

**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**GESTIÓN DE PROYECTOS
ELECTROMECAÑICOS**

TEMA:

GESTIÓN DE PROYECTOS ELECTROMECAÑICOS

**EXPOSITOR: ING. MARTINIANO AGUILAR RODRIGUEZ
1997**

GESTION DE PROYECTOS ELECTROMECHANICOS

I.- EL PROCESO DE GESTION

1.- Definiciones

La GESTION es un conjunto de acciones y métodos, que integrados con varios departamentos y actividades, proporcionan una forma coordinada de lograr los objetivos, definiendo, seleccionando y controlando las acciones, en función a los medios de que se dispone y del resultado que se espera obtener, asegurando la utilización de recursos, de acuerdo con un presupuesto y un programa pre determinados. La gestión, implica además una acción y un propósito, de llevar adelante el proyecto hacia sus objetivos y metas.

Un PROYECTO, es cualquier tarea, que tiene un principio y un fin definibles, que requiere el empleo de uno o más recursos en cada una de las actividades separadas, actividades que son interdependientes y que deben completarse para alcanzar los objetivos del proyecto.

Adicionalmente, a continuación se dan algunas definiciones de términos usuales que se emplean en la gestión de proyectos.

Política.- La política de una empresa es el entendimiento por parte de sus miembros, que hace que bajo ciertas circunstancias, las acciones de cada uno, sean mas predecibles para las otras; la política es una guía para tomar decisiones sirviendo de puentes entre los objetivos básicos y las decisiones cotidianas.

Filosofía.- La filosofía de la gestión o administración, se refiere a los conceptos generales y actividades integrales fundamentales, para la cooperación de un grupo social con objeto de desarrollar una estructura dentro de la cual pensar y actuar separar lo importante de lo que no es.

Regla.- Establecimiento preciso de que se debe hacer ó no hacer - en la misma forma cada vez y -in ninguna desviación permitida, sin margen para tomar decisiones; la regla es en es te sentido diferente a las políticas que estimulan la to ma de decisiones ofreciendo un guía.

Norma.- Es la manifestación de pautas para la toma de decisiones- y además, de métodos de acción para manejar problemas.

Ley.- Declaración de una orden que es invariable bajo ciertas - condiciones; las leyes son declaraciones rígidas que pro- porcionan una estructura para la formulación de políti--- cas.

Procedimiento.- Sistema que describe en detalle los pasos que de- ben darse para llevar a cabo una tarea, haciendo- énfasis en los a diferencia de las políticas que- se concentran en enfoques generales básicos.

2.- El Proyecto.

La palabra proyecto en el idioma castellano se interpreta ge- neralmente como sólo la intención de hacer algo, sin embargo, la interpretación que aquí se le dará incluye también la rea- lización o ejecución de una obra o tarea, de acuerdo con la - definición de proyecto, dada anteriormente.

El proyecto forma parte del ciclo de producción, cuyas partes son las siguientes:

- a. Factibilidad
- b. Planeación
- c. Ingeniería
- d. Fabricación y/o abastecimientos
- e. Construcción y montaje

- f. Pruebas y puesta en servicio
- g. Operación
- h. Mantenimiento
- i. Investigación

El proyecto está formado por las partes c,d,e y f anteriores - del ciclo de producción; los proyectos pueden ser cíclicos, co - mo la fabricación en serie de un producto industrial y no-cí- - clicos como la instalación de una nueva planta industrial. La - gestión de proyectos que se estudiará aquí, se refiere básica- - mente a los proyectos no-cíclicos.

El éxito de la gestión de un proyecto, depende fundamen- - talmente de la capacidad para realizar adecuadamente cada una de las partes del proyecto (ingeniería, fabricación y/o abastecientos construcción y las pruebas de puesta en ser vicio), que se rea - lizan parte en forma secuencial y parte en forma paralela, te- - niendo una cantidad muy importante de interrelaciones permanen - tes; adicionalmente se requiere coordinar todas las partes del proyecto en base a los objetivos metas del proyecto en su con- - junto, para lo cual es necesaria una gran habilidad.

Otras condicion es básicas para el éxito de la gestión de pro- - yectos, son la siguientes.

- . apoyo total de la Dirección
- . estructura de la organización adecuada para su aplicación
- . replanteamiento de los sistemas de planeación y control de - la empresa
- . debe nombrarse un responsable o jefe del proyecto
- . definir el grado de interrelación con las demás áreas de la - compañía
- . definir el grado de autoridad otorgada la jefe del proyecto

Adicionalmente, la gestión de un equipo humano para realizar - un proyecto, requiere:

- . una meta que sea específica
- . darle mucha importancia a la selección del personal
- . darle mucha importancia a la planeación y al control, puesto que el tiempo es decisivo
- . que el jefe o responsable del proyecto más que dirigir, coordine.

El requisito fundamental de gestión de proyectos, es que éste sea considerado como una sola entidad para su organización, llenar los puestos de trabajo, elaborar los planes y controlar el proyecto.

Algunas de las características especiales de los proyectos, son las siguientes:

- . todos los proyectos tienen un "cliente"
- . la gestión por proyectos afecta acaso toda la empresa
- . la introducción de la gestión por proyectos implica hacer cambios

En general, los casos en que es conveniente la aplicación de la gestión por proyectos, son los siguientes:

- . trabajos únicos en su especie; cuando una empresa emprende una tarea que se aparta de su línea de operación en que se enfrenta a un conjunto especial de problemas de adaptación
- . complejidades de organización, en donde varias divisiones de una organización necesitan trabajar juntas; cuando varios subcontratistas intervienen en un trabajo o en las tareas del gobierno que afectan muchos departamentos.
- . intervención de varias tecnologías, como por ejemplo en los trabajos de laboratorios, de investigación, en organismos de desarrollo o en empresas de ingeniería, en donde el personal está organizado por especialidades.
- . situaciones poco usuales con relación al personal o al medio ambiente sindical.

- . ubicación remota, en donde el organismo subsidiario es una -
versión en pequeño de la oficina matriz.
- . influencias del cliente.
- . urgencia, cuando se requiere alcanzar un objetivo particular
lo más pronto posible.

En las figs. Nos. 1 y 2 se muestran el proceso de un proyecto-
y el ciclo de vida de un proyecto respectivamente, de una cen-
tral termoeléctrica en donde pueden observarse algunas de las-
interrelaciones mencionadas anteriormente.

En términos generales, las funciones de cada una de las partes
del proyecto, son las siguientes:

Ingeniería.

- . preparación del alcance del proyecto
- . elaboración de presupuestos.

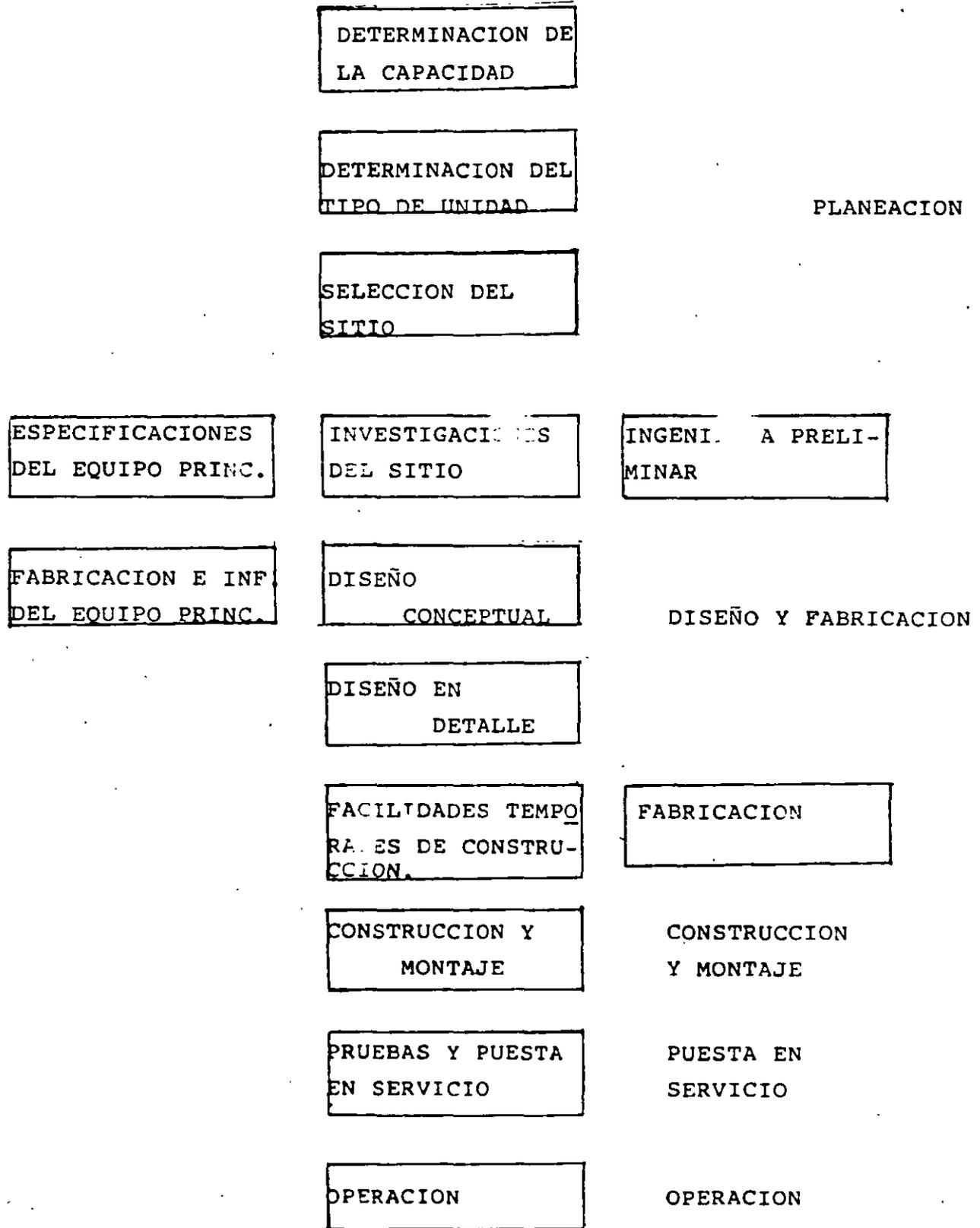


Fig.1 PROCESO DEL PROYECTO DE UNA CENTRAL TERMoeLECTRICA.

Fig.2. ejemplo de ciclo de vida de un proyecto.

ETAPAS DEL PROYECTO	TIEMPO	AÑOS		
		1	2	3
PLANEACION	Sitios, tamaños y tipos de U., flujos	Aprobación		
INGENIERIA BASICA (PRELIMINAR Y CONCEPTUAL)	Diseño conceptual Diagramas prins. Arreglos Espec.comp.			
INGENIERIA DETALLADA	Especificaciones, paquetes de compra, planos, estudios, evaluaciones, ordenes de compra, optimizaciones.			
FABRICACION (ABASTECIMIENTOS)	Caldera, turbogenerador, tubería, bombas, tableros, estructuras, transformadores, cables.			
CONSTRUCCION Y MONTAJE	Caminos de acceso, obras provisionales, cimentaciones, estructuras, montaje de equipos, inst. elec e ins.			
PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO.	Pruebas de construcción, eléctricas, funcionales y de puesta en serv.			

- . preparación de los programas de ingeniería
- . participación en los estudios de la selección de sitios
- . preparación de reportes de impacto o trascendencia en el medio ambiente
- . elaboración de estudios de optimización
- . preparación de los arreglos de la planta
- . análisis de todos los sistemas
- . realización de todos los cálculos de diseño
- . elaboración de las especificaciones de equipos
- . análisis de ofertas y elaboración de recomendaciones de compra
- . elaboración de todos los planos de construcción
- . revisión y aprobación de los planos de fabricantes
- . programación de entrenamiento de personal

Abastecimientos.

- . mantener una lista aprobada de vendedores
- . solicitar a ingeniería la aprobación de nuevos vendedores propuestos
- . participar en la evaluación de ofertas cuando sea necesario
- . desarrollar todas las funciones financieras y administrativas relacionadas con la adjudicación de órdenes de compra
- . colocación de la órdenes de compra
- . colaborar en las inspecciones del equipo en los talleres de los fabricantes
- . efectuar la expeditación y embarque de los equipos, componentes y materiales
- . responsabilizarse del transporte de todos los equipos, materiales, partes y componentes desde los talleres de los fabricantes, hasta el sitio de construcción, a menos que se especifique en forma deferente en la orden de compra o contrato
- . suministro de todos los materiales solicitados en el campo de acuerdo con las requisiciones correspondientes

Construcción.

- . planeación de la construcción, facilidades temporales, equi-

pos, herramientas, etc.

- . secuencia y programación del trabajo
- . servicios de construcción
- . organización y dirección de la construcción
- . ingeniería de campo
- . supervisión de campo
- . métodos y procedimientos de construcción
- . control de calidad
- . control de costos
- . adquisiciones de campo y control de materiales
- . seguridad, higiene, primeros auxilios y protección
- . programas de entrenamiento de personal
- . apoyo a puesta en servicio
- . ejecución de la construcción y montaje de las instalaciones permanentes y temporales o facilidades de campo
- . recibo y almacenamiento de equipos y materiales

Pruebas y puesta en servicio.

- . preparación de programas detallados de verificación, pruebas y operación inicial de todos los equipos y sistemas de la planta
- . preparación de procedimientos detallados de verificación, pruebas y operación inicial de todos los equipos y sistemas de la planta
- . aceptación de los equipos, estructuras y sistemas, de parte de construcción cuando se hayan completado
- . verificación de todos los equipos, estructuras y sistemas
- . probar todos los equipos y sistemas
- . operar inicialmente todos los equipos y sistemas
- . asistir al personal de producción para poner en operación comercial la planta

3.- La Gestión y la Administración

La gestión, que en ocasiones se confunde con Administración,-

Dirección o Gerencia es realmente un estilo o una forma de administración similar al "Management", que considera a la administración como una concepción de conjunto sin constituir una categoría precisa de actos.

