

37
2 es.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS DE
INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TECNOLOGÍAS
DE LA INFORMACIÓN

T E S I S

Que para obtener el título de:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA ÁREA
ELÉCTRICA-ELECTRÓNICA

P r e s e n t a n :

Jorge David Castrejón Rodríguez

Raúl Chávez Velázquez

Eduardo Delgado Hurtado

Pedro Mendoza Cruz

Leonardo Nava Almeida

265239



Director de Tesis: Ing. Gustavo Adolfo Olivos Rojas

Ciudad Universitaria

1998



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central

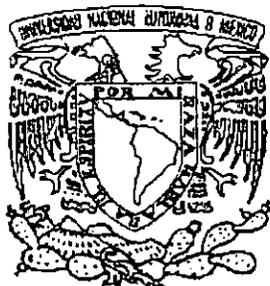


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS DE
INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TECNOLOGÍAS
DE LA INFORMACIÓN**

T E S I S

Que para obtener el título de:

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA ÁREA
ELÉCTRICA-ELECTRÓNICA**

P r e s e n t a n :

Jorge David Castrejón Rodríguez

Raúl Chávez Velázquez

Eduardo Delgado Hurtado

Pedro Mendoza Cruz

Leonardo Nava Almeida



Director de Tesis: Ing. Gustavo Adolfo Olivos Rojas

Ciudad Universitaria 1998

Motivación y tiempo. Sabía que algún día habría de encontrarlos. Hoy que lo he conseguido, agradezco a mis padres su cariño, soporte y consejo de todos estos años.

Haber concluido esta etapa de mi formación académica me hace sentir mejor conmigo mismo, me permite trazar nuevas metas y sentir que la espera ha valido la pena.

Jorge David Castrejón Rodríguez

Para mis padres, quienes han sabido guiarme y ser un buen ejemplo.

Para mis hermanos, quienes siempre han sido motivo de inspiración y apoyo.

Para mi sobrina, a quien le deseo una vida hermosa.

Para la familia Sánchez Bolaños, quienes con su ejemplo han sido motivación y entrega.

Para mis amigos, con quienes he construido lo que soy, por simple gusto.

Raúl Chávez Velázquez

A mi Madre con todo mi agradecimiento por su amor y
paciencia

A mis hermanos por el apoyo que siempre me han
brindado

A mi hijo, mi gran aliciente.

*“La vida no es un ensayo, aunque tratemos muchas
cosas, no es un cuento, aunque inventemos muchas
cosas; no es un poema aunque soñemos muchas
cosas. El ensayo del cuento del poema de la vida es
un movimiento perpetuo; eso es, un movimiento
perpetuo.”*

Augusto Monterroso

Eduardo Delgado Hurtado

Agradecimientos a Dios, a mi familia y a mis padres
(Pedro Mendoza Chavarría y Eva Cruz Rueda). En
especial por su apoyo y confianza totalmente
desinteresados.

Pedro Mendoza Cruz

1. A Dios.
2. A mi madre, Ma. Del Socorro Almeida Morales.
3. Al Lic. Don Claudio Silva Herzog Flores (+) y su bondadosa esposa "La Güerita" Ma. De Los Angeles Urrutia de Silva Herzog.
4. A todos mis maestros.
5. A mis familiares, amigos, compañeros, que en mí confiaron y que con sus opiniones y consejos, me alentaron a continuar mis estudios.

Leonardo Nava Almeida

TABLA DE CONTENIDO

OBJETIVO.....	1
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	2
I.1 El número de soluciones posibles y la dificultad para evaluarlas	2
I.2 El papel de la creatividad en la solución de problemas de ingeniería.	3
I.3 El papel del criterio.....	4
I.4 Variación de los factores.....	4
I.5 Imperfecciones de los métodos.....	5
I.6 La evolución como propiedad.....	5
I.7 La historia de la ingeniería de procesos y administración de proyectos....	6
CAPÍTULO II. ANTECEDENTES	9
II.1 Concepto de proyecto	9
II.2 Metodología para la identificación y generación de un proyecto	9
II.2.1 Antecedentes	9
II.2.2 Planteamiento del problema a solucionar.....	10
II.2.3 Justificación del proyecto.....	11
II.2.4 Objetivo general o de desarrollo.....	11
II.2.5 Resultados, actividades e insumos del proyecto.....	12
II.2.6 Indicadores y fuentes de verificación.....	12
II.2.7 Presupuesto.....	13
II.2.8 Mecanismos de coordinación.....	13
II.2.9 Observaciones.....	14

II.2.10 Cronograma de actividades.....	14
II.3 Fases de un proyecto	15
II.3.1 Diseño	16
II.3.2 Implementación y desarrollo.....	17
II.3.3 Puesta en operación.....	18
II.3.4 Administración y operación	18
II.4 Análisis de factibilidad operativa.....	19
II.5 Análisis económico	20
II.5.1 Valor del dinero en el tiempo	21
II.5.2 Equivalencia.....	22
II.5.3 Análisis de valor presente.	22
II.5.4 Análisis de flujo de caja anual.	22
II.5.5 Análisis de la tasa de rendimiento.....	23
II.5.6 Tiempo de recuperación de la inversión.....	23
II.6 Agendas y planes de trabajo	24
II.7 Desarrollo de procedimientos	25
CAPÍTULO III. DISEÑO.....	28
III.1 Concepto de modelo.	28
III.1.1 Modelos matemáticos.....	29
III.1.2 Modelos narrativos	29
III.1.3 Modelos físicos.....	30
III.1.4 Modelos gráficos	30
III.2 Planeación.....	32
III.3 Herramientas para la planeación.....	35
III.3.1 Gráficas de Gantt	35
III.3.2 El método PERT.....	36
III.3.3 La técnica CPM	38

III.3.4 La técnica RAMPS	41
III.4 Supervisión.....	41
III.5 Asignación de responsabilidades	42
III.6 Herramientas para el diseño.....	43
III.6.1 La herramienta CAD.....	44
III.7 Documentación del diseño del sistema.	45
CAPÍTULO IV. IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO	48
IV.1 Control del desarrollo de las actividades	48
IV.2 Supervisión de la ejecución	52
IV.2.1 Inspecciones	52
IV.2.2 Revisiones periódicas y comprobaciones.....	53
IV.2.3 Auditorías	54
IV.3 Memorias técnicas y documentación.....	54
IV.3.1 Preparación de planos y especificaciones.....	55
IV.3.2 Documentación.	55
IV.3.3 Órdenes de trabajo.....	57
IV.3.4 Políticas a Seguir.	59
IV.3.5 Seguimiento de la OT.....	60
CAPÍTULO V. PUESTA EN OPERACIÓN	64
V.1 Secuencia de arranque	64
V.2 Pruebas y verificación	65
V.2.1 Pruebas de los subsistemas.....	65
V.2.2 Pruebas Integrales.	66
V.3 Comunicación y documentación del proyecto	67
V.4 Manejo y solución de problemas	68

V.5 Restablecimiento de la Operación.....	69
V.6 Control de Cambios.....	71
CAPÍTULO VI. CONTROL Y SEGUIMIENTO.....	72
VI.1 Capacitación.....	73
VI.1.1 Capacitación de Supervisores.....	73
VI.2 Mantenimiento.....	74
VI.2.1 Trabajos de mantenimiento.....	75
VI.2.2 Programación de los trabajos de mantenimiento.....	75
VI.2.3 Evaluación de los costos.....	77
VI.2.4 Registro de los datos estadísticos.....	77
VI.2.5 Evaluación de la eficacia del departamento de mantenimiento.....	78
VI.3 Seguridad operativa.....	79
VI.3.1 Objetivo de la seguridad operativa.....	80
VI.3.2 Consideración de la seguridad operativa del diseño.....	83
VI.4 Manejo de información y reportes.....	86
VI.4.1 Informes de progreso.....	89
VI.4.2 Informes PERT / Costo.....	89
CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y COMENTARIOS.....	92
GLOSARIO.....	96
BIBLIOGRAFÍA.....	98

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es desarrollar una tesis que defina los diversos procedimientos y técnicas para la óptima administración de cualquier tipo de proyecto en cualquiera de sus fases y aplicaciones.

Para ello, se hace uso de la experiencia profesional y académica de los autores del presente trabajo.

De esta manera, se pretende asegurar un adecuado nivel de calidad en la participación de un Ingeniero en Electrónica en el desarrollo de proyectos, no importando su campo laboral ni puesto en la organización, tomando además en cuenta el mercado mexicano.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Para los recién egresados de las aulas universitarias, donde han trabajado varios semestres en matemáticas y ciencias puras, la materia aplicada a la que se enfrentan representa un cambio drástico. Algunos estudiantes tienen problemas para adaptarse dentro de un periodo relativamente corto, lo cual puede convertirse en una desventaja adicional a la falta de experiencia laboral y por consiguiente dificultar su integración a la vida laboral.

Con la mentalidad de facilitar y acelerar este cambio de perspectiva, es conveniente discutir aquellos aspectos en los que el presente proyecto se diferencia del trabajo que predomina en los cursos iniciales de la formación universitaria. Con tal fin, se discutirán varias de las características importantes del control de proyectos y los problemas de la ingeniería, en particular electrónica, cómputo y telecomunicaciones.

1.1 El número de soluciones posibles y la dificultad para evaluarlas

Por lo general, existe un gran número de soluciones a los problemas característicos de la ingeniería. Es común que en éstos intervengan muchas variables, que se disponga de poco tiempo para evaluarlas e incluso que sea imposible realizar mediciones confiables, de tal manera que en ocasiones es imposible valorar perfectamente las alternativas de solución, teniendo que considerarse solamente los factores más relevantes. Sumado a esto, suelen existir errores en la predicción del funcionamiento del diseño y, por tanto, parte de la evaluación final de las soluciones posibles se deja, por necesidad, al mejor criterio.

El hecho de que ordinariamente tratamos con una pequeña fracción de dichas soluciones y de que debemos escoger entre ellas, con base a una evaluación imperfecta, hace injustificable referirnos a una solución de un problema de ingeniería, como a la respuesta correcta. Lo que puede decirse entonces es que "ésta es una respuesta, una solución considerada superior entre las soluciones posibles".

Por otro lado, la diferencia de ideas y opiniones hace que la solución presentada por un ingeniero no sea automáticamente aceptada y que se dude de su criterio; circunstancias como éstas requieren algo más que presentar una solución al problema planteado. Es necesario que éste exponga sus ideas y convenza a los demás de la superioridad de las mismas.

1.2 El papel de la creatividad en la solución de problemas de ingeniería.

En gran parte de su trabajo, un ingeniero debe depender de su habilidad creativa para hallar soluciones. Sus conocimientos, principios, prácticas y experiencia laboral, en ocasiones son de ayuda limitada, debido a la singularidad de la mayoría de los problemas a los cuales se enfrenta.

Considerando la diferencia que sucesivamente van presentando los problemas, una gran parte de los diseños de un ingeniero es fruto de su inventiva personal. En situaciones para las que no existen soluciones establecidas, él depende de su ingenio para crear ideas. Por consiguiente, la creatividad es un atributo indispensable que vale la pena cultivar siempre.

I.3 El papel del criterio.

En ciertas etapas de nuestra formación académica, resulta difícil reconocer y aceptar el grado hasta el cual es útil y recomendable aplicar el criterio en los problemas usuales de ingeniería y la administración.

En la actualidad, el ejercicio del criterio juega un papel muy importante en el trabajo de todo ingeniero, ya que el dinamismo del mundo contemporáneo obliga a tomar decisiones oportunamente, a fin de encontrar y aplicar la solución antes de que el problema se agrave; por otra parte, debe utilizarse libremente el criterio, a falta de una investigación cuantitativa y exhaustiva, y de una evaluación de todas las alternativas y factores involucrados.

I.4 Variación de los factores.

Virtualmente, todos los aspectos de los fenómenos a los que un ingeniero se enfrenta manifiestan una variación considerable; entre ellos podemos citar los siguientes puntos:

- ✓ el ambiente en que trabaja
- ✓ las técnicas que emplea
- ✓ los materiales, las mediciones y equipo de pruebas que usa
- ✓ el personal que trata
- ✓ el volumen del producto, etc.

Esta variación ocasiona un sinnúmero de dificultades, que hacen creer que nunca se tiene el "buen comportamiento" y claridad que uno desearía, situación que

también es evidente en la práctica industrial. La manera como se hacen las cosas, la terminología usada y el grado de éxito obtenido varían radicalmente de unas a otras compañías, de manera que en la práctica frecuentemente es difícil, o imposible, hacer generalizaciones concernientes a tales cosas.

1.5 Imperfecciones de los métodos.

No existe procedimiento, práctica o política empleada en la actividad cotidiana que no adolezca de imperfecciones y desventajas.

En virtud de que deben obtenerse resultados y tomarse decisiones, los especialistas usarán las mejores técnicas y procedimientos disponibles, independientemente de sus deficiencias. La imperfección muy raramente obstaculiza su uso.

1.6 La evolución como propiedad.

Al intentar entender por qué algunos aspectos de una empresa están organizados y operados de la manera en que ya lo están, encontramos con frecuencia que, en lugar de ser el resultado de un proceso de decisión deliberado y cuidadosamente meditado, es algo que simplemente "creció" al paso de los años. De hecho, existen numerosos procedimientos, formas y sistemas singulares que son el resultado de un proceso causal de evolución, ya que en realidad nunca fueron diseñados, sino que simplemente surgieron, paso a paso, a lo largo de los años.

Probablemente esto pudo haber ocurrido en la distribución existente de una planta industrial, la organización actual de una compañía, el sistema de contabilidad y muchos otros aspectos de la operación, todos ellos simplemente "surgieron", y aquí radica la importancia de una buena planeación.

Muchas veces se cree que la mayoría de los problemas de ingeniería son de fácil solución. Con frecuencia se tiene la impresión de que debido a que una compañía emplea ingenieros para que diseñen sus productos, los problemas con el diseño están resueltos, que porque los ingenieros hacen la distribución de la planta, el arreglo de las instalaciones y el flujo del producto están por ello optimados; o que el empleo de ingenieros especialistas en métodos, significa que no existan mejoras que hacer.

Esto constituye un grave error, ya que cualquier compañía tiene un sinfín de problemas dignos de atención. Para evitar este tipo de situación se debe supervisar constantemente el proyecto que se desarrolla.

1.7 La historia de la ingeniería de procesos y administración de proyectos.

La ingeniería de procesos data del siglo diecinueve y se ocupa directamente del establecimiento de métodos y cargas de trabajo.

El **estudio de tiempos**, que constituye una fase importante de la ingeniería de procesos, tiene una historia que data de muchas décadas y se basa principalmente en el trabajo de Babbage, quien en su libro clásico, titulado *Economy of Machinery and Manufacture*, publicado en 1833, expuso la utilización de un estudio elaborado de tiempos en operaciones de manufactura.

El estudio formal de tiempos fue desarrollado por Frederick W. Taylor. Su trabajo de vanguardia, que implicaba el uso de extensos procedimientos de medición de tiempos, contiene una amplia documentación. Los procedimientos para el estudio de tiempos, desarrollados por Taylor a principios de siglo, se adoptaron rápidamente en los círculos industriales y fueron ampliamente usados en 1920.

Durante este periodo, así como entre los años 1920 a 1930, se abusó de esta técnica, se le hizo excesiva propaganda y fue aplicada erróneamente por una multitud de falsos expertos, a quienes despectivamente se les llamaba " peritos en eficacia".

Desdichadamente los desaciertos cometidos en esa época han empañado la historia del estudio de tiempos al grado de que esta especialización, actualmente, goza de una reputación dudosa.

La otra faceta importante de la ingeniería de procesos, denominada clásicamente estudio de movimientos y mencionada aquí con el nombre de diseño de métodos, ha tenido igualmente una historia larga.

Frank Gilberth fue el pionero en este campo durante la primera parte de este siglo. Muchas de sus aportaciones y las de la doctora Lillian Gilberth a la filosofía y técnicas asociadas con el diseño de métodos de trabajo están aún en vigencia.

Las características mencionadas respecto al estudio de tiempos y su historia se aplican también al estudio de movimientos, aunque en menor grado, de tal suerte que las teorías, procedimientos y resultados de estudio de movimientos son temas de controversia y causan una fricción considerable entre la compañía y el sindicato.

