemos T.M./Km. y T.M.O.T. en 1 Km.)

$$\text{m/hora} = \frac{60 \times 100}{\text{U.E./100 m}}$$
$$\text{horas/Km} = \frac{1}{\frac{\text{m}}{\text{hora/100}}}$$

Información general por grupo de máquinas

T.M. + T.M.O.T.

carga de trabajo = T.M.O.T./ciclo

Razón = T.M./T.M.O.T.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Patrón estándar para 1 operador 2 máquinas

T. INT. = tiempo por interferencia

ciclo = T.M. + T.M.O.T. (T.M.O.T. ya incluye T. INT.)

U.E. / 100M = ciclo/10

M/hora = $\frac{60 \times 100}{\text{U.E.}/100\text{M}}$

horas/Km = $\frac{1}{\frac{\text{m}}{\text{hora}/100}}$

Podemos observar que el ciclo para 1 operador 1 máquina es diferente que el ciclo para 1 operador 2 máquinas, puesto que en el primer caso, no se considera el T.M.O.T.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

f) Obtención de los datos de mano de obra directa e indirecta para el cálculo de costos.

Objetivo:

Como se mencionó anteriormente, uno de los objetivos de la determinación de tiempos de mano de obra directa e indirecta es el cálculo de costos. Estos costos nos sirven principalmente para poder elaborar los estados financieros de las empresas y para la obtención de los precios de venta de los productos que se fabrican.

Como se obtienen, en cuanto a la mano de obra directa, se explica en la determinación de los estándares de producción; para la mano de obra indirecta, los cálculos de estos datos para costos, los realiza el Departamento de Contabilidad, por medio de salarios y sueldos devengados más otros factores a considerar.

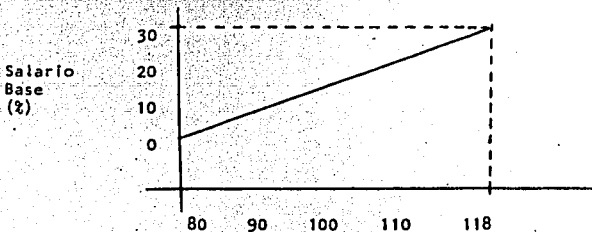
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

g) Determinación de los niveles de incentivo.

Objetivo:

Obtener un rendimiento mayor en la planta, para obtener una mayor productividad y recompensar a los operarios que logren este alto rendimiento con un sobresueldo llamado bono.

En base a el patrón estándar de producción, calculamos los niveles de incentivo, a los cuales debe corresponder un sobresueldo proporcional a el rendimiento desarrollado por el operario (promedio de las "n" máquinas a su cargo), se calcula por cada turno máquina reportado, utilizando la siguiente gráfica.



Rendimiento (%)
FIGURA III. 1.2.1.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

En donde:

El límite superior de rendimiento, corresponde a el promedio máximo alcanzable en un turno, considerando las condiciones predominantes

de operación en la planta y la proporción de tiempo máquina vs. mano de obra.

El límite inferior de rendimiento, representa el valor de mayor - - ocurrencia en la planta antes de implantar sistema alguno de incentivo.

El límite superior de % de salario base es la máxima cantidad justificable económicamente que se pueda otorgar sin alterar las utilidades de la empresa (manteniendo la utilidad de operación en un mismo porcentaje al aumentar pago y disminuir costo de mano de obra/unidad).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

h. Determinación y control de rendimiento y eficiencia.

Objetivo:

Conocer el rendimiento y la eficiencia de máquinas, secciones, - - áreas y en general de toda la fábrica para poder elevar la producti- vidad y conocer la situación productiva de la empresa en cierto mo- mento.

El rendimiento representa el resultado de lo producido respecto a el tiempo programado (turno de trabajo), se calcula por cada máqui- na y turno reportado, y el resultado se obtiene en porcentaje me- - diante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{\text{producción} \times \text{estándar}}{\text{minutos del turno}} (100) \cdot$$

En donde:

producción = unidades producidas en el turno considerado.

estándar = minutos asignados por unidad de producción (incluye)

tiempo máquina + mano de obra)

La eficiencia representa el resultado de lo producido respecto al - tiempo real de operación (turno de trabajo - tiempo de paros), se - calcula de la siguiente manera:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

$$\% \text{ eficiencia} = \frac{\text{producción} \times \text{estándar}}{\text{mín. turno} - \text{mín. paro}} (100)$$

El control de ambos conceptos se logra mediante la generación mecanizada de un reporte, cuya edición es semanal, mensual y anual y en el cual se obtienen promedios por máquina, sección, área y toda la planta en general.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

I. Muestreo del Trabajo

Objetivo:

Analizar el trabajo a fin de encontrar las tolerancias (por retrasos personales, fatiga y retrasos inevitables) aplicables al mismo, para determinar la utilización de la maquinaria y para establecer estándares de producción.

El muestreo del trabajo es una técnica que sustituye a el estudio de tiempos y proporciona información mas rápida y a un costo menor que la toma de tiempos; además da un rápido conocimiento de la situación de las áreas productivas.

Consiste en hacer un número de observaciones relativamente grandes al azar. La relación entre el número total de observaciones de un determinado estado de actividad y el número total de observaciones tomadas, se aproximará a el porcentaje de tiempo en el cual el proceso se encuentra en ese determinado estado de actividad. Por ejemplo, si 10,000 observaciones demostraron que una máquina producía trabajo en 7,000 observaciones y permanecía ociosa en 3,000; - el tiempo de paro de la máquina será de 30%.

Este método tiene ciertas ventajas sobre el estudio de tiempos, como las que se mencionan a continuación:

- 1) No requiere observación continua por un analista, en un largo período de tiempo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- 2) Se disminuye el tiempo manual.
- 3) El número de horas - hombre empleadas por el analista es mucho menor.
- 4) El operador no está sujeto a largos períodos de observaciones - a base de cronómetros.
- 5) Un sólo analista puede estudiar fácilmente operaciones de cuadrilla o grupo.

Esta teoría se base en la teoría de la probabilidad, que dice -- que la probabilidad de "x" ocurrencias de un evento en "n" observaciones es:

$$(p + q)^n = 1$$

En donde:

p = probabilidad de una ocurrencia

q = 1 - p = probabilidad de una ausencia de una ocurrencia

n = número de observaciones

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

J. Estudio de Métodos

Objetivo:

Introducir mejoras para que el trabajo puede ejecutarse mas fácilmente, en menor tiempo y con una menor inversión por unidad, o sea, aumentar las utilidades.

Principalmente se tiene que utilizar el diagrama de proceso de operaciones, el diagrama de proceso de flujo y el diagrama de recorrido. Adicionalmente a esto, se toma en consideración el manejo y flujo de materiales y la distribución de la Planta.

Cuando los estudios de métodos se hacen para mejorar el método de operación, se debe seguir un procedimiento sistemático que es el siguiente:

- 1) Hacer un reconocimiento preliminar
- 2) Determinar la extensión justificable del análisis
- 3) Desarrollar diagramas de procesos
- 4) Investigar las estrategias del análisis de las operaciones
- 5) Hacer estudios de movimientos, cuando se justifiquen
- 6) Comparar el método nuevo con el anterior
- 7) Proponer el nuevo método
- 8) Revisar la aplicación del método nuevo
- 9) Corregir los valores de los tiempos
- 10) Seguimiento del nuevo método

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

k. Estudios para incrementar la productividad

Objetivo:

Obtener márgenes de utilidad mas altos y tener un buen funcionamiento de la planta; esto es, mejor utilización de la maquinaria y equipo, como de los recursos humanos y materiales, para poder dar un mejor servicio a los clientes.

El obtener márgenes de utilidad mas altos nos conducirá principalmente a poder reinvertir en ampliaciones de la planta para aumentar la capacidad de la misma y poder satisfacer las crecientes demandas de los clientes.

Para incrementar la productividad, existen numerosos medios que se puede utilizar, entre otros, cabe mencionar los siguientes:

Estudios de métodos, estudios de relaciones hombre-máquina, estudios de flujos y manejo de materiales, distribución de planta, o el poner en marcha el sistema de pago de bono para producción superior al patrón estándar o simplemente motivar a los operarios a desarrollar un esfuerzo mayor para tener una alta producción.

Se hace una breve descripción de estos métodos en este capítulo, puesto que cada uno de ellos tiene por objeto el elevar la productividad, que como consecuencia lógica aumentará las utilidades, -- que a fin de cuentas es uno de los principales objetivos de cual--

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

quer empresa.

1. Manejo de Materiales

Objetivo:

Existen varios objetivos que se pretenden alcanzar con el manejo de materiales, que son los siguientes:

- 1) Reducción de costos en el manejo. Que incluye reducción de costos generales.
- 2) Aumento de capacidad. Que incluye aumento de producción, de capacidad de almacenamiento y mejoramiento de la distribución.
- 3) Mejoramiento en las condiciones de trabajo. Que incluye el aumento de seguridad, la disminución de la fatiga y las mejores comodidades personales.
- 4) Mejor distribución. Que incluye mejoramiento en el sistema de manejo, en el equipo de rutas, colocación estratégica de los almacenes, mejoramiento en el servicio a los usuarios y aumento en la disponibilidad del producto.

Además se puede disminuir el tiempo y la energía en el manejo de materiales si se considera:

- 1) Reducir el tiempo que se emplea en recoger el material.
- 2) Reducir el manejo de materiales usando equipo mecánico.
- 3) Hacer mejor uso de los elementos de manejo ya existentes.
- 4) Manejar los materiales con mayor cuidado.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

m. Evaluación Económica de los Proyectos

Objetivo:

Determinar la rentabilidad de los proyectos, para decidir cual o -
cuales son mas viables para realizarlos.

El determinar la viabilidad de los proyectos, consiste principalmen-
te en evaluar los costos en los cuales se incurriría y compararlos
con las utilidades y beneficios que producirían.

Hay muchas técnicas o procedimientos para hacer una evaluación eco-
nómica de proyectos, entre las cuales destacan:

La tasa interna de rendimiento, el retorno sobre la inversión, va-
lor presente neto, payback descontado y sin descontar, payout des-
contado y sin descontar, punto de equilibrio, o simplemente un aná-
lisis de costos y posibles utilidades y beneficios

Sin una evaluación económica, los proyectos se pueden realizar, pe-
ro no tendrán una base bien fundamentada y pueden fracasar, aún en
el caso de que se haya hecho un estudio técnico bien estructurado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

n. Control de Inventarios

Objetivo:

Debido a que la planeación, programación y control de inventarios - no es una técnica sino un conjunto de técnicas, la explicación que se dará de la misma es mas amplia que la dada para las técnicas anteriores; y también, porque la mayoría de las veces el costo mas alto en que incurre una empresa es en la compra de materias primas, - material de empaque, herramientas y otros, o sea, su inversión en - inventarios. Cuando se habla de inventarios, inmediatamente dos -- preguntas se nos vienen a la cabeza y son ¿cuanto se debe ordenar? y ¿en que fecha?. Estas preguntas son tan fáciles o tan complejas, en función del tamaño de la empresa, de la cantidad de componentes que tengan sus productos y del número de los mismos. Se ha comprobado, que como regla general, el 20% de los componentes almacenados representan el 80% del volumen total (Ley de Pareto), por lo cual - el 80% restante representa altos gastos.

De aquí se deriva la clasificación "A", "B" y "C". Los inventarios "A" constituyen el 20% y representan la mayor parte del costo, mien tras los "B" y "C" disminuyen el costo. Los inventarios "A" deben contarse constantemente, los "B" regularmente y los "C" ocasional-- mente.

MODELO DEL LOTE ECONOMICO

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

El modelo de inventarios mas simple es llamado "Lote económico y -

tiene varias suposiciones, que son:

- i) Demanda constante.
- ii) No existen descuentos por volumen, o sea, el valor del artículo es constante.
- iii) No se permiten faltantes ni ordenes atrasadas, la reposición es total.
- iv) Entrega y producción inmediata de todos los componentes.
- v) Tiempo de entrega constante.

En este modelo, se empieza con una cantidad "Q" y conforme transcurre el tiempo "t" se va reduciendo a cero; antes de llegar a cero - y tomando en cuenta el tiempo de entrega, se vuelve a pedir para -- llegar a la cantidad Q; la cantidad y tiempo van en función de la - demanda "D", de la siguiente forma:

$$t = \frac{Q}{D}$$

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Los costos asociados con este modelo son fijos y variables, los primeros no varían con el tamaño de la orden, se llaman "costo de ordenar" e incluyen el trámite administrativo y la puesta en marcha de una máquina o línea de producción. Los costos variables si están - en función de la cantidad, se les llama también "costos de mantener" y tienen conceptos tales como seguros, robos, pérdidas, obsolescencia, renta de la bodega, manejo y costo del capital invertido.

El determinar con exactitud a que concepto pertenecen todos los costos relacionados con inventarios, puede en algunos casos, hacerse - en colaboración con el departamento de contabilidad de la empresa.- Cuando se renta una bodega, algunos costos pueden ser fijos, pero -

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

otros serán variables.

Para cualquier periodo de tiempo, el costo de mantener un inventario será la suma de los costos fijos y los costos variables, cuyos nombres usuales son respectivamente costo de ordenar o pedir "Cp" y costo de mantener "Ch".

El costo de pedir no está en función del número de artículos o componentes, sino que se incurren en él cada vez que se pide; si cada vez que se pide cuesta \$2000 y se tienen que pedir 1000 artículos en un año, el costo si se pide de una sola vez será de \$2000 (Caso A); pero si se pide cada 6 meses o dos veces al año, este costo será de \$4000 (Caso B). El costo de mantener si está en función del número de artículos que se tengan; por ejemplo, suponiendo que es de \$5.00/pieza/mes, el costo total, será.

Costo total = \$2000 + 5.0 (500) 12 = \$32,000 Caso A

Costo total = \$4000 + 5.0 (250) 12 = \$19,000. Caso B

Las cifras 500 y 250 corresponden al inventario promedio y este se obtiene simplemente calculando el promedio aritmético del máximo inventario que se tenga y cero.

Como se puede notar el Caso B es mas bajo en costo, por lo que se hará un cálculo si se pide 6 veces al año, o sea, cada 2 meses (Caso C).

Costo total = \$12000 + 5.0 (83) 12 = \$16,980 Caso C

En los casos anteriores, el tercero (Caso C) es el que da un --- costo total mas bajo, pero no necesariamente es el costo mínimo; el fin de este modelo, es encontrar la cantidad óptima a pedir que represente un costo mínimo. A continuación se muestran gráficamente el costo fijo, el variable y el costo total; con los datos obtenidos anteriormente.

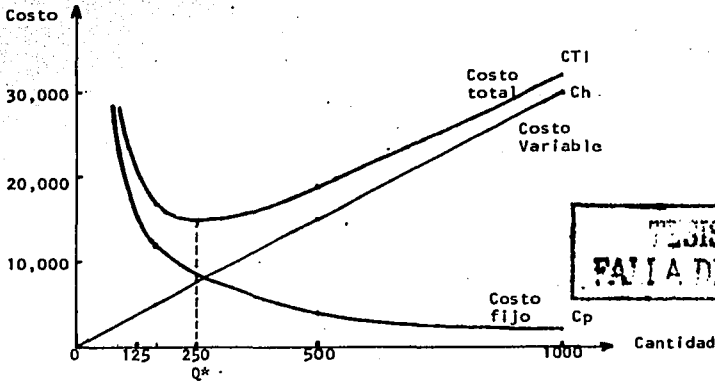


FIGURA III.1.2.2.

Donde:

CTI= costo total incremental = costo de mantener + costo de pedir.

Q* = cantidad óptima a pedir (donde CTI es mínimo).

La fórmula del costo total (ya aplicada en los 3 casos anteriores) es la siguiente:

$$CTI = CP + CH = cp (\text{número de pedidos}) + ch \left(\frac{Q}{2}\right)$$

$$CTI = cp \frac{R}{Q} + ch \frac{Q}{2} \quad (a)$$

Donde:

R = requerimiento de artículos o componentes

$\frac{Q}{2}$ = inventario promedio

Cp y Ch mayúsculas son los costos totales y minúsculas son costos unitarios.

Si se deriva la fórmula (a) con respecto a Q y se iguala a cero -- (ver figura anterior); se obtiene el costo total incremental mínimo y la cantidad óptima a pedir (CTI* y Q* respectivamente).

$$\frac{d}{dQ} (CTI) = \frac{ch}{2} + \left(\frac{-cpR}{Q^2} \right)$$

$$\frac{ch}{2} - \frac{cpR}{Q^2} = 0$$

$$\frac{1}{Q^2} = \frac{ch}{2cpR}$$

$$Q^2 = \frac{2cpR}{ch}$$

$$Q^* = \frac{2cpR}{ch}$$

$$CTI^* = \frac{cpR}{Q^*} + \frac{chQ^*}{2}$$

$$N^* = \frac{R}{Q^*}$$

N* = número óptimo de veces a pedir en un período determinado

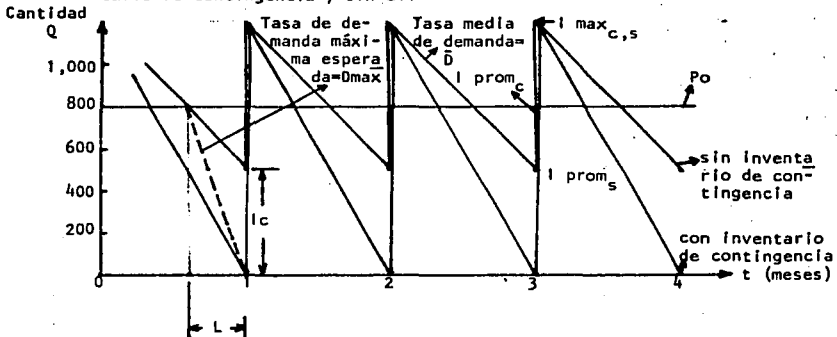
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La fecha en la cual se tiene que pedir se conoce con el nombre de -- punto de orden "Po" y es el valor de la existencia en el cual se -- tiene que pedir para que cuando llegue el material no se hayan terminado las existencias. El tiempo que transcurre desde que se pide el material hasta que llega se llama tiempo de entrega "L".