Siendo la gestión un estilo o forma de administración, ensiguada se analizará ésta brevemente, para posteriormente destacar cuales son las características de la gestión.

Administración

Se puede definir a la administración como un método por medio del cual un grupo de personas en cooperación persigue la satisfacción de objetivos institucionales, mediante ciertos mecanismos de operación.

Los objetivos claramente definidos son el fundamento para el desarrollo de las varias funciones de la administración o gestión, sin embargo, el trabajo de utilizar objetivos en una organización no es una tarea sencilla debido a los conflictos resultantes por las relaciones entre los objetivos personales y los objetivos de la organización.

El comportamiento racional puede ser definido en términos de si las decisiones y acciones se orientan a lograr los objetivos pre-establecidos.

Los individuos tienen propósitos que los hacen actuar en una forma que les permite alcanzar ciertas metas; algunas de éstas metas tienden a oponerse entre sí, otras son mas importantes, algunas a corto plazo y otras a largo plazo.

Un grupo en cooperación debe mantener un conjunto de objetivos comunes a sus maniobras, aún cuando los objetivos de la organización no son personales.

Algunas metas de la organización se opondrán con las del indi

viduo, sin embargo, normalmente existe una zona de indiferencia - amplia y continuará cooperando a menos que se convenza que la - opesición es irreconciliable. Los objetivos de la organización - dan dirección a las actividades del grupo y sirven como medio por el cual múltiples intereses se canalizan hacia un esfuerzo común.

Los principales tipos de objetivos son los siguientes:

- . amplios finales de la empresa como un todo
- . de enlace o metas intermedias para la organización completa
- . específicos, relacionados con propósitos a corto plazo
- . jerárquicos: Organización completa, división, departamento, sección, etc.

Todas e individualmente, las metas parciales deben ser consistentes y contribuir a las del nivel inmediato superior.

4.- Desarrollo de la Administración.

Una revisión al desarrollo del pensamiento acerca de la gestión ó gerencia proporciona la perspectiva para la comprensión de lo que mas adelante se expone, ya que un estudio de la administración sin el reconocimiento de su herencia cultural y filosófica se considera incompleto.

La administración se ha practicado desde que el hombre se encuentra organizado en grupo sobre la tierra, sin embargo, la forma como se ha practicado (la administración), ha variado a través del tiempo, distinguiéndose en general 5 formas de administración con sus características propias, aún cuando todas tienen en común la fijación previa de objetivos, procedimientos para lograrlos, la organización de recursos (humanos, materiales y tiempo), así como la aplicación de un control sobre los elementos anteriores. La biblia relata los problemas que afrontó Moisés para dirigir a su pueblo y la historia del imperio romano contiene información de como

se manejaban los problemas administrativos.

En términos generales la clasificación del desarrollo de las formas de administración puede hacerse de acuerdo con la siguiente división:

- a.- Administración autocrática o autoritaria
- b. " científica
- c. " con atención a las relaciones humanas
- d. " por resultados
- e. " con responsabilidad social

A continuación se hará una breve descripción de cada una de estas formas de administración.

a.- Administración autocrática.- En esta forma de administración, la persona de mas alto nivel jerárquico es la que toma todas las decisiones importantes, siendo su palabra ley. Esta forma de administración se empleó desde la remota antigüedad en que se construyeron las pirámides de Egipto, el Templo del Rey Salomón, etc., hasta el siglo XIX cuando ya había llegado la revolución industrial (así llamó Toynbee a los inventos del siglo XVIII) y desaparecido el feudalismo. Hasta esa época ningún medio importante de gestión o de análisis se desarrolló para tratar los problemas de la administración a pesar de que hubo algunos hechos aislados como el establecimiento de la contabilidad por las grandes casas comerciales de Italia (siglo XIII y XIV) con el crecimiento del comercio en el mediterráneo, el intercambio de partes en la fabricación y la aplicación de la sociedad anónima (principios del siglo XIX) como forma legal de organizar un negocio.

b.- Administración científica.- A principios de este siglo (XX), varios ingenieros de E.U.A. y de Europa se dedicaron a buscar nuevas formas de realizar el trabajo y administrar una empresa, conociéndose a este sistema como adminis

tración científica considerándose a F.W. Taylor de EUA, - como su creador, y estando su esencia en las siguientes áreas:

- . el descubrimiento a través de métodos científicos, en lugar de métodos empíricos, de los elementos básicos en el trabajo del hombre
- . la identificación de la gerencia al planear el trabajo
- . la selección y entrenamiento de los trabajadores y el desarrollo de la cooperación, en lugar de los esfuerzos individuales de los empleados
- . la división racional del trabajo entre la gerencia y los trabajadores, para aumentar la eficiencia.

Las principales características de la administración científica son:

- . estudio de tiempo y movimientos
- . incentivos de pagos para lograr trabajos
- . planeación y programación
- . uniformidad de métodos, herramientas y partes
- . contabilidad de costos
- . compras de acuerdo con especificaciones y concursos o licitaciones
- . sistemas de control de producción

Aunque en los tiempos de su implantación, se consideró a la administración científica como radical, actualmente se le considera ortodoxa y autoritaria, reemplazándose algunos de sus métodos por otros nuevos, pero conservándose la mayoría de sus principios básicos.

Además de Federick W. Taylor, a quién se considera el padre de la administración científica, hubo las siguientes contribuciones principales:

- . Henry R. Towne (1886) del ASME, con su estudio "el ingeniero como economista"

- . Henri Fayol, estableció que la teoría de la administración es igualmente aplicable a todas las formas de cooperación humana organizada
- . Henry L. Gantt, insistió en la psicología del trabajador y en la importancia del estado de ánimo en la producción, sistema de diagramas de programación que hasta la fecha se utiliza
- . Morris L. Cooke, demostró la aplicación de la administración científica en campo no industriales como de ciudades
- . Frank Gilberth, introdujo el estudio de tiempos y movimientos en la industria e investigó el "método del mejor camino"

De 1920 a 1940 la administración científica estuvo en manos de expertos de la eficiencia que concentraron sus esfuerzos en los aspectos mecánicos de la producción, con los siguientes inconvenientes:

- . falta de consideración a las necesidades psicológicas de los trabajadores
- . falta de consideración a los aspectos sociológicos de cooperación
- . falta de consideración a mejorar en los niveles más altos de la organización, al concentrarse en los detalles de taller

c.- Administración con atención a las relaciones humanas.

Un poco antes de la primera guerra mundial, la sociedad y los legisladores empezaron a considerar que los grandes negocios estaban explotando a los trabajadores y a los consumidores, razón por la cual, el bienestar de los trabajadores empezó a recibir mayor atención, que se ha incrementado hasta la fecha, habiéndose promulgado leyes para mejorar las condiciones de trabajo y para proteger la salud de los trabajadores y adquiriéndose una mayor con-

ciencia de los problemas de relaciones humanas.

El período de 1920 a 1960 se caracteriza porque la administración enfoca sus acciones hacia la atención de las relaciones humanas, al darse cuenta que las relaciones laborales representaban un problema administrativo de gran escala, actitud que persiste hasta el presente.

- d.- Administración por resultados. La administración por resultados o por objetivos surgió como una respuesta a la baja eficiencia obtenida con la administración científica que hace énfasis en la metodología (estandarización de tiempo, programas de trabajo, planes de pago, descripción de puestos, análisis de costos, etc.), con especial atención en las actividades tanto de los obreros como de los supervisores; el movimiento de la administración por resultados, se inició en la década de los sesenta y puede definirse como administración por resultados en lugar de administración por actividades.

La administración por resultados, tiene las siguientes reglas fundamentales:

- . las metas individuales y de grupo apoyan los objetivos de la organización.
- . los gerentes, especialistas y empleados clave, participan en el establecimiento de objetivos del puesto.
- . los objetivos son específicos, alcanzables y se pueden medir en unidades, costos, proporciones, porcentajes, tiempos, etc.
- . los estándares de ejecución son el resultado de un acuerdo entre el que ocupa el puesto y el superior.
- . los objetivos que los trabajadores se imponen a si mismo tienen detrás el más alto estímulo.
- . las responsabilidades, autoridades y actividades señalan hacia objetivos específicos.
- . el reconocimiento y acción hacia el trabajo sobresaliente son muy necesarios.
- . los objetivos del puesto deben revisarse regularmente y -

cuando se cambia el contenido del puesto.

En general, la administración por resultados pone más atención a los objetivos que a la ejecución de las actividades, y para tener y trabajar eficazmente requiere que se establezcan metas a todos los niveles desde el más elevado hasta el más bajo además de una delegación en todos los niveles de la organización.

e. Administración con responsabilidad social. Debido a que recientemente ha habido una tendencia creciente a culpar a los negocios de muchos de los males sociales, la opinión pública, las presiones de los empleados y los requerimientos legislativos, han hecho que se añada una nueva dimensión al campo de acción de la administración: La responsabilidad social. Este cambio es parte de una revolución social que afecta a las grandes instituciones sociales del hombre como gobierno, educación, religión, capitalismo, familia, etc., de la cual se tienen señales visibles, siendo necesario entre otras cosas una evaluación de los efectos sociales que tienen la introducción de ciertas innovaciones tecnológicas; las demandas a las que se enfrenta actualmente la administración, son las siguientes:

- . producir más y mejores mercancías
- . mejorar el medio ambiente y otras condiciones de vida
- . adaptarse a grandes cambios en el ambiente político y económico

Para hacer frente a éstas demandas, algunas compañías han emprendido una planeación con relación a las responsabilidades sociales que incluye:

- . mejor atención a las necesidades de los empleados
- . mayor participación de los empleados en el establecimiento de metas.
- . mayor participación en las actividades de la comunidad
- . más normas para proteger a los consumidores y para asegurar la obtención de productos de calidad
- . mejor servicio

- . más cooperación con el gobierno en su tarea de resolver los problemas sociales
- . mayor honradez en la publicidad y en la información a los consumidores sobre los productos que realmente sirven y cuales no.

Por otra parte, la sociedad tiene derecho a que una conducta corporativa incluya lo siguiente:

- . calidad del producto
- . seguridad del producto
- . precios con una utilidad razonable
- . promoción honrada de ventas
- . puestos que interesen y desarrollen a los trabajadores
- . evitar la discriminación por raza, credo, sexo, etc., en la selección y promoción
- . salud y seguridad del trabajador
- . jubilaciones decorosas para empleados
- . pago de salario equitativos
- . protección del medio ambiente

5.-El Proceso Administrativo

Una forma de observar el método de la administración, es identificar las funciones básicas que en conjunto forman el sistema; - una lista de las funciones de la administración no es otra cosa que un recurso analítico útil para resaltar los elementos básicos inherentes al trabajo de la gestión.

Las funciones del proceso de administración en su sentido ejecutivo en el presente, son esencialmente las mismas que presentó Henri Fayol por primera vez en el año de 1916, y que son las siguientes:

- . planeación
- . organización
- . integración
- . dirección
- . control

En la Fig. 3, se muestra un esquema del proceso administrativo y a continuación, se hará una breve discusión de las diferentes funciones de la administración.

6.-PLANEACION

En términos generales, las actividades que se requieren desarrollar en la función, son las siguientes:

- . identificación de:
 - a. Oportunidades
 - b. Necesidades
 - c. Problemas
- . elaboración de pronósticos para determinar hacia donde llevará el curso actual.
- . fijar objetivos para precisar los resultados finales deseados, que pueden ser en términos de:
 - a. Resultados, terminaciones
 - b. Productividad
 - c. Estándares de comportamiento
 - d. Proyectos de desarrollo
 - e. Desarrollo organizacional
- . buscar las acciones mas adecuadas para alcanzar los objetivos
- . seleccionar la acción mas eficaz, teniendo en cuenta los recursos disponibles hoy y los previsibles en el futuro
- . desarrollar estrategias, para decidir como y cuando alcanzar las metas fijadas
- . elaboración de programas, estableciendo prioridades, secuencias y sincronización de los pasos a seguir
- . requerimientos, justificación y asignación de recursos para pre supuestar, en :
 - a. Facilidades
 - b. Equipo
 - c. Materiales
 - d. Personal
 - e. Programas de tiempo

- . establecer procedimientos para normalizar métodos, como por ejemplo:
 - a. Estándares
 - b. Programa del plan de acción táctico
 - c. Requerimientos de control, con necesidades de información
 - d. Lista de tareas
 - e. Programas de trabajo
 - f. Criterios y procedimientos para revisión de los planes
 - g. Interrelaciones con otras funciones
- . formulación de políticas, es decir, tomar decisiones sobre asuntos importantes y recurrentes.