Este campo tiene una reputación desfavorable como resultado de las malas prácticas y de los abusos cometidos; la tradición ejerce una amplia influencia sobre la teoría y la práctica; los trabajadores mantienen un gran interés en los resultados que obtiene el ingeniero y en la manera de obtenerlos. Estar enterado de todo lo anterior facilitará una mayor apreciación y comprensión de los capítulos siguientes.

Darse cuenta de la existencia de estas circunstancias, significa tener una visión más sensata, lo cual es muy aceptable al enfocar este tema.

CAPÍTULO II. ANTECEDENTES

II.1 Concepto de proyecto

Un proyecto es un conjunto coherente e integral de actividades tendientes a alcanzar objetivos específicos que contribuyen al logro de un objetivo general o de desarrollo, en un periodo de tiempo determinado, con unos insumos y costos estimados.

Todo proyecto busca mejorar una situación o solucionar una necesidad o un problema existente. Por ello, es necesario tener en cuenta que la generación de un proyecto debe partir de una adecuada identificación de la necesidad o problema y contar con el diseño de las condiciones pertinentes para su óptima solución.

II.2 Metodología para la identificación y generación de un proyecto

II.2.1 Antecedentes

En esta parte se debe presentar un diagnóstico que muestre la necesidad y/o viabilidad de desarrollar el proyecto, con los principales indicadores de medición. Es preciso indicar los proyectos que han sido ejecutados, o están en proceso, para atender la misma necesidad o problema, y el origen de la iniciativa a presentar.

También es adecuado señalar si ha existido cooperación para la misma entidad o para la necesidad presentada, indicando la fuente, área de atención y fecha, así como los principales logros y resultados.

II.2.2 Planteamiento del problema a solucionar.

Dado que el propósito de un proyecto es solucionarlo, mejorar una situación o atender una necesidad, es indispensable, antes de iniciar el diseño del proyecto, delimitar y describir claramente cuál es el problema o la situación que el proyecto pretende atender.

Una clara y correcta definición del problema o situación que se va a atender es la clave para la generación del proyecto y para su éxito en el logro de sus metas y objetivos. Si la definición del problema o situación que se desea atender es incorrecta, difícilmente se pueden alcanzar los resultados buscados.

En la identificación del problema se deben analizar las características más importantes de la situación planteada y las condiciones en que se está presentando. A partir de este análisis se deben listar los problemas e identificar el problema central, y establecer las relaciones de causa - efecto de ese problema central utilizando un "árbol de problemas". En la parte inferior del problema central van sus causas y en la parte superior sus consecuencias.

La clasificación de los problemas en jerarquías permite llegar a identificar su nivel de importancia. Además, este análisis permite definir los objetivos específicos del proyecto, como se verá más adelante.

Así mismo, incluir aquellas otras situaciones que inciden o que colaboran con la necesidad encontrada, como las condiciones ambientales, aspectos administrativos o de gestión, o aspectos técnicos muy específicos.

II.2.3 Justificación del proyecto.

La justificación del proyecto debe analizar:

- ✓ Las características y dimensiones del problema y sus efectos, y las razones por las cuales es necesario solucionar o modificar la situación.
- ✓ Explicar porqué es adecuado para solucionar el problema. Para esto, se debe tener en cuenta aspectos tales como:
 - ◇ Medida en que el proyecto contribuye a solucionar el problema planteado.
 - ◇ Quienes son los beneficiarios y en qué medida el problema será resuelto.
 - ◇ Análisis de la forma como la tecnología propuesta es adecuada contribuyendo a la solución del problema y conservando el medio ambiente, en situaciones que así lo merezcan, por ejemplo: fabricación de productos.
 - ◇ Buscar la mejor opción costo/beneficio.
 - ◇ Aprovechar recursos ya disponibles.
 - ◇ Otros (aspectos financieros, comerciales, etc.).

II.2.4 Objetivo general o de desarrollo.

El planteamiento de objetivos específicos debe partir del análisis del árbol de problemas, de tal manera que cada uno de ellos sea una respuesta de solución al problema o necesidad.

Se debe definir el proyecto global, el cual puede estar formado por sistemas dependientes o independientes y no perder de vista la relación costo - beneficio.

II.2.5 Resultados, actividades e insumos del proyecto.

Los resultados o productos son la consecuencia de las actividades que se realizan en el proyecto, a partir de la movilización o el uso de insumos, con el fin de contribuir al logro de los objetivos específicos.

Los **resultados** expresan los logros del proyecto y en qué medida contribuyen a alcanzar el objetivo específico respectivo. Deben ser concretos y posibles de medir en forma cualitativa y cuantitativa. Por esta razón deben estar relacionados con indicadores que los verifiquen, como se presenta más adelante.

Las **actividades** son las acciones o tareas que se deben realizar en forma consecutiva, utilizando determinados insumos, con el fin de producir los resultados y por tanto contribuir al logro de los objetivos específicos planteados.

Los **insumos** son los recursos humanos, técnicos, tecnológicos, de infraestructura o de dotación que se necesitan para ejecutar las actividades previstas, producir los resultados y alcanzar los objetivos específicos.

II.2.6 Indicadores y fuentes de verificación.

En todos los casos es indispensable poder medir el nivel de consecución de los resultados planteados a fin de permitir su seguimiento, evaluación y la del proyecto mismo.

Los **indicadores de resultados** son la base para el seguimiento y la evaluación del proyecto, porque permiten concretar los resultados esperados en cantidad, calidad y tiempo. Deben formularse de tal manera que permitan la medición y contabilidad de los resultados esperados por la realización del proyecto y de esta manera medir el grado de consecución de los objetivos. Deben medir el cambio que puede atribuirse al proyecto.

Las **fuentes de verificación** indican dónde se puede obtener la información sobre los indicadores para verificar que los resultados se lograron. Esto es importante porque no se deben formular indicadores sobre los cuales no se tiene certeza de conseguir la información. Por ello, todo indicador debe tener por lo menos una fuente de verificación.

11.2.7 Presupuesto.

Esta es una parte importante en la generación de un proyecto y por lo tanto su presentación es imprescindible.

11.2.8 Mecanismos de coordinación.

En esta sección se debe realizar lo siguiente :

- ✓ Incluir los acuerdos, convenios o contratos que sea necesario realizar, como requisito previo a la realización del proyecto, y que sean indispensables para poner en marcha las actividades del mismo.
- ✓ Indicar las condiciones previas a la iniciación del proyecto, que están a cargo de la entidad ejecutora, tales como construcción y adecuación de infraestructuras, selección y capacitación de personal ajeno a nuestro

equipo directo de trabajo, elaboración del presupuesto o recopilación de documentos, informes y estudios necesarios para el proyecto.

- ✓ Explicar en qué forma la entidad ejecutora puede asegurar la continuidad de las acciones del proyecto una vez el mismo concluya; es decir, la capacidad de continuar por sí misma el proyecto.
- ✓ Finalmente, es necesario incluir los datos básicos de la persona responsable del proyecto en la entidad ejecutora: nombre, cargo, dirección y teléfono. Esta persona debe ser preferiblemente un funcionario que haya participado en la generación del proyecto y que pueda dar información técnica sobre el mismo o atender recomendaciones para su nueva generación.

II.2.9 Observaciones.

En este punto se puede incluir otra información relevante que no tenga relación con los puntos anteriores y sea necesaria.

II.2.10 Cronograma de actividades.

Cada una de las actividades señaladas anteriormente se deben incluir en un gráfico de barras que describa el tiempo necesario para su ejecución. En la primera columna se incluirá cada una de las actividades y de la segunda en adelante se rellena el número de meses que se necesitan para adelantar cada actividad. Más detalles se darán posteriormente en el presente trabajo.

II.3 Fases de un proyecto

En un proyecto es indispensable considerar varias etapas que permitan garantizar el éxito del mismo.

Las fases que aquí se consideran son generales y podrán existir variaciones de acuerdo al alcance y complejidad de cada proyecto (siendo posible que existan más etapas).

Fases de un proyecto:

- ✓ Diseño.
 - ◇ Planeación.
 - ◇ Selección de proveedores / personal.
 - ◇ Herramientas / equipo.
 - ◇ Supervisión.
- ✓ Implementación y desarrollo.
 - ◇ Delegación de responsabilidades.
 - ◇ Supervisión.
 - ◇ Memorias técnicas y documentación.
- ✓ Puesta en operación.
 - ◇ Procedimientos.
 - ◇ Delegación de responsabilidades.

- ◇ Secuencia de arranque.
- ◇ Manejo y solución de problemas.
- ✓ Administración y operación.
 - ◇ Procedimientos.
 - ◇ Rutinas de prueba y verificación.
 - ◇ Delegación de responsabilidades.
 - ◇ Manejo y solución de problemas.
 - ◇ Capacitación de operadores.
 - ◇ Estrategias para definición de respaldos.
 - ◇ Manejo de información y reportes.
 - ◇ Mantenimiento preventivo / correctivo.
 - ◇ Estrategia de solución de problemas.

II.3.1 Diseño

El objetivo de esta fase es que el equipo de trabajo defina el alcance, el propósito, los plazos y la dirección del proyecto. También determinará los riesgos y los problemas relacionados con el mismo. Aquí se deberá seleccionar al personal para su ejecución, las instalaciones y el equipo de soporte, en el caso del personal existente, éste se podrá asignar al proyecto.

En esta fase se deberá crear un plan detallado de todas las actividades a realizar. Esta preparación y planeación tendrá un impacto muy importante en el éxito y en la terminación a tiempo del proyecto.

A fin de que exista una adecuada supervisión del proyecto, se deberá crear un comité directivo (o en su caso responsable) que se encargue de ver que sean proporcionados todos los recursos necesarios, de revisar y aprobar todos los productos finales y de guiar al equipo en la ejecución de las diferentes actividades.

El equipo de trabajo generalmente consistirá de varios miembros de diferentes departamentos y con diferente experiencia. Conjuntamente con el equipo de trabajo, y bajo su dirección se encontrará un equipo responsable de los aspectos técnicos del proyecto.

II.3.2 Implementación y desarrollo

En esta fase se llevarán a cabo las actividades para desarrollar el modelo propuesto en la fase de diseño. Aquí se deberán tener puntos de control y medición de tiempos para asegurar la calidad y éxito del proyecto. La responsabilidad de cada uno de los integrantes del equipo de trabajo deberá estar bien definida.

Para el desarrollo se deberá contar con herramientas que faciliten el trabajo y se buscará optimar recursos en el proceso.

II.3.3 Puesta en operación.

En esta fase se deberán realizar pruebas exhaustivas así como procedimientos en caso de contingencia, se delegará la operación a las áreas operativas de acuerdo a su función y especialidad dentro de la empresa y algo muy importante, se deberá documentar cada uno de los componentes del proceso, para que en caso de error sea más fácil su solución.

II.3.4 Administración y operación

El área más delicada de una empresa es la operación, si algún sistema llega a fallar y no se da servicio a los usuarios, las pérdidas pueden llegar a ser de proporciones insospechadas. Es por eso que al terminar un proyecto, éste debe ser rigurosamente probado.

Finalmente, el manejo y resguardo de información es de vital importancia para cualquier empresa que quiera tener una posición estratégica y de liderazgo en el mercado. Para ello deberá considerar :

- ✓ Niveles de seguridad para acceso a la información
- ✓ Niveles de servicio por prioridades
- ✓ Respaldos de información en sitio
- ✓ Respaldos de información fuera de sitio
- ✓ Procesos de contingencia
- ✓ No concentrar en un solo lugar la operación del sistema
- ✓ Hacer al sistema tolerante a fallas o redundante, etc.

II.4 Análisis de factibilidad operativa

El análisis de factibilidad operativa es una herramienta de evaluación cuantitativa y cualitativa de las soluciones que se tienen para un proyecto, y nos proporciona una medida comparativa de factibilidad, tomando en consideración los siguientes aspectos :

- ✓ Confiabilidad.
- ✓ Operabilidad.
- ✓ Disponibilidad.
- ✓ Factibilidad física y económica.

La **confiabilidad** es la probabilidad de que nuestro sistema desarrollado opere bajo condiciones prescritas sin falla durante un determinado periodo de tiempo.

La **operabilidad** es la facilidad que tiene el sistema proyectado para ser manejado u operado por personas comunes en tiempo mínimo de aprendizaje y sin lugar a confusión.

La **disponibilidad** es la proporción de tiempo en el que el proyecto esta en condiciones de ser utilizado, lejos de cualquier disfunción, buscando que esta sea óptima , sobre todo cuando la inversión es considerable. Estos criterios, junto con la posible reparación y el mantenimiento, toman mayor importancia cuando el proyecto es más complicado.

II.5 Análisis económico

El análisis económico es una herramienta que nos permite determinar entre varias alternativas la más conveniente económicamente para solucionar un problema.

En el proceso de toma de decisiones el análisis económico tiene un papel muy importante en la selección de una alternativa, y muchas veces es el factor que inclina la balanza entre una opción y otra.

Algunos aspectos especiales del análisis económico son los siguientes:

1. Los sistemas de contabilidad de costos, aun cuando son una fuente importante de datos, contienen asignaciones de costos indirectos que pueden resultar inapropiados para su empleo en el análisis económico.
2. Las diferentes repercusiones (costos y beneficios) de una alternativa pueden ser de tres tipos:
 - ✓ Repercusiones del mercado : cuando se dispone de precios de mercado establecidos.
 - ✓ Repercusiones fuera del mercado : no existen precios de mercado directos, pero pueden determinarse por medios indirectos.
 - ✓ Repercusiones no incluidas en el análisis monetario : las repercusiones no pueden evaluarse de una manera práctica.
3. Los criterios económicos para juzgar alternativas se reducirán a tres casos :
 - ✓ Para insumos fijos: maximizar beneficios o la producción.
 - ✓ Para producción fija : minimizar costos u otros insumos.

- ✓ Cuando no están fijos ni los insumos ni la producción : maximizar las diferencias entre la producción (beneficios) y los insumos (costos), o, dicho de manera más sencilla, maximizar las utilidades.
4. Selección de proveedores de bienes y servicios. Siempre se deben tener al menos dos opciones para cada proveedor, y se deberá hacer una tabla comparativa para apoyar la decisión.
 5. Una parte esencial del análisis económico en ingeniería es la auditoría a posteriori de resultados. Esto ayuda a asegurar que los beneficios proyectados se obtengan y a limitar las estimaciones poco realistas en el análisis.

En la toma de decisiones elemental para ingeniería, con frecuencia el problema es el de elegir el diseño, el método o los materiales apropiados. En algunos casos, todas las consecuencias ocurren en un periodo tan corto, que es necesario razonar las diferentes repercusiones.

Cuando las repercusiones de las alternativas ocurren a través de un periodo más largo (por ejemplo, un año) el paso intermedio en el análisis consiste en convertir las alternativas a una tabla de flujo de caja para poder determinar la mejor opción.

II.5.1 Valor del dinero en el tiempo.

El dinero es un bien valioso, tan valioso es que la gente está dispuesta a pagar por tener dinero disponible para usarlo, y el cargo que se cobra por prestar el dinero un periodo de tiempo se llama interés.

II.5.2 Equivalencia.

Cuando se cuenta con una cantidad de dinero en este momento y es indiferente a tener una cantidad mayor en el futuro, se dice que la suma presente es equivalente a la suma futura, este concepto es de vital importancia en el análisis económico, ya que nos permitirá conocer la mejor solución económica. La equivalencia depende de la tasa de interés.

II.5.3 Análisis de valor presente.

El análisis de valor presente es adecuado para casi todos los problemas de análisis económico. Es útil en particular cuando se quiere conocer el valor presente de los costos y beneficios futuros. Con frecuencia se desea saber el valor que tienen hoy ciertas cosas como los bienes que producen ingresos, las acciones y los bonos.

II.5.4 Análisis de flujo de caja anual.

El análisis de flujo de caja anual es uno de los métodos más importantes para convertir alternativas a valores comparables.

En el análisis de valor presente debe establecerse un periodo de análisis común. Sin embargo, el análisis de flujo de caja anual permite alguna flexibilidad siempre que las suposiciones necesarias sean adecuadas para la situación que se estudia.