Este modelo es muy usado en la industria, aunque con algunas modificaciones, una de ellas es mantener un inventario de contingencia o de seguridad, por las siguientes razones:

- i) Incertidumbre en la demanda.
- ii) Variaciones en el tiempo de entrega de los materiales.

A continuación se mostrará una gráfica de cantidad a pedir contra tiempo, mostrando un manejo del modelo del lote económico con inventario de contingencia y sin él.



Donde:

I_c = Inventario de contingencia o seguridad

I_{max} = inventario máximo

I_{prom} = inventario promedio (los subíndices 's' o 'c' significan usando el modelo sin inventario de contingencia y con él, respectivamente).

FIGURA III. 1.2.3.

La fórmula para calcular el I_c es:

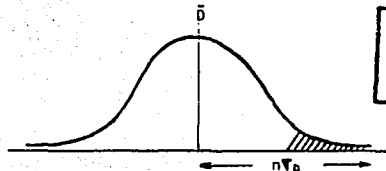
$$I_c = L (D_{max} - \bar{D})$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Además de estar en función de la demanda máxima, el inventario de contingencia estará en función de la naturaleza de la distribución de la demanda (Poisson, normal, exponencial negativa) y la metodología para aplicar estas distribuciones, es:

- 1) Determinar que distribución se aproxima más a la realidad de la demanda durante el tiempo de entrega.
- 2) Fijar niveles de servicio, basándose en políticas de la compañía, así como en la evaluación del equilibrio entre el costo de mantener un inventario de seguridad y el costo de dejar de surtir un producto.
- 3) Utilizando el nivel de servicio mencionado en el punto anterior, definir la demanda máxima (D_{max}) durante el tiempo de entrega (L) en términos de la distribución de la demanda.
- 4) Obtener el inventario de contingencia.

Por ejemplo, suponer una distribución normal (1) y tomar un nivel de servicio de 95% (2); se recurre a tablas de distribución normal y se obtienen los datos necesarios con lo cual se determina la demanda máxima (3) y el inventario de contingencia (4), como se muestra a continuación:



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

$$\bar{D} = 55$$
$$n = 1.645$$

$$\sigma = 20.2$$
$$N.R. = 5\%$$

$$N.S. = 1 - N.R.$$
$$N.R. = 1 - N.S.$$

N.S. = nivel de servicio
N.R. = nivel de riesgo

FIGURA III. 1.2.4.

$$D_{max} = \bar{D} + n\sigma$$
$$D_{max} = 55 + 1.645(20.2) = 88$$
$$I_c = L(D_{max} - \bar{D}) = 88 - 55 = 33$$

si $L = 1$ (semana o mes)

Además del modelo del lote económico existen otros modelos diferentes con otras suposiciones o parámetros a incluir; a continuación se enumeran algunos de ellos con las diferencias que tienen con el modelo del lote económico.

Nombre	Diferencia
Modelo con existencia negativas	Incluye costo de escasez
Modelo con reposición no instantánea	La reposición no es instantánea
Modelo con descuentos por volumen	El precio de adquisición varía según el tamaño -- del lote a comprar.

En la actualidad, existen otras técnicas de análisis de ordenamiento mas poderosas y que interconectan varios sistemas en la empresa para cumplir de una manera óptima y a un mas bajo costo los planes de la misma, una de ellas es la planeación de abastecimiento de materiales que se expondrá en el siguiente inciso.

o. Control de Producción

Objetivo:

Al igual que el control de inventarios, su objetivo es dar una mejor utilización al personal, materiales, maquinaria y equipo para tener una máxima eficiencia en planta, un nivel de servicio óptimo y todo esto a un costo mínimo.

Como el control de producción está compuesto por una serie de técnicas de análisis (ver siguiente figura), se explicarán brevemente las más importantes, que son:

1) Pronóstico de ventas.

Es la estimación de un volumen de ventas que ocurrirá en un período determinado. Debe indicar cuanto y cuando se venderá.

Existen tres clases de pronósticos que son a largo, mediano y corto plazo y tienen un alcance de 2 o más años, 1 año y un mes respectivamente; para efectos de control de producción el segundo y tercero son los más utilizados. Dentro de una empresa, los pronósticos de ventas son elaborados por las áreas de ventas, mercadotecnia, producción, el departamento de materiales o el de Ingeniería Industrial.

Existen dos clases de pronósticos, uno es cualitativo y el otro cuantitativo, en el último caso, existen procedimiento o modelos -

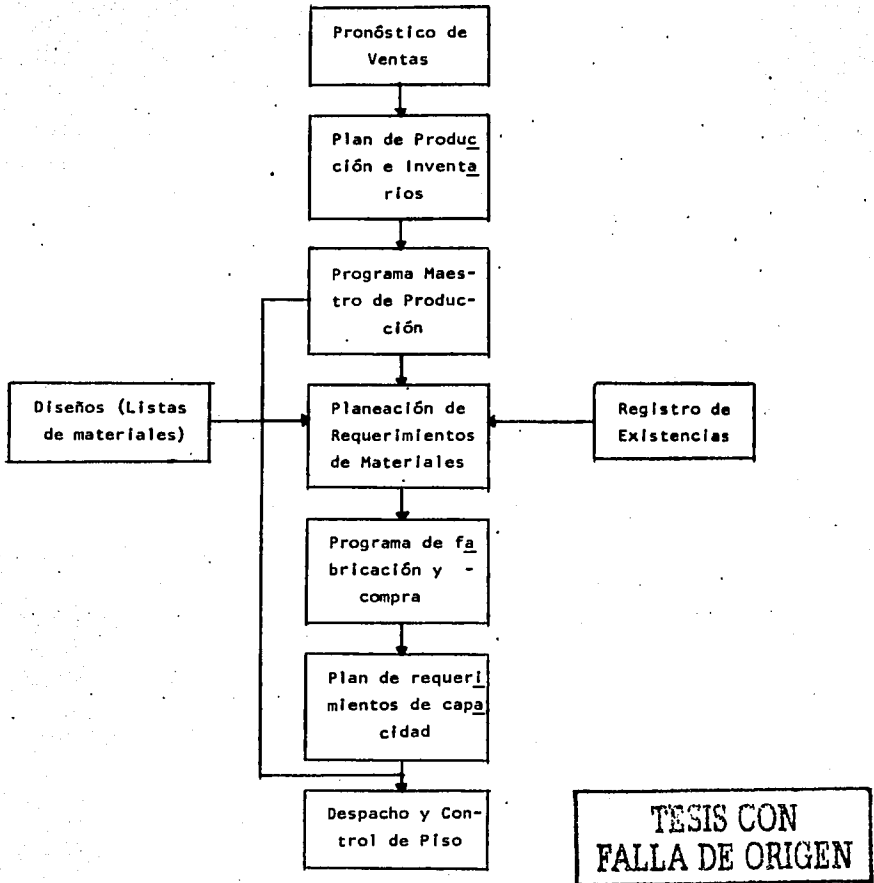


Diagrama de Flujo

FIGURA III. 1.2.5.

matemáticos, que proyectan en base a tendencia y a historia de ven
tas; dichos modelos son, entre otros el de regresión lineal, prom
edios móviles ponderados y aproximaciones exponenciales.

2) Plan de producción e inventarios.

Tomando en cuenta los inventarios existentes de materiales, producto en proceso y producto terminado y los inventarios que se deben tener siempre (inventarios de contingencia, por ejemplo), se procede a elaborar un plan de producción general, que solo indica las cantidades de producto terminado que se deben producir en determinado período. De aquí surgen otras actividades a realizar, tales como la carga de máquinas, que mediante procedimientos de selección, determina que máquinas, líneas y procesos deben efectuarse y en qué orden para minimizar los tiempos perdidos y las esperas en líneas o máquinas.

3) Programa maestro de producción.

Partiendo de que ya se conocen los inventarios existentes, los requeridos al final del período y la producción que se requerirá para el período contemplado, con la información adicional proporcionada por los departamentos de Compras, Producción, Personal y Mantenimiento, que es la siguiente:

- i) Materias primas o materiales de empaque de difícil adquisición en ese período. (Compras).
- ii) Materias primas o materiales de empaque detenidos o rechazados por Control de Calidad. (Producción y/o Control de Calidad).
- iii) Disponibilidad de recursos humanos (actual y futura), incluyen contrataciones, retiros, jubilaciones, incapacidades, etc. (Personal).
- iv) Nuevos equipos y maquinaria, adición de equipos ya existentes o problemas de operación de los actuales.

Se puede ya elaborar un programa maestro de producción, que consta de una calendarización completa de todas las operaciones a realizar

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

para cumplir con las producciones requeridas, añadiendo todos los cambios pertinentes a realizar para que los recursos a utilizar - sean suficientes para cumplir con el objetivo fijado de producción. Estos cambios pudieran ser aumento de turnos, reasignación de personal, modificaciones a maquinaria, etc.

Es sumamente importante que Ingeniería Industrial sea avisado de las modificaciones que se realicen, por ejemplo, si hay una máquina nueva, se tienen que describir y evaluar los puestos nuevos o actualizar los existentes si es necesario, elaborar estándares de producción, determinar niveles de incentivo, realizar modificaciones de métodos o elaborarlos, etc. Sin esta infraestructura de información es muy difícil realizar una adecuada programación de producción y no habrá control alguno del funcionamiento de la planta.

4) Planeación de requerimientos de materiales.

Es un conjunto de procedimientos relacionados lógicamente, de decisiones, reglas y registros que convierten una programación maestra de producción en una programación calendarizada de requerimientos y en una planeación de coberturas de esos requerimientos para cada componente del inventario, necesarios para efectuar dicha programación maestra de producción.

Algunos términos usados en la PRM son:

Lista de materiales.- Lista de componentes necesarios para manufacturar un producto.

Explosión de partes (de materiales).- Desglose de partes necesarias para manufacturar, tomando en

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

cuenta la programación calendarizada de producción.

Programación calendarizada.- Información sobre fechas específicas - asociada con las ordenes respectivas - (tiempos de entrega, fecha de las órdenes esperadas, etc.).

Requerimientos brutos.- Requerimientos de materiales que no han sido reducidos sustrayendo los inventarios -- iniciales y las cantidades ordenadas pendientes de entrega.

Pedido calendarizado.- Orden de compra hecha en un formato de PRM.

Orden planeada.- Un pedido calendarizado de PRM genera una orden -- planeada cuando los requerimientos brutos exceden los inventarios iniciales (existentes) y los inventarios ordenados (cantidades ordenadas pendientes de entrega). Esta orden es compensada por el tiempo de entrega para liberar una orden planeada.

A continuación, se muestra el funcionamiento de la PRM con el desarrollo de un ejemplo para un artículo determinado y una programación con alcance de 10 semanas:

Elaborar una programación calendarizada (incluyendo liberación de ordenes planeadas) para un artículo A, basada en los siguientes datos:

Requerimientos brutos - - - P.1.=10, P.2.=6, P.4.=8, P.5.=6, P.7.=12, P.10.=15.

Ordenes de compra abiertas P.2.=10 Inventario Inicial (existente)=15

ARTICULO A

Tiempo de entrega:3

Cantidad a ordenar:20

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- 68 -

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
Requerimientos brutos	10	6		8	6		12			15	
Recibos calendarizados		10									
Inv. Inicial	15										
Lib. de órdenes planeadas											

Desarrollando, se obtiene:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
Requerimientos brutos	10	6		8	6		12			15	
Recibos calendarizados		10			20					20	
Inv. Inicial	15	5	9	9	1	15	15	3	3	3	8
Lib. de órdenes planeadas		20					20				

FIGURA III. 1.2.6.

5) Diseños (Listas de materiales).

Para productos de línea, los cuales son producidos normalmente se requiere una explosión de materiales (la cual se definió anteriormente) para elaborar la PRM; en el caso de un pedido de un producto que no sea de línea (llamado producto especial o de manufactura en algunas empresas), se requiere elaborar un diseño que incluya una lista de materiales, definiendo las cantidades de materia prima y material de empaque requeridos, los procesos necesarios para elaborar el producto y se tiene que determinar el método de trabajo, el estándar de producción y todos los costos imputables al producto, o sea, mano de obra, materiales y gastos indirectos de fabricación.

6) Registro de existencias.

El registro de existencias es una información sin la cual no se podría elaborar una PRM; debido a que no permitiría cumplir con las -

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- 69 -

políticas establecidas de inventarios y además, no se podrían calcular las programaciones calendarizadas para cada artículo ya que no se conocería el inventario inicial para dicho período de programación.

Cabe mencionar que toda la información y parámetros descritos en todo el proceso de Control de producción e inventarios debe recibirse en el momento apropiado; cuando haya cambios en la misma, se deben incluir inmediatamente y en caso de alguna modificación al sistema, esta debe realizarse rápidamente y con precisión para que el sistema opere sin dificultad alguna.

7) Programa de fabricación y compra.

Una vez terminada la PRM debe procederse a elaborar los programas de fabricación y compra, puesto que cualquier retraso en los mismos pudiera provocar costos debido a tener líneas o áreas de producción no operando básicamente por dos causas:

- i) El Programa de fabricación define tareas por turno para cada uno de los días incluidos en la programación, calendarizando las mismas para cada máquina, línea o sección.
- ii) El Programa de compra calendariza los pedidos que habrán de hacerse a proveedores para tener los materiales en el momento que se necesiten; la falta de materiales también provoca paros en producción.

8) Plan de requerimientos de capacidad.

El utilizar alguna técnica para asignación de trabajo a producción va en función directa de la capacidad que se tenga. El plan de requerimientos de capacidad calcula los requerimientos de personal, -

maquinaria y equipo comparándolos con las necesidades de producción calculadas y calendarizadas en el programa de fabricación; si la capacidad es igual o mayor que la requerida en ese período, se pone en marcha todo el sistema; si no es así, existen dos posibilidades:

- i) Modificar el Programa maestro de producción.
- ii) Igualar la capacidad a lo requerido en ese período mediante contratación de máquinas, entrenamiento de personal para puestos adicionales requeridos, reclutamiento de personal para los mismos fines, compra de maquinaria, consumo de inventario de producto terminado temporalmente o alguna otra alternativa.

9) Despacho y control de piso.

El despacho y control de piso es la parte final del sistema y varía en su funcionamiento dependiendo de factores tales como:

- Tipo de procesos (intermitente y continuo).
- Interconexión con otros sistemas de la empresa (pago de horas o incentivo con tarjetas de reloj o únicamente con reportes de producción).
- Grado de desarrollo del sistema dentro de la empresa (si hay disponibilidad de procesamiento por una computadora, se pueden elaborar tarjetas describiendo minuciosamente las tareas a realizar).

El despacho consiste en generar paquetes calendarizados de tarjetas o de ordenes de producción para cada necesidad de lotes, el supervisor las distribuye entre los operarios los cuales comienzan a realizar las tareas indicadas; finalizada la tarea firman las tarjetas (los operarios y/o el supervisor). Estas tarjetas (si se utilizan) sirven para computar los pagos necesarios a los trabajadores.

El control de piso consiste en dar seguimiento a las tareas indicadas, para seguir la producción requerida en el programa de fabricación.

ción y las órdenes de producción de productos especiales o de manufactura; permite asimismo conjuntamente con los reportes de producción tener control sobre la eficiencia y productividad de la planta y sobre costos de la misma.

Para todos los sistemas descritos anteriormente, en especial control de producción y control de inventarios, es importante efectuar un análisis del costo total de un sistema (costo de instalar y mantener) contra los costos que se podrían reducir con la operación de dicho sistema (costos financieros de ordenar, etc. de un inventario por ejemplo); si los costos que se podrían reducir con la operación de dicho sistema son menores que el costo total del sistema, no es conveniente financieramente establecerlo; si sucede lo contrario, se debe proceder a instarlo y ponerlo en operación.

Cabe mencionar que los procedimientos descritos hasta el momento son tomados de algunas empresas que los usan y solo son ejemplos de como se puede manejar un sistema de control de producción e inventarios.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2. ANALISIS FINANCIERO

En este análisis, se van a determinar principalmente los costos en los que va a incurrir un Departamento de Ingeniería Industrial en su operación normal, para posteriormente obtener las utilidades y/o beneficios que podrá generar el mismo por la realización de "n" proyectos.

Los costos totales de un Departamento de Ingeniería Industrial varían de empresa a empresa y van de acuerdo a las políticas de la misma, a su situación económica y a las labores que desempeña el mismo Departamento, así como a la importancia que tenga dentro de la empresa.

Definitivamente, no todos los conceptos que representan un costo para una empresa lo son para otra y aunque así fuera no intervendrían todos en la misma proporción del costo total. Por ejemplo, una empresa de gobierno tiene generalmente prestaciones más altas, que una empresa privada, pero esta última puede tener más gastos de viaje al extranjero si su matriz se encuentra en Atlanta, Estados Unidos, por ejemplo. Partiendo de este hecho, se enumerarán los conceptos más importantes del costo para poder utilizar el costo total en los cálculos subsiguientes que se harán en el desarrollo de esta tesis.

No obstante, es recomendable que si se quiere utilizar el análisis propuesto en este trabajo, se efectúe un cálculo de costos para cada empresa en particular, a efecto de tener datos válidos para la utilización del método propuesto. A continuación se presenta el desglose

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

de costos a ser utilizados en esta tesis y se hace el cálculo de los porcentajes de cada uno de ellos, tomando el costo por concepto de sueldo como 100%.