Matriz de responsabilidades y relaciones funcionales.- Es una herramienta muy valiosa que se define la inicio del proyecto y que se emplea en la elaboración del manual del proyecto y procedimientos del proyecto así como el plan del mismo; en la Tabla 2 se muestra un ejemplo de esta matriz para el desarrollo de una central termoeléctrica, anotándose en los renglones las partes del proyecto, en las columnas las áreas funcionales y en el cruce de los ejes se anota la actividad que le corresponde clasificada en la siguiente forma:

Responsabilidad primaria y aprobación final = 1

Información = 2

Aprobación = 3

Trabajo en detalle = 4

El grado de interrelación y responsabilidad se define en el manual de gestión y en los procedimientos

Finalmente, aún cuando la programación es parte de la planeación, debido a la gran importancia que tiene, se dedicará un capítulo especial para su estudio y análisis.- Las interrelaciones de la programación con las demás partes de la planeación, se pueden observar en la fig 9 del proceso de planeación

Tabla 2 .- MATRIZ DE RELACIONES FUNCIONALES

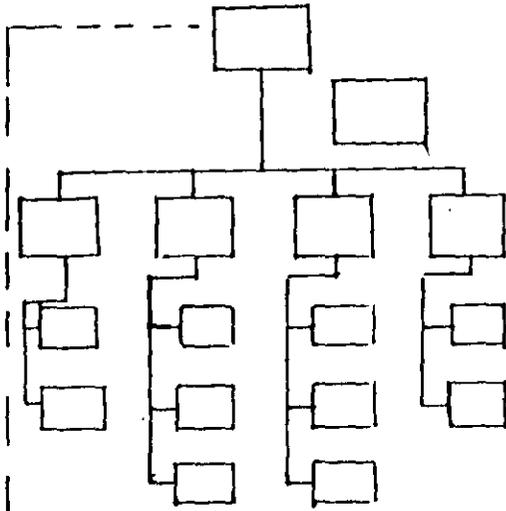
AREAS PARTES O ACTIVIDADES FUNCIONALES	Abastecimientos	Construcción	Ingeniería	Fabricantes o Contratistas	Finanzas	Planeación	Operación
Elección del tamaño de unidades		2	2.3	2		1.4	2
Selección del sitio							
Definición y cambios de alcance							
Planeación y programación							
Diseño Conceptual y criterio de diseño							
Especificaciones							
Evaluaciones y recomendaciones de compra							
Colocación de órdenes							
Fabricación							
Planos de construcción.							
Transporte, expedición.							
Construcción de campo							
Control de costos							
Puesta en servicio							
Operación							

- 1.- Responsabilidad primaria y aprobación final
- 2.- Información
- 3.- Aprobación
- 4.- Trabajo en detalle

1

2

Descripción del Producto o necesidad.



OBJETIVOS

ORGANIZACION

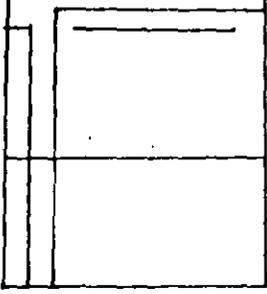
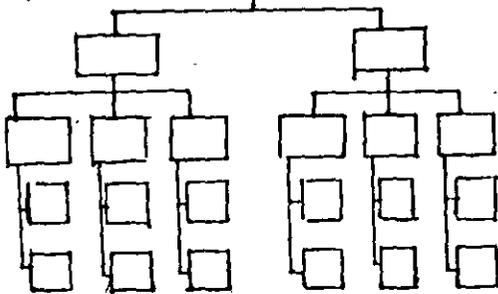
3

"QUIEN"

4

"QUE"

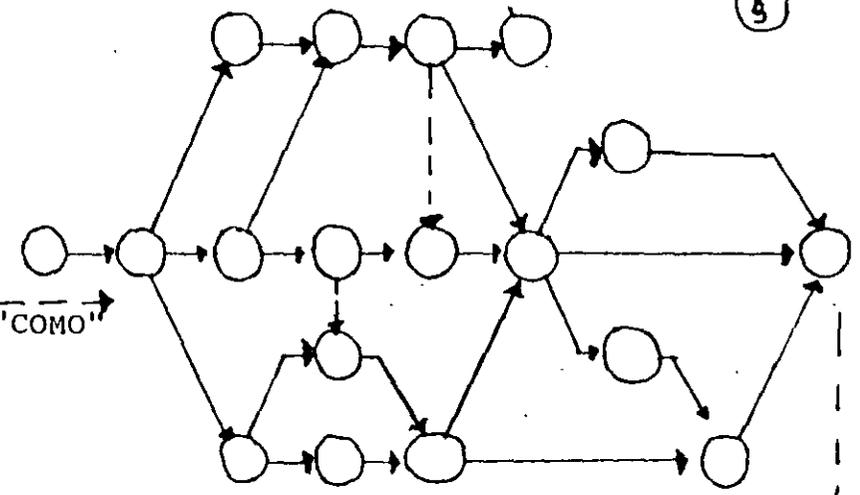
QUIEN HACE QUE



ALCACE DEL TRABAJO.- ESTRUCTURA DESGLOSADA DEL PROYECTO.

ASIGNACION DE RES PONSABILIDADES.

5



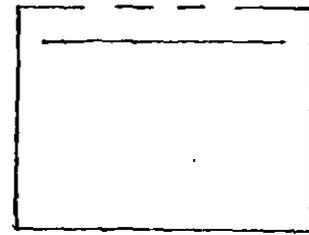
"COMO"

PLAN DE TRABAJO Y RECURSOS

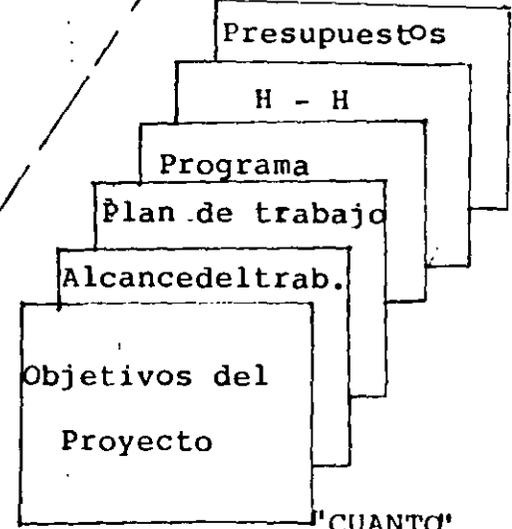
7

"CUANDO"

6



PROGRAMA DE TRABAJO



PLAN DE PROYECTO

"CUANTO"

7.- ORGANIZACION

La organización es la estructura y asociación por la cual un grupo de seres humanos en cooperación asigna las tareas entre sus miembros, indentifica las relaciones entre ellos e integra sus actividades hacia objetivos y planes comunes, con el fin de lograr la máxima eficiencia. La teoría de la organización ha sido vista desde una amplia perspectiva como un sistema de interacciones humanas y también ha sido estudiada en detalles precisos y bajo condiciones rigurosamente controladas.

Los tipos de organización formal, considerando la estructura de las relaciones de autoridad (el derecho y el poder de actuar) son los siguientes:

- . lineal.- Es la mas simple y directa, en la que cada puesto tiene autoridad general sobre los empleados de inferior jerarquía para las operaciones principales de la empresa
- . consultiva staff.- Es de consulta (general o especializada) de la estructura lineal, sin autoridad para establecer sistemas para actuar
- . funcional matriz.- Permite a un especialista de un area determinada apoyar a sus directivos dentro de un campo limitado y de autoridad claramente definida. Este tipo se ha desarrollado debido a la creciente complejidad de las operaciones y a la necesidad de un mayor número de especialistas para auxiliar a los puestos de línea.

En la Tabla 3 se muestran las principales ventajas y desventajas de éstos tipos de organización.

TIPO DE ORGANIZACION	VENTAJAS	DESVENTAJAS
LINEAL	<ul style="list-style-type: none"> . Conserva la simplicidad . Hace una división clara de la autoridad . Estimula la acción rápida 	<ul style="list-style-type: none"> . No toma en cuenta a los especialistas de planeación . Esclaviza a los hombres clave . Depende de la conservación de algunos hombres clave
CONSULTIVA (staff)	<ul style="list-style-type: none"> . Permite a los especialistas dar consejo experto . Libera al ejecutivo de línea de los análisis detallados . Permite un medio de entrenamiento a los especialistas - jóvenes 	<ul style="list-style-type: none"> . Confunde a la organización si las funciones no son claras . Reduce la fuerza de los expertos para poner en práctica sus recomendaciones . Tiende a la centralización de la organización
FUNCIONAL (matriz)	<ul style="list-style-type: none"> . Releva a los ejecutivos de línea de las decisiones especializadas de rutina . Proporciona una estructura para la aplicación del conocimiento de expertos . Disminuye la presión por la necesidad de muchos ejecutivos. 	<ul style="list-style-type: none"> . Hace las relaciones más complejas . Hace de los límites de autoridad de cada especialista un problema de difícil coordinación. . Tiende a la centralización de la organización

TABLA 3.- COMPARACION DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS TIPOS BASICOS DE ORGANIZACION.

La organización matricial puede definirse como la organización - que emplea un sistema de mando múltiple incluyendo, además de la estructura necesaria para lograrlo, los mecanismos de apoyo requeridos y un esquema para el comportamiento organizacional. La organización matricial es de forma compleja, difícil y a veces frustrante, pero debido a que cada vez es necesario tratar con organizaciones de alta complejidad y ambigüedad por los tamaños de las empresas, se requieren lograr resultados de personas y cosas que no se encuentren bajo control directo.

Organización para la gestión de proyecto.- Debido a la características especiales de los proyectos y a que tienen un objetivo determinado y único, que debe lograrse dentro del tiempo, calidad y costo asignados, es natural que también se requiera una organización específica para realizarlo.

Las consideraciones de planeación para definir la estructura de la organización del proyecto, son en términos generales las siguientes:

- . actividades a desarrollar para lograr los objetivos
- . tipo de actividad de la empresa
- . magnitud de los trabajos a desarrollar
- . recursos necesarios requeridos y disponibles
- . fechas de terminación del trabajo y de obtención de resultados

Las características fundamentales que deben de tener las organizaciones para la gestión de proyectos son las siguientes:

- . ser de duración finita, hasta lograr su objetivo
- . dedicada a su objetivo, sin desviaciones hacia otras labores
- . ser flexible para adaptarse a la variabilidad de los recursos necesarios
- . considerar la participación de entidades ajenas

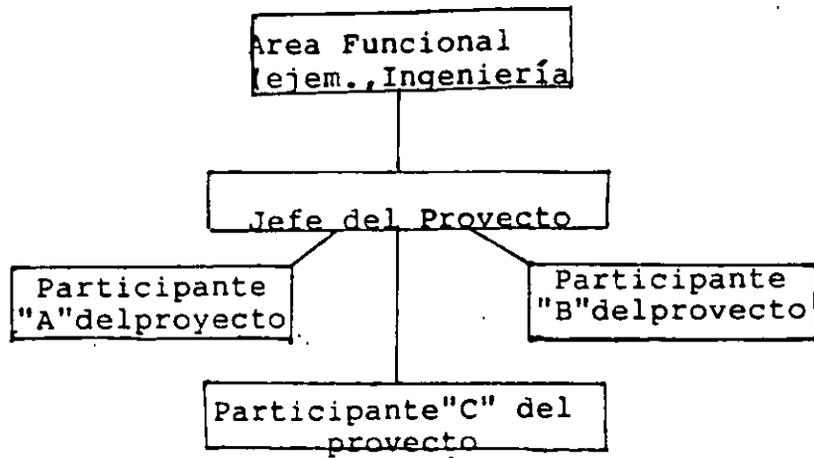
Básicamente se emplean tres enfoques de organización diferentes para la gestión de proyectos, que pueden colocarse en un contí-

nio basado en la cantidad de autoridad formal otorgada al jefe o gerente del proyecto y la cantidad de interacción requerida fuera de su unidad inmediata de trabajo.

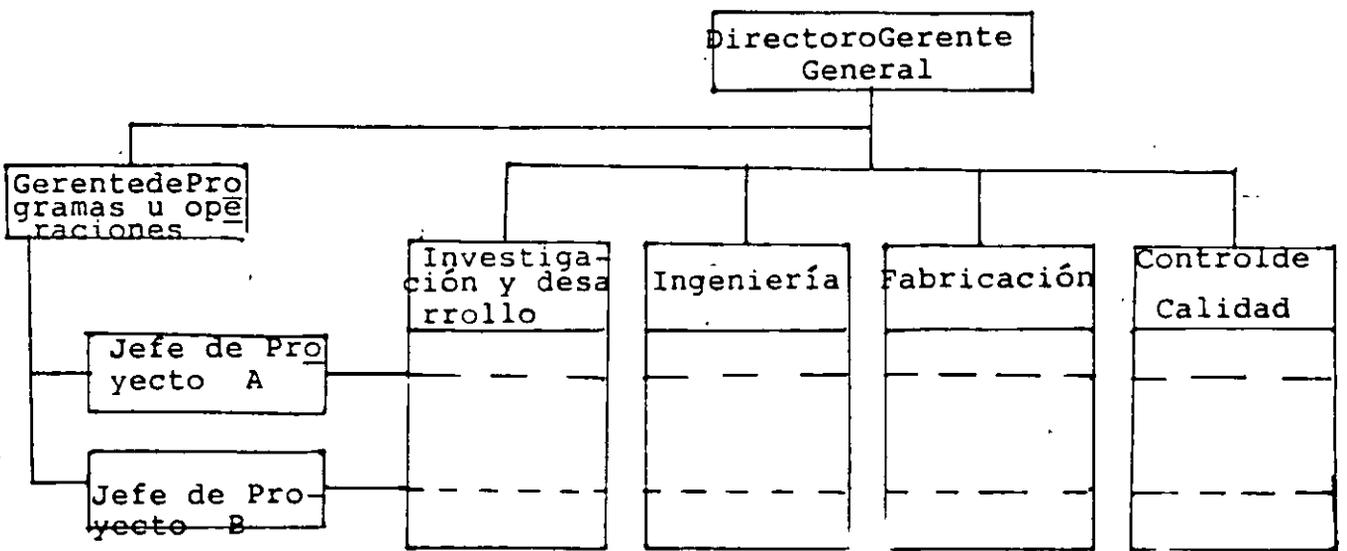
En un extremo del continuo, está el modelo lineal de la gestión de proyectos (fig. 11 a), que se caracteriza por un jefe de proyecto con alto grado de autoridad formal sobre los miembros del equipo del proyecto y con una cantidad mínima de interacción fuera requerida para la realización del proyecto; por lo general, el jefe del proyecto tiene alto grado de autonomía en la toma de decisiones y su autoridad está bien definida tanto en el proyecto como con los miembros del equipo del proyecto.

El modelo de organización de proyecto por matriz (fig. 11b), se encuentra localizado cerca del centro del continuo, con un jefe de proyecto que necesita mayor cantidad de interacción fuera realizar el proyecto y menor grado de autoridad formal para las inversiones del proyecto; este modelo de matriz, generalmente se emplea cuando un proyecto requiere especialistas multidisciplinarios y los recursos de varias funciones dentro de la empresa. En este caso, el jefe del proyecto comparte la autoridad sobre los recursos con los jefes funcionales de la empresa, violando con mayor claridad las normas de la organización tradicional como la cadena de mando, la autoridad que corresponde a la unidad de mando; por lo general, el jefe del proyecto decide QUE se hace y CUANDO, y los jefes funcionales COMO Y QUIEN.