El periodo de análisis puede ser diferente a las vidas útiles de las alternativas y si se cumplen los dos conceptos siguientes, el análisis realizado será válido:

1. Se supone que cuando una alternativa ha alcanzado el final de su vida útil, se reemplaza por un artículo idéntico.
2. El periodo de análisis es un múltiplo común de las vidas útiles de las alternativas, de otra manera, existe un requerimiento perpetuo o que continúa para la alternativa seleccionada.

II.5.5 Análisis de la tasa de rendimiento.

La tasa de rendimiento se puede definir como la tasa de interés pagada sobre el saldo insoluto de un préstamo tal que el préstamo queda completamente pagado al cumplirse el plan de pagos. Para una inversión, la tasa de rendimiento es la tasa de interés que se gana sobre la Inversión no recuperada, de tal manera que el plan de pagos hace que la inversión no recuperada sea cero al final de la vida de inversión.

El análisis de tasa de rendimiento es el método que se usa con más frecuencia en la industria ya que la tasa de rendimiento resultante es un concepto comprensible de inmediato. También se evitan las dificultades de seleccionar una tasa de interés adecuada para realizar cálculos.

II.5.6 Tiempo de recuperación de la inversión.

El tiempo de recuperación de la inversión es el tiempo requerido para que la ganancia u otros ahorros sobre una inversión iguallen los costos de la inversión. En todas las situaciones, el criterio será el de minimizar este tiempo.

II.6 Agendas y planes de trabajo

La planeación del trabajo consiste en fijar el curso concreto de acción que ha de seguirse, estableciendo los principios que habrán de orientarlo, la secuencia de operaciones para realizarlo y la determinación de tiempos, necesaria para su realización

Comprende los siguientes puntos:

- ✓ Políticas: Son principios para orientar las acciones y poder delegar autoridad
- ✓ Procedimientos: Son aquellos planes que señalan la secuencia cronológica más eficiente para obtener los mejores resultados en cada función concreta.
- ✓ Programas: Son agendas o calendarios que permiten fijar los tiempos requeridos para el desarrollo de cada una de las etapas del proyecto.
- ✓ Presupuestos: Se precisan unidades, costos, etc.
- ✓ Pronósticos: Son suposiciones basadas en experiencias anteriores, de lo que se espera lograr o realizar.

Los planes deben ser de tal naturaleza, que exista uno para cada función, y todos deben estar de tal modo coordinados e integrados, que en realidad pueda decirse que existe un sólo plan general.

Las herramientas más usadas para formular planes de trabajo son las siguientes:

- ✓ Manuales de objetivos y políticas: Son folletos, libros, carpetas, etc., en los que de una manera fácil de manejar se concentran de forma

sistemática, una serie de elementos administrativos para un fin concreto.

- ✓ Diagramas de proceso y de flujo, que sirven para representar, analizar, mejorar y explicar un procedimiento. En ellos se establece aquello que se puede eliminar, combinar, redistribuir y las operaciones que se pueden mejorar.
- ✓ Manuales de operación y mantenimiento: Son instructivos de manejo y cuidado del proyecto o sus elementos.
- ✓ Gráficas de Gantt, que tienen por objeto controlar la ejecución simultánea de varias actividades que se realizan coordinadamente.
- ✓ Los sistemas conocidos con el nombre de PERT (Program Evaluation and Review Technique); CPM (Critical Path Method); RAMPS (Resource Allocation and Multiproject Scheduling), todos los cuales suelen conocerse con el nombre genérico de Técnicas de Trayectoria Crítica. Estas técnicas son herramientas útiles en varias de las etapas de un proyecto, y serán descritos a detalle en el siguiente capítulo.

II.7 Desarrollo de procedimientos

Se define el término procedimiento como un documento que establece el objetivo, alcance y orden cronológico de una actividad, en el que se establecen los siguientes puntos:

- ✓ Los responsables de la misma
- ✓ La forma como debe realizarse

- ✓ Los equipos, materiales y métodos a emplear
- ✓ Las secuencias de operación
- ✓ Las precauciones que deben observarse
- ✓ Los criterios de aceptación y rechazo
- ✓ El modo de registrar su cumplimiento.

Los procedimientos se pueden clasificar en dos grupos, que son:

- ✓ Procedimientos generales: Son aquellos que establecen la forma en que se realizan las actividades de orden general del sistema de calidad, y
- ✓ Procedimientos específicos: Aquellos que establecen la forma en que se realiza una actividad específica.

Es recomendable fijar cada procedimiento por escrito, en un documento por separado, y cada uno con su propia línea de distribución, así como evitar la duplicación innecesaria de los procedimientos.

Los responsables del proyecto pueden llegar a considerar como confidenciales los procedimientos e instructivos de trabajo.

Cuando se cuenta con procedimientos escritos previamente en un programa, se asegura que estos contengan lo siguiente :

- ✓ Definición del alcance en la aplicación del procedimiento, así como sus límites.
- ✓ Una clara definición de los pasos necesarios para llevar a cabo una determinada actividad, además de señalar el responsable de la misma.

- ✓ Medidas de control de documentos y control de la revisión, para asegurarse de que el procedimiento está completamente actualizado y que su información es verídica.
- ✓ Evidencia de que el documento ha sido revisado y aprobado por la persona responsable de la actividad antes de ser emitido, por lo que deberá estar firmado por los responsables del mismo.

CAPÍTULO III. DISEÑO

III.1 Concepto de modelo.

Un modelo es una representación de uno o más elementos del mundo real y las asociaciones que existen entre ellos. Esos elementos pueden ser objetos, eventos o conceptos.

En el área de sistemas también se utilizan modelos para poder tener una idea cercana del sistema de información que se desea establecer o con el que cuenta una empresa.

Los modelos pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- ✓ Se hace referencia a modelos de sistemas cerrados cuando no tienen dependencia de datos o información con elementos ajenos al modelo. A menudo se consideran los diagramas de la organización como modelos cerrados, porque no muestran ningún tipo de interacción con elementos ajenos a la organización.
- ✓ Se consideran modelos de sistemas abiertos cuando se describen los intercambios con elementos ajenos a la organización, ejemplo son los movimientos que generan proveedores, clientes, etc.

Los principales tipos de modelos son:

- ✓ Matemáticos.
- ✓ Narrativos.

- ✓ Físicos.
- ✓ Gráficos.

A continuación presentaremos información básica sobre dichos modelos.

III.1.1 Modelos matemáticos

Los **modelos matemáticos** son utilizados para representar fenómenos cuantificables en términos matemáticos, pudiendo cubrir también las asociaciones que existan entre ellos.

Ejemplos de dichos modelos son el cálculo de la cantidad económica de un pedido, la estimación del sueldo bruto de un empleado a partir de su sueldo neto, las estimación del costo de una plaza al año, etc.

Muchas de estas estimaciones sirven de base a otras.

III.1.2 Modelos narrativos

Los **modelos narrativos** son aquellos donde la descripción del modelo se hace de forma escrita.

Ejemplos de dichos modelos los encontramos en manuales de procedimientos, de funciones, instrucciones, etc.

III.1.3 Modelos físicos

Los **modelos físicos** son una representación tridimensional del o los objetos, misma que puede ser tocada y observada desde varios ángulos.

Ejemplos de este tipo de modelos son las maquetas de edificios, casas y objetos, así como los modelos a escala de ferrocarriles, aviones, barcos, automóviles, ciudades, etc.

Dentro de este tipo de modelos se acostumbra incluir a los prototipos, que son modelos piloto de un sistema a desarrollar y sirven de guía a los equipos de análisis y desarrollo.

III.1.4 Modelos gráficos

Los **modelos gráficos** utilizan símbolos para representar los elementos del mundo real, así como las asociaciones que existen entre dichos elementos.

Existen muchos ejemplos de estos modelos, entre ellos están los diagramas de la organización, diagramas de flujo de control, diagramas de flujos de datos, diagramas HIPO (Hierarchical Input Output Process), etc.

Al ser de particular interés los diagramas de flujos de datos, presentamos a continuación algunos aspectos básicos de su simbología:

- ✓ Un *rectángulo* representa una fuente o destino externo de datos. Siempre representa elementos externos al modelo. Los principales son los proveedores y los clientes.
- ✓ Una *flecha* indica el camino que siguen los datos o la información dentro del sistema, así como los que entran o salen al sistema.

- ✓ Un *rectángulo con aristas redondeadas* se utiliza para mostrar los procesos o funciones en las que se transforman los datos.
- ✓ Un *rectángulo abierto de un lado* se utiliza para indicar los puntos donde se está almacenando datos o información.

Esta es la simbología mas utilizada aunque existen otras descritas por otros autores, pero el significado y uso son el mismo.

Las características de estos diagramas se citan a continuación:

- ✓ Son lógicos, no hacen distinción entre los procesos manuales y los automatizados, los archivos pueden ser en papel o en medios electrónicos u ópticos.
- ✓ Son fáciles de entender, utilizan una simbología sencilla y la puede seguir cualquier persona en la empresa.
- ✓ Aunque son abstractos, resulta sencillo realizar el seguimiento y evaluar los procesos para prever situaciones futuras.
- ✓ El proceso para la elaboración de este tipo de diagramas empieza con la metodología de "**arriba hacia abajo**" (**top - down**) y se inicia de procesos generales, hacia los particulares, llegando al detalle que sea necesario. Hay que recordar que las decisiones forman parte de un manual de políticas y procedimientos, por lo que no quedan incluidas en estos diagramas.

III.2 Planeación

La planeación nos permite definir los elementos para iniciar el diseño del proyecto y establecer un plan de trabajo a nivel de actividad para las fases del diseño.

La planeación es un proceso continuo, en el cual son comparadas las fechas de terminación de las actividades con las fechas propuestas, y en caso necesario se deberán hacer planes alternos para cumplir las metas.

Para una buena planeación, el diseño debe ser lo más detallado posible a fin de tener una visión completa de la solución al problema.

La planeación es el resultado de balancear varios factores:

- ✓ Alcance del proyecto.
- ✓ Prioridades de la empresa.
- ✓ Esfuerzo interno.
- ✓ Calendarios.
- ✓ Costos (externos e internos).

Realizar el proyecto de acuerdo a la planeación nos permite:

- ✓ Coordinar esfuerzos
- ✓ Ayudar a eliminar "urgencias" no importantes y atender las que si lo son
- ✓ Ayudar a que las cosas se realicen a la primera vez
- ✓ Evitar gastos innecesarios.

Para esto, es recomendable elaborar un modelo general que considere:

- ✓ Revisar el alcance del proyecto al iniciar las fases de diseño, principalmente si ha pasado algún tiempo desde la autorización del proyecto o si existen nuevas condiciones y/o requerimientos.
- ✓ Identificar a detalle los requerimientos de los procesos que se llevarán a cabo en cada parte del diseño.
- ✓ Elaborar el diagrama general del sistema propuesto, mostrando las entradas, procesos y relaciones.
- ✓ Elaborar plan y estándares de trabajo.

Cuando se lleva a cabo el diseño de un proyecto, es muy útil valorar los siguientes aspectos:

- ✓ Tiempo de desarrollo
 - ◇ Duración del proyecto
 - ◇ Definición de actividades críticas para mantener el desarrollo dentro del tiempo planificado
 - ◇ Avance real que puede esperarse de acuerdo al diseño teórico
- ✓ Costo del Desarrollo
 - ◇ Justificación de costos
 - ◇ Presupuesto
- ✓ Aceptabilidad del diseño
 - ◇ Grado de satisfacción de los requerimientos de los usuarios y de la organización que puede alcanzarse.

◊ Factibilidad de construcción.

A través de la experiencia, los expertos han concebido métodos y lineamientos para dar respuestas a estas preguntas y manejar el avance del desarrollo de proyectos.

El tiempo necesario para concluir un proyecto se puede estimar utilizando registros históricos del esfuerzo que se requiere para desarrollar proyectos semejantes (*método histórico*). A veces, la experiencia o la intuición son la base para las estimaciones (*método intuitivo*). Un tercer método usa una fórmula estándar que toma en cuenta las características del proyecto y del personal.

Si se optó por contratar un proveedor para el desarrollo del proyecto o dependemos de ellos se deberá:

- ✓ Solicitar cotizaciones.
- ✓ Conocer tiempos de entrega de equipo - material – servicios.
- ✓ Evaluar las diferentes opciones.
- ✓ Realizar negociaciones.
- ✓ Elegir al proveedor definitivo.
- ✓ Definir penalizaciones.

Todas estas consideraciones servirán para realizar una buena planeación.

III.3 Herramientas para la planeación

Se llaman herramientas a las técnicas, procedimientos y dispositivos que pueden emplearse para la realización de alguna tarea, ya sea como un proyecto o bien como un producto o servicio.

III.3.1 Gráficas de Gantt

En cualquier técnica de planeación de proyectos, uno de los elementos más importantes de controlar es el desarrollo de actividades, en cuanto al tiempo que cada una de ellas implica, como también en la relación que deben guardar entre sí en cada momento, ya que todas ellas concurren al mismo fin.

Henry I. Gantt inventó, para este efecto, las cartas o gráficas que toman su nombre, y que consisten en representar cada actividad por una barra horizontal, la que, por su cruce con niveles o líneas verticales, indica en meses, semanas, días, etc., el momento de su iniciación y terminación, y su simultaneidad con las otras actividades relacionadas con ella.

Suele indicarse también a veces la persona, sección etc., encargada de cada una de dichas actividades, quien será el responsable.

En la gráfica de la figura 3.1 se observa que la actividad 1 inicia los trabajos de este proceso, dura aproximadamente 15 días y se desarrolla en forma simultánea con la actividad 2 entre los días 6 al 12, teniendo esta última un lapso o tiempo muerto hasta el día 15. En este día se inician las actividades 3 y 4 simultáneamente, hasta el día 18 aproximadamente, que es cuando se concluye la actividad 4 y tiene un tiempo muerto hasta el día 21, y la actividad 3 se concluye el día 24. De igual forma, el día 21 inicia la actividad 6 y se desarrolla en forma simultánea de los días 24 al 29 con la actividad 5, para

finalmente realizar la actividad 7 de los días 30 al 35, concluyendo el proceso este día.

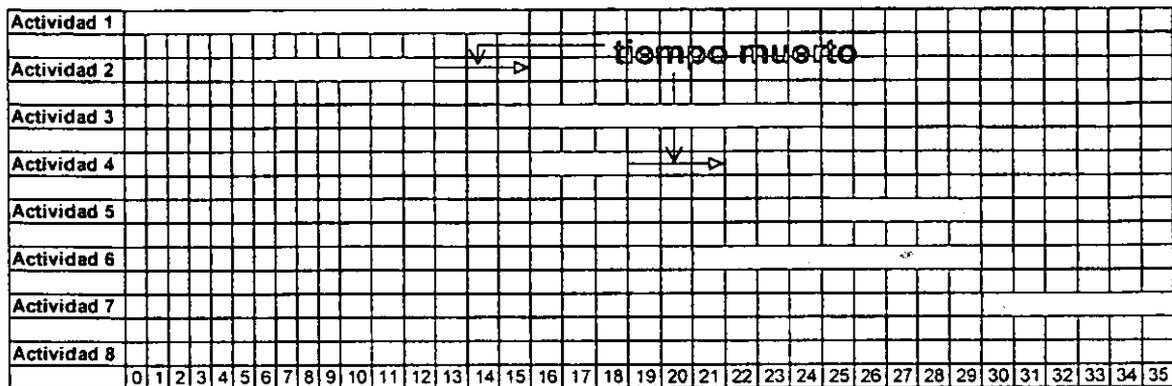


Figura 3.1. Gráfica de Gantt

III.3.2 El método PERT

Recibe su nombre de las siglas que siguen : Program Evaluation and Review Technique (Técnica de Evaluación y Revisión de Programas).

El método PERT fue ideado en 1958 por Willard Fazard de la Oficina de Proyectos Espaciales de la Oficina Naval de Ordenanza de la Marina Norteamericana, con el objeto de controlar el proyecto de lanzamiento del proyectil "Polaris" de la NASA (National Aeronautical and Space Administration).

Se puede definir el método PERT como una técnica de revisión y evaluación de proyectos basada en una red de actividades unidireccionadas, destacando sus recursos así como su dependencia de las demás actividades del proyecto.