Los costos que se incluirán en este análisis son los siguientes :

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.1 CALCULO DE COSTOS EN HORAS-HOMBRE

COSTOS	a. Sueldos		
	b. Prestaciones		
		Tales como:	Prima antigüedad
			Gastos médicos
			Comedor
		Seguro de vida	
		Aguinaldo	
		Prima vacacional	
		Fondo de ahorro	
		Deportes	
	c. Pagos al fisco	11.95	I.M.S.S.
		5%	INFONAVIT
		1%	Educación federal
		1.15%	Estatal
	d. Gastos departamento		{ Equipo (1)
			{ Materiales (2)
			{ Libros, revistas, suscripciones (3)
			{ Representación (4)
			{ Papelería (5)
			{ Pruebas (6)
	e. Capacitación y desarrollo		

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

a. Sueldos

Considerando que existen: 1 Jefe del Departamento, 2 Ingenieros - Industriales y 2 Analistas de tiempos y movimientos, se tiene :

$$\$ 70,000 + \$ 40,000 \times 2 + \$ 25,000 \times 2 = \$ 200,000$$

$$\$ 200,000 \times 12 \text{ meses} = \$ 2'400,000$$

Equivalente a 100%

b. Prestaciones

Las prestaciones que otorga la empresa a todos sus trabajadores, pudieran ser el servicio de comedor, el estacionamiento, el servicio de vigilancia, servicio médico y ayudas económicas en ciertos casos, además de otras muchas prestaciones menores, que se han -- calculado en promedio como el 40% del sueldo de cada empleado. - Por esta razón, estas prestaciones también representan un costo - para la empresa y se añadirán al costo en horas-hombre del - sueldo de cada empleado.

$$\$ 2'400,000 \times 0.4 = \$ 960,000$$

Equivalente a 40%

c. Pagos al fisco

La empresa tiene que realizar pagos al fisco por cada trabajador que tenga a excepción de empleados que reciban pagos por honorarios. Estos pagos son obligatorios y no susceptibles de no realizarse, puesto que se estaría cometiendo un fraude. Estos pagos - son por los siguientes conceptos:

I.M.S.S.	11.95%
INFONAVIT	5.00%
Educación	1.00%
Estatal	1.15%
TOTAL	19.10%

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

d. Gastos del departamento

Cualquier departamento de una empresa ya sea por razones de trabajo, de investigación, de desarrollo de su personal ó por necesidades, tiene que realizar gastos tales como compra de revistas, libros, equipo de oficina, materiales para pruebas, suscripciones a organizaciones profesionales, transportes, alimentación, etc. Según una estimación, se considera que estos gastos pueden representar el 15% del sueldo de cada empleado.

e. Capacitación y desarrollo

Estos gastos son muy importantes debido a que ayudan a una superación personal y profesional de cada persona y a un mejor desenvolvimiento y obtención de resultados de cada departamento en una empresa. Según una estimación, se considera que estos gastos pueden representar el 5% del sueldo de cada empleado.

Habiendo descrito los costos y el porcentaje que representan cada uno de ellos, es conveniente mostrar una fórmula que permita calcular el costo de realizar un proyecto, que es la siguiente:

$$c = s + s (.4) + s (.191) + s (.15) + s (.05)$$

$$c = s (1 + .4 + .191 + .15 + .05) = s (1.741)$$

Donde:

c = costo

p = s (.4) = prestaciones

f = s (.191) = pagos al fisco

g = s (.15) = gastos del departamento

c = s (.05) = gastos de capacitación y desarrollo

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Suponiendo que existen 3 clasificaciones, tanto de ingenieros industriales como de analistas de tiempos y movimientos, cuyos sueldos se enumeran a continuación.

ANALISTAS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS	SUELDO (MENSUAL)
Experimentados	30,000
Medios	25,000
Principiantes	20,000
INGENIEROS INDUSTRIALES	SUELDO (MENSUAL)
Experimentados	45,000
Medios	40,000
Principiantes	35,000

Se puede calcular el costo en hora-hombre por concepto de sueldos, de la siguiente manera:

Trabajando 48 horas/semana y suponiendo 8 días festivos, 12 de vacaciones y 5 días de trabajo semanal, se tiene :

$$\begin{aligned}
 365 - 8 - 12 &= 345 \text{ días} \\
 7 \text{ días} &\text{----- } 100 \% \\
 5 \text{ días} &\text{----- } X \% \\
 X &= 5 (100) / 7 = 71.43 \%
 \end{aligned}$$

$$354 (71.43/100) \div 12 = 20.54 \text{ días (aproximadamente a 21 días)}$$

Por día se trabajan:

$$\begin{aligned}
 \frac{48 \text{ horas/semana}}{5 \text{ días/semana}} &= 9.6 \text{ horas/día} \\
 9.6 \text{ horas/día} \times 21 \text{ días} &= 201.6 \text{ horas} \\
 201.6 \text{ horas} &\text{----- sueldo} \\
 1 \text{ hora} &\text{----- } X
 \end{aligned}$$

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Como ejemplo, apliquemos esta regla de 3 a un sueldo de analista de tiempos y movimientos de \$ 25,000 y obtendremos:

$$\begin{array}{r} 201.6 / \text{ Horas} \text{ ----- } \$ 25,000 \\ 1 \text{ Hora} \text{ ----- } \$ X \end{array}$$

$$X = \$ 124 / \text{ Hora}$$

Utilizando el mismo procedimiento, se llega a la siguiente tabla:

INGENIERO INDUSTRIAL	SUELDO	ANALISTA TIEMPOS Y MOVS.	SUELDO
Experimentados	223.21	Experimentados	148.81
Medio	198.41	Medio	124.00
Principiantes	173.61	Principiantes	99.21

Tanto los Ingenieros Industriales como los analistas de tiempos y movimientos requieren supervisión y ayuda por parte del jefe del departamento. Considerando que el 60% de su tiempo lo invierte en esos aspectos a 2 Ingenieros Industriales y 2 analistas de tiempos y movimientos, el costo adicional por supervisión, será:

$$(\$ 70,000 / 201.6) \cdot 15 = \$ 52.08$$

Por lo tanto el costo total, será:

$$CT = 1.741 [s + 52.08] \text{ (en el caso de supervisar 1 proyecto el } 15\% \text{ de su tiempo).}$$

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

El costo total en horas-hombre será en este caso:

INGENIERO INDUSTRIAL	COSTO TOTAL (HORAS-HOMBRE)
Experimentado	479.27
Medio	436.10
Principiante	392.92
ANALISTA TIEMPOS Y MOVIMIENTOS	COSTO TOTAL (HORAS-HOMBRE)
Experimentado	349.74
Medio	306.55
Principiante	263.39

Se consideran los seis costos aunque supuestamente existen 4 integrantes del departamento (2 Ingenieros Industriales y 2 analistas de tiempos y movimientos) como ejemplo de lo que podría ser el costo total por hora-hombre para realizar un proyecto.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

2.2 ACTUALIZACION DE COSTOS

La información básica para la etapa de evaluación es el cálculo de costos incurridos en realizar los proyectos; estos costos se basan en los sueldos de los integrantes del departamento que los realiza, por lo cual es importante que siempre que se utilice el método, los datos requeridos sean los reales.

Por lo anterior, cada ocasión que se presente un aumento de sueldos debe tomarse en cuenta y calcularse el costo nuevo; si no es así, cuando menos cada vez que se aplique el método, debe tenerse esta información actualizada (la clasificación de costos también podría modificarse; en dicho caso, se debe proceder a recalcularla).

Es importante mencionar, que los costos que se han calculado a lo largo de este capítulo, están basados en sueldos correspondientes a los años de 1981 y 1982.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

- 81 -

2.3 COSTOS Y PERIODOS DE DESARROLLO DE LOS PROYECTOS

A continuación se procederá a hacer una clasificación de los costos y periodos de desarrollo de los proyectos. Los costos se van a clasificar de acuerdo a los costos horas-hombre obtenidos en el punto anterior; los periodos de tiempo de desarrollo de los proyectos, se clasificarán de la siguiente forma :

Periodos de tiempo de desarrollo de - los proyectos	}	Largo plazo	- más de 90 días
		Mediano plazo	- entre 30 y 89 días
		Corto plazo	- hasta 29 días

Para el cálculo de costos de desarrollo de los proyectos, se tendrá que usar la tabla última del punto anterior, donde se enumeran los costos horas-hombre de ingeniero industrial y analistas de tiempos y movimientos, y en base a esto calcular el rango de costos para poder hacer una clasificación; esto se hace de la siguiente manera :

Analista de tiempos y movimientos principiante, con costo de - - \$ 263.39 por hora y que realice el proyecto en 29 días, un proyecto a corto plazo, este sería el costo "mínimo" :

$$\text{Costo mínimo} = 29 \text{ días} \times 9.6 \text{ horas/día} \times 263.39 \text{ hora}$$

$$\text{Costo mínimo} = \$73,327.77$$

Ingeniero Industrial experimentado con costo de \$ 479.27 por hora y que realice el proyecto en 91 días, o sea, un proyecto a largo plazo. Este sería el costo "máximo".

Costo máximo = 91 días x 9'6 horas/
día x \$479.27/hora

Costo máximo = \$418,690.27

Los rangos de costos, se van a determinar en base a estos costos -
mínimo y máximo, de la siguiente forma :

$$\frac{73,327.77 + 418,690.27}{3} = 164,006.01$$

Para poder establecer los rangos, se considerará como 165,000 y la
clasificación de costos nos quedará de la siguiente manera :

Costos	{	Altos	- más de \$330,000.00
		Medios	- entre \$165,000.00 y \$329,999.90.
		Bajos	- hasta \$164,999.90

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

2.4 UTILIDADES Y BENEFICIOS

De la aplicación de las técnicas de análisis a los diversos proyectos que se propondrán, además de que se va a incurrir en los costos mencionados en el punto anterior, se obtendrán utilidades y/o beneficios.

A partir de este momento, cuando se hable de utilidades, estas se referirán, a incrementos en ganancias brutas de la empresa (en \$); cuando se hable de beneficios, estos se referirán a mejoras de servicio y sociales principalmente. Estas últimas van muy relacionadas con los costos que se mencionaban en el punto anterior, por concepto de prestaciones a los empleados y no se debe pensar únicamente en ellos como costos, sino que son prestaciones que ayudan a que haya un buen ambiente de trabajo, para que el empleado se sienta mejor dentro de la empresa y esto es un buen motivador para que los empleados trabajen mejor y desarrollen un máximo esfuerzo.

La clasificación del periodo de tiempo de obtención de utilidades y/o beneficios, es igual a la del periodo de desarrollo de los proyectos y es de la siguiente manera :

Periodos de tiempo obtención de utili- dades y/o benefi- cios	{	Largo plazo	- más de 90 días
		Mediano plazo	- entre 30 y 89 días
		Corto plazo	- hasta 29 días

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

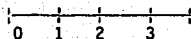
TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- 84 -

Valor presente neto.- Es el valor actual del dinero; si se tiene dinero dentro 1 ó 2 ó 10 años, su valor no será el mismo que si se tuviera ese dinero en este momento, sino que será menor. La fórmula para obtener el valor presente P, conociendo un valor futuro F y teniendo "n" años a una tasa de interés "i" es :

P

F = ?



El valor cronológico de P, será :

Al final del 1er. periodo : $P + Pi = P(1+i)$

Al final del 2do. periodo : $P(1+i) + P(1+i)i = P(1+i)^2$

Por inducción, la suma F al final del enésimo periodo, será :

$$F = P(1+i)^n$$

Para hallar el valor presente P, al ser el recíproco de la fórmula anterior, se tiene :

$$P = F \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right] = F_{1-n} \text{ sppwf}$$

Nota :

Un análisis de valor presente neto debe realizarse en proyectos de inversión a largo plazo; cuando no es así, no es necesario realizar el análisis transformando datos a valor presente neto.

Utilidades

Ahora se puede hablar más claramente de las utilidades que se podrán obtener. Las utilidades significan que ya han sido amortizados los -

costos y son las ganancias en dinero que se obtienen de cualquier proyecto que se vaya a desarrollar.

Antes de hacer la clasificación de utilidades, preguntemos: ¿Qué sucedería si las ganancias se recibieran anualmente en vez de recibir las de un sólo pago? Para poder explicar esto, se tiene que explicar como se obtiene el valor presente de una serie de pagos anuales A, que se efectúan durante "n" años, a una tasa de interés "i".

La fórmula para obtener este valor presente "P" es :

Se obtendrá la fórmula a partir del valor futuro F.

$$\begin{array}{cccccccc} & A & A & A & \dots & F = ? & \dots & A & A & A \\ \hline 0 & 1 & 2 & 3 & & & & n-2 & n-1 & n \end{array}$$

Cada pago A está sometido a interés compuesto por "n" número de diferentes períodos: el primero durante n-1 períodos, el segundo durante n-2 y el último pago en el año "n" no devenga interés. La cantidad futura F es la suma de las cantidades compuestas calculadas en la ecuación (a) :

$$F = A(1+i)^{n-1} + A(1+i)^{n-2} + \dots + A(1+i)^2 + A(1+i) + A$$

Multiplicando esta ecuación por (1+i)

$$F(1+i) = A(1+i)^n + A(1+i)^{n-1} + \dots + A(1+i)^3 + A(1+i)^2 + A(1+i)$$

Restese esta ecuación de la anterior :

$$F(1+i) - F = A(1+i)^n - A$$

$$F = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right] \quad (c)$$

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

De la fórmula (b) despéjese F :

$$P = F \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$$
$$F = P \left[\frac{(1+i)^n}{1} \right]$$

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Sustituyendo el valor de F en la ecuación (c)

$$P \left[\frac{(1+i)^n}{1} \right] = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{1} \right]$$

Se obtiene :

$$P = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i (1+i)^n} \right] = A_{i-n} \text{ USPWF}$$

El método de comparación del valor actual o valor presente consiste - en la reducción de todas las diferencias futuras entre alternativas a una simple cantidad actual equivalente. Por consiguiente, se puede - observar que 1) sólo las diferencias son importantes para la selección 2) el valor actual de cada alternativa es valor actual comparativo y 3) la comparación de valor actual debe hacerse para cada alternativa durante el mismo número de años.

Si las alternativas tienen vidas iguales, la comparación de valor - actual se hará para ese período común de tiempo. Esto es apropiado, debido a que cualquier acción que se tome posterior a la conclusión -

de ese periodo será carente de importancia, ya que será idéntica para ambas alternativas. A continuación se muestra un ejemplo :

Se espera que dos operaciones tengan vidas económicas de 4 años. La primera costará \$100,000, incluyendo la instalación, y se espera que sus costos anuales de operación serán de \$80,000, con un valor de recuperación de 10,000. La segunda cuesta \$80,000, con costos anuales de operación de \$90,000 y valor de recuperación cero. La tasa mínima requerida de rendimiento es de 8%.

Solución :

$$A \quad \frac{100,000}{0} \quad D = 80,000/\text{año} \quad L = \frac{10,000}{4}$$

$$B \quad \frac{80,000}{0} \quad D = 90,000/\text{año} \quad L = \frac{0}{4}$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

$$VP_A = 100,000 - 10,000 \cdot {}_{.08-4}SPPWF^{.7350} + 80,000 \cdot {}_4USPWF^{3.312} = \$331,110$$

$$VP_B = 80,000 + 90,000 \cdot {}_4USPWF^{3.312} = \$378,080$$

$$\text{Ventaja de A: } \$378,080 - \$331,110 = \$46,970$$

Todas las decisiones tomadas después de 4 años carecen de interés para la elección, de tal modo que toda la diferencia entre esas alternativas estará representada por una cantidad actual de \$46,970.

Tasa de rendimiento. La teoría del método de análisis de la tasa de rendimiento se basa en la observación de que los ingresos brutos de

cualquier empresa se usan para dos fines: restituir todos los costos y pagar una tasa de rendimiento. Esta observación es la base para la conclusión matemática de que la tasa de rendimiento es el interés que hace que los costos sean equivalentes a los ingresos.

El modelo matemático, simplemente, iguala los costos a los ingresos; pero, desgraciadamente, la solución del modelo, en la mayoría de los casos, requiere una solución de prueba y error. Sin embargo, desde el punto de vista positivo, puede reducirse gran parte del trabajo por medio de procedimientos planeados al llevar a cabo las pruebas.

El modelo general de equivalencia será :

$$(P - L) \cdot i_{-n}^{crf} + Li + D = I \quad (18.1)$$

donde I son los ingresos brutos anuales uniformes, crf es el factor de recuperación de capital, e i es la tasa de interés, el factor desconocido o incógnita de la ecuación.