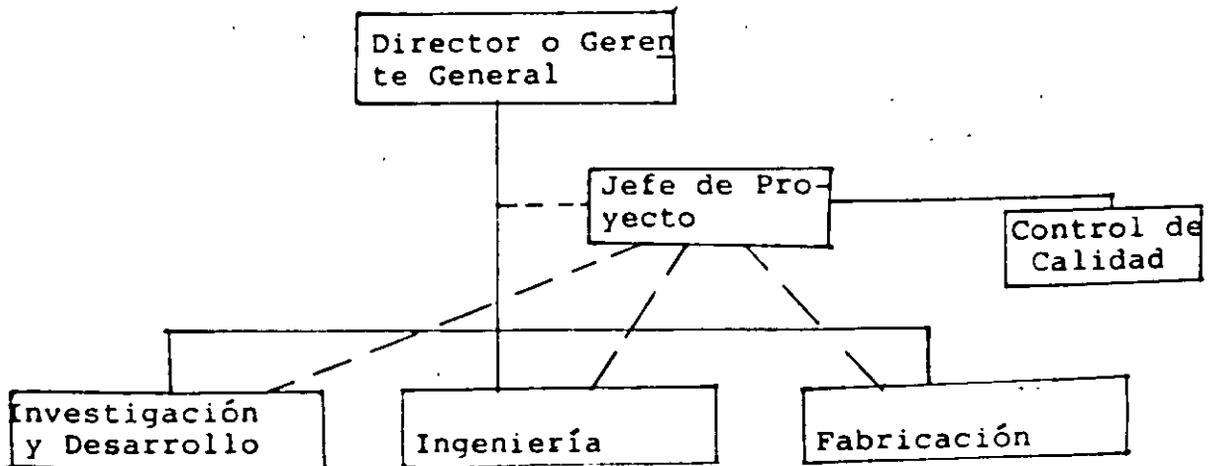
En el otro extremo del continuo de organizaciones de proyecto se encuentra el modelo de organización llamado staff (fig. 11c), que a diferencia del modelo lineal y del modelo de matriz, el jefe del proyecto requiere mayor cantidad de interacción fuera y posee menos autoridad formal, realizándose casi todo el trabajo en el área funcional y el jefe del proyecto tiene poca o ninguna autoridad en las áreas funcionales que realizan algún trabajo del proyecto.



a.- MODELO LINEAL



b.- MODELO MATRIZ (Funcional)



c.- MODELO STAFF (consultiva)

Fig. 11.- ESTRUCTURAS DE ORGANIZACION PARA PROYECTOS.

8.- CONTROL

La esencia del control está en comparar las acciones existentes contra ciertos resultados deseados determinados en la planeación; muchos de los avances en la administración son básicamente mejoras en las técnicas de control

Los elementos esenciales de cualquier sistema de control son los siguientes:

- . un objetivo, meta, plan, política, estandar, norma, regla de decisión, criterio o punto de comparación predeterminado que debe ser establecido explícitamente y que responda a la pregunta de cuales deben ser los resultados. La predicción de acontecimientos futuros proporciona la base para interpretar los acontecimientos cuando éstos sucedan y pone a disposición una estructura para un mejor entendimiento de la experiencia real.
- . un medio para medir la actividad desarrollándose; las mediciones de la ejecución real deben ser hechas en unidades similares a las del criterio predeterminado. La rapidez de la información aumenta el valor del sistema de control y el grado de exactitud de la medición dependerá de las necesidades de la aplicación específica; es también muy importante determinar que grado de desviación de los resultados es suficientemente grande para ser significativa y ameritar atención. Adicionalmente el método de presentar comparaciones de la ejecución con el criterio es un aspecto importante, por ejemplo, las técnicas gráficas ofrecen medios para observar relaciones importantes que están confundidas por detalles insignificantes.
- . un medio para comparar La actividad real con un criterio, que incluye el estudio de las relaciones con técnicas como las razones, proporciones, tendencias, ecuaciones matemáticas y diagramas, para agregar un significado a las mediciones de la ejecución real. El propósito de comparar la actuación con la ejecución planeada no es solo para determinar -

cuando se ha cometido un error, sino para permitir predecir los - problemas futuros.

. algunos medios de corregir la actividad para obtener el resultado deseado, que pueda incluir la decisión de no realizar acción si - la ejecución está bajo control. El propósito es el de proveer las medidas para que una acción correcta se tome en el momento oportu no, evitando que se accione cuando no es necesario ó se deje de - hacerlo cuando se requiere. El sistema de control del proyecto - deberá proporcionar información para poder:

- . predecir las necesidades futuras en cualquier etapa del proyec- to.
- . evaluar el comportamiento del personal
- . evaluar las técnicas de planeación, programación, estimación y- de presupuestos
- . juzgar la calidad del producto que está siendo elaborado.
- . evaluar en si mismo el sistema de control
- . enfocar la atención a tiempo sobre los problemas para gestionar su corrección

Este último punto es de tanta importancia que tiene mayor peso - que todas las otras combinaciones.-

Los recursos y elementos que son necesarios controlar son los si- guientes:

- . personal
- . tiempo
- . dinero
- . equipos
- . calidad
- . materiales

Teoricamente todos los recursos son elementos variables, es decir en una situación ideal se podrá incrementar uno o varios de ellos y conseguir un decremento correspondiente, de uno o varios de los otros, aunque no necesariamente igual; por ejemplo, empleando más

gente en un proyecto, se puede reducir el tiempo de su desarrollo o incrementando los salarios (dinero) se obtienen trabajadores - más hábiles para reducir de nuevo el elemento tiempo, o bién empleando mas tiempo se reduce la necesidad de equipos. Existen desde luego límites para llevar a cabo este proceso y en cualquier - proyecto uno o mas de los elementos pueden considerarse fijos para propósitos prácticos.

Los principios básicos para la creación de un sistema de control son los siguientes:

- . control en el punto estratégico. Se refiere a la identificación y ajuste de puntos críticos, clave o limitativos para lograr un control óptimo, resaltando la discriminación entre factores importantes e insignificantes, ya que un buen control no significa uno máximo, que es costoso
- . retroalimentación. Es el proceso de ajustar las acciones futuras con base en la información acerca de la experiencia
- . flexibilidad. Es la forma en la cual el sistema de control responde a las condiciones cambiantes y se adapta a nuevos métodos que incluyen la falla del propio sistema de control
- . adaptación a la organización.- Significa que los controles deben hacerse a la medida de la organización, incluyendo el flujo de información de la ejecución real
- . autocontrol.- Significa que las unidades deben ser planeadas para controlarse a si mismas, es decir, que si un departamento puede tener sus propias metas y sistemas de control, muchos detalles pueden manejarse dentro del departamento
- . control directo.- Significa que el sistema de control debe ser diseñado para mantener contacto directo entre el que controla y lo que es controlado

- . factor humano.- Es necesario considerar que un sistema de control que incluya a personas, es afectado por la forma psicológica en que éstas ven el sistema

Las características de un sistema de control de proyecto que sea operante, son las siguientes:

- . ser conceptualmente simple
- . que haga lo que se intenta hacer
- . ser adecuado a las necesidades de la organización
- . ser fácil de implementar
- . ser flexible

Como se mencionó anteriormente, el objetivo mas importante de un sistema de control de proyectos, es el de enfocar la atención sobre los problemas a tiempo de que la gestión haga algo para solucionarlos; estos problemas, pueden aparecer en el uso de cualquiera de los recursos o elementos como personal, tiempo, dinero, equipo o calidad del producto. Para el control de recursos, los siguientes puntos de verificación son de lo mas importante:

- . autorización del proyecto; en esta parte, cuando se esta listo para proceder con el proyecto, se revisan y aceptan los objetivos
- . planeación del proyecto; el plan del proyecto, incluye una descripción detallada de las tareas y un análisis de las habilidades requeridas
- . asignación de personal
- . estimaciones de tiempo; se revisan en detalle la lista de tareas del proyecto y la documentación analítica, se asignan estándares para la estimación del tiempo requerido para completar el proyecto, revisándose y ajustándose para futuros puntos de verificación
- . programación; se revisan los estimados de las tareas para desa-

rollar un programa completo del proyecto que deberá revisar y -
ajustarse para futuros puntos de verificación.

- . presupuestos; se hace un listado de tiempos y tareas y se apli-
can tarifas estandares para desarrollar un cuadro completo de -
costo del proyecto, que deben ser revisados a lo largo del tra-
bajo

La información para el control, que no debe confundirse con la in-
formación de después de los hechos para contabilidad, deberá te--
ner las características siguientes:

- . poder indicar que se ha desarrollado un problema o que aparente-
mente se desarrollará
- . proporcionar indicaciones de la causa de los problemas y de las
probables soluciones
- . ser presentada en tal forma de capacitar a la gestión a dirigir
su atención a aquellas áreas que lo requieren y a ignorar las -
otras areas.-
- . ser presentado a tiempo para que se tomen acciones correctivas.

La descripción de las cuatro actividades de la planeación es la -
siguiente (plan del proyecto)

- . estimación; el propósito de las estimaciones es el de determinar
cuantas horas-hombre y máquina se requerirán para la ejecución
del proyecto así como las cantidades de otros recursos neces--
arios.- Las estimaciones pueden hacerse en varias, formas por -
ejemplo usando una combinación de datos históricos y estandardarse,
para producir estimaciones que reflejen tanto las condiciones -
deseables como las reales
- . presupuestos; el propósito de los presupuestos es el de estimar
el costo en dinero de los recursos que se usarán en el proyecto
como una herramienta para el control del proyecto, aunque tam--

bién se pueden emplear para otros propósitos externos, como -
ejemplo para la justificación económica del proyecto.

- . programas; mientras que en las estimaciones se determinan cuán-
to de los varios recursos se consumirán en la ejecución del -
proyecto, en la programación se determina la duración de las -
tareas y las fechas de cuando deben realizarse.- La programación
debe hacerse de acuerdo con el tamaño del proyecto, tomando en
cuenta las técnicas y la interdependencia de las tareas

- . distribución de recursos; el propósito de la distribución de re-
cursos, es el de asignar o comprometer los recursos específicos
a las tareas del proyecto, tomando en cuenta que el personal se
asigne de acuerdo con sus habilidades y disponibilidad.

9.- Relaciones humanas y ciencias de la conducta.- Las relaciones -
humanas, son el curso de una motivación efectiva en una situa--
ción dada, con el fin de obtener equilibrio en los objetivos, -
que dan mayor satisfacción humana y ayudan a lograr las metas -
de la empresa. En las relaciones humanas, el papel de la gesti-
ón, se convierte en una tarea de motivación, dentro de la estruc-
tura del grupo.

Los elementos esenciales de las relaciones humanas son:

- . satisfacción de las necesidades humanas
- . teoría de la motivación
- . distribución de las situaciones y de los puestos
- . organización informal
- . dinámica de grupos pequeños

En las relaciones humanas, el individuo es la unidad básica de sa-
tisfacción, que cuando se combina con otros individuos, en una in-
teracción conciente, forma una organización a medida que la combi-
nación madura, para obtener metas comunes por el esfuerzo del -

grupo, sus características, como la distribución de funciones, la distribución de funciones, la creación de los sistemas de posición relativa, la asignación de poderes, la aceptación de la autoridad y el desarrollo de la lealtad al grupo, se oponen fuertemente a los cambios.

Históricamente, el inicio del movimiento de las relaciones humanas se acredita al experimento Hawthorne, realizado en Chicago de 1927 a 1932 por un grupo de sicólogos en Hawthorne Works de la Western Electric Company, para ayudar a resolver el descontento y la insatisfacción de los 30,000 empleados de la empresa.

Inicialmente se contrató a expertos en eficiencia, que empleaban las suposiciones de F.W. Taylor, ajustando las horas de trabajo, los períodos de descanso, eliminación de movimientos inútiles, -- plan de incentivos, iluminación, temperatura, humedad y otras condiciones ambientales, sin embargo, los resultados de los experimentos rigurosamente controlados, mostraron que la productividad aumentó, no solo en los grupos en donde hubo cambios ambientales, sino también en donde nada se alteró. De lo anterior quedó claro que, algunas fuerzas de motivación, independientes de los factores físicos, afectaban la producción de los trabajadores, concluyendo que se trataba de fenómenos psicológicos, que no podían explicarse con los procedimientos analíticos desarrollados.

La conclusión de los investigadores, fué que la producción aumentó por un cambio en la actitud de los trabajadores, hacia su trabajo y hacia su equipo; los investigadores al buscar la ayuda y cooperación de los trabajadores, los hicieron sentirse importantes, no como engranes de una máquina, sino como un grupo tratando de ayudar a la compañía a resolver un problema.

Se observó que los sentimientos y actitudes, eran mas importantes para el trabajador, que las horas de labores y los salarios, interesándose más en la relación de su salario con el de los demás, - que en su valor absoluto; la motivación, fué una fuerza interna - para encontrar un medio al que pertenecer, en donde, el propósito de su trabajo fuera visible y donde un alto nivel de ejecución le diera sensación de importancia. Sin éste ambiente, el trabajador

se sentía frustrado, apareciendo como factores de ella (la frustración), la fatiga, baja producción, ausentismo, etc.

El impacto global del experimento Hawthorne, fué que, al trabajador ya no se le consideró solo una extensión de su máquina, sino un ser humano complejo, cuyas necesidades sicológicas y sociales requieren atención y que, los mayores aumentos de productividad, se logran a través de un mejor entendimiento de los factores humanos en la organización.