La entrada de un paquete de planificación PERT es una lista de actividades, obtenidas de exigencias de duración mínima y de recursos y dependencias de inicio y finalización para cada una de ellas. El programa predice las fechas más

tempranas y más tardías de comienzo, y así mismo las homologa para la terminación de cada actividad.

Si se da un cambio en la duración de una actividad resulta otro similar en la duración del proyecto, y se dice que la actividad es crítica. Además puede trazarse una trayectoria, llamada la "trayectoria crítica", a través de la red, desde el inicio hasta el final, siguiendo estas actividades críticas.

Los programas PERT proporcionan, generalmente, los medios que intentan optimar parámetros del proyecto, tales como conseguir una mínima escala de tiempos o de trabajo, con un presupuesto fijo para recursos.

Cuando se comprimen las escalas de tiempo (lo que ocurre prácticamente siempre en los proyectos en Ingeniería Electrónica), resulta probable que un plan inicial contenga demanda de recursos que fluctúen considerablemente de nivel. Cuando varios proyectos compiten por recursos dentro de un departamento, se necesitan sistemas de planificación para proyectos múltiples.

Aunque inicialmente esta técnica fue creada para controlar y evaluar la duración de proyectos, por lo que se le conoció como PERT / tiempo, posteriormente se han introducido en ella los costos de las actividades, para efectos de control presupuestal, y aún para estudiar el tiempo mínimo compatible con el menor costo posible, dando lugar al sistema PERT / costo.

programación. Llegaron al resultado de redes de actividades, como en el caso del PERT, por lo que la primera fase del CPM (*Critical Path Method*, Método de la Ruta Crítica) es prácticamente igual al PERT, del cual difiere porque trabaja solamente con un tiempo probable de ejecución, basado en experiencias previamente registradas, pero a la vez introduce costos estimados de las actividades implicadas en el proyecto, buscando acortar el proyecto al condensar ciertos tiempos, para lograr un mínimo costo.

Podríamos definirla, como la técnica que estima un tiempo probable y determina el costo de cada actividad de una red, con el fin de fijar el tiempo más conveniente de optimar la duración de un proyecto, para lograr el mínimo costo posible.

El método consta de dos ciclos:

- ✓ Planeación y programación.
- ✓ Ejecución y control.

El primer ciclo se compone de las siguientes etapas :

- ✓ Definición del proyecto.
- ✓ Lista de actividades.
- ✓ Matriz de secuencias.
- ✓ Matriz de tiempos.
- ✓ Red de actividades.
- ✓ Costos y pendientes.
- ✓ Limitaciones de tiempo, de recursos y económicas.

- ✓ Probabilidad de retraso.

En el segundo ciclo se incluyen los siguientes puntos:

- ✓ Aprobación del proyecto.
- ✓ Ordenes de trabajo.
- ✓ Gráficas de control.
- ✓ Reportes y análisis de avances.
- ✓ Toma de decisiones y ajustes.

El primer ciclo termina hasta que todos los directores o responsables de los diversos procesos que intervienen en el proyecto están plenamente de acuerdo con el desarrollo, tiempo, costos, elementos utilizados, coordinación, etc., tomando como base la Red de Trayectoria Crítica diseñada para tal efecto.

Al terminar la primera red, generalmente hay cambios en las actividades componentes, en las secuencias, en los tiempos y la mayoría de las veces en los costos, por lo que hay necesidad de diseñar nuevas redes hasta que exista una completa conformidad de las personas que integran el grupo de ejecución.

El segundo ciclo termina al tiempo de hacer la última actividad del proyecto, y entre tanto existen ajustes constantes debido a las diferencias que se presentan en el trabajo programado y el trabajo realizado. Será necesario graficar en los esquemas de control todas las decisiones tomadas para ajustar a la realidad el plan original.

III.3.4 La técnica RAMPS

Es el más reciente dentro de los métodos de Ruta Crítica, y fue desarrollado en 1961 por la División de Tecnología de Proceso de Información de CEIR, Inc., empresa consultora de Washington, D.C.. Su nombre se deriva de *Resource Allocation and Multi Project Scheduling*: "Programación de Proyectos Múltiples y Asignación de Recursos".

Tiene por objeto programar la forma en que ciertos recursos limitados deben ser distribuidos entre varios proyectos simultáneos, total o parcialmente, para obtener una eficiencia máxima. Además de las ideas comunes a PERT y CPM, introduce conceptos de competencia entre varias actividades, que utilizan los mismos recursos a la vez, y permite programar dichos recursos en conjunto al programa de actividades.

Es posible comparar los costos de diversas alternativas en varios proyectos, identificar los recursos más efectivos, y es factible, a través del uso de una computadora, hacer evaluaciones constantes del progreso y perspectiva de trabajo en un momento determinado.

III.4 Supervisión

Todo diseño, ya sea un dispositivo electrónico o un sistema de información, debe sujetarse a un escrutinio periódico por parte del diseñador y/o responsables, ya que únicamente bajo una supervisión continua puede asegurarse que el diseño se usa conforme a lo planeado y que permite evaluar su efectividad en la práctica.

Además, el análisis de los resultados obtenidos mediante un diseño particular, permite que el diseñador amplíe su experiencia, lo que redundará en mejor calidad de sus diseños futuros. Esta fase del ciclo de diseño es la más productiva, pero aparentemente descuidada con facilidad, pues es raro el diseñador que no se beneficie observando, durante un tiempo considerable, cómo trabaja el sistema diseñado por él.

El cuidado que se tenga en la evaluación de la supervisión, es un indicador que permite indicar la capacidad de un buen ingeniero en el control de proyectos.

III.5 Asignación de responsabilidades

El desarrollo de programas de trabajo confiables no garantiza el éxito del proyecto, el cual aún debe ser continuamente supervisado. El personal debe ser asignado y utilizado adecuadamente. Al mismo tiempo, es necesario que el desarrollo cumpla especificaciones y siga lineamientos para asegurar la calidad.

Para organizar al personal asignado al proyecto, se deberán desarrollar los siguientes puntos:

- ✓ Hacer un plan de trabajo que considere:
 - ◊ Fase.
 - ◊ Actividad.
 - ◊ Fechas.
 - ◊ Esfuerzo (Hrs. hombre).
 - ◊ Costo.

- ◊ Perfil del personal (experiencia y habilidades).
- ✓ Identificar las necesidades de capacitación del equipo de trabajo.
- ✓ Determinar las responsabilidades de los participantes.

III.6 Herramientas para el diseño

Para el diseño de sistemas electrónicos las herramientas comúnmente empleadas, aunque no exclusivas de estos sistemas, son:

- ✓ CAE (Computer Aided Engineering, Ingeniería Asistida por Computadora).
- ✓ CAD (Computer Aided Design, Diseño Asistido por Computadora).

Para el diseño de sistemas de software, existen las herramientas o técnicas que se utilizan normalmente y que solamente mencionaremos, siendo los métodos estructurados siguientes:

- ✓ Método Case.
- ✓ Método Warnier / Orr.
- ✓ Método Gane / Barson.
- ✓ Método Entidad / Relación.
- ✓ Método Yourdon.
- ✓ Método de Ingeniería de Información (IEM).
- ✓ Método de Marco.

- ✓ Método Jackson.

III.6.1 La herramienta CAD

En su sentido más amplio, la herramienta CAD integra al proceso de diseño técnicas gráficas sofisticadas de computadora, apoyadas en paquetes de software para ayuda en los problemas analíticos, de desarrollo, de costos y ergonómicos, asociados con el trabajo de diseño.

El acrónimo CAD nació en una serie de conferencias impartidas por un distinguido pionero en este campo, Ivan Sutherland, en el Massachusetts Institute of Technology al inicio de los años 60.

En realidad, los ingenieros utilizan las computadoras como ayuda en cálculos de diseño complejo desde los primeros desarrollos de las computadoras en la postguerra. Las primeras versiones de los equipos CAD datan de mediados de los años 50. Sin embargo, el término CAD se impuso desde que el desarrollo de los microprocesadores hizo posible crear, modificar y manipular gráficos complejos editados sobre la pantalla de un VDU. (unidad de edición visual).

Las ventajas de esta herramienta son:

- ✓ Generación de planos, diagramas, gráficas, dibujos, etc., más rápida, de mayor precisión y limpieza.
- ✓ Análisis y cálculos de diseños más rápidos.
- ✓ Estilo superior de diseño.
- ✓ Integración del diseño con otras disciplinas.

Los ingenieros de diseño pueden apoyar el proceso de creación de los nuevos productos utilizando los sistemas CAD para dibujo y diseño por computadora. Estas especificaciones son producidas y almacenadas en formatos digitales y pueden constituir la entrada a otros sistemas de computadoras que controlan robots y otras máquinas que fabrican partes. Incluso algunos sistemas comunican los sistemas CAD con el manejo de inventarios, administración de espacios en las bodegas, procesamientos de pedidos o remisiones y otras, incluyendo la comunicación directa con los clientes de la empresa.

Los beneficios de estos sistemas saltan a la vista. Algunos de ellos son:

- ✓ Acelerar el lanzamiento de nuevos productos al mercado.
- ✓ Reducción de los niveles de desperdicio en el proceso de fabricación.
- ✓ Administración más adecuada de inventarios de materia prima, inventarios de proceso e inventarios de productos terminados.
- ✓ Mejoramiento del proceso de control de calidad.
- ✓ Apoyo en las funciones operativas.

III.7 Documentación del diseño del sistema.

Cuando el diseño de un proyecto está completo, las especificaciones deben ser documentadas de forma que esbocen las características de la solución del problema o producto final.

Para el caso de un proyecto de tecnologías de la información esta documentación consiste de:

✓ Propuesta de desarrollo.

Descripción de cómo, quién y dónde se realizará el desarrollo, qué hardware y software se utilizará, etc.

✓ Diagramas de flujo de datos.

Muestran visualmente la relación entre los módulos de programa y los datos comunicados entre cada módulo.

✓ Pantallas de usuario y reportes.

Descripción de los datos de entrada y salida donde se muestran la ubicación de todos los detalles que aparecerán en los reportes, documentos y pantallas de terminal.

✓ Estructuras de registros.

Descripciones de todos los datos contenidos en los archivos maestros y de transacciones, así como los diagramas relacionados con la base de datos.

✓ Sistemas de codificación.

Descripciones de los códigos que explican o identifican tipos de transacciones, clasificaciones y categorías de eventos o entidades.

✓ Especificaciones de programas.

Cuadros, tablas y descripciones gráficas de los módulos y componentes del software de computadora junto con la interacción de cada uno de ellos; también se incluyen las funciones realizadas y los datos utilizados o producidos por cada uno de ellos.

✓ Especificaciones de procedimientos.

Procedimientos planificados para instalar y operar el sistema cuando esté terminado.

✓ Plan de desarrollo.

Cronogramas que indican los tiempos necesarios para el desarrollo de las actividades; analistas de sistemas, programadores y personal necesario para el desarrollo, planes para pruebas preliminares e Implantación.

✓ Costo del paquete.

Gastos anticipados para el desarrollo, implantación y operación del nuevo sistema, clasificados por categorías tales como personal, equipo, comunicaciones, facilidades y suministros (revisados y actualizados con base en las proyecciones de costo y beneficio de la propuesta original del proyecto).

Es recomendable que se desarrollen lineamientos formales para la integración de la documentación del diseño. Con esto se asegura que las especificaciones estarán completas y que el personal estará familiarizado con la naturaleza y formato de la información a través de varios proyectos.

CAPÍTULO IV. IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO

IV.1 Control del desarrollo de las actividades

El administrador o gerente de proyecto debe coordinar todos los elementos del mismo con el objeto de llevar un control y supervisión progresivos de los trabajos necesarios para su buen desarrollo. Todo esto traerá consigo una retroalimentación efectiva y permitirá resolver las diferencias que surjan entre las personas que trabajan y componen el programa de actividades.

En esta fase deben desarrollarse los siguientes puntos:

- ✓ Establecer el estándar de ejecución (especificaciones, calendario de trabajo y presupuesto).
- ✓ Supervisar la ejecución.
- ✓ Implementar acciones correctivas.

En el establecimiento del estándar de ejecución se consultan las especificaciones del proyecto generadas en la fase de planeación. El administrador de éste debe consultar constantemente dichas especificaciones, además de estar seguro que el grupo encargado del proyecto hace lo mismo, para garantizar un seguimiento apropiado.

Un proyecto distinto a las especificaciones originales no cumplirá con el estándar de ejecución y desechará los estudios de factibilidad, que se realizaron en la fase de planeación, de convertirse en realidad como solución efectiva.

Ahora bien, existen herramientas gráficas de gran utilidad en esta etapa, a saber:

- ✓ Diagramas de identificación de puntos de control.
- ✓ Diagramas de control de proyectos.
- ✓ Diagramas de hechos importantes.
- ✓ Diagramas de control de presupuesto.

Los diagramas de identificación de puntos de control son una herramienta que nos permite prever la aparición de posibles alteraciones negativas en parámetros fundamentales como la calidad y el costo de ciertos elementos del proyecto. A través de su información es factible planear las medidas correctivas que podrían tomarse en casos extremos, minimizar sorpresas desagradables y ahorrar tiempo en su solución.

Los diagramas de control del proyecto son una herramienta que manipula el presupuesto y los planes de los calendarios de trabajo para obtener un reporte rápido sobre el estado del proyecto, comparando su estado actual con lo planificado. Calcula las variaciones de cada una de las actividades terminadas y lleva la variación acumulativa para todo el proyecto.

Para preparar un diagrama de control del proyecto se deben realizar los pasos siguientes:

- ✓ Consultar la estructura de la división del trabajo y enumerar todas las actividades del mismo.
- ✓ Usando el calendario de trabajo, hacer una lista de tiempo para completar cada actividad y utilizar el presupuesto para listar el costo esperado de cada tarea. Así, para cada actividad terminada se puede:

- ◊ Registrar el tiempo y costo actuales.
- ◊ Calcular las variaciones y el acarreo total acumulativo de tal actividad.

El diagrama de hechos importantes presenta:

- ✓ Calendarios de trabajo.
- ✓ Fechas de control de un proyecto.

Este diagrama se realiza listando elementos claves fácilmente identificables que requieren de aprobación para que el mismo siga adelante.

Los diagramas de hechos importantes quizá son poco relevantes en la fase de planeación, pero en la fase de implementación y desarrollo son de particular utilidad porque proporcionan un resumen conciso de dicho desarrollo.

Los diagramas de control de presupuesto se clasifican por lo general en dos tipos, los cuales pueden ser en la forma de:

- a) Lista de las actividades de un proyecto, donde se comparan los costos actuales con el presupuesto de manera semejante a un diagrama de control de proyectos y puede realizarse a mano o por computadora, o bien
- b) Gráfico de los costos presupuestados en comparación con los costos actuales. Esta forma gráfica puede ser de barras o lineal. Las gráficas de barras relacionan por lo general los costos presupuestados con los actuales en las actividades detalladas y las gráficas lineales relacionan costos del proyecto acumulados y planificados con los costos actuales durante un período de tiempo. Ver figuras 4.1 y 4.2.

IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO

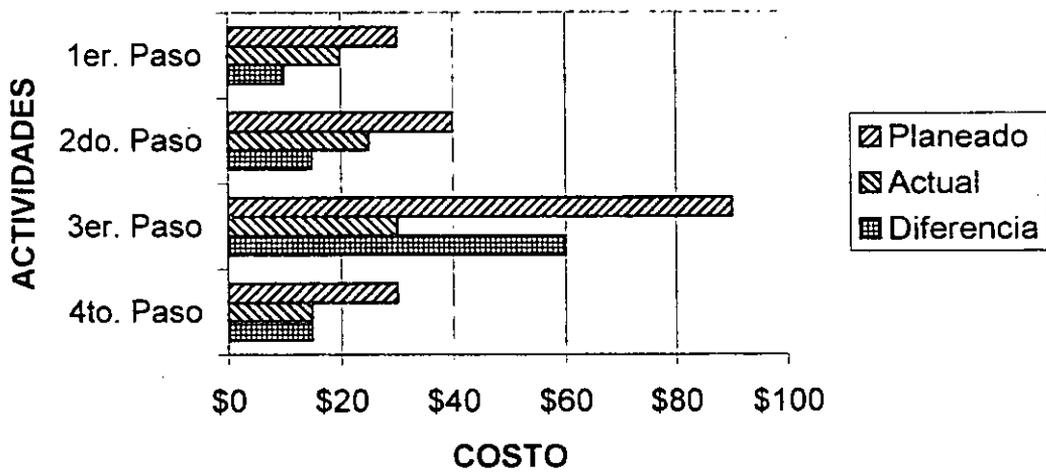


Figura 4.1 Gráfica de barras

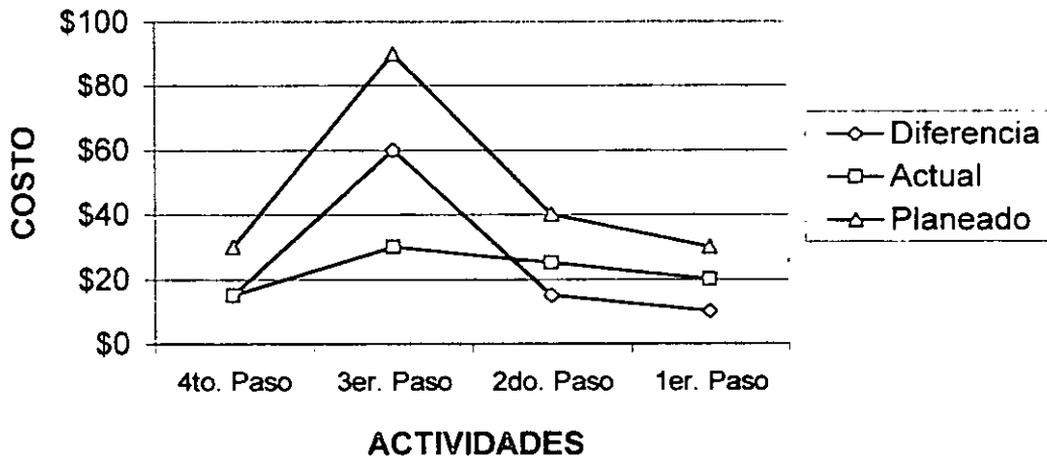


Figura 4.2 Gráfica lineal

IV.2 Supervisión de la ejecución

Una actividad de vital importancia en el proceso de control e implementación es la supervisión de los *trabajos o actividades*, a través de la cual podemos comparar el estado actual de dichos trabajos o actividades con lo planificado para comprobar un avance real.

Una acción de supervisión es efectiva cuando permite identificar la necesidad de corrección en alguna actividad particular, así como el momento oportuno para llevar a cabo dicha corrección .

Las formas más comunes para desarrollar la supervisión son las siguientes:

1. Inspecciones.
2. Revisiones periódicas del desarrollo.
3. Comprobaciones.
4. Auditorías y juntas de trabajo.

IV.2.1 Inspecciones

Inspección es la forma más común de supervisar el desarrollo de un proyecto. Es realizada tanto por inspectores capacitados como por el administrador del proyecto. Por lo general, se debe de ir al área donde se llevan a cabo las actividades y observarse lo que está sucediendo.

La inspección es la herramienta más efectiva para verificar que:

- ✓ Se cumplan las especificaciones del proyecto.

- ✓ No existan gastos innecesarios.
- ✓ Se cumplan las medidas de seguridad.

Toda inspección debe realizarse sin anuncio previo y sin tener un patrón de tiempo determinado. Debe ser franca y directa en todo su conjunto.

IV.2.2 Revisiones periódicas y comprobaciones

Las revisiones periódicas del desarrollo son confrontaciones entre el administrador del proyecto y los responsables de las distintas actividades parciales. Éstas pueden hacerse de las siguientes formas:

1. Por grupo.
2. Individualmente.
3. Frente a frente.
4. Por teléfono.
5. Presentando un informe por escrito, etc.

Dichas revisiones periódicas suceden habitualmente dentro del calendario de trabajo fijo diario, semanalmente o de acuerdo a la terminación de las actividades parciales, y se suman además a las revisiones propuestas por el administrador.

Las *comprobaciones* son una manera de verificar el desempeño del proyecto. Por lo general, ciertas pruebas están escritas en los manuales de procedimientos para confirmar si se han alcanzado las especificaciones deseadas. Algunas pruebas típicas son las pruebas de temperaturas críticas o de resistencia de los componentes mecánicos.

IV.2.3 Auditorías

Las auditorías pueden hacerse en el transcurso del desarrollo o al finalizar este.

Algunas áreas comunes sujetas a auditoría son:

- ✓ El mantenimiento de los libros de contabilidad y memorias técnicas.
- ✓ Los procedimientos para efectuar las compras.
- ✓ Las medidas de seguridad.
- ✓ Los procedimientos de mantenimiento.
- ✓ Autoridad para efectuar cambios sobre especificaciones.

Los auditores deben de ser expertos en el área del proyecto que se esta revisando y, por lo general, no son miembros del grupo. Después de examinar cuidadosamente el área revisada, se escribe un informe describiendo en detalle lo que se encontró y señalando las prácticas que se desvían de la política fijada, de los procedimientos establecidos o de prácticas comerciales razonables.

En resumen, una supervisión eficiente incluye más de una fuente de información. La combinación de las inspecciones, las revisiones periódicas del desarrollo, las comprobaciones y la auditoría le proporcionarán al supervisor toda la información necesaria para desarrollar su trabajo y lo mantendrán al día sobre el estado y condiciones del proyecto.

IV.3 Memorias técnicas y documentación

El proyecto deberá contener una documentación donde queden asentados los cálculos del diseño o memorias técnicas, así como diagramas y documentos

donde se especifiquen cada una de las tareas a realizar en detalle. Así mismo, se deberán tener herramientas para controlar que estas actividades se realicen a tiempo y al costo originalmente estimado.

IV.3.1 Preparación de planos y especificaciones

En este paso las decisiones son, desde luego, altamente detalladas. De aquí saldrán los planos y las especificaciones que serán la base para la construcción del prototipo.

Es necesario indicar claramente las dimensiones de cada una de las partes juntamente con su tolerancia, así como el tipo de material que se va a usar, la calidad del material, los acabados y todos los datos que puedan influir sobre las partes, los componentes y los sub - sistemas.

Igualmente necesario es señalar la forma en que se va a efectuar el ensamblado de todos los elementos y explicar con toda claridad el mejor procedimiento para esta actividad. Una vez terminado este paso se inicia la construcción del prototipo.

IV.3.2 Documentación.

Tomando como base para la documentación del proyecto la *WBS Work Breakdown Structure* (Estructura de desglose de trabajo), es posible determinar si existe desviación en las especificaciones del proyecto (diseño, memorias técnicas, tiempo o dinero), y en caso que estas existan, se deberán realizar las correcciones pertinentes.

Para hacer más claro el uso de la Estructura de desglose de trabajo WBS, utilizaremos la figura 4.3. En ella se muestran 5 niveles de cálculo, que van desde el proyecto total hasta las operaciones de fabricación individuales.

El nivel de "actividad" corresponde aproximadamente a las actividades del diagrama de red. La riqueza de detalles en los dos casilleros inferiores, muy simplificados en este ejemplo, no se puede definir hasta que se hayan completado, posteriormente, en el programa de proyecto todos los esquemas de producción.

En el ejemplo escogido las tareas caen naturalmente dentro de cuatro grupos principales.

La mayoría de los proyectos pueden subdividirse de forma similar en grandes grupos lógicos, y resulta muy útil agrupar la lista de tareas en sus secciones correspondientes. Esto permite una buena concentración del esfuerzo por controlar cada parte. Si el contrato es muy amplio, el control podría delegarse de modo que se asignasen grupos de trabajo a cada individuo de un equipo de gestión de proyectos. Se pueden utilizar números de código para identificar cada grupo, tarea y actividad.

Hay que señalar que en el ejemplo dado en la figura 4.3, es posible reconocer la relación existente entre las tareas y actividades asociadas, mediante la asignación de números de códigos (Centros de Costo). Todas las tareas del grupo 200, por ejemplo, tienen códigos que empiezan con el dígito 2. Todas las actividades requeridas para completar la tarea 240, empiezan con los dígitos 24.

Con la finalidad de que se consulte con los departamentos relevantes, a menudo es posible idear un sistema de numeración comprensivo que pueda ajustarse al código de costos de la empresa y a la disposición de los números. Debe considerarse, en lo posible, el aspecto del centro de costos. Si se puede fijar un esquema comprensivo, se ahorrarán posteriormente muchas referencias

cruzadas, y habrá una reducción sustancial en la posibilidad de errores de oficina.

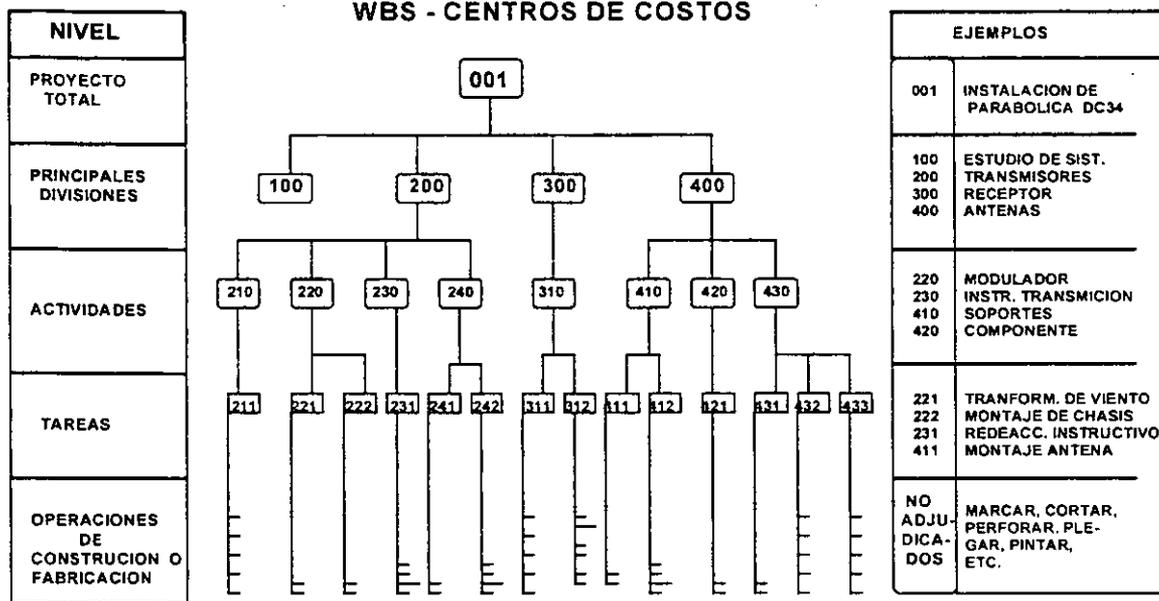


Figura 4.3 Estructura WBS

IV.3.3 Órdenes de trabajo.

El documento Orden de Trabajo (OT) deberá empezar con la designación del símbolo identificador de la WBS que ampare el trabajo descrito en la misma OT. Nunca deberá haber reglas arbitrarias que vinculen la autorización del trabajo con el nivel particular de la WBS.

Deberá utilizarse un solo tipo de documento para autorizar cualquier trabajo en cada tarea del proyecto. Se conocen dichos documentos por títulos tales como autorizaciones, órdenes de trabajo, memorándums de la dirección del proyecto, etc. Usaremos el término autorización de trabajo (AT) como término genérico para estos documentos.

No deberán autorizarse los trabajos con diversos documentos, porque así sería difícil seguir con atención toda la línea básica del proyecto. Sin embargo, esto no impide que los departamentos funcionales usen documentos de autorización de trabajo interno para subdividir y añadir detalles a las directrices del trabajo. En todas las autorizaciones subalternas de trabajo debe hacerse alusión a la AT que es base de su implantación.

Cada (OT) deberá llevar un número de serie, y si se hace un cambio posterior, la OT revisada deberá extenderse con el mismo número de serie y un número de revisión. La AT llevara la fecha y deberá ser firmada por el gerente o por quien designe.

Algunas tareas de la WBS pueden quedar amparadas por un numero de OT en los niveles bajos de la misma OT; en este caso, cada subdivisión de las tareas deberá identificarse por su número de WBS.

La figura 4.4 muestra de una forma más explícita la relación entre la Estructura de desglose de trabajo (WBS), la Orden de Trabajo (OT) y las áreas involucradas en la ejecución y control de los proyectos. Podemos ver como la WBS en su nivel más bajo se encuentran las actividades a ejecutar, cada una de ellas mediante una Orden de Trabajo.

Esta orden involucra materiales, equipos, mano de obra, costos, y demás requisitos requeridos para la ejecución del trabajo requerido, así como expresa claramente su operatividad con las diferentes áreas que intervienen en los proyectos.

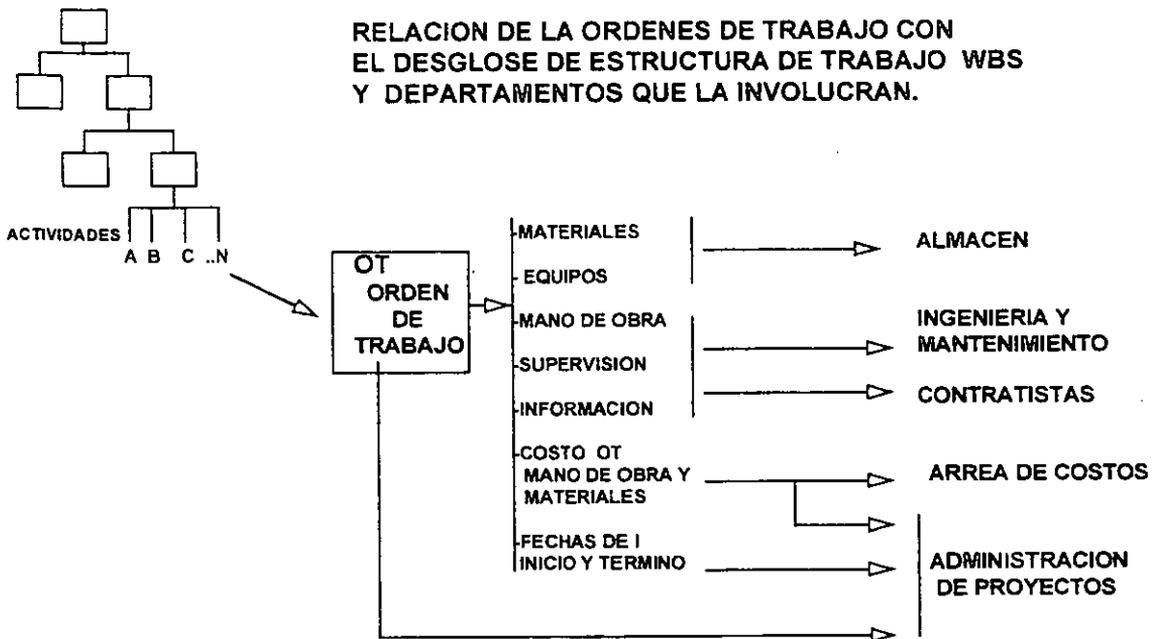


Figura 4.4 Relación WBS, OT y partes involucradas

IV.3.4 Políticas a Seguir.

- ✓ Las Órdenes de Trabajo OT pueden ser generadas por cualquier Ingeniero de Proyectos de la Gerencia de Ingeniería de Planta.
- ✓ Todas las órdenes de trabajo deberán hacerse por escrito; por ningún motivo se debe aceptar solicitudes verbales, aún cuando se requiera algún trabajo de emergencia.
- ✓ No se realizará ninguna actividad o trabajo si no existe la correspondiente Orden de Trabajo.
- ✓ El solicitante deberá llenar la Orden de Trabajo con todos los datos que se piden, sin los cuales no será aceptada.

- ✓ Todas las órdenes de trabajo deberán llevar el número de centro de costo a que serán cargadas.

IV.3.5 Seguimiento de la OT.

A continuación se muestra en forma general operativa cómo debe seguirse la ejecución de la Orden de trabajo (ver también la figura 4.5) :

1. El solicitante entregará al ejecutante o supervisor la forma de solicitud de Orden de Trabajo con la siguiente información:
 - ✓ Cuenta y Subcuenta.
 - ✓ Costo estimado.
 - ✓ Especialidad.
 - ✓ Fecha de recibido.
 - ✓ Tipo de actividad.
 - ✓ Nombre de jefe de proyecto y solicitante.
 - ✓ Operaciones previas, número de requisiciones, planos y dibujos que indiquen el trabajo a realizar.
 - ✓ Observaciones que el solicitante juzgue conveniente hacer respecto al trabajo.
2. El área ejecutante o supervisor recibe Orden de Trabajo y la revisa.
 - ✓ En caso de estar incorrecta, la regresa al solicitante explicando los motivos por los cuales no fue aceptada.