Solución general en gastos de aumento de ingresos. La solución de la ecuación general para un problema de expansión de ingresos contiene i para algún valor de n en dos o más términos y se maneja mejor por medio de la prueba y error, simplificada por un procedimiento planeado como el que se ilustra en el ejemplo siguiente :

Una propiedad productora de ingresos que puede adquirirse por : - - -
\$6,000,000 tiene ingresos brutos anuales de \$1,000,000 y un costo anual de operación de \$400,000. Se calcula que el precio de reventa será de \$3,000,000 al cabo de 10 años.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Solución :

$$\frac{6,000,000}{0} \quad \begin{array}{l} I = 1,000,000/\text{año} \\ D = 400,000 \end{array} \quad \frac{L = 3,000,000}{10}$$

$$(P - L) \cdot i_{-n}^{\text{crf}} + Li + D = I$$

$$(6,000,000 - 3,000,000) \cdot i_{-10}^{\text{crf}} + 3,000,000i + 400,000 = 1,000,000$$

Primera prueba, $i = 0\%$

La selección de cero en la primera prueba muestra si los ingresos son realmente suficientes para recuperar los costos. A partir de esa prueba, podemos aproximarnos también a la magnitud de la tasa de rendimiento. El símbolo $\hat{=}$ empleado con el significado de "establecido igual a", reconoce que $CA \hat{=} IA$ puede resultar una desigualdad, subsiguientemente, en una prueba dada.

$$3,000,000 \cdot 0_{-10}^{\text{crf}-10} + (3,000,000)(0) + 400,000 \hat{=} 1,000,000$$

$$700,000 \hat{=} 1,000,000$$

$$0 \hat{=} 300,000$$

Por consiguiente, a 0%.

$$CA < IA \text{ en } \$300,000$$

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

La interpretación de este resultado muestra que se recupera la inversión con tasa de rendimiento cero, más \$300,000 anuales, o sea, una tasa de rendimiento aproximada, después de la recuperación del capital, de :

$$i \approx \left(\frac{300,000}{6000,000} \right) (100\%) \approx 5\%$$

La tasa real de rendimiento será más elevada que la aproximada - probablemente entre 5% y 7%. Por consiguiente, probemos 6%.

Segunda prueba, $i = 6\%$

$$3,000,000 \cdot .06^{-10} \text{crf} + (3,000,000) (0.06) + 400,000 \triangleq 1,000,000$$

$$987,610 \triangleq 1,000,000$$

$$0 \triangleq 12,390$$

Luego, al 6% :

$$CA < IA \text{ por } \$12,390$$

Por consiguiente, la tasa real de rendimiento es todavía más elevada; probemos 7%.

Tercera prueba, $i = 7\%$

$$3,000,000 \cdot .07^{-10} \text{crf}^{-14238} + (3,000,000) (0.07) + 400,000 \triangleq 1,000,000$$

$$1,037,140 \triangleq 1,000,000$$

$$37,140 \triangleq 0$$

Por tanto, al 7% :

$$CA > IA \text{ por } \$37,140.$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

- 91 -

Esto demuestra que, al 7% de interés, los costos son superiores a los ingresos o, explícitamente, no se recupera la inversión con un beneficio del 7%, faltan \$37,140 anuales.

Puesto que el rendimiento, sobre la inversión, al 7%, es inferior en \$37,140 y superior en \$12,390 al 6%, se puede interpolar :

$$i = 6\% + \left[\frac{\$ 12,390}{\$12,390 + \$37,140} \right] (1\%) = 6.25\%$$

Así pues, la tasa de rendimiento sobre la inversión de \$6,000,000, después de la recuperación del capital, es 6.25%.

Las etapas en un procedimiento planeado de prueba y error son como sigue :

1. Igualar los costos anuales a los ingresos anuales.
2. Hacer la primera prueba, suponiendo que $i = 0$, para predecir i para la prueba siguiente.
3. Por medio de pruebas sucesivas, determinar los puntos cercanos a la tasa real de rendimiento e interpolar.

En algunos casos, cuando se requiere efectuar un análisis de alternativas de inversión (maquinaria por ejemplo), se requiere involucrar la depreciación de la maquinaria o el equipo y en general, todos los conceptos que representan dinero, están sujetos a impuestos antes de obtener los flujos netos de dinero.

Para explicar más este concepto, a continuación se mostrará un estado de resultados de la compañía X

COMPARIA "X"

Estimación de Costo de Ventas por el año terminado en diciembre 31 de 1980.

Inventario de Mercancías terminadas, 1/1/80	\$ 84,000
Inventario de Mercancías en Proceso, 1/1/80	\$ 26,000
Materia Prima utilizada	90,000
<u>Más :</u>	
Gastos de Manufactura:	
Mano de Obra Directa	49,000
Costo Indirecto de Manufactura :	
Mano de Obra	\$19,000
Luz, Energía y Calefacción	14,000
Depreciación de la Planta	12,800
Seguro Social	2,500
Impuestos y Seguros sobre Manufactura	5,000
Artículos de consumo general	<u>7,900</u>
	\$226,200
<u>Menos :</u>	
Inventario de Mercancías en Proceso, 12/31/80	24,200
Costo de Mercancías manufacturadas (terminadas)	<u>202,000</u>
	\$286,000
<u>Menos :</u>	
Inventario de Producción terminada, 12/31/80	<u>14,300</u>
COSTO DE VENTAS :	<u>\$271,700</u>

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

- 93 -

COMPANIA X

Estado de resultados por el año que termina el 31 de diciembre de 1980

Ventas		\$364,000
Menos:		
Devoluciones sobre ventas	\$2,800	
Descuentos sobre ventas	<u>7,100</u>	<u>9,900</u>
Ventas Netas :		\$354,100
Menos:		
Costo de Ventas (según hoja anterior)		<u>271,700</u>
Utilidad Bruta :		\$ 82,400
Menos:		
Gastos de Venta y Administración		<u>60,000</u>
Utilidad Neta de Operación :		\$ 22,400
Menos:		
Gastos por concepto de intereses		<u>1,200</u>
Utilidad Neta antes de Impuestos :		\$ 21,200
Menos:		
Impuesto sobre la Renta (estimado)		<u>10,500</u>
Utilidad Neta después de Impuestos :		\$ <u>10,700</u>

Como puede observarse, en estos dos cuadros se enumeran algunos de los conceptos más importantes de costos, gastos e ingresos para una compañía y en todos los casos, el renglón final se refiere a la utilidad neta después de impuestos. El análisis que se efectúe de los problemas o proyectos a ser evaluados y seleccionados debe tomar en cuenta estos renglones tanto de la estimación del costo de ventas como de los estados de resultados y descontar o añadir dinero en donde sea necesario a efecto de obtener los flujos netos de dinero para los problemas

o proyectos que se analicen.

A continuación, se describirán los tres principales métodos existentes para evaluación de proyectos de inversión, que son :

- a) Valor presente neto (valor actual)
- b) Razón, beneficio-costos.
- c) Costo anualizado.

Valor presente neto.- Ya se explicó en la página 84.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- 95 -

Razón beneficio-costo.- Este método es usado normalmente en proyectos públicos y subraya los beneficios que se le proporcionarán al público por medio de erogaciones propuestas; estos beneficios pueden compararse con el costo "necesario" para producirlos.

El método de beneficio - costo calcula la razón de los beneficios de los "usuarios" al costo del proyecto, como sigue :

$$\text{Razón B-C} = \frac{\text{Valor anual (o valor presente) de los beneficios}}{\text{Valor anual (o valor presente) de los costos}}$$

A una razón B-C equivalente a 1, los beneficios serán iguales a los costos a un interés igual al costo de capital y esto establece la justificación mínima para un desembolso.

Es importante darse cuenta de que beneficios significa todas las ventajas, menos cualquier desventaja para los usuarios y que costos significa todos los desembolsos menos cualquier ahorro, que tenga que hacer el estado.

Los usuarios son el público que recibe beneficios de las erogaciones del estado. Por consiguiente, debe interpretarse usuario como un término que incluye a todos los que se benefician ya sea directa o indirectamente.

Costo anualizado.- Es el patrón de costo de cada alternativa transformado en una serie uniforme equivalente de costos anuales a la tasa mínima

ma requerida de rendimiento i . La alternativa que tenga la serie más -
baja de costos, será la selección más conveniente.

Es muy necesario mencionar que este método es muy utilizado para compara-
rar series no uniformes de desembolsos donde, obviamente, el dinero tie-
ne un valor en el tiempo y es necesario hacer estos desembolsos compara-
bles.

Ahora se puede proceder a mostrar la fórmula del costo de la inversión,
que se deduce así :



$$A = P \cdot i^{-n} \cdot crf - L \cdot i^{-n} \cdot sfdf$$

El patrón de costo consistirá de la inversión P , su valor de recupera-
ción L y los costos anuales de operación D .

También $CA = A + D$ y $AW = I$

pero : $sfdf = crf - i$

por consiguiente

$$A = (P - L) \cdot i^{-n} \cdot crf + Li$$

Lo cual puede considerarse que representa la recuperación con interés
de una porción del capital, $P - L$, más el interés sobre la porción res-

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

tante L. La recuperación del capital representado por L no está incluida en la ecuación anterior, debido a que es proporcionada por los ingresos de recuperación.

Para simplificación de cálculo, las fórmulas que se utilizan son :

factor de recuperación de capital :

$$A = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] = P \cdot i \cdot n \cdot \text{crf}$$

factor de depósito de fondo de amortización

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

$$A = F \left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right] = F \cdot i \cdot n \cdot \text{sfd}$$

Para tener una mayor simplificación, se han construido unas tablas donde se encuentra el valor de cada factor para i, n dados, llamadas "tablas de interés compuesto" o "factores de tasa de rendimiento".

Ahora puede procederse a hacer un ejemplo de costo anual o anualizado para 2 alternativas de inversión :

La máquina A cuesta \$2,000,000 con \$800,000 de valor de recuperación al final de 5 años y tiene gastos anuales de operación de \$1,000,000 durante los primeros 3 años y 1,200,000 durante los 2 últimos. La máquina B cuesta \$1,600,000 con \$600,000 de valor de recuperación al final de 5 años, sus gastos de operación son de \$1,100,000 anuales durante los 3 primeros años y \$1,300,000 durante los 2 últimos. La tasa mínima requere

querida de rendimiento es 60%; evaluar las 2 alternativas :

Caso A :	2,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,200,000	1,200,000
	0	1	2	3	4	5

L= 800,000

Caso B :	1,600,000	1,100,000	1,100,000	1,100,000	1,300,000	1,300,000
	0	1	2	3	4	5

L= 600,000

$$CA_A = (2,000,000-800,000)_5 \text{ crf} \cdot 66325 + (800,000)(.60) + [1,000,000_3 \text{ uspwf}^{1.2598} + 1,200,000_2 \text{ uspwf}^{1.0156} \text{ }_2 \text{ sppwf} \cdot 98462]_5 \text{ crf} \cdot 66325$$

$$CA_A = 795,900 + 480,000 + 1,631,446 = \$2,907,346$$

$$CA_B = (1,600,000-600,000)_5 \text{ crf} \cdot 66325 + (600,000)(.60) + [1,100,000_3 \text{ uspwf}^{1.2598} + 1,300,000_2 \text{ uspwf}^{1.0156} \text{ }_2 \text{ sppwf} \cdot 98462]_5 \text{ crf} \cdot 66325$$

$$CA_B = 663,250 + 360,000 + 1,781,326 = \$2,804,576$$

Como puede notarse en este caso la mejor alternativa será la B, ya que el costo anualizado será menor que la alternativa A (los números mostrados - arriba de las siglas crf y sppwf son los factores mencionados anteriormente encontrados en tablas dadas la tasa de interés y los periodos de tiempo considerados).

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Ahora se puede proceder a hacer la clasificación de las utilidades, - que es la siguiente :

Utilidades	}	Altas - Recuperar más del 130% de la inversión
δ		Medias - Recuperar entre el 115 y el 129.99% de la inversión.
Ganancias		Bajas - Recuperar hasta el 114.99% de la inversión.

El recuperar el 130% de la inversión, significa recuperar lo invertido y tener una ganancia del 30% de la inversión, o sea :

$$R - I = G$$

Donde :

R = valor presente * de la recuperación de la inversión.

I = valor presente* de la inversión.

G = valor presente* de las ganancias (utilidades).

* = valor presente o solo valor, según sea el caso.

Como no todos los proyectos que se vayan a realizar generarán utilidades, los que no produzcan utilidades, generarán beneficios sociales y de servicio o generarán utilidades indirectamente. Se expondrá esto más claramente.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Beneficios Sociales y de Servicio

Muchos de los proyectos que se realizarán, producirán beneficios sociales y de servicio, pero gran parte de estos no producirán utilidades, sino que únicamente van a generar costos que tienen que ser absorbidos por la empresa. Todos estos proyectos, al no tener una justificación económica para su realización, tendrán que tener otro tipo de justificación.

Esta justificación puede ser en base a realizar algo que sea necesario para el buen funcionamiento de la empresa, o que factores externos obliquen a realizar algún proyecto.

La clasificación de los beneficios sociales y de servicio es la siguiente:

Beneficios Sociales y de Servicio.	}	Altos	- Son obligatorios para el buen funcionamiento de la empresa y se tienen que hacer.
		Medios	- Ayudan a un mejor funcionamiento de la empresa, pero no son muy necesarios aunque es conveniente hacerlos.
		Bajos	- Ayudan poco a el mejor funcionamiento de la empresa, se pueden hacer o no hacer.

Es muy importante notar que para distinguir y poder clasificar un proyecto que de cualquiera de estos beneficios, hay que usar el criterio y en base a información cualitativa juzgar si estos beneficios existen o no es así.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

2.5. Resultados

Habiendo desarrollado en los puntos anteriores del capítulo, la manera de calcular los costos de los proyectos, en base a quien desarrolle el proyecto y en cuanto tiempo lo desarrollará, para poder calcular las utilidades, se hará lo siguiente:

Como en la empresa hay un sistema de "Administración por Objetivos", se podrá determinar en base a los objetivos el como calcular estas utilidades.

Como ejemplo, suponiendo que en determinada área se producen 200 toneladas/mes de un producto X y que las ventas de este producto generan utilidades por \$2,000,000.00; en el área hay un rendimiento del 82%. El proyecto a realizar, lo hará un analista de tiempos y movimientos experimentando, en 2 meses (60 días) y la productividad debe subir a 86% en un año. Se calculará el costo del proyecto, la recuperación de la inversión y la ganancia neta que producirá al final del año.

El objetivo es incrementar la productividad en un 4%.

Costo = 9.6 horas/día x 60 días x 311.16 hora

Costo = 179,228.16

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Como la productividad es de 82% para 200 toneladas/mes, se tiene:

82% - - - 2400 toneladas/año

86% - - - 2517.07 toneladas/año

Como se producen 200 toneladas/mes, al año, serán:

200 Ton	- - -	\$2,000,000.00
2,400 Ton	- - -	\$ X

Como se elevará la productividad en un 4%:

2,400 Ton	- - -	\$24,000,000.00
2,517.07 Ton	- - -	\$ X
		X = \$25,170,731.70

Y al final del año, la ganancia será:

G = \$25,170,731.70 - \$ 24,000,000.00 - 179,228.16 =

G = \$ 991,503.54

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Con todo lo desarrollado en este capítulo, se puede decir que ya se ha descrito como se pueden calcular los costos en los que se incurre al realizar un proyecto, además se pueden calcular las utilidades para posteriormente elaborar el método de selección y control de los proyectos; con lo anteriormente descrito se puede decir que existen herramientas suficientes para evaluar.

Como la evaluación ya descrita, se procede en el siguiente capítulo a definir, clasificar y jerarquizar los problemas que se presenten mas frecuentemente, con el objeto de poder proponer el método con toda la información pertinente para este fin.

El algoritmo de cálculo de la etapa de evaluación, se muestra en la página 120.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- 104 -

3. PROBLEMAS MAS COMUNES

En los capítulos anteriores, ya se describió la planta que va a ser objeto de estudio; se han descrito sus -- áreas, procesos, fuerza de trabajo y técnicas de análisis a utilizar para la realización de los proyectos. - Estos proyectos ya se pueden justificar económicamente, o en base a los posibles beneficios que puedan generar, pero antes de realizar los proyectos, es necesario conocer cuales son los problemas más frecuentes que se - pueden presentar, puesto que los proyectos serán reali- zados en base a estos problemas.

Adicionalmente a esto, es necesario tomar en cuenta -- las políticas de la empresa, puesto que los proyectos que se propongan, tendrán que estar de acuerdo a las - mismas.

En cuanto a estos problemas, se deben resolver en primer lugar los más importantes para el buen funcionamiento de la empresa y así dejar bien cimentada una infraestructura para poder realizar los proyectos que ya in- troduzcan mejoras, cuando ya se encuentre en buen funcionamiento la planta.

En este momento, conviene mencionar que la planta ya - se encuentra funcionando, aunque se pueden hacer estudios para instalar alguna planta cuando ya se hizo un estudio de viabilidad de instalación de esta planta.

Ahora se procederá a efectuar la enumeración de los -
problemas que con mayor frecuencia se encuentran en la
planta.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.1. ENUMERACION

A continuación, se enumerarán algunos de los problemas más frecuentes que se presentan en cualquier planta y que se tendrán que seleccionar para resolverlos por medio de las técnicas de análisis ya descritas en el capítulo III.

No hay tiempos de mano de obra en determinada área.

El recibo y la distribución de materiales es deficiente.

Una máquina o una sección están trabajando con un rendimiento bajo.

No se tiene bien descrito o bien categorizado un puesto.

Hay demasiada interferencia de máquinas en una área.

El estándar de producción de cierta máquina es obsoleto y esto ocasiona que el pago de bono no sea funcional.

Toda una área funciona con un rendimiento bajo.

El volumen de producción disminuye notoriamente en - -
cierta área.

La capacidad de almacenamiento en materiales y producto terminado es insuficiente.

El personal existente es insuficiente para satisfacer las necesidades de producción o al contrario, la demanda se contrae y el personal resulta excesivo.

Estos problemas y muchos más son los que se tienen que seleccionar, pero para poder hacer esta selección, es necesario darles cierta importancia para poder distinguir cuales de estos problemas son realmente importantes y cuales no lo son. Esto se visualizará más - -

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

claramente, haciendo una clasificación de estos problemas de acuerdo a su importancia, lo que se explica en el siguiente inciso.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

3.2 CLASIFICACION

Se procede ahora a efectuar la clasificación de los - problemas enumerados anteriormente, la cual queda de la siguiente manera:

Clasificación de los problemas	{	a) Muy importantes
		b) Importantes
		c) Poco importantes

Se considerarán los problemas muy importantes, cuando:

Ocasionen deficiencias graves en la planta, que puedan afectar considerablemente su funcionamiento, o se produzcan cuellos de botella en la producción, que resulten en una disminución de la producción que afecta tanto al servicio que se da a los clientes, como a las -- utilidades de la empresa. También se referirán a problemas que indirectamente afecten el desenvolvimiento de la empresa, muchas veces causados por factores externos, pero que se puedan solucionar.