La satisfacción de las necesidades humanas, es un elemento clave de las relaciones humanas, debiéndose reconocer que, las personas difieren en cuanto al temperamento, estabilidad emocional, sentido gregario, habilidad para aceptar la crítica, etc.; los sicólogos, clasifican las necesidades humanas en primaria y secundaria-biológicas y sociales. Las primarias, son los impulsos sicológicos básicos del cuerpo humano como el hambre, sed, sueño, aire para respirar, temperatura, humedad, etc.; las secundarias, son las derivadas de la interacción de la persona con el medio, que se desarrollan conforme una persona madura, e incluyen consideraciones como el amor propio, rivalidad, sentido de pertenecer a algo, modo de actuar, libre determinación y el mejoramiento propio.

10.- CARACTERISTICAS DE LA GESTION

La gestión de acuerdo con lo mencionado anteriormente, es en realidad un estilo o una forma de administración, en donde la acción y propósitos para llevar adelante el proyecto hacia sus objetivos y metas, están apoyadas en las dos funciones del proceso administrativo, a las cuales se les dá énfasis especial y que son:

- . la planeación
- . el control

Un análisis del contenido de la gestión, hace resaltar los sigui

II.-PROGRAMAS

1.-GENERAL

Estrictamente, la programación es una parte del proceso de planeación, pero debido a la gran importancia que tienen los programas, como una herramienta para la planeación y el control de los proyectos, se trata en este capítulo en forma separada.-

Un programa, es un ordenamiento de actividades en la secuencia correcta y fecha de ejecución, tiempo de duración, recursos necesarios para la realización y sistemas para monitorear y controlar su avance; la forma de representación de los programas es por medio de diagramas, de los cuales existen dos tipos básicos:

- diagramas de barras o gráfica de Gantt;
- diagramas de redes

Estos diagramas, se emplean para la planeación y control de los proyectos y ambos tipos tienen ciertas características, que los hacen útiles para diferentes aplicaciones.

Las características principales de los diagramas de barras son las siguientes:

- permiten una representación visual de la escala de tiempo involucrada
- identificación rápida de una tarea en particular
- reconocimiento rápido de los tiempos relativos a cada actividad

Por otra parte, las características de los diagramas de redes, son las siguientes:

- muestran rápidamente las tareas que son críticas, para el logro de los objetivos generales del proyecto
- muestran el grado de flexibilidad en los tiempos de las actividades no críticas
- permiten evaluar fácilmente los cambios necesarios para el plan de acción

El empleo del análisis de diagramas de redes para la planeación, programación y control de proyectos está actualmente generalizado, habiéndose empleado y publicado los resultados por primera vez en el año de 1957; los primeros sistemas para la aplicación en trabajos con diagramas de redes, se conocieron simultáneamente, y son los siguientes:

- PERT (Program Evaluation and Review Technique)
- CPM (Critical Path Method)

Posteriormente a estos métodos, se han creado otras técnicas para la preparación de redes, algunos de los cuales, se emplean con el fin de manejar algunos requisitos y / o restricciones de los proyectos y otros mejoran las técnicas originales para la preparación de las redes, empleándose también en ciertos

casos diferentes convencionalismos; algunos de estos métodos posteriores al PERT y CPM, son los siguientes:

- PEP (Program Evaluation Procedure)
- CPA (Critical Path Analysis)
- LESS (Least- Cost Estimating and Scheduling)
- MPM (método potencial Metra, de la Metra Internacional de Francia)
- Diagrama de Precedencias

Las diferencias fundamentales entre el método PERT y CPM de redes, son las siguientes:

- el PERT se originó en la Oficina de proyectos Especiales del Departamento de Marina de Estados Unidos, en colaboración con el Despacho de consultores Booz y Allen Hamilton, para planear y controlar el diseño, desarrollo y avance, en forma coordinada, de los diferentes contratistas y agencias que trabajaban en los proyectos del misil " Polaris " es decir, estaba orientado hacia la terminación o inicio de actividades, para la reducción del proyecto
- el CPM se origino (en el mismo tiempo que el PERT), en la División de estudios de Ingeniería de la compañía de Du Pont de Nemors, de productos químicos de Estados Unidos, y su objetivo era el de controlar el trabajo que se requería para efectuar una revisión completa y reparaciones que eran necesarios en una planta química grande, es decir, que se desarrolló como una técnica orientada hacia la ejecución óptima de las actividades de un proyecto, recortando sus costos.
- el CPM, desde su origen permitía estimar el enlace de tiempo y costo en la ejecución de las actividades y, tomar decisiones entre alternativas de menor duración y mayor costo (el método PERT no tenía en un principio ésta característica).
- el PERT, desde el principio tenía la capacidad para introducir el cálculo de probabilidades en las estimaciones de la duración de las actividades (el CPM no tenía esta característica)

En la actualidad los dos sistemas son esencialmente equivalentes , ya que ambas técnicas se han ido revisando y refinando, eliminando gradualmente sus diferencias.

Un diagrama de red, es un modelo de las tareas necesarias, que ^{se} deben llevar a cabo ^{para lograr} los objetivos del proyecto y representa gráficamente las distintas tareas o actividades, que deben llevarse a cabo, por medio de líneas en forma de flecha, empezando y terminando cada una en un punto de tiempo identificable, llamados eventos y que, por lo general se representan en forma de círculos en el diagrama; la red, muestra también las relaciones entre las diferentes tareas, basadas en la práctica normal o en restricciones físicas .-

En los métodos MPM y Diagramas de Precedencia , cada actividad se representa dentro de un cuadro y la secuencia lógica entre las actividades se desarrolla mediante flechas, que representan la práctica o las restricciones -

La aplicación de los diagramas de red, tiene ventajas en los siguientes casos:

- en proyectos que tienen actividades con momentos precisos de inicios y terminaciones
- cuando deben llevarse a cabo un gran número (más de 20) de actividades o tareas interrelacionadas, cualquiera de las cuales puede ocurrir simultáneamente.

Las ventajas que tiene la aplicación del análisis de diagramas de redes, son las siguientes:

- permite evaluar los objetivos de los proyectos en términos de tiempo y costo desde la etapa de planeación.
- permite controlar los proyectos en tal forma que, tan pronto como el comportamiento real sea diferente del plan original, pueden tomarse las medidas necesarias.
- proporciona un medio de comunicación objetivo, entre los diversos departamentos y compañías involucradas en un proyecto y entre los gerentes y los que lo implantan.
- proporciona una disciplina de pensamiento, que debe aplicarse antes del inicio de proyecto, en tal forma que puedan evaluarse todas las acciones desde el principio.
- ayuda a la implantación explícita de métodos de trabajo, con lo cual se establece una disciplina en la organización.
- ayuda a definir claramente la responsabilidad.
- permite simular y evaluar métodos alternativos para completar el proyecto, enfatizando las tareas que son críticas para lograrlo.
- hace que la recopilación de datos y estadísticas, constituya una función formal en la organización.

Para la preparación de un diagrama de red se requiere el conocimiento de lo siguiente, lo que implica tener objetivos claramente definidos para el proyecto:

- actividades
- eventos
- relaciones lógicas
- estimación de duración (tiempo) de las actividades
- estimación de los recursos necesarios, para completar las actividades, en el tiempo estimado

Los dos elementos básicos de la red, son las actividades y los eventos, y las características más importantes es la definición de las relaciones lógicas. -

Una actividad, comprende todas las acciones necesarias para llevar a cabo una tarea específica; la serie de acciones necesarias para completar un proyecto, puede especificarse como un conjunto de actividades separadas. -

Un evento, tiene lugar en un punto preciso en el tiempo y está asociado a una actividad, para mostrar un logro definible en la terminación del proyecto, como por ejemplo, el inicio y terminación de una actividad, o el momento de tiempo en que se completa una porción de una actividad.-

La definición de las interrelaciones lógicas entre actividades, y su representación en los diagramas de red, permiten la identificación de actividades que son críticas para lograr los objetivos y permiten un análisis rápido, del efecto de las demoras en ciertas actividades y las de restricciones en los recursos asignados; existen dos tipos de relación lógica: de lógica estricta y de lógica libre.-

La lógica estricta, es una restricción impuesta por la secuencia natural de los eventos y que es imposible cambiar.-

La lógica libre, por lo regular auto impuesta, representa la práctica normal dentro del proyecto.-

La especificación de las relaciones lógicas, es independiente del tiempo y recursos con los que se cuenta

En este punto, deben contestarse las tres preguntas básicas sobre cada actividad:

a.- ¿Qué actividades deben ser realizadas inmediatamente antes de la ejecución de esta ?

b.- ¿Qué actividades deben de llevarse a cabo inmediatamente después de realizar la presente?

c.- ¿Qué actividades se pueden realizar simultáneamente a la ejecución de ésta?

Después de definir las actividades, eventos y relaciones lógicas, se procede a determinar las relaciones de los eventos con el tiempo; es decir, definir el tiempo que cada actividad requiere; el tiempo estimado depende mucho de la asignación de recursos supuestos -

Es importante decidir sobre la unidad de tiempo a utilizar, de acuerdo a la duración del proyecto, con objeto de que cada actividad tenga duración de cuando menos la unidad.-

El siguiente paso en el análisis de una red, es la asignación de recursos a una actividad, que determina en alto grado su duración, de acuerdo a la disponibilidad de personal, equipo y dinero, debiéndose intentar la nivelación de recursos para la ejecución del proyecto -

2.- REGLAS PARA LA PREPARACION DE DIAGRAMAS DE REDES

Para sacar provecho a los diagramas de redes o de flechas, es necesario prepararlos siguiendo una serie de convenciones y reglas. Unos autores recomiendan unas, otros recomiendan otras y la práctica otras más, habiendo en conjunto muchas reglas en común, en las que todos están de acuerdo.

Estas reglas, por otra parte, van cambiando con el tiempo, a medida de que se van desarrollando nuevos métodos o se crean nuevos programas para la solución de estos problemas, por medio de computadoras. En el cálculo de la red, las reglas empleadas son las siguientes:

Regla 1. Las actividades se representan por medio de flechas -

Las actividades quedan limitadas por nodos o EVENTOS, que son acontecimientos que

tienen lugar cuando termina una o varias de las actividades, que concurren a ese nodo o evento

Regla 2. Se usa una flecha y solamente una para representar cada actividad, no teniendo ninguna importancia ni significación la longitud, la forma y el sentido de cada flecha. La cola representa el comienzo de la actividad y la punta el final de la misma.

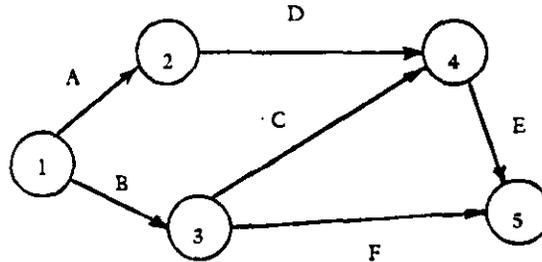


Fig. II- 1.- Diagrama de flechas

Regla 3. Cada flecha o actividad, queda denominada de acuerdo con el nodo que la antecede y que la precede, y la descripción de la actividad, se coloca sobre la flecha misma. En el diagrama anterior, la actividad "A" se denomina (1-2).

Regla 4. Para dibujar el diagrama de flechas del proyecto, lo más práctico es dibujar todas las flechas correspondientes a las actividades iniciales, y avanzar hacia adelante, siguiendo la lógica del programa y estableciendo sistemáticamente todas las relaciones lógicas que existen entre las diversas actividades, hasta llegar a la actividad final

Regla 5. A los nodos en que concurren más de una actividad, se les denomina "CONCURRENTÉS" y aquellos de los que parten más de una actividad, se les llama "DIVERGENTES"

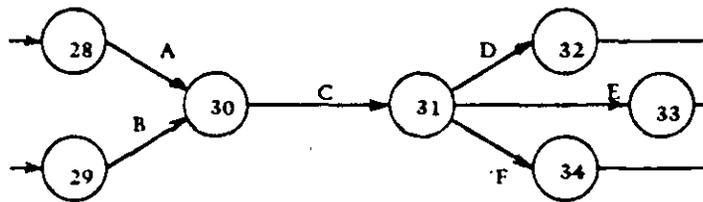


Fig. II-2.- Ejemplo de modos "concurrente" y "divergente"

Regla 6. Antes de que una actividad pueda comenzar, deben haberse terminado todas las actividades concurrentes al nodo donde dicha actividad comienza. Así, por ejemplo, en la figura siguiente, la actividad (5- 6) no puede ser comenzada mientras no terminen las actividades (4-5) y (3-5)

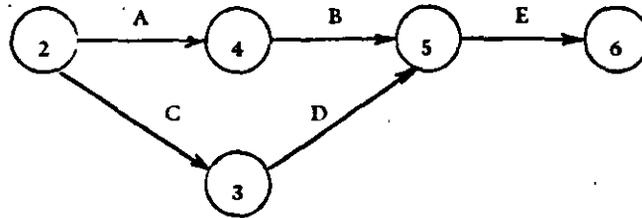


Fig.II-3- Ejemplo de diagrama de flechas

Regla 7. Como según la regla 2, no se puede representar a dos actividades con los mismos números y en muchos casos, ocurre que hay dos actividades y sólo dos que comienzan en un mismo nodo, y terminan en un mismo nodo, se utilizan las "FLECHAS DE LIGA", adicionales, que no tienen duración, pero sí tienen utilidad para dar una secuencia lógica al diagrama de flechas

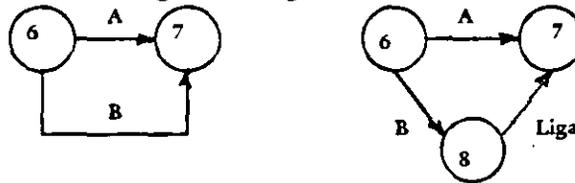


Fig II- 4- Aplicación de flecha de liga

Regla 8. En algunos casos, es conveniente poner al principio de todos los diagramas de flechas, una flecha de tiempo de iniciación o que corresponda a actividades previas del proyecto en sí.- A esta flecha se le puede asignar o no, según convenga, un tiempo posteriormente

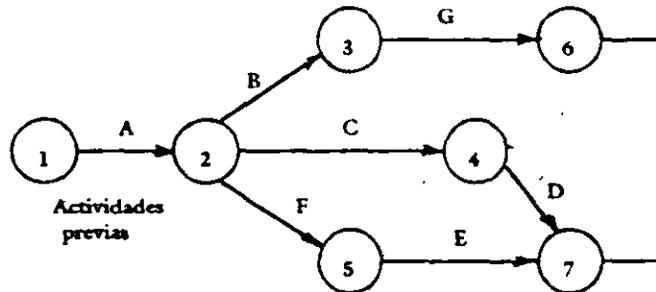


Fig.. II- 5 - Ejemplo de "actividades previas"

Regla 9. Cuando se hace un diagrama de flechas, debe tenerse especial cuidado en que, las secuencias lógicas sean correctas. Es muy común cometer errores a este respecto.