- ✓ En caso de estar debidamente documentada la firma de recibido, le asigna un número consecutivo, cuantifica la gente que requiere el trabajo, revisa si los materiales existen así como el programa de trabajo.
 - ✓ Es recomendable que conserve la original y proporciona una copia a:
 - ◇ Administración de proyectos.
 - ◇ Solicitante.
 - ◇ Supervisor contratista (si el trabajo lo elabora éste).
3. El ejecutante verificará qué personal realizará el trabajo, (normalmente se consideran a estos desde ayudantes, oficiales de segunda y oficiales de primera), o en su caso se pondrá en contacto con algún contratista a fin de que proporcione mayor brevedad el personal requerido (Mecánico, Eléctrico, Civil, etc.)
- ✓ El contratista, después de recibir la solicitud de personal, procede a la consecución del mismo y cuando se encuentre listo lo notificará al supervisor.
4. El Supervisor capturará los datos de la OT si existe algún medio magnético para hacerlo, de lo contrario archivará la OT.
5. El supervisor entregará a administración de proyectos la siguiente información:
- ✓ Número de Orden de trabajo.
 - ✓ Lugar donde se efectuarán los trabajos.
 - ✓ Cantidad y costo del personal.
 - ✓ Fechas de inicio y terminación del trabajo.

- ✓ Nombres y registros del IMSS del personal contratista.
6. El supervisor se encargara de llevar el control de reporte diario de asistencia personal el cual deberá llevar la firma del sobrestante contratista y firma de Bo. Vo. del mismo supervisor.
 7. El supervisor enviará información a administración de proyectos de:
 - ✓ Herramienta Alquilada al contratista y costo.
 - ✓ Reportes de asistencia del personal contratista.
 - ✓ El departamento de administración captura los datos del reporte diario de asistencia.
 8. La supervisión de los trabajos será responsabilidad del supervisor de ingeniería según sea el caso (Electrónico, Informática, etc.), notificando al solicitante el grado de avance de cada solicitud de construcción.
 9. Al término de la ejecución de los trabajos la gente de la empresa o por el contratista, y a entera satisfacción del solicitante se levantará una acta de recepción de trabajos, enviando una copia a administración de proyectos.

La documentación y el control de cada una de las actividades en su nivel más elemental, permitirá llevar a buen término el Proyecto.

IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO

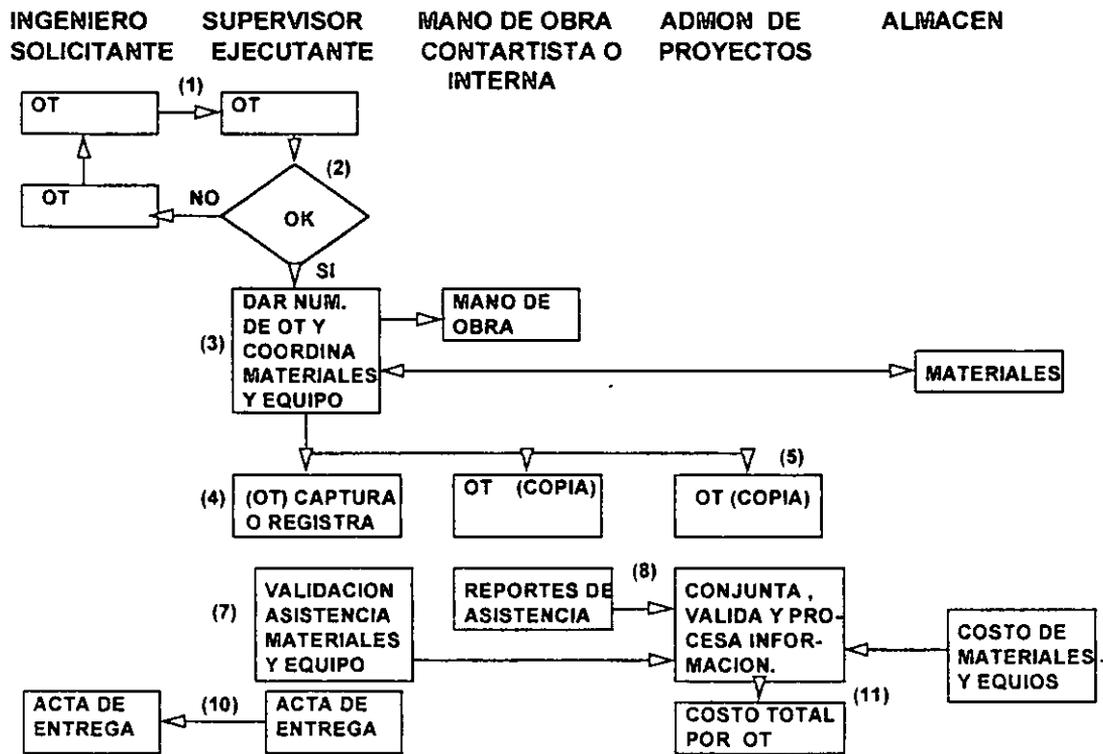


Figura 4.5 Flujo de datos en una OT

CAPÍTULO V. PUESTA EN OPERACIÓN

V.1 Secuencia de arranque

Los pasos a desarrollar en esta etapa del proyecto son los siguientes :

- ✓ Disponer del equipo, materiales y suministros para someter a prueba el proyecto y valorar su desempeño.
- ✓ Corregir procedimientos, manuales y documentación (manuales de operación y documentación técnica) en caso de ser necesario.
- ✓ Validar procedimientos e Instalar el cambio en producción.
- ✓ Realizar el Archivo General del Proyecto.
- ✓ Capacitar al personal para que trabaje con la solución dada por el mismo.
- ✓ Resumir recomendaciones especiales de operación en un panel visible.
- ✓ Documentar los adelantos tecnológicos realizados.
- ✓ Complementar la auditoría final.
- ✓ Escribir el Informe Final.

V.2 Pruebas y verificación

La finalidad de todo programa de pruebas es determinar si el objeto que se ensaya cumple con el desempeño esperado.

Los planes y plazos del programa de pruebas los elaborarán conjuntamente el ingeniero de diseño del proyecto, el ingeniero de proyectos y el coordinador de plazos, ayudados por los distintos jefes de los grupos de Ingeniería que hayan de realizar el trabajo.

Existen dos clases de pruebas que pueden ser aplicadas a cualquier trabajo realizado para un cliente específico y que tienen por función:

- ✓ Comprobar que el equipo funciona según las especificaciones.
- ✓ Verificar la aceptación por parte del cliente.

Dichas pruebas se llevan a cabo en tres fases, tal como se indica a continuación

- ✓ Pruebas que se realizan en prototipos experimentales.
- ✓ Pruebas que se realizan sobre los subsistemas del proyecto por separado, antes de su integración final.
- ✓ Pruebas integrales.

V.2.1 Pruebas de los subsistemas.

Pruebas estáticas: Son realizadas inmediatamente al salir del área o departamento de producción, en las cuales se aplica energía al subsistema de forma gradual, con el objetivo de detectar oportunamente problemas de estabilidad o exactitud.

Pruebas dinámicas: Son realizadas para verificar parámetros como respuesta en frecuencia y cambios de fase del o los diferentes subsistemas.

En el desarrollo de estas pruebas, el criterio del ingeniero de diseño será un factor clave para establecer el método de trabajo y el equipo de medición e instrumentación a utilizar.

V.2.2 Pruebas Integrales.

Este programa da inicio cuando todos los subsistemas del proyecto han aprobado satisfactoriamente su verificación individual, y se encuentran ya conectados entre sí para constituir el conjunto de desarrollo.

Estas pruebas requieren generalmente el uso de instalaciones especiales para someter el equipo a los diversos ensayos, pues un aspecto de vital importancia es valorar el desempeño del sistema desarrollado ante variaciones ambientales (humedad, radicación, vibraciones, etc.).

El ingeniero encargado de la seguridad operativa jugará un papel muy importante en la observación de estas pruebas, dado que éstas proporcionarán importante evidencia sobre la forma en que el proyecto cumple los parámetros establecidos de seguridad en la operación.

Al finalizar, se presentan al cliente los resultados de todo el programa de pruebas para su revisión y aprobación.

Una vez pronunciada la aceptación formal sólo queda preparar el sistema para su traslado al lugar de aplicación, y habrán concluido las funciones básicas que corresponden al ingeniero de proyectos.

V.3 Comunicación y documentación del proyecto

El **Archivo General del Proyecto** es un documento ordenado que contiene lo siguiente:

- ✓ Información general.
- ✓ Especificaciones técnicas.
- ✓ Manual de operación y servicio.
- ✓ Guía de mantenimiento.
 - ◇ Tablas de síntomas.
 - ◇ Tablas de fallas.
 - ◇ Tablas de correcciones de fallas.
- ✓ Apéndices.
 - ◇ Planos de fabricación.
 - ◇ Diagramas de ensamble.
 - ◇ Diagramas de conexiones.
 - ◇ Lista de código de elementos.
 - ◇ Diagramas de circuitos.
 - ◇ Lista de materiales.
- ✓ Contratos.

- ◇ Documentos de negociación y relación de gastos generada durante el proyecto Incluyendo garantías y listas de contactos.
- ◇ Tablas comparativas con otros proveedores (opcional).
- ✓ Informe de las pruebas.
- ✓ Conclusiones.

V.4 Manejo y solución de problemas

La puesta en operación de un sistema exige tener el control total sobre los componentes a instalar, a fin de no impactar sistemas ya existentes o el propio que se desea poner en marcha.

Por lo tanto, el ingeniero de proyectos tendrá que montar una línea de comunicación entre los departamentos de ingeniería y de producción, figurando él mismo como enlace entre ambos. Esto no implica, por supuesto, que el ingeniero de proyectos o el departamento de ingeniería deban preocuparse de los muchos aspectos rutinarios y normalizados de la producción.

El departamento de ingeniería se preocupará sobre todo de que los métodos de producción no afecten negativamente la fidelidad del sistema, o de funcionamiento previsto de alguno de sus componentes. También atenderá consultas relativas a los problemas que se presenten en la puesta de operación.

En el caso de que se presenten problemas en la puesta de operación o durante la operación normal del sistema, se deberá levantar un reporte problema, el cual deberá registrarse de preferencia en un sistema de registro y control de problemas para su solución. Los pasos a seguir para su solución son los siguientes:

- ✓ Recibir el reporte de problema y registrarlo en el sistema de control de problemas.
- ✓ Revisar que el reporte venga acompañado de la información mínima necesaria para iniciar la atención del problema.
- ✓ Se deberán de indicar los componentes afectados en caso de que se conozcan, y el impacto en el proceso o nivel de servicio.
- ✓ El registro de reporte problema deberá contener como mínimo los siguientes datos:
 - ◇ Número de reporte.
 - ◇ Fecha de recepción.
 - ◇ Tipo de solicitud (prioridad).
 - ◇ Componentes afectados.
 - ◇ Tiempo de respuesta esperado.
 - ◇ Descripción del problema.

Nota: Se puede tener como referencia el tema desarrollado en el presente trabajo como "Orden de Trabajo".

V.5 Restablecimiento de la Operación

Para determinar la necesidad de realizar una modificación al sistema y evitar que un problema vuelva a presentarse, es necesario:

- ✓ Analizar los síntomas y las posibles causas registradas en el reporte de problema y en documentos anexos.
- ✓ Corregir componentes afectados.
- ✓ Realizar pruebas unitarias en ambiente de pruebas.
- ✓ Realizar pruebas con usuarios y conseguir vistos buenos.

A fin de reducir las probabilidades de tener problemas en la puesta de operación de nuestros sistemas, los administradores de proyectos deberán tener reportes reales de la situación de los proyectos (datos técnicos, tareas, mano de obra empleada, materiales, otros).

Para concretar esto, es necesario contar con un sistema de control de proyectos apropiado, el cual puede proveer al que lo requiera de la Información real, veraz y oportuna de cualquier proyecto de inversión. Esto se facilita más con la disponibilidad de equipos de computo conectados en red entre los diferentes departamentos involucrados, para generar una gran base de datos, de la cual se obtenga el seguimiento y los reportes adecuados.

Un buen sistema permite a los administradores de proyectos reconocer problemáticas mas rápidamente, al conocerlas podemos tomar y dar medidas oportunas. Las cuales pueden reducir en gran medida los costos del proyecto. Conjuga todas las necesidades requeridas para la evaluación, seguimiento y cierre de un proyecto, el cual nos permite monitorear las actividades de este en cualquier momento, verificando si los trabajos van de acuerdo a lo planeado.

V.6 Control de Cambios

Es un medio por el cual el Gerente de Proyectos guía a su personal en la planeación y solución de problemas de todos los cambios que afectan la estructura de su proyecto y la creación de su producto, sea maquinaria, equipos, ideas, sistemas y métodos.

Es preciso que el Gerente de Proyectos ocupe la presidencia de la junta (o un puesto estratégico) para asegurarse de que las decisiones se toman en forma rápida, fundamentalmente la junta sesiona para aprobar cualquier cambio que se haga al proyecto que afecten el desempeño del proyecto o que alteren los costos, los planes o cláusulas del contrato. Estas revisiones son sumamente útiles para lograr el control técnico del proyecto. La junta deberá sesionar en fechas regulares y en horas estándar.

Es recomendable efectuar juntas por lo menos una vez a la semana, y durante la puesta en operación del sistema, quizá sea necesario celebrar reuniones diarias. En resumen, para poder manejar los problemas en puesta en operación, lo primero que se debe hacer es llevar un buen control del proyecto a fin de reducir al mínimo la probabilidad de que se presenten estos problemas. En segunda instancia, llevar un registro de los problemas que se presentan y atenderlo de acuerdo a prioridades dentro del procedimiento que se describió anteriormente.

CAPÍTULO VI. CONTROL Y SEGUIMIENTO.

Para poder mantener controlado un proyecto existen distintas herramientas que se encuentran al alcance de cualquier ingeniero. Algunas pueden ser tan sencillas como hacer una lista de lo que se planea hacer y posteriormente comprobar que se lleve a cabo. Otras son aparentemente un poco más complejas, pero están basadas en una metodología que permite organizar de una manera concisa cualquier proyecto.

Algunas de estas técnicas descritas en el capítulos anteriores han tenido mucho éxito en la industria (WBS, CMP, PERT, Gantt, etc.). Estos métodos son armas poderosas para la planeación, programación, elaboración del presupuesto, administración y control de un proyecto.

Ahora bien, existen tres importantes aspectos que los responsables administrativos de un proyecto deben tener siempre en mente para mantenerlo en condiciones controlables. Estos aspectos son:

- ✓ Capacitación continua de los usuarios, operadores o responsables directos.
- ✓ Mantenimiento.
- ✓ Seguridad operativa.

A continuación se darán detalles de cada uno de éstos puntos.

VI.1 Capacitación

La capacitación es necesaria para proveer, mantener y desenvolver a quienes han de formar el grupo de trabajo, con el fin de que el proyecto logre eficientemente sus objetivos. Quien tiene el conocimiento tiene el poder, y aunque la capacitación puede resultar muy cara, lo es más la ignorancia, y la obsolescencia. Ésta es la parte más dolorosa de entender. La falta de calidad es la falta de educación.

Día con día la tecnología de la información mejora. Al paso de pocos meses se puede considerar obsoleto lo que anteriormente se consideraba novedoso. En este marco de cambio constante, para que los proyectos sean competitivos deben mantenerse en procesos de mejora continua que incluye asumir cambios oportunos en la tecnología de información.

Todo elemento que ingresa a una empresa, necesita recibir los conocimientos teóricos y prácticos que le permitan desarrollar sus aptitudes y capacidades, para adaptarlo exactamente a lo que su puesto va a requerir de él. El método más común es por medio de cursos formales complementados con literatura. Y posteriormente un adiestramiento donde se obtendrá la experiencia práctica.