Se considerarán los problemas importantes, cuando:

Ocasionen deficiencias en la planta, no tan graves -- como las deficiencias que causan los problemas muy -- importantes, que disminuyan el nivel de producción y -- por lo tanto las ventas a los clientes; en general problemas similares a los que causan los muy importantes, pero de una menor gravedad.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

En realidad, se deja un poco a criterio del que analice estos problemas, el clasificarlos como importantes o -- como muy importantes, principalmente basados en las explicaciones dadas en los anteriores párrafos.

Además, para visualizar la importancia de los problemas, es una buena base el efectuar un análisis preliminar, - donde se puedan ver más claramente los costos en horas-hombre en los que se va a incurrir, comparados contra - las utilidades y/o beneficios que nos puedan generar.

Se considerarán los problemas poco importantes, cuando:

Ocasionen leves deficiencias en la planta o casi ninguna, o sea, la planta se encuentra funcionando en condiciones casi normales, pero como lo que se pretende es - elevar la productividad, las ventas, las utilidades y el servicio a clientes, podemos considerar que también en estos casos existen problemas a atacar y en caso de no existir problemas importantes o muy importantes, se podrá proceder a solucionar estos problemas. Otro factor a considerar en la clasificación de los problemas - es la urgencia; este factor va implícito en los tres -- grados que se acaban de definir pero es importante mencionarlo.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

3.3. JERARQUIZACION

La jerarquización que se pretende establecer en este momento de los problemas más frecuentes que se presentan, va a estar en función de la clasificación de los problemas y del análisis costo-beneficio que se explicó en el capítulo III y que mostraba el procedimiento de cálculo de costos y utilidades.

La jerarquización quedará de la siguiente manera:

GRADO DE IMPORTANCIA DEL PROBLEMA	DESCRIPCION
1	Problema muy importante. Utilidades o beneficios altos.
2	Problema muy importante. Utilidades o beneficios medios.
3	Problema importante. Utilidad o beneficios altos.
4	Problema muy importante. Utilidades o beneficios bajos.
5	Problema importante. Utilidad o beneficios medios.
6	Problema poco importante. Utilidades o beneficios altos.
7	Problema importante. Utilidades o beneficios bajos.
8	Problema poco importante. Utilidades o beneficios medios.
9	Problema poco importante. Utilidades o beneficios bajos.

La explicación de esta Jerarquización es la siguiente:

Se escogen primero los problemas muy importantes, luego los importantes y luego los poco importantes, y el orden "no es" primero escoger los que producen utilidades altas, luego medias y al final bajas. La razón de esto es que un problema muy importante se tendrá que solucionar aunque resultara que se obtuvieran utilidades muy bajas o no obtuvieramos utilidades y si no se resuelve, habrá serio problemas en la planta, que posteriormente podrían perjudicar su funcionamiento en una buena medida.

Como ejemplo, se podría preguntar porqué se le da un grado de importancia 4 a un problema muy importante, pero con utilidades bajas y un 5 a un problema importante, pero con utilidades medias. La respuesta es que el problema con grado de importancia 4, aunque tiene o produce utilidades bajas, es un problema que si no se soluciona, podría ocasionar graves deficiencias en la planta y esta se verá fuertemente afectada; además, a medio o largo plazo puede producir altas pérdidas; en el caso del problema con grado de importancia 5 no se verá tan seriamente afectada la planta.

Como ejemplo de lo anterior, se podría pensar en la producción de 2 productos, A y B con las siguientes características:

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Producto A	Utilidades Bajas
Producto B	Utilidades Medias

El producto A es complemento de un producto M que es esencial para los clientes y tiene el mayor porcentaje de ventas y utilidades en la compañía. Si no se venden juntos los productos A y M no se vende ninguno.

si no existiera el hecho de la existencia del producto M y su relación con el producto A, podría pensarse que el grado de importancia del problema de producir el -- producto B es mayor que el de producir el producto A - (por utilidades altas); el caso es que el producto A - cae dentro del grado de importancia 4 y el producto B dentro del 5.

A continuación, se muestra una tabla que esquematiza - la relación entre los 3 factores que intervienen en la jerarquización de un problema.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

BENEFICIOS

C
L
A
S
I
F
I
C
A
C
I
O
N

MUY
IMPORTANTE

IMPORTANTE

POCO
IMPORTANTE

ALTOS

MEDIOS

BAJOS

1	2	4
3	5	7
6	8	9

ALTAS

MEDIAS
UTILIDADES

BAJAS

T
I
E
M
P
O
D
E
A
N
A
L
I
S
I
S
=
C
T
E

TABLA III 3.3.2.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Las jerarquizaciones 1 y 9 son definitivas; las 2 y 3 al igual que las 7 y 8 se pueden cambiar (2 con 3 y 7 con 8 respectivamente) en función de la prioridad que se otorgue a beneficios e importancia y las jerarquizaciones 4, 5 y 6 también se pueden cambiar entre si también en función de la prioridad otorgada a beneficios e importancia.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.4 RELACION DE TECNICAS DE INGENIERIA INDUSTRIAL CON PROBLEMAS A RESOLVER.

Aunque ya se mostraron ambos conceptos anteriormente, es importante, notar la relación que existe entre los mismos. Algunas veces para resolver un problema hay que utilizar varias técnicas y viceversa. La experiencia práctica es la que va a ir mostrando más claramente esta relación, a continuación se muestran algunos ejemplos de ambos conceptos:

TECNICAS DE INGENIERIA INDUSTRIAL PROBLEMAS A RESOLVER

- | | | | |
|------|--|----|---|
| 1.- | Valuación de puestos sindicalizados. | a. | Inexistencia de tiempos de mano de obra. |
| 2.- | Distribución de planta. | b. | Recibo y distribución de materiales deficiente. |
| 3.- | Localización. | c. | Rendimiento bajo (máquina y sección). |
| 4.- | Determinación de tiempos de mano de obra. | d. | Mala descripción de un puesto. |
| 5.- | Determinación de estándares de producción. | e. | Interferencia de máquinas. |
| 6.- | Datos de mano de obra directa e indirecta para el cálculo de costos. | f. | Estándar de producción obsoleto. |
| 7.- | Determinación de los niveles de incentivos. | g. | Disminución de volumen de producción. |
| 8.- | Determinación y control de rendimiento y eficiencia. | h. | Aumento costo de materiales. |
| 9.- | Muestreo del trabajo | i. | Se tiene máquinas nuevas. |
| 10.- | Estudio de métodos. | j. | Existen faltantes en producto terminado. |

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- | | |
|--|---|
| 11.- Estudios para incrementar la productividad. | K. Altos costos de mano de obra. |
| 12.- Manejo de materiales. | l. Alternativas de nuevas líneas de producción. |
| 13.- Evaluación económica de los proyectos. | m. Espacio insuficiente en almacenes. |
| 14.- Control de inventarios. | n. La información no es oportuna. |
| 15.- Control de producción. | o. Decisión de lanzar un nuevo producto. |

La relación existente entre las técnicas de análisis y los problemas a resolver se muestra en la siguiente tabla:

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

PROBLEMAS A RESOLVER

TECNICAS
DE
INGENIERIA
INDUSTRIAL

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1				X					X		X				
2		X	X		X		X		X				X		
3			X		X		X		X				X		
4	X		X	X	X	X	X		X		X				
5			X	X	X	X	X		X		X				
6								X	X		X				
7			X				X		X		X				
8			X				X		X		X				
9		X	X		X		X							X	
10		X	X	X	X		X						X	X	
11		X	X		X		X				X			X	
12		X	X		X		X		X				X		
13												X			X
14			X				X	X	X						
15			X		X		X		X						

TABLA III 3.4.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

IV. METODO PROPUESTO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

METODO PROPUESTO

Hasta el final del capítulo anterior, se ha recopilado toda la información necesaria para evaluar los proyectos; se ha cumplido con la etapa de evaluación de cada proyecto que se proponga para realizar. - Ahora se va a proceder a seleccionar cuales proyectos se van a realizar, en base a la evaluación descrita anteriormente.

1. Algoritmos y Diagramas de Flujo

En este capítulo se procede a elaborar la secuencia de pasos necesaria para la selección de los proyectos. Para mas claridad, se comenzará mencionando que es un algoritmo y que es un diagrama de flujo.

Un algoritmo es simplemente el procedimiento de cálculo. En nuestro caso es el procedimiento de cálculo de la evaluación y selección de los proyectos.

Un diagrama de flujo es la exposición gráfica de un algoritmo, donde se mantiene el mismo orden que en el algoritmo.

2. Metodología 1. Algoritmo de Evaluación

En este momento, es conveniente resumir la etapa de evaluación antes de describir el método propuesto.

La etapa de evaluación, se puede resumir en un "Algoritmo de Evaluación", que es simplemente el procedimiento seguido para completar esta etapa.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

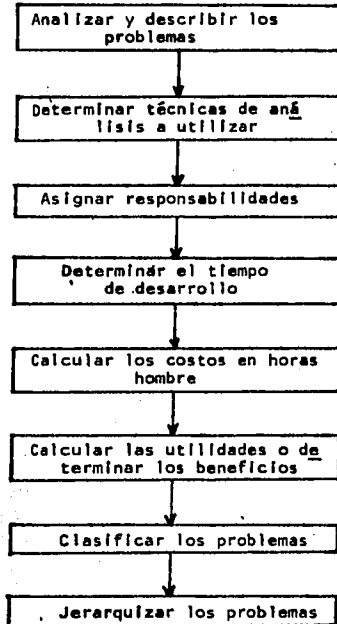
ALGORITMO DE EVALUACION

- 1) Analizar y describir los problemas.
- 2) A grosó modo, determinar cuales técnicas de análisis se van a utilizar. (ver apéndice 1).
- 3) Definir quien o quienes van a llevar a cabo estos proyectos - (asignar responsabilidades).
- 4) Determinar el tiempo de desarrollo de estos proyectos.
- 5) Calcular los costos en horas - hombre en los cuales se incurrirán al realizar estos proyectos.
- 6) Calcular las utilidades o determinar los beneficios que generarán estos proyectos.
- 7) Hacer una clasificación de los problemas.
- 8) Hacer la jerarquización de los problemas, asignándoles grados de importancia.

Como ya se expuso el "Algoritmo de Evaluación" en esta página , se procederá a mostrar el diagrama de flujo de evaluación que es el siguiente :

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Diagrama de Flujo de Evaluación



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Es muy importante aclarar porque los pasos 7 y 8 no van a continuación del paso 1.

La secuencia de estos puntos es así, porque no afectará mucho el asignar técnicas de análisis (paso 2) a los proyectos que se evaluaron (pasos 3, 4, 5, 6), sino que los que podría afectar es el tiempo de desarrollo de los proyectos (paso 4) y este no variará, sino que quedará establecido cuando se determine, o sea, antes de efectuar el análisis costo beneficio.

Como ya se hicieron la clasificación y jerarquización de los problemas, lo único que podrá variar, serán las técnicas de análisis que se utilizarán para resolver estos problemas.

Ahora ya se puede proceder a determinar las relaciones entre los problemas y las técnicas de análisis que se utilizarán para que en los siguientes incisos de este capítulo ya quede establecida la selección de los proyectos que se realizarán.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3. Relaciones entre los problemas y las técnicas de análisis

Lo que se pretende en este punto, es asignar las técnicas de análisis que se utilizarán en la resolución de cada problema y basados en los pasos anteriormente mencionados, establecer el método de selección y definir los controles.

Como hay una infinidad de problemas, será decisión de todo el departamento de Ingeniería Industrial el asignar las técnicas de análisis adecuadas a cada problema que se presente; por esta razón, solamente se presentan dos ejemplos que explican como asignar técnicas de análisis a problemas específicos.

Para tener un punto de partida, es conveniente ver el resumen de técnicas de análisis y la descripción de cada una de ellas, contenidos desde la página 31 hasta la página 71 del capítulo III.

Los problemas ya enumerados, clasificados y jerarquizados en el capítulo anterior, tienen relación con las técnicas de análisis en cuanto a número, por el hecho de que con una o mas de ellas se puede resolver un problema específico que se presente. (ver apéndice 1).

A continuación se presentan los dos ejemplos de lo explicado anteriormente:

Ejemplo 1:

Si el problema consiste en la falta de descripción o en una descrip

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ción no actualizada de un puesto, se usará la técnica de análisis llamada "Valuación de puestos sindicalizados" para describir, calificar y categorizar el puesto.

Ejemplo 2:

Si existe el problema de altos tiempos de proceso en una determinada línea de producción, se podrían utilizar las técnicas de análisis de "Estudio de Métodos" y/o "Estudio de Relaciones Hombre-Máquina".

Obviamente las técnicas de análisis que se utilizarán, las determinarán en conjunto todos los integrantes del departamento de Ingeniería Industrial.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Diagramas de relación

Solamente falta por explicar la relación que tienen entre sí los diversos proyectos que se realizarán, para determinar la secuencia lógica para la realización de los mismos y así poder efectuar la selección de estos. Esta secuencia, muchas veces es afectada y esto podrá modificar los resultados ya sea de una manera benéfica o perjudicial.

Por medio de los diagramas de relación, se podrá determinar la relación y secuencia de los proyectos, lo cual es muy importante en cuanto a resultados se refiere.

Para explicar lo que se pretende con los diagramas de relación, se expone el siguiente ejemplo.

Ejemplo:

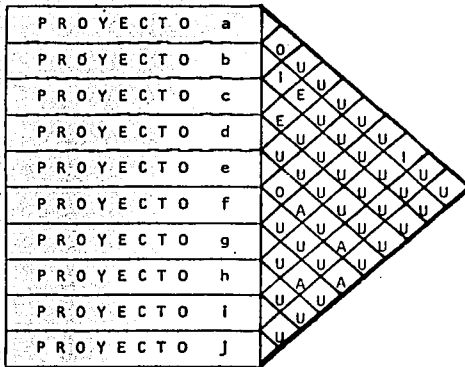
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Supongamos que se tienen los siguientes proyectos:

- a) Incrementar productividad en el Area 1.
- b) Incrementar productividad en el Area 2.
- c) Efectuar un balanceo de líneas en el Area 2.
- d) Efectuar un estudio de manejo de materiales en el Area 2.
- e) Determinar estándares de producción en el Area 3.
- f) Determinar estándares de producción en el Area 4.
- g) Determinar niveles de incentivo y pago de bono en el Area 3.

- h) Determinar tiempos de mano de obra en el Area 1.
- i) Determinar tiempos de mano de obra en el Area 3.
- j) Determinar tiempos de mano de obra en el Area 4.

Para poder realizar el diagrama de relación de proyectos (cuando se está elaborando una distribución de planta, se le conoce con el nombre de diagrama de relación de actividades), se tiene que elaborar anteriormente la carta de relación de proyectos, que queda de la siguiente manera:















CARTA DE RELACION DE PROYECTOS

FIG. IV. 3

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

En donde:

<u>Símbolo carta de relación</u>	<u>Descripción</u>	<u>Símbolo Diagrama de relación</u>
A	Absolutamente necesario	
E	Especialmente importante	
I	Importante	
O	O.K.	
U	Sin importancia	
X	Indeseable	

Como se elabora un estudio de distribución de planta, para elaborar el diagrama de relación de actividades, se requiere la carta de relación de actividades y la información sobre flujo de materiales - que son los 2 factores que afectan al diagrama. En este caso, solo se considera la relación entre proyectos (actividades) como único - factor. A cada símbolo de la carta de relación, se le asigna un -- símbolo en el diagrama de relación, de acuerdo a la importancia que tenga la relación entre cada proyecto (actividad), como el flujo de materiales no es considerado, los símbolos de la carta (A, E, I, O, U, X), serán correspondientes a los símbolos del diagrama (, , , , , ) , y se pasará a el diagrama representando los proyectos (actividades) como bloques cuadrados de igual tamaño y conectando los mismos con los símbolos del diagrama de relación, hasta - que la relación entre los mismos sea obtenida.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Habiendo elaborado la carta de relación de proyectos, se puede proceder a elaborar el diagrama de relación de proyectos (actividades), que queda de la siguiente manera:

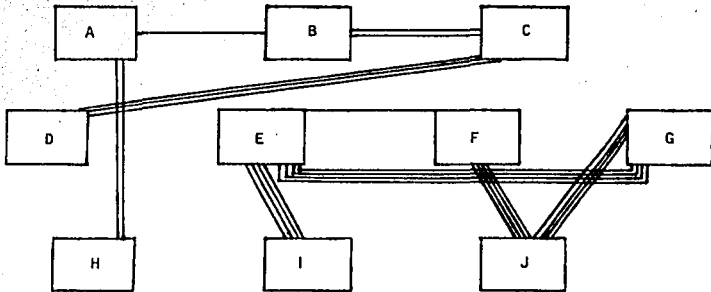


Diagrama de relación de proyectos

Del diagrama de relación anterior, se puede observar que los proyectos E, G, I se deberían realizar uno tras otro, al igual que los proyectos F, J y los proyectos B, C, D.

Los proyectos A, H no son tan importantes.