Por ejemplo, en caso de que exista una actividad "C", que depende de dos actividades "A" y "B", y una actividad "D", que depende exclusivamente de la actividad "A", es fácil cometer error dibujando el diagrama, como indica la figura siguiente.

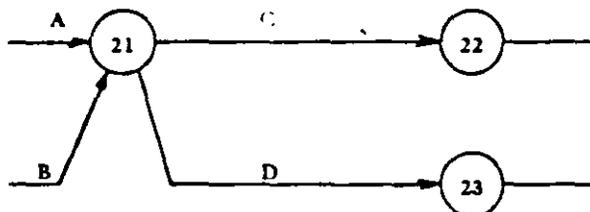


Fig. II-6.- DIAGRAMA INCORRECTO

La forma correcta de dibujar el diagrama, es diseñarlo tal como se indica a continuación, utilizando una flecha de liga, para dar la secuencia lógica:

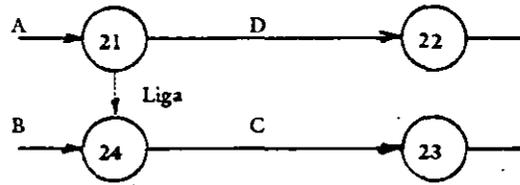


Fig. II-7.- Forma correcta del diagrama de la fig II-6

3.- ASIGNACION DE TIEMPOS A LAS ACTIVIDADES

La asignación de tiempos a las actividades del diagrama, se puede ir haciendo a medida que se dibuja cada flecha, o bien, se puede terminar el diagrama completo, para establecer todas las secuencias lógicas y, entonces, asignar la duración de cada actividad.

En las páginas anteriores, se ha indicado cual es el proceso que debe seguirse para programar el proyecto y ahí se indicó, que la duración de cada actividad dependerá, básicamente, de los recursos que se deben utilizar para su realización.

La asignación de tiempos se hace basándose en la experiencia de las personas que realizan la planeación, considerando que ya han participado en actividades similares a la considerada y que pueden estimar con bastante aproximación el valor medio que tendrá dicha actividad.

Hay, por otra parte, ciertos tipos de proyectos como, por ejemplo, el desarrollo de nuevos productos o de investigación, en los que hay mucha incertidumbre acerca de la posible duración de las actividades. Para resolver este problema, se ha desarrollado una solución estadística, que fué la base del Sistema "PERT" y se funda en que, la distribución de probabilidades de los tiempos de duración de actividad con mucha incertidumbre, sigue la distribución conocida como "DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES BETA", la que para ser utilizada requiere de tres estimaciones de tiempo para cada actividad:

El tiempo optimista - Es el tiempo menor en que se estima que determinada actividad puede ser desarrollada, o sea, el tiempo que tomaría realizarla si todo sucediera mejor de lo esperado.

El tiempo más probable - Es la mejor estimación del tiempo en que pueda realizarse una actividad, si todo ocurre normalmente.

El tiempo pesimista - Es el tiempo mayor que se estima que puede durar la actividad, o sea el tiempo que tomaría si todo saliera mal. No debe considerarse en este caso la probabilidad de catástrofes. Cuando se hacen estimaciones de tiempo como las tres indicadas, se establecen curvas de distribución de probabilidades como las que se indican en las figuras siguientes, donde:

To = tiempo optimista

Tm = tiempo más probable

Tp = tiempo pesimista

Te = tiempo esperando

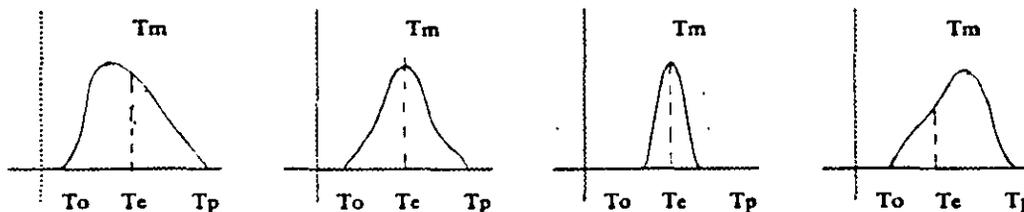


Fig. II- 8.- *Curvas de distribución de probabilidades*

Las posiciones relativas de Te, Tm y Tp, en las curvas de distribución, dependen lógicamente de los valores numéricos que hayan sido dados por el programador.

El valor de Te para cualquier tipo de distribución como los aquí estudiados es:

$$Te = \frac{To + 4Tm + Tp}{6}$$

Cuando mayor sea la separación entre el tiempo optimista y el pesimista, mayor será la incertidumbre acerca del tiempo que realmente se ejecutará la actividad.

El concepto variancia es una medida de la incertidumbre. Cuando la variancia es grande, hay mayor incertidumbre acerca de cual será el tiempo real de la realización de una actividad.

Por otra parte, la duración de una actividad es una variable aleatoria, cuya distribución de probabilidad tiene características que dependen del grado de control que se tenga de los factores que intervienen en la ejecución de la actividad.

Una actividad bien controlada tiene una variancia chica y se tiene menor incertidumbre acerca del tiempo real en que va a realizarse

Al calcular los diagramas de flechas, cualquiera que sea el método que se use para dar valor a la duración de las actividades, siempre se trabaja con un solo valor, ya sea el directamente estimado o el calculado como tiempo medio, usando el sistema del PERT.

4.- CALCULO DE UN DIAGRAMA DE FLECHAS

Antes de proceder al cálculo de un Diagrama de Flechas, es conveniente definir algunos términos que se usan en los cálculos, que son los siguientes:

t = tiempo directamente estimado o tiempo medio calculado en base a To, Tm y Tp

FMP = Fecha mas próxima en que puede ocurrir un evento

FML = Fecha mas lejana en que puede ocurrir un evento

CMP = Comienzo más próximo de una actividad, o sea la fecha más próxima en que pueda comenzar

CML = Comienzo más lejano de una actividad, o sea, la fecha más lejana en que puede comenzar

TMP = Terminación más próxima de una actividad o sea, la fecha más próxima en que puede terminar

TML = Terminación mas lejana de una actividad o sea la fecha mas lejana en que puede terminar

MT = Margen total de tiempo o tiempo flotante total

ML = Margen libre de tiempo o tiempo flotante libre

MI = Margen independiente, o tiempo flotante independiente.

Para mejor comprender el proceso de cálculo, se considerará el diagrama elemental que se indica a continuación, en el que se ha sustituido la descripción de las actividades, por una letra mayúscula.

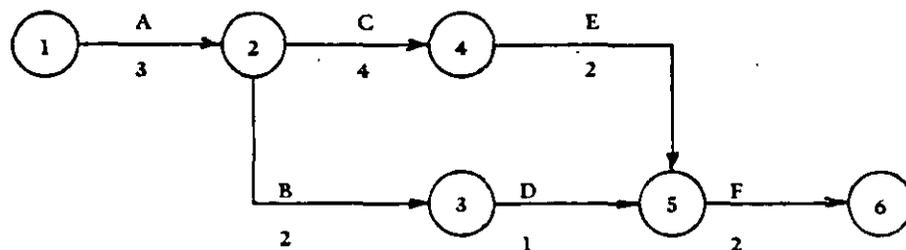


Fig. II -9.- Ejemplo de un diagrama de flechas

Este caso, el evento inicial se ha denominado (1) y a éste le corresponde un tiempo cero. En esta forma los tiempos, que pueden ser días, horas, minutos o cualquier otra unidad de tiempo, se calculan como las edades de las personas, ya que se considera que un niño no tiene un año sino hasta el momento que ha transcurrido el primer año

El cálculo de los tiempos del diagrama de flechas se hace recorriendo éste, actividad por actividad, sin dejar alguna hasta llegar el evento final, en un camino de recorrido hacia adelante Después, se completan los cálculos haciendo un recorrido semejante, pero en sentido contrario, desde el evento final hasta el inicial

Recorrido hacia adelante

Las reglas que deben seguirse, para el cálculo del diagrama de flechas en el recorrido hacia adelante, son las siguientes:

- a) La fecha más próxima en que puede ocurrir el evento inicial, se hace igual a cero
FMP = 0, para el evento inicial

b) Se considera que cada actividad comienza en cuanto el evento anterior correspondiente tiene lugar, o sea: CMP de una actividad = FMP del evento que la precede.

c) En los nodos concurrentes, la fecha más próxima en que puede ocurrir el evento correspondiente al nodo en cuestión, es la fecha más alejada de las terminaciones más próximas de todas las actividades que concurren a este nodo:

FMP = Fecha más próxima de un evento, es la más alejada de las terminaciones más próximas ($TMP_1, TMP_2, \dots, TMP_n$) para un evento concurrente, con actividades que concurren.

Aplicado estas reglas al diagrama se tiene:

Nodo 1. haciendo $FMP_1 = 0$

Actividades A, (1-2).-

$$CMP(A) = FMP_1 = 0$$

$$TMP(A) = CMP(A) + t = 0 + 3 = 3$$

Nodo 2. $FMP_2 = 3$, ya que antes del nodo 2 existe únicamente la actividad "A".

A continuación, se pueden seguir los cálculos por cualquiera de las dos rutas posibles, por 2-3, ó por 2-4; en este caso se seguirá por 2-3.

Actividad B, (2-3).-

$$CMP(B) = FMP_2 = 3$$

$$TMP(B) = CMP(B) + t = 3 + 2 = 5$$

Nodo 3. $FMP_3 = TMP(B) = 5$

Actividades D, (3-5).-

$$CMP(D) = FMP_3 = 5.$$

$$TMP(D) = CMP(D) + t = 5 + 1 = 6$$

Actividad C, (2-4)

Nodo 4. $FMP_4 = TMP(C) = 7$

$$CMP(C) = FMP_2 = 3$$

$$TMP(C) = CMP(C) + t = 3 + 4 = 7$$

Actividad E, (4-5).-

$$CMP(E) = FMP_4 = 7$$

$$TMP(E) = CMP(E) + t = 7 + 2 = 9$$

Nodo 5. FMP_5 es el mayor de los tiempos TMP de las actividades (3-5) y (4-5), que concurren a este nodo.

Por lo tanto, $FMP_5 = 9$

Actividad F, (5-6).-

$$CMP(F) = FMP_5 = 9$$

$$TMP(F) = CMP(F) + t = 9 + 2 = 11$$

Nodo 6. $FMP_6 = TMP(F) = 11$

El valor de FMP_6 da la duración total del diagrama de flechas.

En el caso que se pone como ejemplo, si se cumplen los tiempos de ejecución ^{planeados,} la duración total del proceso será de 11 unidades de tiempo.

Recorrido hacia atrás

El objetivo que se persigue al recorrer el diagrama de flechas en sentido contrario al anterior, es el de calcular la fecha más lejana en el que puede tener ^{lugar} cada evento y las fechas de comienzo y terminación más lejanas de las actividades del diagrama.

Para hacer estos cálculos se hacen las siguientes consideraciones:

a) La fecha más lejana en que puede tener lugar el evento final, debe ser igual a la fecha más próxima que se calculó ^{en} el recorrido hacia adelante

Es decir:

$$FML6 = FMP6 = 11$$

b) El comienzo más lejano de ^{cualquier} actividad, es igual a la fecha más lejana del evento que la sucede, menos la duración de la actividad en cuestión, con la siguiente consideración

$$TML (\text{De una actividad}) = FML (\text{Del evento posterior})$$

Por lo que se tiene:

$$\begin{aligned} CML (\text{de una actividad}) &= TML (\text{De la misma actividad}) - t \\ &= FML - t \end{aligned}$$

c) La fecha más lejana en que puede ocurrir un evento, es la ^{fecha} más cercana de comienzo más lejano de las actividades que ^{salen de ese} evento

$FML (\text{De un evento}) =$ a la más cercana de la fecha de comienzo más lejano, de las actividades que se originan en dicho evento (CML, CML2...CMLn) para n actividades.