VI.1.1 Capacitación de Supervisores

Todo supervisor requiere de capacitación en dos áreas diferentes:

1. La que necesita en el aspecto técnico, destacando que requiere conocer más a fondo que cualquier operador o desarrollador, las políticas que va a aplicar y la organización del proyecto.
2. La que requiere en la parte administrativa, que implica conocer lo siguiente:

- ✓ Cómo tratar a los operadores y/o desarrolladores. (relaciones humanas).
- ✓ Cómo calificar e instruir a su personal.
- ✓ Cómo recibir y tratar las quejas de sus subordinados.
- ✓ Cómo realizar entrevistas con estos.
- ✓ Cómo hacer informes, reportes, etc..
- ✓ Cómo coordinarse con los demás jefes.
- ✓ Cómo conducir reuniones, juntas, mesas redondas, etc..
- ✓ Cómo mejorar los sistemas a su cargo.
- ✓ Cómo resolver los problemas que plantea la supervisión.

VI.2 Mantenimiento

El mantenimiento es un factor de gran importancia para proteger y mantener en estado funcional cualquier elemento de un proyecto.

Las actividades del departamento encargado del mantenimiento pueden dividirse en cuatro categorías:

- ✓ Trabajos de mantenimiento.
- ✓ Programación de los trabajos de mantenimiento.
- ✓ Evaluación de los costos.
- ✓ Análisis estadístico y medición de la eficiencia del departamento.

VI.2.1 Trabajos de mantenimiento.

El análisis de los trabajos de mantenimiento permite distinguir dos grupos:

- ✓ El *mantenimiento preventivo*, que se ejecuta a intervalos regulares de tiempo o después de que se ha alcanzado cierta tasa de utilización o uso.
- ✓ Los *trabajos intermitentes*, que son principalmente trabajos de reparación de las áreas afectadas. Cuando las reparaciones tienen como finalidad restablecer el funcionamiento por un tiempo limitado, se les denomina como actividades de reparación. Estos trabajos pertenecen al mantenimiento correctivo.

VI.2.2 Programación de los trabajos de mantenimiento

Para llevar a cabo una programación adecuada de este tipo de actividades es necesario tener en cuenta los siguientes puntos:

- ✓ La diversidad de los trabajos de mantenimiento.
- ✓ La dificultad de prever la naturaleza de dichos trabajos.
- ✓ La dispersión del personal que ha de intervenir en estos trabajos.
- ✓ La dificultad de distribuir el personal de mantenimiento.

A continuación se presenta una propuesta para la programación de los trabajos de mantenimiento.

1. *Análisis de los trabajos.* El análisis histórico de los trabajos de mantenimiento permitirá:

- ✓ Establecer las normas de mantenimiento (inspección, naturaleza y frecuencia de los trabajos).
 - ✓ Hacer el inventario de los trabajos de mantenimiento preventivo para cada equipo.
2. *Establecimiento de un calendario.* A partir de las normas de mantenimiento preventivo, se elabora un programa de acción en el que se precisen la calidad y la frecuencia de las intervenciones del departamento de mantenimiento. Este programa contiene un calendario que toma a menudo la forma de una gráfica de Gantt. Para los trabajos de una gran envergadura se utilizan las técnicas CPM o PERT.
 3. *Distribución de los trabajos.* No puede suponerse que los trabajos correctivos no serán nunca necesarios después del mantenimiento preventivo. Las causas de los trabajos correctivos son diversas, y debe elaborarse un procedimiento que permita su ejecución con las demoras más pequeñas. Así, en esta etapa debe distribuirse el personal del departamento y efectuarse los trabajos solicitados. Este departamento deberá algunas veces recurrir a expertos externos. Posterior a esto, se elaboran simultáneamente la solicitud de trabajo las requisiciones de material y la estimación de los costos.
 4. *Estimación de los costos.* El responsable de esta etapa evalúa el tiempo y el material necesarios para el trabajo y en su estimación se incluyen los costos de mano de obra y los costos indirectos. Más adelante se estudiarán los elementos de cada costo.
 5. *Inicio de los trabajos.* Después de la solicitud de trabajo y la requisición de material y herramienta, se procede a los preparativos a fin de que todo esté listo para dar inicio a los trabajos.

VI.2.3 Evaluación de los costos

El análisis de los costos realizado en el departamento de mantenimiento no se limita a la evaluación de los trabajos ejecutados, sino que se extiende a los costos de reemplazo de los elementos usados u obsoletos.

Los costos de mantenimiento pueden dividirse en dos grandes categorías: costos directos y costos indirectos. La compilación de los costos reales se efectúa después de la ejecución de los trabajos. De esta forma, se conoce con precisión el número de horas de trabajo y la cantidad de material utilizado. Esta evaluación es necesaria para el control presupuestal y para la medición de la eficacia del departamento de mantenimiento.

Normalmente, los costos de funcionamiento de algún elemento de un proyecto aumenta en función de su tasa de utilización. Este aumento es a menudo consecuencia de los costos de mantenimiento y de una posible obsolescencia. El problema consiste en definir el momento de reemplazo más conveniente en términos económicos. Con base solamente en el criterio económico, puede decirse que el reemplazo debe hacerse cuando el costo total anual (costo medio de mantenimiento y de depreciación) se hace igual o inferior al costo anual de mantenimiento.

VI.2.4 Registro de los datos estadísticos.

Es importante que el departamento de mantenimiento registre los trabajos ejecutados por cada equipo y su costo, a fin de permitir:

- ✓ La planificación de las intervenciones futuras.
- ✓ La estimación de los costos de mantenimiento.

- ✓ La evaluación del desempeño del equipo.
- ✓ La decisión de reemplazo.

VI.2.5 Evaluación de la eficacia del departamento de mantenimiento.

Es importante que el departamento de mantenimiento justifique sus gastos para poder evaluar su eficacia. Para esto se utilizan las razones de eficacia, las cuales pueden dividirse en tres categorías:

1. Razones de costos:

- ✓ Razón de crecimiento de los costos:

$$\frac{\text{costo total de mantenimiento del año en curso}}{\text{costo total de mantenimiento del año anterior}}$$

- ✓ Razón de costo por hora - hombre:

$$\frac{\text{costo total de mantenimiento}}{\text{número de horas hombre pagadas}}$$

- ✓ Razón de costo total:

$$\frac{\text{costo total de mantenimiento}}{\text{costo total de producción}}$$

2. Razones de nivel de mantenimiento:

- ✓ Razón de mano de obra / material:

$$\frac{\text{costo de la mano de obra}}{\text{costo del material de mantenimiento}}$$

- ✓ Razón de efecto de fallas:

número de horas de paro debido a fallas

número de fallas

3. Razones de funcionamiento del departamento:

- ✓ Razón de productividad:

horas estimadas de los trabajos

horas trabajadas

- ✓ Razón de incidencia de las fallas:

horas dedicadas a los trabajos urgentes

horas totales trabajadas

- ✓ Razón de trabajos en espera:

horas estimadas de los trabajos en espera

horas disponibles por semana

VI.3 Seguridad operativa

Los avances tecnológicos incorporados a los equipos utilizados en cualquier proyecto de Ingeniería, han planteado serios problemas en relación a la estabilidad de su funcionamiento y seguridad durante periodos de tiempo determinados. Por ello, los diseñadores y fabricantes se comprometen cada vez más a reforzar las condiciones de seguridad de sus productos.

Existen, por supuesto, multitud de factores en juego dentro de la seguridad. La determinación de la misma depende, en último análisis, de si un determinado

componente, elemento o módulo es capaz de ejecutar sus funciones específicas sin deterioro o fallo, durante un período de tiempo dado y en las condiciones para las que se proyectó.

Cuando un sistema es puesto en operación, muchas ocasiones pasa a ser parte vital en el servicio que presta una empresa a sus clientes, tanto es así que si por alguna razón tuvieran que prescindir del mismo, aún cuando por un periodo de tiempo relativamente corto, se puede llegar a poner en riesgo la viabilidad de la empresa.

El ingeniero de proyectos debe tener pleno conocimiento de las exigencias de seguridad del equipo del cual se responsabiliza y habrá de poner en marcha un programa adecuado para alcanzar sus objetivos.

VI.3.1 Objetivo de la seguridad operativa

El fin que se persigue es que el equipo opere según lo planeado, sin fallo alguno durante periodos de tiempo especificados, a lo largo de toda su vida útil. Como ejemplo pueden mencionarse equipos como radiotransmisores, teléfonos, televisores, computadoras o software para computadora en. Estos son equipos en los que se ha conseguido un alto grado de seguridad.

Un teléfono de mediana calidad puede ponerse en operación a cualquier hora del día y prestará continuamente servicio satisfactorio a lo largo de años, sin ninguna avería en la mayoría de los casos.

El grado de seguridad conseguido en esos productos para el consumidor, es el resultado de innumerables pruebas exhaustivas, de diseñar y rediseñar un modelo antes de lanzarlo en cantidades masivas al mercado.

Una vez establecidas las exigencias de seguridad para un equipo en su conjunto, el ingeniero de diseño ha de convertir esas exigencias en criterio para el diseño de los subsistemas y la selección de los componentes.

El grado de seguridad operativa se basa finalmente en los siguientes aspectos:

- ✓ La capacidad de los componentes y elementos individuales para funcionar dentro de las tolerancias y condiciones individualmente especificadas a lo largo de la vida que se les calculó, y
- ✓ la elasticidad del diseño de los distintos subsistemas para funcionar de la manera propuesta.

Cuando se trate de los componentes individuales, su elección se basará en el intervalo entre fallos. El intervalo aceptable entre fallos viene dictado por el tiempo operativo especificado y una distribución del total de los intervalos entre fallos de los componentes del sistema. La distribución estadística de los datos originará una curva de probabilidades de la que ya cabe extraer una predicción de seguridad.

El otro requisito de seguridad será el de saber hasta qué punto puede satisfacer el subsistema las exigencias de funcionamiento bajo la gama de condiciones a que va a verse sometido el equipo. Esa exigencia se cumple mediante redes, circuitos de retroalimentación y otros dispositivos que compensarán automáticamente los efectos adversos debidos a cambios en las condiciones ambientales.

El grado de seguridad operativa de cualquier pieza del equipo recientemente desarrollada, dependerá lógicamente del período de la vida del equipo durante el cual se esté realizando el ensayo de seguridad. La figura 6.1. muestra una curva típica de la seguridad operativa que cabe esperar a lo largo de los tres períodos de tiempo de la vida de un sistema.

Curva de Seguridad Operativa del Equipo a lo largo de la vida del mismo

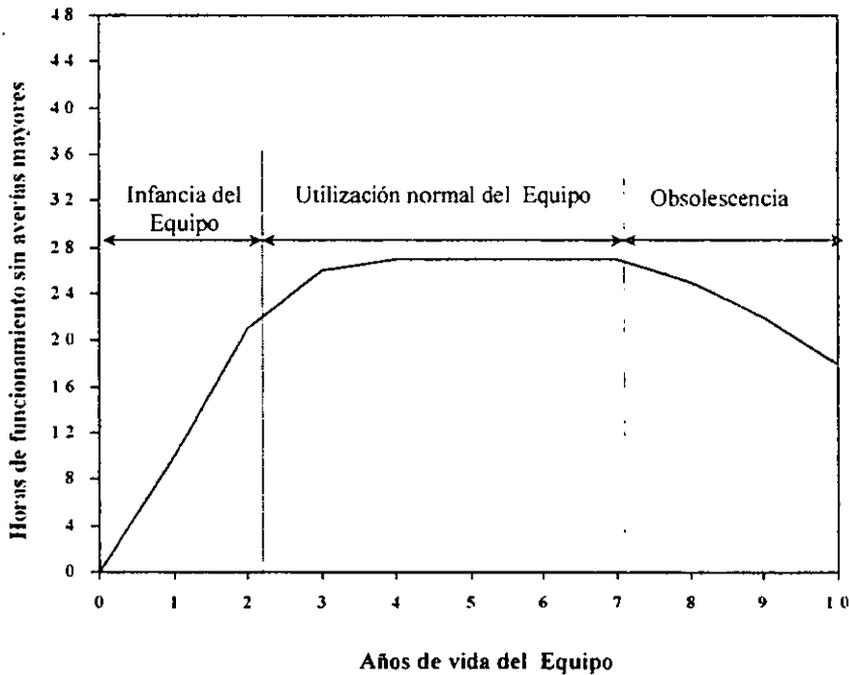


Figura 6.1.

El grado de seguridad que puede alcanzarse durante la infancia del equipo será bajo, debido al hecho de que en este período aparecen deficiencias mayores o menores que deberán ser corregidas. Un gran porcentaje de las mismas podrá producir un fallo total, o al menos una degradación en la operación del equipo.

Después del periodo indicado se alcanza el grado normal de seguridad del material durante el período productivo que comprende la mayor parte de la vida del equipo.

En ese período es cuando se espera el cumplimiento de los requisitos de seguridad y la consecución de los objetivos para los que fue proyectado el equipo.

Al ir terminando la vida del equipo, la obsolescencia comienza a afectar a la capacidad de funcionamiento a un ritmo acelerado. Durante esta etapa los fallos se originan debido al deterioro de las piezas y componentes. En la figura 6.1., la curva de seguridad operativa del equipo muestra una rama decreciente correspondiente a un intervalo cada vez menor entre dos averías consecutivas, hasta que llega a producirse un fallo cada 4 horas, lo que hace que el producto obtenido no sea aceptable.

En ese punto hay dos posibles soluciones: o desmontar totalmente el material, reorganizarlo, repararlo, etc., o abandonar el equipo. La situación es idéntica a la que se le plantea a un propietario de automóvil cuando, al cabo de cierto número de miles de millas, las fallas de toda índole y las reparaciones subsiguientes son ya inevitables, y llega a un punto en que su frecuencia convierte al vehículo en algo inútil para su dueño.

Cuando se habla de seguridad operativa hay que suponer que sus resultados se obtienen del funcionamiento del equipo durante su período normal de utilización (o durante la porción central de la curva que aparece en la figura 6.1.).

VI.3.2 Consideración de la seguridad operativa del diseño

Antes de considerar los aspectos de la seguridad operativa del diseño en cualquier sistema o subsistema, los ingenieros encargados del diseño y la seguridad operativa se deben reunir para efectuar un análisis al respecto, que ha de cristalizar en la determinación de las exigencias ambientales y funcionales del sistema.

Las exigencias funcionales de seguridad plantean el problema más severo para el diseño de los subsistemas. Se desarrollará el método que sirve para analizar, con vistas a su seguridad operativa. Los principios lógicos que se utilizarán

serán aplicables a todo tipo de análisis de seguridad operativa, sea el diseño de índole mecánica, estructural, electrónica o de desarrollo de proyectos como es el caso.

Al diseñar un circuito en orden a su seguridad operativa, el principal problema estriba en cumplir las exigencias de exactitud y estabilidad cuando el material realiza sus funciones durante un cierto período de tiempo. El ingeniero de proyectos se interesará particularmente por la seguridad operativa del equipo cuando la temperatura varíe de un extremo a otro.

Si el proyecto se refiriere a una estructura como la de un puente, o a un diseño mecánico como el de una máquina, la seguridad operativa condicionaría la selección de metales adecuado para los órganos o piezas y la consideración de las correspondientes dilataciones y capacidades de carga para ambos extremos de temperatura.

En el diseño de un circuito electrónico, la variación de temperatura se tendrá en cuenta convenientemente mediante una selección adecuada de los componentes e incorporando circuitos de auto - compensación, que por lo común adoptan la forma de redes de retroalimentación.

La mayoría de las magnitudes de los componentes eléctricos o electrónicos cambian de valor de acuerdo a las modificaciones de la temperatura. Una resistencia tendrá un cierto valor inicial, pero al cabo de un período de tiempo de funcionamiento variará la temperatura y por tanto el valor de la resistencia. Si la función de la resistencia en el circuito es decisiva, ha de incluirse algún artificio compensador en el diseño, a fin de alcanzar así el deseable grado de estabilidad en el funcionamiento.

El ingeniero de diseños debe investigar qué componentes y circuitos pueden ser críticos, analizar el comportamiento de un componente delicado ante los

cambios de temperatura y diseñar el circuito para compensar las variaciones indeseables.