Anteriormente a efectuar el diagrama de relación, se debió haber cumplido con la Metodología ³ I, descrita en la página 119. Suponiendo que los resultados fueron:

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

<u>Proyectos</u>	<u>Realiza</u>	<u>Costo</u> <u>(aprox.)</u>	<u>Utilidad</u> <u>U = I - C</u> <u>(Est)</u>	<u>Tiempo</u>	<u>Clasi</u> <u>fica</u> <u>ción</u>	<u>Jerar</u> <u>quiza</u> <u>ción</u>
a	A.T.M.E.	58,600	141,400	60 días	P.I.	6
b	A.T.M.P.	50,700	-	90 días	I.	7
c	A.T.M.M.	22,300	-	29 días	I.	7
d	I.I.E.	135,200	-	90 días	I.	7
e	I.I.M.	67,600	-	50 días	I.	7
f	I.I.M.	67,600	-	50 días	I.	7
g	A.T.M.E.	58,600	3,441,400	60 días	M.I.	7
h	A.T.M.P.	25,400	-	45 días	I.	7
i	A.T.M.M.	34,600	-	45 días	I.	7
j	A.T.M.E.	48,800	-	50 días	I.	7

En donde la utilidad se calcula como se habfa indicado anteriormente, usando la fórmula $U=I-C$, que es la misma que $G=R-I$.

En el caso de los proyectos b,c,d no se producen utilidades directamente, sino que al dar un mejor servicio a la planta, se empacarán mas productos y por lo tanto las ventas podrían ser mayores; - se hace la suposición en este caso que la recuperación de capital no es cuantificable (si puede ser vuantificada esta recuperación de capital, pero para efectos de simplificación del ejemplo se hace la suposición de "R" no cuantificable).

Los demás proyectos, o sea, e,f,h,i,j tampoco tendrán recuperación de capital.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

En este momento se podría preguntar, ¿Cuántos proyectos se podrán realizar?

Para contestar a esta pregunta, se hará la suposición de que en ese momento existen 3 analistas de tiempos y movimientos y un Ingeniero Industrial, o sea, solo se podrán realizar 4 proyectos.

Lo anterior, limita la selección de los proyectos de 2 maneras. La primera se refiere a la secuencia lógica para realizar los mismos; es evidente que algunos proyectos tienen forzosamente que tener algún antecedente. Por ejemplo, si se quiere realizar un balanceo de línea X, primero se tendrán que obtener los tiempos de cada una de las estaciones de trabajo, por lo cual se procederá primero a realizar dicho estudio, no obstante que el hecho de balancear la línea, produzca un mayor ahorro a la compañía o eleve fuertemente la productividad de la línea.

La segunda limitación se refiere a la disponibilidad de personal en el Departamento lo cual impide la realización simultánea de mas proyectos que los que pueda absorber el personal destinado a ellos, a excepción de que una persona (o varias) pueda realizar simultáneamente mas de un proyecto.

Con el conocimiento de estas limitaciones, se pueden enunciar las restricciones que existen para asignar los proyectos, que son:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Restricción 1.

Es muy importante tomar en cuenta que existe cierta secuencia y relación entre los distintos proyectos, que obliga a realizar proyectos con menor calificación en algunos casos primero que otros con mayor calificación (esta restricción está en función de la secuencia de realización y no siempre se presenta). Este hecho es de su mayor importancia para la selección de proyectos. (Se puede visualizar esto en los diagramas de relación):

Restricción 2.

Disponibilidad en horas-hombre y personal adecuado para la realización de los proyectos.

Esto significa número y descripción de personal existente en ese momento con la información de responsables de cada proyecto (se refiere a tener "N" Ingenieros Industriales y "M" Analistas de tiempos y movimientos que realicen "N" y "M" proyectos, o sea, que los posibles proyectos a realizar tengan quien los realice).

4. Calificación de los proyectos

El último paso para la selección de los proyectos, es el tomar en cuenta todos los parámetros descritos anteriormente, por lo que se hará una calificación por puntos de acuerdo a los beneficios, ganancias (utilidades), clasificación y jerarquización de los problemas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

mas. A esta calificación se le dará una ponderación para cada factor (ver siguiente tabla) que se califique y se obtendrá con esto el total de puntos para cada proyecto y el orden en que se realizarán (en base a esta calificación únicamente, porque se tendrán que tomar en cuenta las restricciones).

La siguiente tabla tiene asignaciones de 1,2 y 3 puntos para cada factor considerado, los cuales se multiplican por los factores de ponderación (entre paréntesis) y se pone el resultado en el renglón correspondiente a cada proyecto y columna correspondiente a cada factor considerado.

Calificación por puntos de los proyectos

<u>Proy.</u>	<u>B(x.15)</u>	<u>G(x.20)</u>	<u>C(x.15)</u>	<u>J(x.5)</u>	<u>Total</u>	<u>Orden</u>
a	.15	.6	.3	1.0	1.05	3
b	.3	.2	.15	0.5	1.15	4
c	.3	.2	.15	0.5	1.15	4
d	.3	.2	.15	0.5	1.15	4
e	.3	.2	.15	0.5	1.15	4
f	.3	.2	.15	0.5	1.15	4
g	.45	.6	.45	1.5	3.00	1
h	.15	.2	.15	0.5	1.00	5
i	.45	.2	.15	0.5	1.30	2
j	.45	.2	.15	0.5	1.30	2

TABLA IV. 4

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Las asignaciones en puntos se dan de la siguiente forma:

Beneficio (B) y clasificación (C). Como lo explica su clasificación en las pags.100y 108son altos, medios y bajos y la puntuación es de 3, 2 y 1 respectivamente.

Ganancias (G) o utilidades (U). Como lo explica y cuantifica su clasificación en la página99,son altos, medios y bajos y la puntuación es 3; 2 y 1 respectivamente.

Jerarquización (J). Como lo explica su descripción tienen grados de importancia del 1 al 9 y les corresponde la siguiente puntuación:

<u>Grado de importancia</u>	<u>Puntuación</u>
1, 2, 3	3
4, 5, 6	2
7, 8, 9	1

La columna de total es la suma de los cuatro conceptos anteriores (ganancias o utilidades, beneficio, clasificación y jerarquización) y el orden es de mayor a menor calificación en puntos.

En base a los diagramas de relación, a las restricciones y a la calificación de los proyectos, se puede comenzar a seleccionar los proyectos (ver páginas 125, 431 y 132).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tomando en cuenta los proyectos que se han desarrollado en este capítulo, se nota que si no existiera la restricción 1, se podrían haber elegido los proyectos g, i, j, a, pero por esta restricción, se debe escoger el proyecto d en vez de g, puesto que no se pueden realizar al mismo tiempo los proyectos g e i. Esto significa que se tiene que realizar el proyecto i (determinar tiempos de mano de obra en el área 3) antes de comenzar a realizar el proyecto g (determinar niveles de incentivo en el área 3).

Si no existiera la restricción 2, se podrían haber elegido los proyectos i, j, a, c, d, b, h, pero como se cuenta únicamente con 3 - Analistas de tiempos y movimientos y un Ingeniero Industrial solo se podrá empezar con 4 proyectos (si no se estuvieran realizando otros proyectos en ese momento) y posteriormente realizar los 6 - restantes o evaluar los 6 restantes en combinación con otros proyectos que pudieran surgir y nuevamente seleccionar otros cuatro - proyectos (en el caso de que la disponibilidad de personal sea la misma).

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Se procede ahora a mostrar el algoritmo y el diagrama de flujo para la selección de proyectos.

5. Metodología II

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ALGORITMO DE SELECCION

- 1) Revisar y determinar las técnicas de análisis que se aplicarán a cada proyecto.
- 2) Usar los diagramas de relación, para determinar la relación y secuencia de los proyectos.
- 3) Hacer la calificación de los proyectos en base a beneficios utilidades (ganancias), clasificación y jerarquización y establecer el orden.
- 4) En base a las restricciones 1 y 2, determinar la selección final de los proyectos.

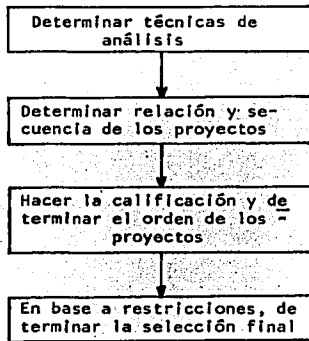
La selección final de los proyectos que se tomaron como ejemplo, quedará así:

SELECCION FINAL:

Proyectos a, b, i, j.

Seguidos de proyectos c, d, e, f,
g, h.

Diagrama de Flujo de Selección



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Con esto, se da por terminada la evaluación y la selección de los proyectos; queda aun por explicar como se va a llevar a cabo el control de los proyectos que se van a realizar.

(El interesado en las técnicas utilizadas en este capítulo, puede consultar en la bibliografía las referencias II , VI y VIII).

6. Control de los proyectos.

Ya que se conoce cuales son los proyectos que se van a llevar a cabo y el tiempo que tardarán hasta su conclusión, se tiene que controlar el desarrollo y aplicación de estos proyectos para obtener resultados satisfactorios.

Antes de enunciar el método de control de los proyectos, se dará - una definición de control y cuales partes incluye el mismo.

Definición de Control:

El control es un proceso o procedimiento utilizado para asegurar - que las personas logren resultados que estén de acuerdo con el plan y dentro de la organización.

El control se compone de:

Control = Retroinformación + Acción correctiva

" CONTROL "

Retroinformación. Se usan "gráficas de Gantt"

Acción correctiva. En base a la retroinformación, se detectan retrasos y desviaciones de lo planeado y se modifican los procedimientos y/o actividades a efecto de cumplir con los objetivos establecidos

Retroinformación.

El medio utilizado para cumplir con el proceso de retroinformación

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

estará basado en las gráficas de Gantt, con las cuales se podrá controlar el desarrollo de los proyectos individualmente.

Situarse nuevamente en el ejemplo del capítulo que se ha venido desarrollando. En la página 135, está la selección final de los proyectos que se realizarán que son los proyectos a, b, l, j. La gráfica de Gantt para estos proyectos, será:

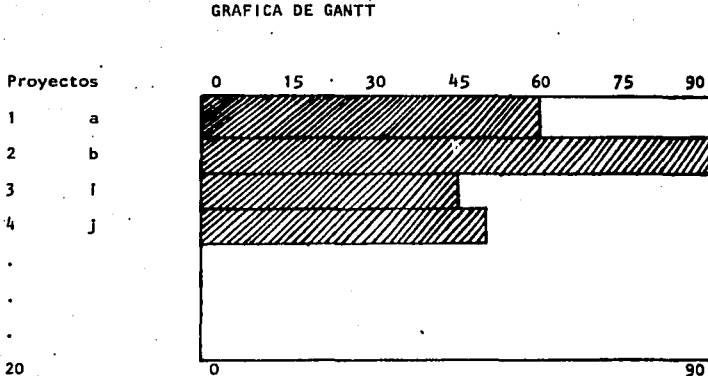


FIG. IV. 6.1.

Tiempo en días.

Este diagrama es solo un ejemplo ilustrativo y no necesariamente muestra la realidad; se supuso en este ejemplo que los proyectos empezaban a desarrollarse al tiempo cero y la programación es trimestral.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Las programaciones reales son por períodos de tiempo de 6 meses o un año generalmente e incluyen los proyectos que ya se estaban realizando y no han sido concluidos y proyectos que no intervienen en estos estudios, porque son proyectos que forzosamente hay que realizar sin importar el costo, beneficio y utilidades (o pérdidas) - que la empresa genera y recibe.

Ahora, suponer el mismo caso, pero adicionalmente hay dos proyectos que aun no se terminan, llamados AA y BB y tres proyectos a efectuarse forzosamente (no intervienen en este estudio), llamados AAA, BBB, CCC que tienen una duración de dos meses cada uno.

La gráfica de Gantt queda de la siguiente manera:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

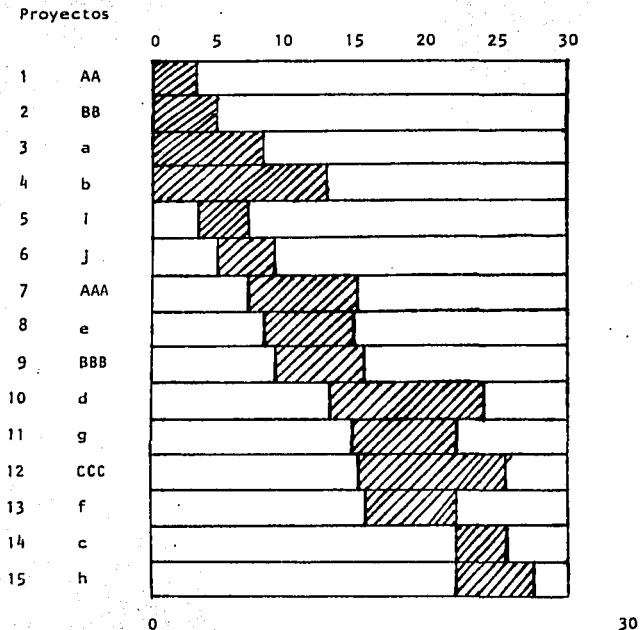


FIG. IV. 6.2.

Tiempo en semanas.

Como comentarios de este diagrama, la secuencia de los proyectos que se evaluaron y seleccionaron, es la misma, pero se intercalaron los proyectos AAA, BBB, CCC en donde se creyó conveniente.

El proyecto g tuvo que elaborarse después del proyecto e, debido a la secuencia que tiene que seguir.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Hasta el momento, se ha mostrado como se elabora un diagrama de --
Gantt, sin embargo, y para efectos de retroinformación, se muestra-
rá como se manejará el mismo si la fecha de elaboración fue en Eng-
ro 1° y se realizará una revisión el 31 del mismo mes, el diagrama
se verá de la siguiente manera:

**TESIS CON
FALLA DE ENGREN**

NOMBRE DE LA EMPRESA

CONTROL DE PROYECTOS

RESPONSABLE	FECHA	HOJA	DE
J.E.S.A.	ENERO 31, 1982	1	1
APLICACION PROYECTOS DEL DEPTO. DE ING. INDUSTRIAL			

PROYECTO No.	DESCRIPCION	PRIORIDAD	RESPONSABLE	PORCENTAJE FISICAMENTE TERMINADO	CALENDARIO DE ACTIVIDADES																																		
					20	40	60	80	(Semanas)																														
				10	30	50	70	90	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	(Descripción o nombre del proyecto)	A	F	O																																			
2																																							
3																																							
4																																							
5																																							
6																																							
7																																							
8																																							
9																																							
10																																							
11																																							
12																																							
13																																							
14																																							
15																																							
16																																							
17																																							
18																																							
19																																							
20																																							
21																																							
22																																							
23																																							
24																																							
25																																							
26																																							
27																																							
28																																							
29																																							
30																																							
31																																							
32																																							
33																																							
34																																							
35																																							
36																																							
37																																							
38																																							
39																																							
40																																							
41																																							
42																																							
43																																							
44																																							
45																																							
46																																							
47																																							
48																																							
49																																							
50																																							

TESIS CON FALTA DE ORIGEN

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

- 143 -

7. Frecuencia de utilización y tiempo de realización del método.

Frecuencia de utilización del método.

La frecuencia de utilización del método está en función de varios parámetros, que son :

- Número de proyectos que se presentan en un año.
- Frecuencia de presentación de los problemas.
- Tiempo de desarrollo de los proyectos.
- Disponibilidad de personal para realizar los proyectos.
- Importancia que tiene la realización inmediata de cada uno de los proyectos (va en función de varios factores como políticas de la empresa, tipos de proyectos a realizar, etc.).

A continuación se explicarán los parámetros anteriores :

Número de proyectos que se presentan en un año.-

Es un factor relevante en la determinación de la frecuencia de utilización del método, debido a que ambos son directamente proporcionales; - si el número de proyectos que se presentan en un año es alto, la frecuencia de utilización del método será alta.

Frecuencia de presentación de los problemas.-

También es un factor determinante en la determinación de la frecuencia de uso del método de dos maneras, que son en si la magnitud de la frecuencia de presentación de los problemas y la característica de variable a constante que tenga en si ésta. Por ejemplo, la frecuencia puede ser 48 veces/año pero pudiera ser constante, o sea, cuatro proble-

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- 144 -

mas mes o variable, por ejemplo en tres meses ocho problemas/mes, en dos meses 5 problemas/mes, en cuatro meses tres problemas/mes y en tres meses cero problemas/mes. En este caso, sucede lo mismo que en el caso anterior, a una frecuencia de presentación de problemas alta, la frecuencia de uso deberá ser alta también.

Tiempo de desarrollo de los proyectos.-

Es otro factor relevante en la frecuencia de uso y afecta directamente a los dos parámetros anteriores; en el caso de haber tiempos de desarrollo constantes y considerando los demás parámetros, la frecuencia de uso es fácilmente determinable; si el tiempo de desarrollo es variable, se tendrá que optar por frecuencias de uso equivalentes a los tiempos de desarrollo menores y disminuirá la efectividad del método.

Disponibilidad de personal para realizar los proyectos. Este es otro parámetro a considerar; sin considerar los demás factores podría decirse que si la disponibilidad es baja, la frecuencia de uso también lo será.

Importancia que tiene la realización inmediata de cada uno de los proyectos. Es otro factor muy importante a considerar y se ve afectado por las políticas de la empresa, en cuyo caso hay que tomar en cuenta si la empresa define que hay que realizar varios proyectos en tiempo bajo y probablemente con recursos adicionales (humanos, técnicos, financieros, etc.), y los tipos de proyectos a realizar que podrían ser proyectos de inversión (en cuyo caso y dependiendo de la importancia económica pudieran requerir personal adicional y solicitarse en tiempo breve) o proyectos para definir estrategias a corto, mediano y largo pla

zo (que también afectarían la frecuencia de uso).

Cuando se decida que un proyecto es prioritario y/o surja seleccionado a partir del método propuesto y este requiera personal adicional o realizarse en un tiempo largo, se puede optar por dos caminos :

- a) Si la utilidad o el beneficio son mayores adicionando personal, - se debe optar por hacerlo con mas personal.
- b) Si la utilidad o el beneficio son menores adicionando personal, - se debe optar por hacerlo en mas tiempo y con el personal asignado originalmente.