Para mejor comprensión de las reglas, se van a aplicar al mismo ejemplo anterior:

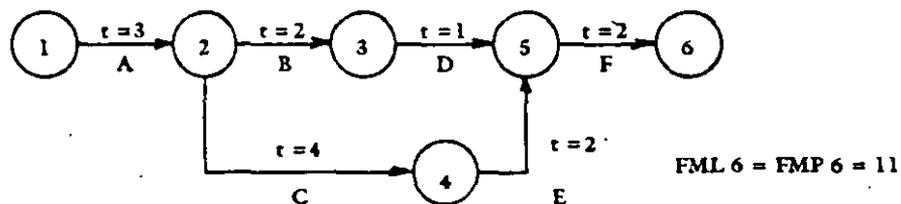


Fig. II- 10 .- Ejemplo de un diagrama de flechas (igual a la Figura II - 9)

Nodo 6 . Haciendo $FML6 = FMP6 = 11$

Actividad F, (5-6)

$$TML(F) = FML6 = 11$$

$$CML(F) = TML (F) - t = 11 - 2 = 9$$

Nodo 5. $FML5 = CML (F) = 9$

Actividad D, (3-5)

$$TML(D) = FML5 = 9$$

$$CML(D) = TML (D) - t = 9 - 1 = 8$$

Actividad E. (4-5)

Nodo 4. FML 4 = CML(E) = 7

Nodo 3. FML 3 = CML(D) = 8

$$TML(E) = FML5 = 9$$

$$CML(E) = TML(E) - t = 9 - 2 = 7$$

Actividad B. (2-3)

$$TML(B) = FML3 = 8$$

$$CML(B) = TML(B) - t = 8 - 2 = 6$$

Actividad C. (2-4).

$$TML(C) = FML4 = 7$$

$$CML(C) = TML(C) - t = 7 - 4 = 3$$

Nodo 2. La fecha más lejana en que puede ocurrir este evento, es la menor de las fechas del comienzo más lejano de las actividades B y C,

Por lo tanto: FML2=3

Actividad A. (1-2).

$$TML(A) = FML2 = 3$$

$$CML(A) = TML(A) - t = 3 - 3 = 0$$

Este resultado final de CML(A) = 0, sirve de comprobación de los cálculos, ya que FMP1 = FML1 = 0 en el evento inicial; de la misma forma que FML6 = FMP6, en el evento final.

Cálculo del margen total para cada actividad

El margen total de una actividad es igual a la diferencia entre la fecha más lejana del evento sucesor de una actividad y la fecha de terminación más próxima de la actividad en cuestión, es decir, para cada actividad X (M-N):

$$MT_x = FML_n - TMP_x$$

El margen total es, por lo tanto, el tiempo que puede retrasarse cualquier actividad, sin que se afecte el comienzo más próximo a la fecha de ocurrencia de cualquier evento o actividad del camino crítico del diagrama.

La definición anterior es equivalente a decir que el margen total, es igual a la diferencia entre la terminación más lejana y la terminación más próxima de una actividad o entre el comienzo más lejano y el comienzo más próximo de la misma.

$$MT_x = TML_x - TMP_x = CML_x - CMP_x$$

El margen total es el número de unidades de tiempo que faltan para que la actividad se vuelva crítica.

El margen total es, en general, el número de unidades de tiempo que puede tomar adicionalmente el tiempo de realización de una actividad, sin causar un retraso, o sea, sin aumentar, la fecha esperada de cualquier evento, que se encuentre en la ruta crítica.

En el ejemplo anterior las actividades A, C, E y F se encuentran en la ruta Crítica y no tienen por lo tanto Margen Total, en cambio, las B y D sí tienen margen total que es, siguiendo los conceptos expresados:

Para la actividad B (2-3).-

$$MT = TML(B) - TMP(B) = 8 - 5 = 3$$

$$\text{ó también: } MT = CML(B) - CMP(B) = 6 - 3 = 3$$

$$\text{ó también: } MT = FML(B) - TMP(B) = 8 - 5 = 3$$

Para la actividad D (3-5).-

Siguiendo nada más uno de los caminos de cálculo indicados:

$$MT = CML(D) - CMP(D) = 8 - 5 = 3$$

Se puede ver que cuando dos actividades están en serie, como la B y D, tienen el mismo margen total. - En este caso, constituyen, además, la única Ruta subcrítica del diagrama en cuestión

Calculo del margen libre para cada actividad

Las únicas actividades que tienen Margen Libre son aquellas que concurren a un nodo y no pertenecen a ninguna Ruta Crítica

El Margen Libre es igual a la diferencia entre la fecha más próxima del evento posterior de una actividad y la fecha correspondiente a la terminación más próxima de la misma actividad, es decir, para una actividad X (M-N):

$$ML_x = FMP_n - TMP_x$$

El margen libre, es por lo tanto, el tiempo que puede retardarse la terminación de una actividad, sin afectar el comienzo más próximo de cualquier otra actividad o a la fecha más próxima de cualquier evento, en el diagrama de flechas correspondientes.

En el ejemplo la única actividad que tiene Margen Libre es D (3-5), por ser la única actividad que llega a un nodo concurrente y no está al mismo tiempo en una Ruta Crítica.

En la actividad D (3-5)

$$ML(D) = FMP_5 - TMP(D) = 9 - 6 = 3$$

Este tiempo es también el tiempo que puede tomar la actividad D (3-5) adicionalmente, sobre su terminación más próxima esperada, sin que el evento (5) deje de realizarse en su Fecha más próxima esperada.

Aplicando la fórmula de ML a cualquiera de las demás actividades del diagrama que sirvió de ejemplo, se encuentra que en todos los casos $ML=0$

Haciendo el cálculo, por ejemplo, para la actividad C

$$ML_c = FMP_4 - TMP(C) = 7 - 7 = 0$$

Es interesante llamar la atención sobre el hecho de que el Margen Total es siempre igual o Mayor que el Margen Libre, ya que, para una actividad X (M-N)

$$MT_x = FML_n - TMP_x$$

$$ML_x = FMP_n - TMP_x$$

y FML es siempre igual o mayor que FMP

Cálculo del margen independiente para cada actividad

Las únicas actividades que pueden tener Margen Independiente positivo, son aquellas que llegan a un nodo concurrente. y no están en una ruta crítica.

Solamente los Márgenes Independientes positivos sirven en el trabajo de programación.

El margen Independiente se obtiene restando a la fecha más Próxima del evento posterior de una actividad, la suma de la fecha más lejana del evento anterior de la misma actividad y la duración de ésta.

O sea, para la actividad x (M-N)

$$MI(X) = FMP(N) - [FML(M) + t]$$

Cuando una actividad tiene Margen Independiente, aunque las actividades que concurren a su nodo inicial terminen en su terminación Más Lejana, haciendo que dicho evento tenga lugar en su Fecha Más Lejana, de todas maneras esta actividad puede retrasarse el tiempo correspondiente a su Margen Independiente, sin afectar a la fecha más próxima de su evento terminal.

En la figura siguiente sólo la actividad D tiene margen independiente positivo. Las duraciones se indican en los rectángulos que aparecen debajo de cada flecha.

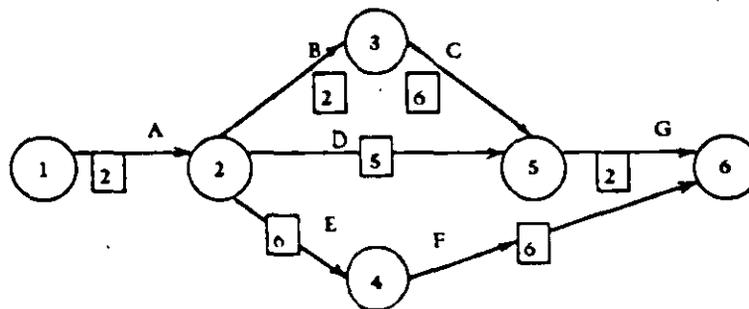


Fig. II 11.- Ejemplo de un diagrama de flechas.

En el diagrama anterior, la Ruta Crítica corresponde a las actividades A-E-F, con un tiempo total para todo el diagrama de $2+6+6=14$.

Si se calcula el diagrama anterior se obtiene lo que se muestra en la siguiente tabla:

Actividad	Duración	CMP	CML	TMP	TML	MT	ML	MI	R.C.
A	2	0	0	2	2	0	0	0	X
B	2	2	4	4	6	2	0	0	
C	6	4	6	10	12	2	0	-2	
D	5	2	7	7	12	5	3	3	
E	6	2	2	8	8	0	0	0	X
F	6	8	8	14	14	0	0	0	X
G	2	10	12	12	12	2	2	0	

Puede observarse en los datos de la tabla anterior ^{que} para las actividades que están en la ruta crítica, todos los márgenes son iguales a cero y que, por otra parte, las actividades que están en serie, a través de nodos no concurrentes, tienen los mismos márgenes totales, tal como se muestra en las actividades B y C.

Con los datos de la tabla anterior, puede construirse la gráfica de la fig. II- 12 empleando los CMP. y duraciones, mostrando las actividades críticas e información esencial de los márgenes, que indican los retrasos permitidos

5.-DIAGRAMAS POR ACTIVIDADES EN LOS NODOS

Otra forma de presentar un diagrama de actividades, que se ha extendido ya mucho en la actualidad, es el de "Actividades en los Nodos". Como su nombre lo indica y a diferencia del método clásico ya analizado, en este caso las actividades se representan en los Nodos y las flechas se utilizan únicamente para establecer las secuencias lógicas entre actividades

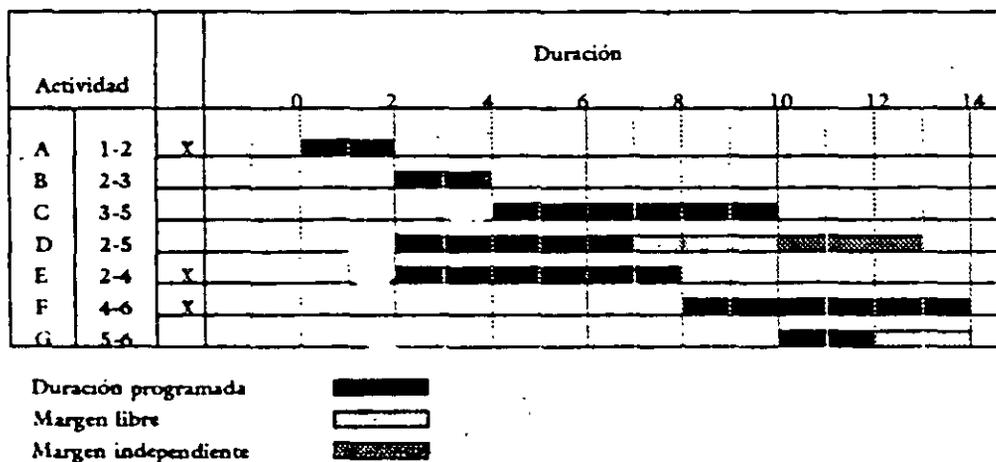


FIG. II- 12.- GRAFICA DE BARRAS DE DIAGRAMA DE FLECHAS DE LA FIG. II-11

En la figura II-12a Se representa un diagrama de flechas correspondientes a las actividades a realizar para llevar a cabo un estudio de mercado y en la fig. II-13.- se representa el mismo diagrama, dibujado con actividades en los Nodos

Nótese que ^{en} el diagrama con actividades en los nodos no se muestra ninguna actividad de liga. En realidad lo que ocurre en este tipo de representación, es que todas las actividades son de liga.

La ventaja principal de la preparación de diagramas con actividades en los nodos en su gran simplicidad. La preparación se facilita mucho por el hecho de no tener que utilizar flechas de liga.

Para el cálculo manual de los diagramas se emplean los símbolos que se muestran en la Figura II- 14

En la figura II-15 se muestra un diagrama con actividades en los nodos, con todos los valores ya calculados. Los pasos del calculo han sido los siguientes:

Siendo la actividad 1 la actividad inicial , las flechas que salen de este nodo indican que cuando la actividad 1 se termine se podrán comenzar las 2 y 4. Al terminarse estas dos actividades será posible comenzar la actividad 3. Para que se pueda comenzar la actividad 5, es solamente necesario que se termine la 4. Finalmente , cuando las actividades 5 y 3 hayan ambas terminado, se podrá comenzar la actividad 6.

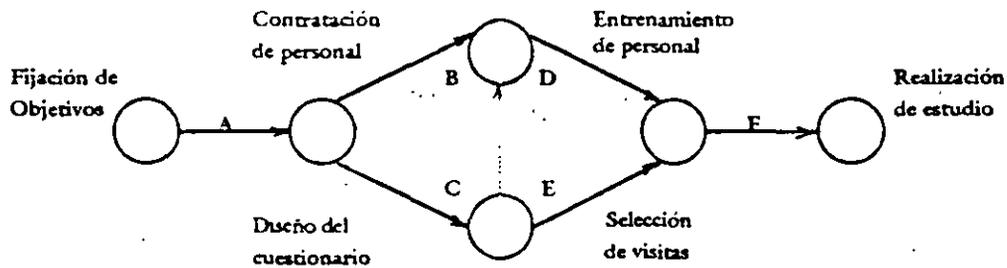


Fig.II-12A Diagrama de flechas de estudio de mercado.

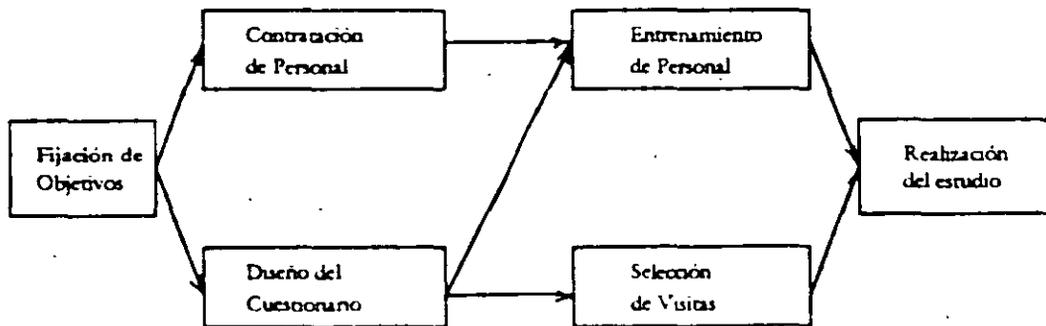


Fig. II-13.- Diagrama de actividades en los nodos correspondientes de la fig. II-12.