El ingeniero de proyectos ha de ser informado de las áreas delicadas del diseño, y deberá estar preparado para dirigir la acción de su colega diseñador hacia donde sea preciso, con objeto de conseguir una completa seguridad operativa.

La consecución de la seguridad operativa es misión de un grupo especial de control de calidad y seguridad, el cual, en el caso que nos ocupa, se identifica con el coordinador de calidad del proyecto. Generalmente se asigna a un ingeniero de seguridad la misión de aconsejar al colega que diseña un subsistema dado, exponiéndole las exigencias de seguridad del sistema se identifican mediante un análisis de la misma.

Cada sistema es analizado en relación a los componentes que resulten vitales para el funcionamiento del equipo, sobre qué tipo de avería de un componente afectará al conjunto y acerca de la probabilidad que cada componente tenga de resultar averiado.

Se deberá efectuar un posterior análisis de cada componente en un estudio para la predicción de la seguridad operativa. Este estudio considera factores tales como la cantidad usada de cada componente, el factor de trabajo, el factor de temperatura, el índice de fallos en un determinado período de tiempo y el factor de probabilidad. Como resultado del análisis estimado de la seguridad operativa se obtendrá el intervalo medio entre fallos mediante una elemental operación estadística.

Es conveniente realizar pruebas a los equipos recién adquiridos a fin de determinar la seguridad que tendrán durante su operación continua, para ello se recomienda someterlos al proceso de "quemado" (burning), en el cual se dejan trabajando en forma continua durante un periodo prolongado de tiempo, en este proceso se conocerá si los componentes del equipo no tienen defectos que

afecten el comportamiento del equipo puesto en operación, en caso de que se presenten problemas, se deberán remplazar los componentes defectuosos.

VI.4 Manejo de información y reportes

Los informes de Ingeniería deben ser el producto del trabajo de ingenieros especializados, responsables de la labor de diseño de cada área particular. Así, la tarea final de escribir un informe podrá realizarla con mayor facilidad un redactor técnico que trabaje en colaboración con el Ingeniero de diseño.

Antes de bosquejar un determinado informe de ingeniería, el redactor técnico deberá estudiar las exigencias de las especificaciones para determinar el grado de detalle que utilizará para describir el tema, qué formato y disposición de la información deberá utilizar, a qué nivel habrá de utilizar dibujos, organigramas, diagramas esquemáticos, etc..

Además del contenido del informe, el redactor técnico deberá definir la fecha en que se ha de entregar el resultado de su trabajo y el número de horas destinadas en el programa para su labor.

Después de realizar el estudio preliminar, el redactor técnico seguirá con los procedimientos de organización para bosquejar las líneas generales, y usará la información proporcionada por el ingeniero de diseño para redactar el informe de Ingeniería.

La información completa deberá incluir lo siguiente:

1. *Informes numéricos.*

- ✓ Respecto a cada actividad aislada.

- ◇ Descripción de la actividad.
 - ◇ Duración total de la actividad.
 - ◇ Fechas programadas para la iniciación de una actividad.
 - ◇ Fechas programadas para la terminación de una actividad.
 - ◇ Margen de retrasos posibles.
 - ◇ Niveles de organización de cada actividad, que las relacionan con un subcontrato, especialidad, capítulo u otro concepto previamente establecido en la estructura de descomposición del proyecto.
- ✓ Respecto al conjunto de actividades.
- ◇ Listado de las actividades incluidas en la trayectoria crítica.
 - ◇ Listado general de programación.
 - ◇ Listado de actividades por cada nivel establecido en la estructura de descomposición del proyecto (subcontrato, especialidad, capítulo, etc.).

2. Informes gráficos.

- ✓ Diagramas generales de barras.
- ✓ Diagramas por niveles de descomposición.

Periódicamente, los responsables de programación recibirán la información real con las fechas de comienzo y terminación de las actividades en curso, así como las incidencias y previsiones a corto plazo.

Estos datos deben ser objeto de un cuidadoso análisis comparativo con la programación original, a fin de identificar las desviaciones, analizar sus causas y tomar las medidas necesarias sobre las actividades pendientes para su corrección. Este análisis contendrá, entre otros:

- ✓ Estudio de las actividades críticas, especialmente las que se encuentran sin finalizar pero con sus fechas límite sobrepasadas.
- ✓ Estudio de las actividades que estén consumiendo márgenes cuando la duración de éstas sea inferior al periodo establecido para control (días, semanas, meses, etc.).
- ✓ Estudio de las causas de las desviaciones, analizando si son coyunturales o marcan una tendencia que puede modificar los objetivos de trabajo utilizados para la parte del proyecto pendiente a ejecutar.

De acuerdo con lo anterior, se decidirán las acciones más pertinentes para llevar a cabo una actualización.

En ocasiones, dichas actualizaciones llevan a resultados incompatibles con las necesidades y objetivos del trabajo, lo que hace necesario reestructurar el programa. Esta revisión supone, principalmente:

- ✓ Cambio de criterios en cuanto a los objetivos de trabajo, tanto en la secuencia de actividades y de sus dependencias, como en los recursos necesarios para desarrollarlas.
- ✓ Modificación en el alcance de los trabajos.
- ✓ Modificación en las fechas de terminación o de sucesos intermedios.

VI.4.1 Informes de progreso

En cualquier trabajo o actividad previamente programada, o en cualquier secuencia de estas, es imprescindible disponer periódicamente de la información real sobre el desarrollo del programa a fin de comparar con lo estimado, analizar la situación y efectuar las correcciones necesarias para actualizar, y en caso necesario ajustar, la programación de las actividades a realizar.

Esta información debe llegar a los responsables de la programación y del control de costos en forma de informe de progreso, que debe contener, fundamentalmente, la siguiente información por cada actividad:

- ✓ Fechas reales de comienzo y terminación.
- ✓ Porcentaje efectuado de dicha actividad medido en tiempo consumido, trabajo real efectuado o costo consumido en relación con el original previsto).
- ✓ Tiempo, trabajo o costo previsto por cada actividad.
- ✓ Información de incidencias y previsiones a corto y mediano plazos.

Los informes de progreso pueden incluir otro tipo de información, que según la naturaleza y necesidades del proyecto, el director del mismo considere oportuno incluir.

VI.4.2 Informes PERT / Costo

Los informes básicos del PERT / costo son cinco :

1. Informe - resumen a dirección.

2. Informe de mano de obra.
3. Informe del costo del proyecto.
4. Informe de previsión o perspectiva.
5. Informe de puntos críticos.

Informe - resumen a dirección

Su objetivo es presentar la situación general del proyecto a los distintos niveles de responsabilidad y de dirección, tanto en lo referente a tiempo como a costos, resaltando las principales desviaciones ocurridas hasta la fecha. El informe suele ir acompasando del análisis de lo sucedido y de recomendaciones para la acción, especialmente al pasar a un nivel de decisión superior.

Como toda la información procede de las mismas fuentes, toda ella es compatible y cada nivel de dirección recibe la información adecuada a su gestión, pero totalmente coordinada con la recibida en niveles inferiores, paralelos y superiores.

Informe de mano de obra

Los informes de mano de obra pueden ser de dos tipos : de carga de trabajo y de necesidades totales. El primero muestra las asignaciones de personal a cada trabajo y sirve para establecer las necesidades de personal adicional, horas extra, nueva programación, etc., a fin de conseguir los rendimientos previstos. El segundo muestra las necesidades totales a lo largo del tiempo y permite volver a asignar recursos en función de los márgenes previstos, utilización de horas extra y personal adicional.

Informe del costo del proyecto

La curva de costos previstos presupuestados se puede comparar con la de los costos reales en que se ha incurrido hasta la fecha, analizando las desviaciones y sus causas.

Informes de previsión o perspectiva

Estos informes afectan tanto a los costos como a los plazos. Son informes simples, que mediante gráficos proporcionan, periodo a periodo, las desviaciones positivas o negativas en tiempo o costo.

A pesar de su simplicidad, estos informes resultan muy útiles a los niveles de dirección para valorar lo acertado de las decisiones correctivas tomadas con anterioridad, al ver los cambios de tendencia reflejados en las curvas correspondientes.

Informe de puntos críticos

Tanto en el planteamiento de la programación como en la ejecución de los trabajos, aparecen puntos críticos, incumplimientos principales o situaciones delicadas que influyen profundamente en el desempeño normal de un proyecto desarrollado.

Aunque el *informe - resumen* puede recoger estos puntos, es recomendable redactar un informe especial sobre ellos, reflejando su problemática, las acciones tomadas y las nuevas recomendaciones, si proceden.

CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

Se concluye que los objetivos planteados han sido cubiertos, destacando el hecho de que todos los integrantes aportaron su experiencia profesional para el desarrollo del presente trabajo.

Se contó con la experiencia multidisciplinaria de Ingeniería, como lo es la manufactura, operación, servicio y apoyo técnico e incluso la docente.

Se destaca el hecho que el enfoque del trabajo es meramente de ingeniería, sin seguir la tendencia de la mayoría de los textos que están enfocados al aspecto financiero y económico de un proyecto, muchos de los cuales no atienden los métodos que se deben perseguir para tener un desarrollo de proyectos exitoso desde el punto de vista técnico, donde los resultados evidentemente repercuten en el aspecto económico.

No se tocaron todos los temas que existen en otras fuentes literarias, pero sí se plasmó todo el conocimiento de cada uno de los autores y de los métodos y procedimientos aplicados en las empresas donde laboran.

La experiencia no sólo abarcó los aspectos mencionados anteriormente, sino con el desarrollo del presente trabajo se detectaron fallas en métodos y procedimientos diversos de los sitios de trabajo de los autores. De acuerdo a esto, se tomó provecho de toda la teoría aquí plasmada e incluso, se han aportado ideas por parte de los autores, garantizando así la importancia del tema de Administración de Proyectos.

Desde el comienzo del trabajo, se tomó una analogía al tema con el desarrollo del mismo, es decir, el desarrollo de la tesis se planteó como un proyecto, incluyendo todas sus fases, estrategias, definición de objetivos y conclusiones.

Se debe destacar la ausencia de estas técnicas de administración de proyectos en las carreras de ingeniería electrónica y de computación, limitando su enseñanza al área de Ingeniería Industrial.

Se hace notar que estos temas son muy importantes para todas las áreas de las Ingenierías, y el alumno debe estar preparado para hacer su trabajo de la manera óptima posible. Se destaca el hecho de que todos los ingenieros "administran" siempre su trabajo y que cualquier tarea puede ser planteada como un "proyecto".

Los autores buscarán ahora en sus trabajos:

- ✓ Hacer compatibles los conocimientos adquiridos en la tesis con su actividad diaria laboral.
- ✓ Administrar efectivamente los recursos que se tengan: personal, maquinaria, herramientas, equipos de cómputo, documentación técnica, manuales, etc..
- ✓ Asignar correctamente los calendarios correspondientes a cada labor.
- ✓ Dar seguimiento continuo a cada una de las actividades que se desempeñan. Así se evitan problemas acumulados y otros mayores.
- ✓ Crear conciencia de que se deben tomar varias alternativas para llegar a un objetivo y evitar contemplar solo una opción. (Por ejemplo, en compra de un equipo, ya que a veces existen proveedores o marcas que ofrecen precios realmente competitivos).
- ✓ Crear e implantar dispositivos de seguridad, tanto a nivel personal como a nivel de manejo de información.
- ✓ Crear estrategias para acción en caso de colapso. Significa tener en cuenta posibles soluciones en caso de cualquier eventualidad; a veces

se le llama a este concepto "tener un poco de pesimismo" o el sistema "puede fallar".

Beneficios de aplicar correctamente lo estudiado.

- ✓ Ahorros evidentes económicos y financieros.
- ✓ Desarrollo y éxitos profesionales.
- ✓ Producto de excelente calidad para el cliente, tanto en el aspecto material como en servicios.
- ✓ Excelente imagen al cliente.
- ✓ Beneficios para todo el personal de la compañía, tanto económicos como profesionales.

Por experiencia, se concluye sin temor a equivocarnos, que la mayoría de las empresas en México tienen este tipo de problemas, es muy difícil encontrar un sistema de trabajo que efectivamente sea el óptimo. Se ha detectado que la idiosincrasia de la mayoría de los mexicanos no incluye la disciplina para trabajar ordenadamente y planear labores.

Conclusiones:

- ✓ La administración de proyectos no solo abarca aspectos financieros y económicos.
- ✓ Es importante implantar una materia relacionada en los planes de estudio de carreras de Ingeniería además de la Industrial.
- ✓ Es necesario adoptar métodos de trabajo personales, con lo cual eventualmente se logrará implementar métodos más sofisticados en el trabajo.

CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

- ✓ Se debe establecer una disciplina para concretar todas las metas trazadas.
- ✓ Trazar metas factibles, que no sólo causen desgaste y no traigan retribuciones a largo plazo. Eventualmente la meta y los logros serían superiores.
- ✓ Supervisar siempre los avances cualquier tipo de trabajo y de todo el personal.
- ✓ Documentar todo lo que sea importante y que se vaya a necesitar nuevamente.
- ✓ Establecer métodos y procedimientos.
- ✓ Establecer límites y plazos de ejecución.
- ✓ Prepararse continuamente para asegurar la competitividad.
- ✓ Finalmente los autores desean subrayar que este trabajo no abarca todos los temas importantes de la administración de proyectos, pero sí los fundamentales para tomar mejores decisiones y actitudes para el futuro inmediato.

En conclusión el presente trabajo de tesis cumplió con los objetivos.

FIN DEL TRABAJO

GLOSARIO

- Actividad.- Es la parte individual de trabajo que hay que efectuar en un proyecto. Es una tarea única con una duración determinada.
- AT Autorización de Trabajo.
- Contingencia.- Una desviación del diseño, tiempo o dinero estimado en los planes, como seguridad para evitar desviaciones.
- CPM.- Critical Path Method. Método de la Ruta Crítica.
- Evento.- Es el punto de partida de una actividad y sucede sólo cuando todas las actividades que le preceden han llegado a su término.
- Gráfica de Gantt.- Herramienta de programación en la cual el lapso de tiempo de cada actividad se muestra en línea horizontal, el cual corresponde al inicio y final de dicha actividad, la cual esta relacionada con un marco de referencia de tiempo.
- HIPO.- Hierarchical Input Output Process. Proceso Jerárquico de Entrada y Salida.
- Milestone.- Eventos factibles de ser comprobados claramente por cualquier persona que requiera una verificación antes de seguir adelante.
- OT Orden de Trabajo.
- PERT.- Program Evaluation and Review Technique. Programa de Evaluación y Técnica de Revisión.

- Proyecto.- Es el conjunto de cálculos, especificaciones y dibujos que sirven para mantener, crear o adaptar un sistema.
- RAMPS.- Resource Allocation and Multi Project Scheduling.
Calendarización de Proyectos y Asignación de Recursos.
- WBS Work Breakdown Structure. Estructura de Desglose de Trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Metodología de Análisis y Diseño de Sistemas de Información

Impreso por Bancomer, S.A.

México 1988.

REYES, Ponce Agustín.

Administración de Empresas. Segunda parte

24a Impresión, Ed. Limusa

México 1987.

UMAN, David B.

Planeación y Control de Nuevos Proyectos

Primera edición en español, Editora Técnica S.A.

México, 1971

METZGER, Philip W.

Managing a Programming Project

Ed. Prentice - Hall Inc.

New Jersey, USA 1973.

Project Management: An Overview

Impreso por Shawware Inc.

Toronto, Canadá 1989.

Manual de desarrollo del proyecto LINCE CAMBIOS (inicio, seguimiento y alianza)

Impreso por Infosel, S.A. de C.V.

México, 1998

ERTHAS, Atila y JOHNES, Jesse

The Engineering Design Process

Ed. John Wiley and Sons

1993.

HUBKA, Vladimir

Principles of Engineering Design

Ed. Butterworth Scientific

1982

ULLMAN, David

The Mechanical Design Process

Ed. Mc. Graw Hill

1992.

BASCARAN, Eduardo

Apuntes Para la Clase de Innovación Tecnológica

Impreso por ITESM. Campus Monterrey

México, 1995

SCHROEDER, Roger

Administración de Operaciones

Ed. Mc. Graw Hill Interamericana

México, 1992

ALLEN, L. A.

Management and Organization

Ed. Mc. Graw-Hill Book Inc.

New York.