La siguiente tabla puede ilustrar mejor una manera de determinar la frecuencia de utilización del método. Una recomendación (según la tabla) pudiera ser el utilizar semestralmente el método, pero hacer revisiones mensuales de avance y de nuevos proyectos a fin de determinar si se requiere su utilización entre los lapsos semestrales o con mayor/menor frecuencia.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Frecuencia de Utilización	Número de proyectos			Frecuencia de presentación MAG				Tiempo de Desarrollo			Disponibilidad			Imp. realiz. inmediata			
	A	M	B	A	M	B	VAR	CTE	A	M	B	A	M	B	A	M	B
Semanal	X			X			X	X			X	X			X		
Quincenal	X			X			X	X			X	X			X		
Mensual	X	X		X	X					X	X	X	X		X	X	
Trimestral		X			X		X	X		X			X			X	
Semestral		X	X		X	X	X	X	X				X	X		X	X
Anual			X			X	X	X	X					X			X
Bianual			X			X	X	X	X				X				X

A = ALTA

M = MEDIA

B = BAJA

TABLA IV. 7

**TESIS CON
PALLA DE ORIGEN**

TIEMPO DE REALIZACION DEL METODO

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Con objeto de tener una idea clara del tiempo que lleva el aplicar - el método propuesto en esta tesis, a continuación, se muestran las - distintas actividades que se realizan y el tiempo aproximado de dura ción de cada una de ellas, así como el tiempo total.

- | | |
|--|-----------|
| 1. Analizar y describir los problemas.
Se puede realizar una sesión entre todos los integrantes del departamento. | 2 horas |
| 2. Determinar técnicas de análisis a utilizar.
Se puede realizar una sesión entre todos los integrantes del departamento. | 1 hora |
| 3. Asignar responsabilidades. | 0.5 horas |
| 4. Determinar tiempo de desarrollo de los proyectos. | 0.5 horas |
| 5. Calcular los costos en horas-hombre. | 0.5 horas |
| 6. Calcular utilidades o determinar <u>be</u> neficios. | 1 hora |
| 7. Hacer una clasificación de los problemas. | 0.5 horas |
| 8. Hacer la jerarquización de los problemas, asignándoles grados de im-- portancia. | 0.5 horas |
| 9. Revisar y determinar técnicas de - análisis. | 0.5 horas |
| 10. Determinar relación y secuencia de los proyectos. | 2 horas |

- | | |
|--|-------------------|
| 11. Hacer la clasificación y determinar orden. | 1.5 horas |
| 12. En base a restricciones, determinar selección final. | <u>0.5</u> horas |
| TOTAL : | <u>11.0</u> horas |

Estos tiempos se determinaron para un número pequeño de proyectos (menos de diez) pero son sumamente conservadores con la práctica este tiempo total se puede reducir probablemente a la mitad (5 ó 6 horas para menos de diez proyectos), lo cual es un breve lapso comparado con todos los parámetros que involucra.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

149

V. APLICACION PRACTICA

TESIS CON
FUENTE DE ORIGEN

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Aplicación práctica.

El método que se acaba de explicar en los capítulos anteriores, - fue desarrollado en una empresa en particular con ejemplos de los proyectos que se realizan en la misma; sin embargo, la metodología sirve para cualquier departamento de Ingeniería Industrial u otro tipo de departamento llámese de planeación, de proyectos, etc. no importante el giro o área de desempeño de los mismos.

La única restricción que existiría para no poder llevar a cabo este método es que no existan dos o más proyectos, en el caso de dos proyectos es poco recomendable el uso del mismo, ya que los resultados óptimos de su aplicación se presentan cuando se tienen varios proyectos.

Mientras más grande sea el número de proyectos que tengan que realizarse, más efectivo será este método, debido a que hay mayor probabilidad de error al seleccionar un orden para numerosos proyectos - que para una cantidad pequeña.

Un punto sumamente importante cuando se propone un proyecto, un nuevo método, sistema o procedimiento, es presentar al usuario del mismo una manera práctica y sencilla de llevarlo a cabo.

Esta es la razón por la cual en este capítulo se presentan varias - formas pre - impresas, en las cuales siguiente paso a paso los procedimientos anteriormente descritos, se puede de una manera fácil,

lógica y secuenciada, agrupar los datos, cálculos y -- parámetros necesarios para llevar a cabo el método propuesto y seleccionar óptimamente los proyectos que se realizarán.

Antes de pasar a las formas pre-impresas, es conveniente mencionar algunos detalles a considerar para el llenado de las formas:

En la forma 1 para evaluación de proyectos, se deja espacio entre cada número de proyecto, debido a que puede haber 1 ó mas técnicas de análisis para cada proyecto; lo mismo sucede en la columna de responsable y en tiempo de desarrollo, en donde dicho tiempo - se refiere a el proyecto o a las técnicas de análisis, en el caso de haber varias como ya se explicó.

En la forma 2 para evaluación de proyectos, sucede lo mismo con - respecto a espacio entre número de proyecto, debido a la posibilidad de varias técnicas de análisis y consecuentemente las columnas de esta forma.

La forma 1 para selección de proyectos incluye también espacio en renglones debido a la selección que se debe hacer de las técnicas de análisis; por la misma razón, la forma No. 2 para selección - también incluye estos espacios, debido a que los proyectos y sus respectivas técnicas de análisis, se determinarán hasta el final de la selección. En dado caso que un proyecto seleccionado, resulte por dos vías (técnicas de análisis), se escogerá la mejor - únicamente.

Al final, viene una forma estándar para control de proyectos, que permitirá la planeación y control de la ejecución de los que resulten seleccionados.

A continuación, se desarrollará un ejemplo de aplicación, que incluya 6 proyectos que se propongan.

Este ejemplo de aplicación es, además un "Resumen" del método que se desarrolló en este trabajo.

Los proyectos se muestran a continuación:

Proyectos:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- 1) Reducir niveles de inventarios en el área J.
- 2) Elevar la productividad de 75 a 80% en el área J.
- 3) Implementar sistema de incentivo en el área T.
- 4) Implementar sistema de incentivo en el área L.
- 5) Determinar tiempos de mano de obra y estándares de producción en el área T.
- 6) Elaborar la localización de nueva maquinaria en el área J.

Estos proyectos, a diferencia de los anteriores expuestos a lo largo de esta tesis, son proyectos que normalmente se elaboran en una empresa dedicada a la fabricación de jabones, detergentes, artículos de limpieza y de tocador. El departamento de Ingeniería Industrial en esta empresa está constituido solo por ingenieros -

Industriales medios y experimentados (en este momento solo hay 3, 2 experimentados y un medio), razón por la cual los costos serán mayores que en los ejemplos precedentes; por último, los sueldos respectivamente de Ingenieros Industriales medios, experimentados y el jefe del departamento son \$80,000, \$120,000 y \$200,000 (principios del año 1984).

A continuación, se procede a llenar la forma No. 1 para evaluación de proyectos, siguiendo los pasos indicados en los Algoritmos y - Diagramas de Flujo (ver capítulo IV):

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Forma No. 1 para evaluación de proyectos

No.	Descripción del proyecto	Técnicas de análisis	Responsable	Tiempo de desarrollo
1	Reducir niveles de inventarios en el área J	Modelo del lote económico	I.I.E.	75 días
2	Elevar la productividad de 75 a 80% en el área J	Balanceo de líneas	I.I.M.	30 días
3	Implementar sistema de incentivo en el área T	Determinación de sistema de incentivo	I.I.E.	45 días
4	Implementar sistema de incentivo en el área L	Determinación de sistema de incentivo	I.I.E.	45 días
5	Determinar tiempos de M.O. y estándares de producción área T	Determinación de tiempos de M.O. y estándares de producción	I.I.E. I.I.M.	30 días
6	Elaborar la localización de nueva maquinaria en el área J	Localización de maquinaria	I.I.M.	30 días

7

8

9

10

11

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Forma No. 1 para evaluación de proyectos

<u>No.</u>	<u>Descripción del proyecto</u>	<u>Técnicas de análisis</u>	<u>Responsable</u>	<u>Tiempo de desarrollo</u>
------------	---------------------------------	-----------------------------	--------------------	-----------------------------

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Forma No. 1 para evaluación de proyectos

<u>No.</u>	<u>Descripción del proyecto</u>	<u>Técnicas de análisis</u>	<u>Responsable</u>	<u>Tiempo de desarrollo</u>
------------	---------------------------------	-----------------------------	--------------------	-----------------------------

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Para llenar la forma No. 2 se tienen que hacer las siguientes con-
sideraciones:

La fórmula de costo actualizada se ve afectada por las prestacio-
nes que otorga esta empresa en particular, por lo cual el primer
factor de la fórmula, suponiendo que las prestaciones representan
el 70% (dato obtenido del departamento de personal) del sueldo de
cada empleado, será:

$$2.041S \text{ en vez de } 1.741S$$

Considerando como en el capítulo III, tema 2.1., que el costo por
supervisión, representa el 60% del tiempo del jefe del departamen-
to y como hay 6 proyectos, el costo por este concepto, será:

$$(\$200,000/201.6) \cdot 10 = \$99.20 \cdot (10 = \frac{6}{6})$$

Por lo cual el costo total será:

$$CT = 2.041[S + 99.20]$$

y para cada uno de los proyectos, será:

<u>Proyecto</u>	<u>Costo total</u>
1	2.041 595.23 (9.6) (75) + 99.20(75) = \$889,887
2	2.041 396.82 (9.6) (30) + 99.20(30) = \$239,328
3	2.041 595.23 (9.6) (45) + 99.20(45) = \$533,932
4	2.041 595.23 (9.6) (45) + 99.20(45) = \$533,932
5 *	2.041 595.23 (9.6) (30) + 99.20(30) = \$355,955
5 *	2.041 396.82 (9.6) (30) + 99.20(30) = \$239,328
6	2.041 396.82 (9.6) (30) + 99.20(30) = \$239,328

* Debido a que existen dos posibles responsables para este proyec-
to.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Teniendo los costos, se puede proceder a calcular las utilidades, que serán:

Para el proyecto 1, se reducirán inventarios de materia prima, material de empaque y producto terminado en un 10% y a manera de ejemplo, la utilidad que se utilizará en este ejemplo será la reducción del costo financiero de mantener inventarios (todas las utilidades se calcularán por un período anual, a partir de que finalicen los proyectos), que se obtiene de la siguiente manera:

A: Ventas anuales X % de venta (J) X costo financiero X reducción de inventarios

B: Ventas anuales X % de utilización (J) X costo financiero X reducción de inventarios

$$UTILIDAD = A + B - COSTO$$

El % de venta, se refiere al porcentaje que representan los trabajos en la venta total de la compañía y el % de utilización representa el porcentaje del costo de ventas que corresponde a materia prima y material de empaque, por lo cual

$$50,000,000,000 \times .12 \times .045 \times .1 = 27,000,000$$

$$50,000,000,000 \times .48 \times .045 \times .1 = 108,000,000$$

$$UTILIDAD = \overset{(i)}{135,000,000} - \overset{(c)}{889,887}$$

$$UTILIDAD = 134,110,113$$

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

El proyecto 2 tendrá una utilidad debida a un costo de mano de obra/unidad menor (con el mismo número de operarios), que se ob--

tiene de la siguiente forma:

UTILIDAD = Utilidad por venta de Jabón x (producción con productividad 80% - producción con productividad 75%) - costo

Producción a 80%:

No. de cajas diarias x unidad de empaque x días en el año x .8

$$30,000 \times 72 \times 252 \times .8 = 435,456,000$$

Producción a 75%:

$$30,000 \times 72 \times 252 \times .75 = 408,240,000$$

$$\$4.00 (435,456,000 - 408,240,000) = 108,864,000$$

$$\begin{array}{r} (1) \quad (c) \\ \text{UTILIDAD} = 108,864,000 - 239,328 \end{array}$$

$$\text{UTILIDAD} = 107,724,672$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El proyecto 3 tendrá una utilidad debida a un aumento de productividad en el área, que se reflejará en un costo de mano de obra/unidad menor (con el mismo número de operarios), que es el siguiente:

UTILIDAD = Utilidad por venta de artículos de tocador (producción con productividad 75% - producción con productividad 70%) - pago de incentivo - COSTO

Producción a 75%:

No. de cajas diarias x unidad de empaque x días en el año x .75

$$50,000 \times 36 \times 252 \times .75 = 340,200,000$$

Producción a 70%:

$$50,000 \times 36 \times 252 \times .70 = 317,520,000$$

$$\$10.00 (340,200,000 - 317,520,000) = 226,800,000$$

Pago de incentivo: Si se eleva 5% la productividad, el pago de incentivo será el 5% del salario del trabajador.

Pago de incentivo: Salario diario x No. de trabajadores x días en el año x 0.05

$$1200 \times 250 \times 252 \times 0.05 = 3,780,000$$

$$UTILIDAD = 226,800,000 - 3,780,000 - 533,932$$

$$UTILIDAD = 222,486,068$$

Para el proyecto 4 igual que para el 3, las consideraciones son - las mismas, por lo tanto:

UTILIDAD = Utilidad por venta de detergentes líquidos (producción con productividad 70% - producción con productividad - 65%) - Pago de incentivo - COSTO

Producción a 70%:

No. de cajas diarias x unidad de empaque x días en el año x .70

$$35,000 \times 24 \times 252 \times .7 = 148,176,000$$

Producción a 65%

$$35,000 \times 24 \times 252 \times .65 = 137,592,000$$

$$\$15.00 (148,176,000 - 137,592,000) = 158,760,000$$

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Pago de incentivo:

$$1200 \times 150 \times 252 \times 0.05 = 226,680$$

$$\text{UTILIDAD} = 158,760,000 - 226,680 - 533,932$$

$$\text{UTILIDAD} = 157,999,388$$

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Para el proyecto 5, la utilidad se puede medir contra otro sistema de administración de alguna otra empresa en la cual no existan estándares de producción que permitan administrar y planear compras, producción, distribución, etc. y consecuentemente en esta otra empresa los gastos serán mayores proporcionalmente. Suponiendo que teniendo sistemas de administración y planeación los gastos son menores en 10% y recordando que solamente es un área, la utilidad será:

$$\text{UTILIDAD} = \text{Gastos imputables al área T} \times .10 - \text{COSTO}$$

$$1) \text{ UTILIDAD} = 2,800,000,000 \times .10 - 359,955 = 279,644,045$$

$$2) \text{ UTILIDAD} = 2,800,000,000 \times .10 - 239,328 = 279,760,672$$

El proyecto 6 producirá un ahorro en cuanto a mejor utilización de recursos humanos y materiales, lo que a su vez producirá un incremento de productividad de 2% por reducción de tiempos perdidos por movimientos excesivos de material y de hombres, por lo cual la utilidad será:

$$\text{UTILIDAD} = \text{Utilidad por venta de jabón} \times (\text{producción con productividad } 77\% - \text{producción con productividad } 75\%) - \text{COSTO}$$

Producción a 77%

No. de cajas diarias x unidad de empaque x días en el año x .77

$$30,000 \times 72 \times 252 \times .77 = 419,126,400$$

Producción a 75%

$$30,000 \times 72 \times 252 \times .75 = 408,240,000$$

$$\$4.00 (419,126,400 - 408,240,000) = 43,545,600$$

$$UTILIDAD = 43,545,600 - 239,328$$

$$UTILIDAD = 43,545,600$$

Ahora se puede proceder a determinar la clasificación que queda de la siguiente manera:

Proyecto	Clasificación
1	I.
2	P.I.
3	I.
4	I.
5	M.I.
6	M.I.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

La jerarquización queda de la siguiente forma:

Proyecto	Jerarquización
1	5
2	8
3	3
4	5
5	1
6	2

Debido a que las diferencias en utilidades son de unos cuantos millones de pesos hasta mas de 200 millones de pesos, se consideraran las utilidades altas cuando son de mas de 200 millones de pesos y medias las menores de 200 millones de pesos, lo cual explica la anterior jerarquización hecha; la forma No. 2 para evaluación de proyectos, queda de la siguiente forma:

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Forma No. 2 para evaluación de proyectos

<u>No.</u>	<u>Costo del proyecto</u> <u>CT=1.741[S+52.08] *</u>	<u>Utilidades o</u> <u>beneficios</u>	<u>Clasificación</u>	<u>Jerarquización</u>
1	889,887	134,110,113	I.	5
2	239,328	107,724,672	P.I.	8
3	533,932	222,486,068	I.	3
4	533,932	157,999,388	I.	5
5	355,955 239,328	279,644,045 279,760,672	M.I. M.I.	1 1
6	239,328	43,545,600	M.I.	2
7				
8				
9				
10				
11				

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

* Se utilizó la fórmula $2.041 [S + 99.20]$

Forma No. 2 para evaluación de proyectos

<u>No.</u>	<u>Costo del proyecto</u> CT=1.741 S+52.08 *	<u>Utilidades o</u> <u>beneficios</u>	<u>Clasificación</u>	<u>Jerarquización</u>
------------	---	--	----------------------	-----------------------

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Forma No. 2 para evaluación de proyectos

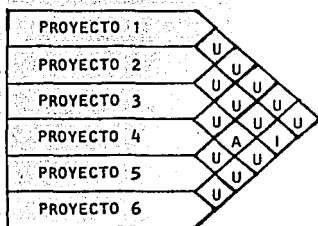
<u>No.</u>	<u>Costo del proyecto</u> <u>CT=1.741 S+52.08 *</u>	<u>Utilidades o</u> <u>beneficios</u>	<u>Clasificación</u>	<u>Jerarquización</u>
------------	--	--	----------------------	-----------------------

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

A continuación, se puede proceder a desarrollar la etapa de selección, que está contenida en la Metodología II y que comprende:

Revisión y determinación de técnicas de análisis las cuales se realizarán entre los integrantes del departamento y que en este caso serán las mismas que las planteadas al principio.

Carta y diagrama de relación de proyectos.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

CARTA Y DIAGRAMA DE RELACION DE PROYECTOS

En donde:

Símbolo carta
de relación

Descripción

Símbolo diagrama
de relación

A	Absolutamente necesario
E	Especialmente importante
I	Importante
O	O.K.
U	Sin importancia
X	Indispensable

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

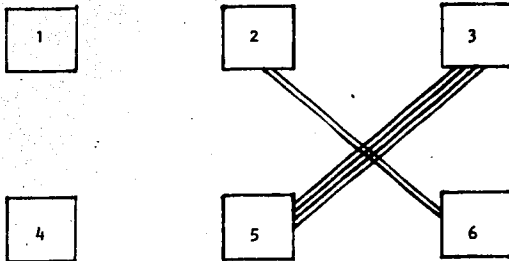


DIAGRAMA DE RELACION DE PROYECTOS

Ahora ya se puede llenar la forma No. 1 para selección de proyectos, la cual queda como se muestra a continuación:

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Forma No. 1 para selección de proyectos

<u>No.</u>	<u>Técnica de análisis</u>	<u>Secuencia de realización:1,2</u>	<u>Restricciones: si, no (Observ)</u>
1	Modelo del lote económico	1	No
2	Balanceo de líneas	2	Si Hay que localizar la nueva maquinaria
3	Determinación de sistema de incentivo	2	Si Hay que determinar tiempos de M.O. y estándares de producción
4	Determinación de sistema de incentivo	1	No
5	Determinación de tiempos de M.O. y estándares de producción	1	No
6	Localización de maquinaria	1	No
7			
8			
9			
10			
11			

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Forma No. 1 para selección de proyectos

<u>No.</u>	<u>Técnica de análisis</u>	<u>Secuencia de realización:1,2</u>	<u>Restricciones: si, no (Observ).</u>
------------	----------------------------	-------------------------------------	--

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Forma No. 1 para selección de proyectos

<u>No.</u>	<u>Técnica de análisis</u>	<u>Secuencia de realización:1,2</u>	<u>Restricciones: si, no (Observ)</u>
------------	----------------------------	-------------------------------------	---------------------------------------

**TESIS CON
PALLA DE ORIGEN**

A partir de aquí se procede a calificar los proyectos como ya se expuso anteriormente.

El orden determinará los proyectos que deben realizarse; al proyecto que tenga mayor número de puntos se le pondrá el No. 1 en la columna "orden" y así sucesivamente.

Teniendo el orden y tomando en cuenta las restricciones 1 y 2 se procede a determinar la selección final. En este caso serán los proyectos 4, 5 y 6 debido a que el proyecto 5 tiene que realizarse antes del 3 (que tiene una calificación mayor) y solamente se cuenta con 2 Ingenieros Industriales experimentados y un medio.

La selección final de los proyectos será:

SELECCION FINAL: Proyectos 5, 6 y 4

Como se muestra en la siguiente hoja:

Forma No. 2 para selección de proyectos

No.	B(x.15)	G(x.20)	C(x.15)	J(x.5)	Total	Orden	Selección final: sí, no (observ)
1	.30	.40	.30	1.0	2.0	4	No
2	.30	.40	.15	0.5	1.35	5	No
3	.45	.60	.30	1.5	2.85	1	No Hay que realizar primero el proyecto 5 por secuencia
4	.45	.40	.30	1.0	2.15	3	Sí Lo realizará un Ing. Ind. experimentado
5	.30	.60	.45	1.5	2.85	1	Sí Lo realizará un Ing. Ind. experimentado
6	.45	.40	.45	1.5	2.80	2	Sí Lo realizará un Ing. Ind. medio
7							
8							
9							
10							
11							

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Forma No. 2 para selección de proyectos

<u>No.</u>	<u>B(x.15)</u>	<u>G(x.20)</u>	<u>C(x.15)</u>	<u>J(x.5)</u>	<u>Total</u>	<u>Orden</u>	<u>Selección final:</u> <u>si, no (Observ)</u>
------------	----------------	----------------	----------------	---------------	--------------	--------------	---

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Forma No. 2 para selección de proyectos

<u>No.</u>	<u>B(x.15)</u>	<u>G(x.20)</u>	<u>C(x.15)</u>	<u>J(x.5)</u>	<u>Total</u>	<u>Orden</u>	<u>Selección final:</u> <u>si, no (observ)</u>
------------	----------------	----------------	----------------	---------------	--------------	--------------	---

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

VI. RESULTADOS Y EVALUACION

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

VI. RESULTADOS Y EVALUACION

Con los capítulos anteriores de esta tesis, se satisface el objetivo principal de este trabajo que es :

Evaluar, seleccionar y controlar los proyectos.

En cuanto a esto, se puede decir lo siguiente :

Se ha logrado hacer una evaluación económica de los proyectos en base a costos, beneficios y utilidades, que sirven como parte de la información para tomar decisiones; esta evaluación se puede encontrar en los algoritmos y diagramas de flujo de evaluación.

Se ha logrado hacer una selección de los proyectos en base a la evaluación económica y a otros factores adicionales que se consideraron importantes como la clasificación, jerarquización de los problemas y calificación de los proyectos. Esta selección se puede encontrar en los algoritmos y diagramas de flujo de selección.

Lo anterior indica cuales proyectos se deben realizar inmediatamente y cuales posteriormente.

Se ha establecido la forma de controlar los proyectos y su desarrollo, para que no haya desviaciones de lo planeado, (cuando las haya, es necesario tomar medidas correctivas) por medio de gráficas de Gantt principalmente.

Con lo anteriormente enunciado, se puede decir que este método es útil para los propósitos de este trabajo.

TESIS CON
FALLA DE CRICEN

1. COMPARACION COSTO-UTILIDAD UTILIZANDO EL METODO PROPUESTO Y OTRO METODO DE SELECCION.

Para determinar la utilidad (beneficio económico) que proporcione este método, es conveniente compararlo cuantitativamente con otra manera de seleccionar proyectos. Este otro método de selección se refiere a una selección hecha por un jefe de departamento en el cual se toma en consideración aspectos económicos, prioridades del departamento y de la empresa y algunos otros factores; sin embargo el método propuesto considera estos aspectos y otros más que en determinado momento se pueden pasar por alto o simplemente no se toman en cuenta. A continuación se procede a realizar esta comparación utilizando descrito a lo largo de esta tesis contra otro método de selección y tomando los proyectos enumerados en el Capítulo V; estos proyectos son :

- 1) Reducir niveles de inventario en el área J.
- 2) Elevar la productividad de 75 a 80% en el área J.
- 3) Implementar sistema de incentivo en el área T.
- 4) Implementar sistema de incentivo en el área L.
- 5) Determinar tiempos de mano de obra y estándares de producción en el área T.
- 6) Elaborar la localización de nueva maquinaria en el área J.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

A primera vista y debido a que existen 3 personas disponibles para realizar 3 proyectos, se podrían seleccionar los proyectos 1, 5 y 6, por las siguientes causas :

- El proyecto 5 es básico para cualquier proyecto posterior en dicha área y son varias las razones por las cuales es propuesto; pudiera ser que el costo de mano de obra fuera mayor o menor que el costo estándar o que la eficiencia fuera distinta regularmente que la estándar.
- El proyecto 1 pudiera seleccionarse debido a que pudiera proporcionar ahorros muy grandes sin afectar el funcionamiento de la planta y el nivel de servicio a clientes.
- El proyecto 6 es indispensable puesto que permitiría que la planta siguiera funcionando y satisficiera la demanda por la cual se adquirió esa nueva maquinaria; además, es necesario localizar esta maquinaria e instalarla antes de determinar los tiempos de mano de obra y estándares de producción para la misma.

Habiendo seleccionado los tres anteriores proyectos de una manera lógica, ahora se procederá a hacer una comparación de estos contra los proyectos que se seleccionaron por el método propuesto (ver Guía de Aplicación, Capítulo V) en cuanto a costos y utilidades.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

CONCEPTO	PROYECTOS SELECCIONADOS SIN METODO PROPUESTO (1,5 y 6)	PROYECTOS SELECCIONADOS SIN METODO PROPUESTO (4,5 y 6)
Costo	\$ 1,485,170.00 * \$ 1,364,543.00 *	\$ 1,129,215.00 * \$ 1,008,588.00 *
Utilidad	\$457,299,758.00 ** \$457,416,385.00 **	\$481,189,033.00 ** \$481,305,660.00 **

* El costo es la suma de los costos de cada proyecto seleccionado (ver capítulo III), al igual que la utilidad; hay 2 posibilidades de personal para realizar el proyecto 5, por esta razón has 2 cifras en costo y 2 en utilidad.

** La utilidad lleva implícitos los costos, ya que se usó la fórmula $U = I - C$

Como se puede observar, los proyectos seleccionados por el método -- propuesto producen utilidades más altas.

Existen otras combinaciones que podrían dar utilidades mayores en la selección de proyectos, pero hay que considerar varios factores que se han tomado en cuenta a lo largo de esta tesis que son:

- a) Se han establecido varios parámetros a evaluar para la selección de proyectos, no únicamente la utilidad, sino que todos los parámetros que se han descrito (utilidad, beneficio, clasificación, etc.) son importantes y tienen peso en la selección final.
- b) Aunque aparentemente algunos proyectos tengan una utilidad mayor, a largo plazo esto pudiera no ser cierto debido a numerosas causas entre las que se podrían mencionar:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- 183 -

- Que posteriormente las inversiones que se tengan que realizar -- sean altas y las utilidades que se obtuvieran anteriormente se -- vean reducidas (por ejemplo, por no establecer algún sistema de seguridad).
- Que el personal se desmotive por alguna razón (por ejemplo, por no establecer un sistema de incentivo en algún área, teniendo algunas otras áreas establecido ya un sistema de incentivo) y que -- la productividad baje como consecuencia reduciendo las utilidades y elevando los costos.
- Que al reducir niveles de inventario no se tome en cuenta que en un futuro la demanda aumente y se tengan pérdidas por dejar de vender o no tener la capacidad de producción suficiente.

Estas y otras causas nos indican que la importancia de realizar un proyecto en el momento adecuado es muy alta y a veces no sucede de esta manera, por una mala selección de proyectos, pero algunas -- otras veces a falta de capital, de recursos humanos, a burocratismos o algunas otras causas.

Si estos 6 proyectos se subdividieran más podría haber una minimización de costos y maximización de utilidades mayor. Esto no es razonable hacerlo en este apéndice, aunque muchas veces es conveniente en la práctica subdividir los proyectos de alguna manera, sobre todo si hay una razonable duda de que esto producirá mayores utilidades, que el hacerlo como se expuso en este apéndice.

Es muy probable que los proyectos propuestos se tengan que realizar en su totalidad, pero si no se les asigna el personal adecuado y se

llevan a cabo en el momento preciso, se incurrirá en costos mayores (adicionales) a los que se presenten aplicando el método propuesto.

Este método se aplica parcialmente o expresado de alguna otra manera, en muchos casos algunas personas hacen análisis de costos y utilidades, otras toman en cuenta la importancia de la realización de un proyecto en relación a el beneficio económico a corto, mediano y largo plazo o el beneficio social. Otros prevén los efectos colaterales que pueda haber en otros departamentos y que impliquen costos adicionales. Este método reúne todos estos factores y los maneja de una manera sencilla para obtener los mayores beneficios a un menor costo y de una manera ambivalente ya que involucra los proyectos de la empresa y el funcionamiento del propio departamento que los realiza.

1.1. RENTABILIDAD DE UN DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Es importante el poder medir cuantitativamente la rentabilidad de un departamento de Ingeniería Industrial, debido a que el mismo es una entidad que debe ser generadora constante de reducción de costos o de aumento de beneficios y/o utilidades, lo cual quiere decir que para evaluar los resultados del mismo, es necesario cuantificar estos factores; una medida razonable de estos factores pudiera ser:

BUENA RENTABILIDAD.- Beneficios netos 20 veces mayores que el costo de nímna del departamento.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Puede haber otras medidas aplicables a determinar la rentabilidad de un departamento de Ingeniería Industrial, en función de las características propias de cada departamento; esta medida que se recomienda es, sin embargo, muy representativa para cualquier departamento y los datos que involucra deben ser datos que normalmente se manejan en una empresa.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

186

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

VII. CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

La literatura existente respecto a métodos Ingenieriles es muy amplia y crece día a día. La mayoría de lo escrito se refiere a técnicas o procedimientos para valuación de proyectos y determinación de su factibilidad, viendo el proyecto como el elemento a considerarse y ser evaluado. Este trabajo considera parcialmente este aspecto y toma en cuenta el no considerado con frecuencia punto de vista de simultaneamente evaluar los proyectos y el costo de las personas que los realizan. Dicho de otra forma, se considera tanto la rentabilidad y funcionamiento óptimo de los proyectos que se realizarán, como del personal del departamento que los va a realizar.

Este enfoque de obtener una mayor productividad de un departamento y de los proyectos a realizar es muy válido y es doblemente importante, ya que al contemplarse los dos puntos de vista, se podrá obtener un beneficio económico mayor ya que en este caso todos los recursos son utilizados de una manera más eficiente (humanos, técnicos, económicos, tiempo).

Adicionalmente, es muy conveniente que cualquier ente que tenga que realizar proyectos utilice este u otro método para seleccionar los proyectos a realizar, ya que de otra manera se llevarán a cabo pero no necesariamente en el orden óptimo de realización y a un costo mínimo; además, normalmente los recursos humanos son escasos para realizar numerosos proyectos simultaneamente (de igual manera que los

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

recursos materiales como el económico) y esto es muy comprensible - desde el punto de vista económico, ya que de otra manera podría en determinado momento haber una subutilización de los recursos humanos, lo que resultaría sumamente costoso.

Por otra parte, existen numerosas ideas, muchas de las cuales podrían ser muy útiles para numerosos fines y precisamente una de las funciones más importantes de un ingeniero industrial, es el transformar estas ideas en procedimientos, métodos y sistemas, documentar esta información y ver que se cristalicen estas ideas y se lleven a cabo las acciones indicadas. Como se menciona anteriormente cualquier método, manual o sistema que no se lleve a la práctica, podrá haber requerido mucho tiempo, investigación, etc. pero no tendrá ningún efecto positivo tangible si no se utiliza con la frecuencia necesaria.

El análisis de las implicaciones a largo plazo, que tendrán los proyectos que se desarrollarán, es de suma importancia en el futuro de desenvolvimiento de la empresa, puesto que se debe tomar en cuenta los efectos que producirán estos proyectos sobre posibles proyectos a desarrollar en el futuro.

Un problema que se puede presentar con frecuencia, es una mala estimación de los datos necesarios para aplicar el método, que pueden conducir a hacer una evaluación falsa y consecuentemente la selec-

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- 189 -

ción de los proyectos puede ser falsa (por ejemplo, una mala estimación del tiempo de desarrollo de los proyectos, podrá conducir a de terminar erróneamente los costos y la evaluación de los proyectos - también podrá ser falsa; consecuentemente, habrá una alta probabilidad de que la selección esté mal elaborada).

El éxito y la certeza de la aplicación de este método, dependerá en gran parte de una buena estimación de los datos.

Todo lo anteriormente expuesto y en general este trabajo de tesis - fué concebido originalmente con la idea de que el método fuera válido para cualquier empresa; durante el desarrollo de todos los capítulos se utilizaron ejemplos (proyectos) de dos tipos de empresas - diferentes, una del ramo eléctrico y la otra fabricante de jabones y detergentes, sin embargo los proyectos presentados son usuales en cualquier tipo de empresa por lo cual se puede decir que es aplicable a cualquier empresa.

Por último, en esta tesis se ha expuesto una de las múltiples aplicaciones de las herramientas de investigación y análisis que posee la Ingeniería Industrial en el campo profesional, pensando siempre en la principal función u objetivo que pretende lograr la Ingeniería Industrial, que es la optimización en el uso de recursos, también denominado minimización de costos, maximización de utilidades, incremento de productividad, etc., que es una parte muy importante para el mejoramiento del bienestar de las sociedades actuales y a la cual colabora de manera muy importante la Ingeniería Industrial.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- I. Miguel Angel Corzo
Introducción a la Ingeniería de Proyectos
Editorial Limusa

- II. Richard L. Francis, John A. White
Facility Layout and Location, and analytical approach
Prentice Hall Inc.
1974

- III. Eugene L. Grant, W. Grant Ireson, Richard S. Leavenworth
Principles of Engineering Economy
John Wiley & Sons

- IV. George A. Taylor
Ingeniería Económica
Editorial Limusa
1977

- V. David Martínez Guzmán
Modelo de simulación de costo de capital
Tesis profesional

- VI. H. B. Maynard
Industrial Engineering Handbook
Mc. Graw-Hill

- VII. B. W. Niebel
Ingeniería Industrial
Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.

- VIII. Richard Muther
Systematic layout planning
Industrial Education Institute, Boston Mass.
1961

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- IX. H. G. Thuesen, W. J. Fabrycky, G. J. Thuesen
Economía del proyecto en Ingeniería
Prentice Hall
- X. Instituto Latinoamericano de planificación económica y social
Guía para la presentación de proyectos
Siglo veintiuno editores
- XI. American Management Association
Técnicas de la Administración Moderna
- XII. Robert N. Anthony
La contabilidad en la administración de empresas.
Editorial UTEHA
1976.
- XIII. Rick Hesse/Gene Woolsey
Applied Management Science
Science Research Associates Inc.
1980.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**