Comienzos		Terminaciones		
CMP	DESCRIPCION			TMP
	Número		t	
CML	MT	ML	MI	TML

Fig. II-14.- Simbología empleada en los diagramas de actividades en los nodos

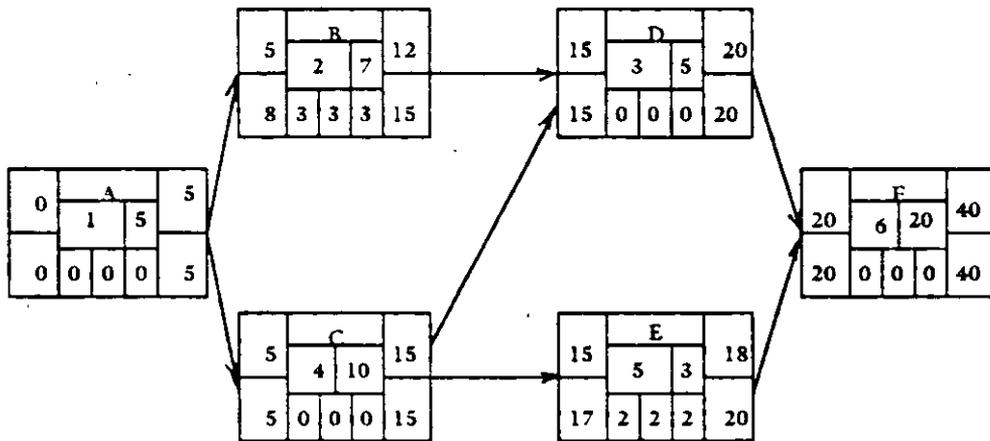


Fig. II-15.- Diagrama con valores calculados

En el recorrido hacia adelante, el comienzo Más Próximo de la actividad inicial 1 es cero y la TMP (1) = 0+5=5. Para la siguiente actividad 2, por ejemplo, CMP= 5, valor que se encuentra regresando hacia atrás de la flecha que proviene del nodo 1. Cuando varias actividades convergen a una actividad, su CMP es la fecha más alejada de las terminaciones más próximas, de las actividades que concurren en este nodo. En esta forma, para la actividad 6, el comienzo Más Próximo es el valor mayor seleccionado entre 20 y 18, es decir, 20.

El recorrido hacia atrás se comienza con la actividad terminal. Se hace a su terminación Mas Lejana igual a la terminación más proxima. Para la actividad 6, la TML=40 y su CML6=40-20=20.

Para encontrar las TML de las demas actividades, se recorren de regreso cada una de las flechas que llegan a cada actividad se toma el menor de los CML de las puntas de flechas:

Si es una sola flecha, se hace la TML de las actividades que esta en la cola de la flecha igual al CML de la actividad que esta en la punta de la flecha. Si son varias flechas, como en el caso de la actividad 1, por ejemplo, el CML(1)= 5, ya que los comienzos Mas Lejanos correspondientes a las puntas de las flechas que salen de 1, son ocho y cinco, y se elige el valor menor, o sea, 5. El Margen Total de cada actividad se calcula en la forma habitual, como la diferencia entre el CML y el CMP de cada actividad, o como la diferencia entre la TML y la TMP, que da el mismo valor. El calculo del Margen Libre de una actividad

es un poco más difícil. Recordando la fórmula que daba el margen libre, en el caso de las actividades en las flechas, se tiene que para una actividad X(M-N):

$$ML(X) = FMP(N) - TMP(X)$$

En un diagrama de flechas, los Comienzos Más próximos de las actividades que tienen su origen en un nodo, son iguales entre si e iguales a la Fecha Más Próxima de dicho nodo

Por lo tanto, en un diagrama con actividades en los nodos, el margen libre de una actividad X, es igual a la diferencia entre el comienzo Más Próximo de las actividades posteriores a esta actividad y la terminación Más Próxima de la propia actividad X

$$ML(X) = CMP(\text{Actividades posteriores}) - TMP(X)$$

Ejemplo:

Para la actividad C, $ML(C) = 15 - 15 = 0$

Para la actividad E, $ML(E) = 20 - 18 = 2$

Para el cálculo del Margen Independiente en un diagrama de flechas, para una actividad X (M-N), es igual a:

$$MI(x) = FMP(N) - [FML(M) + T]$$

Se ha visto en el cálculo del Margen Libre, que la FMP(M) es igual al comienzo Más Próximo de cualquiera de las actividades que siguen a la actividad X (M-N).

Por otra parte, en un diagrama de flechas, las Terminaciones Más Lejanas de las actividades que concurren a un nodo son iguales a la Fecha Más Lejana de dicho Nodo.

Por lo tanto:

$$MI(X) = CMP(\text{ACTIVIDADES POSTERIORES}) - [TML(\text{activ. anteri.}) + t]$$

Ejemplo: Para la actividad C, $MI(C) = 15 - (5 + 10) = 0$

Para la actividad E, $MI(E) = 20 - (15 + 3) = 2$

6.- COMPRESION DE LA RED

Ocurre muchas veces que la duración calculada de un proyecto, no coincide con la duración de compromiso o de contrato, por lo que es necesario volver a revisar las redes de actividades para ver la forma de reducir el tiempo total del proyecto, para hacerlo igual o menor al marcado por la fecha citada de contrato.

En algunos casos es suficiente una revisión de los tiempos de las actividades críticas, que para propósitos de preciar más los tiempos correspondientes, pueden ser fácilmente reducibles con lo que el problema puede ser resuelto de inmediato.

Debe sin embargo, ponerse especial atención en el hecho, de que en muchos casos, la diferencia en el tiempo total entre la Ruta Crítica y la primera Subcrítica puede ser muy pequeña, es decir, que la Holgura Total de la subcrítica puede ser solamente de uno a dos días y que al reducir en esa misma

cantidad del tiempo total de la Ruta Crítica, la suscrita se vuelve Crítica también y debe ser analizada en una forma semejante, siendo así ya necesario reducir simultáneamente las dos Rutas, para poder disminuir el tiempo total del proyecto.

7.- RELACION DE COSTO Y TIEMPO

Existe una relación directa entre el tiempo de ejecución de un proyecto y su costo, que incluye la mano de obra, capital, equipos, métodos y productividad, existiendo un punto óptimo para su ejecución; cuando el proyecto se realiza en un tiempo menor al óptimo, se requiere mano de obra o equipo adicional que aumentan los costos unitarios disminuyendo la productividad y si el proyecto se realiza en un tiempo mayor al óptimo, aumenta el costo debido al incremento en los cargos fijos (supervisión, renta de equipo, etc.).

Una actividad cualquiera de un proyecto puede ser ejecutada en tiempos muy diferentes según sea la organización del trabajo y los recursos que en éste se apliquen.

Con la experiencia obtenida en trabajos similares anteriores o haciendo un estudio de tiempos y movimientos de las actividades en cuestión, se pueden obtener curvas de costo -Tiempo, como la que se muestra en la siguiente figura II-16

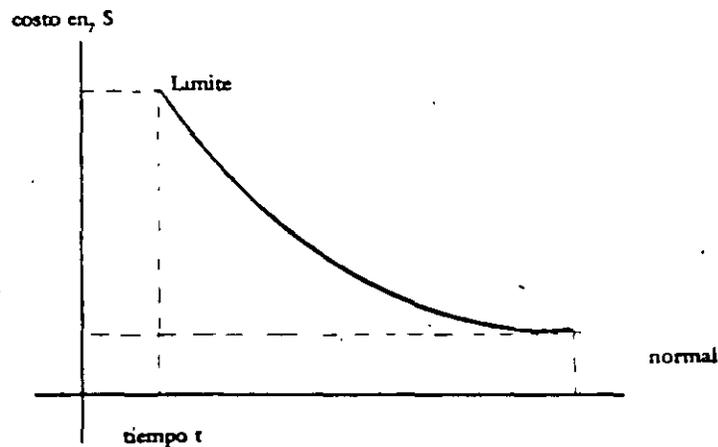


Figura II -16.- *Curva de relación costo - tiempo.*

La curva mostrada es típica para la mayor parte de los proyectos y puede observarse que una actividad puede realizarse en tiempo menor que el normal, mediante incrementos casi despreciables del costo correspondiente, debido a la forma de la curva, muy aplastada en la proximidad del punto normal.

Se considera el tiempo normal, como el que corresponde a las condiciones de trabajo más efectivas, con observación de que si el trabajo se realiza en un tiempo mayor del indicado como normal, los costos aumentarán en lugar de disminuir.

Si se quiere comprimir el tiempo de una actividad y se aplican recursos adicionales de personal, herramienta y equipo, llegará un momento en que las condiciones de trabajo quedarán saturadas y habrá un punto de en que a un incremento considerable de recursos y de costo, no corresponderá una

disminución apreciable del tiempo de terminación. Al punto indicado corresponde el tiempo y el costo límite.

En todo proyecto existen adicionalmente los costos indirectos o fijos. Como puede verse en la siguiente figura II-17,

para cada actividad o para un proyecto completo, deben sumarse los costos indirectos y directos para obtener el costo total.

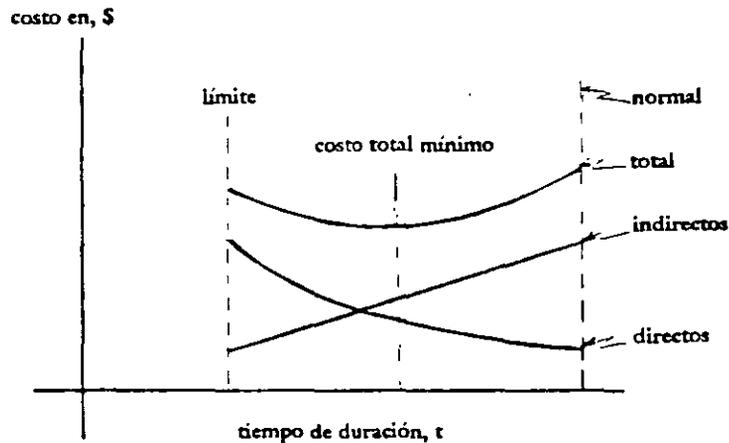


Fig. II-17.- Relación de costos de un proyecto.

Combinado la curva de costo directo-tiempo, con la estimación de gastos fijos acumulados en función del tiempo, se tiene una curva relaciona costo total y tiempo, Esta curva tiene siempre su valor mínimo en el tiempo que es menor a la duración normal del proyecto.

Para optimizar el costo de un proyecto, haciéndolo mínimo, al terminar la programación inicial debe hacerse siempre un estudio de compresión, para calcular cual es el tiempo total que debe tomar un proyecto, para minimizar el costo total.

8.- NIVELACION DE RECURSOS

Con objeto de reducir los costos de recursos sin utilización y simplificar la gestión de proyectos, es muy importante que se traten de nivelar la asignación de recursos, período por período, dentro de los límites de las holguras de cada actividad; normalmente los métodos para la elaborar un nuevo programa de actividades con nivelación o limitación de recursos tienden a ser empiricos, es decir que se establece una regla para mejorar progresivamente la asignación de recursos hasta llegar a una solución aceptable.

Un método, consiste en utilizar la holgura o margen libre asociado con las actividades, para pasar los recursos de los periodos de máxima demanda, sin embargo, el proceso se complica por interdependencia de las necesidades de recursos, porque al nivelar uno, otros pueden elevarse mucho

Para la nivelación de recursos, se prepara un diagrama de flechas preliminar y se estima la cantidad de personal y tiempo requerido para cada actividad, como se muestra en la Fig. II-18 y enseguida se efectúa el cálculo normal de fechas de realización y tiempo flotante para cada actividad, con lo cual se elabora una gráfica de tiempo en papel tabulado, en tal forma que cada actividad empieza en su

comienzo mas próximo, su tiempo flotante se indica con línea punteada y las actividades ficticias se representan con líneas verticales conservando la lógica de la red, es decir, que cada actividad debe empezar y terminar en el evento correspondiente, como se muestra en la fig. II-19, en donde los días están marcados en la parte superior y en la inferior los requerimientos totales de personal.-

Reprogramando actividades no críticas, aprovechando sus tiempos flotantes, investigando las oportunidades para reducir fluctuaciones en personal requerido, manteniendo la misma duración del proyecto, se obtiene la gráfica ^{de la Fig. II-20} La nivelación de recursos materiales se hace en la misma forma que la mano de obra, definiendo primeramente si se desea reducir el "pico" o la amplitud de las fluctuaciones.

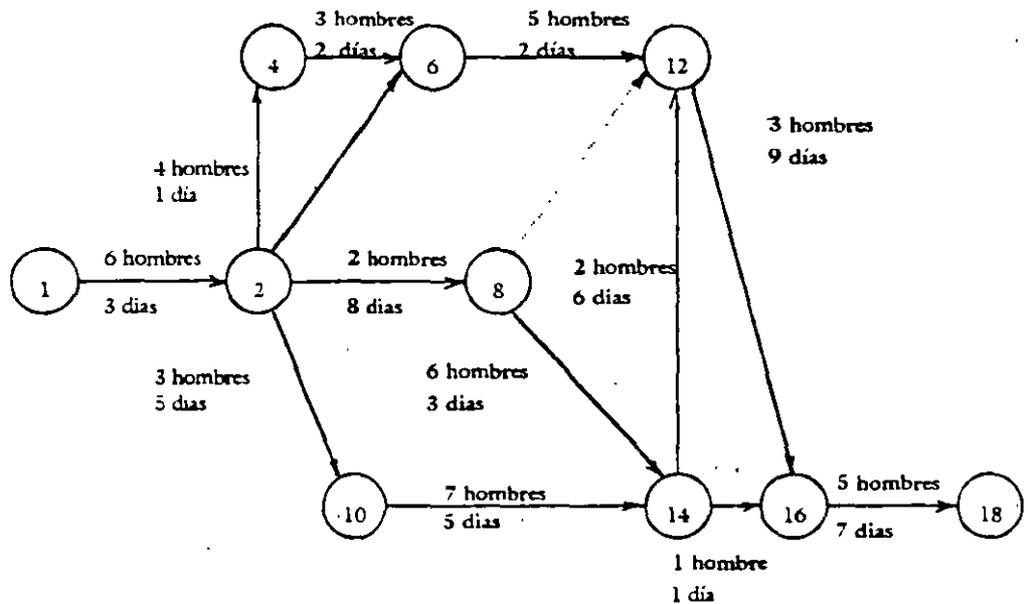


FIG. II -18.- DIAGRAMA CON ESTIMACIONES DE PERSONAL Y TIEMPO

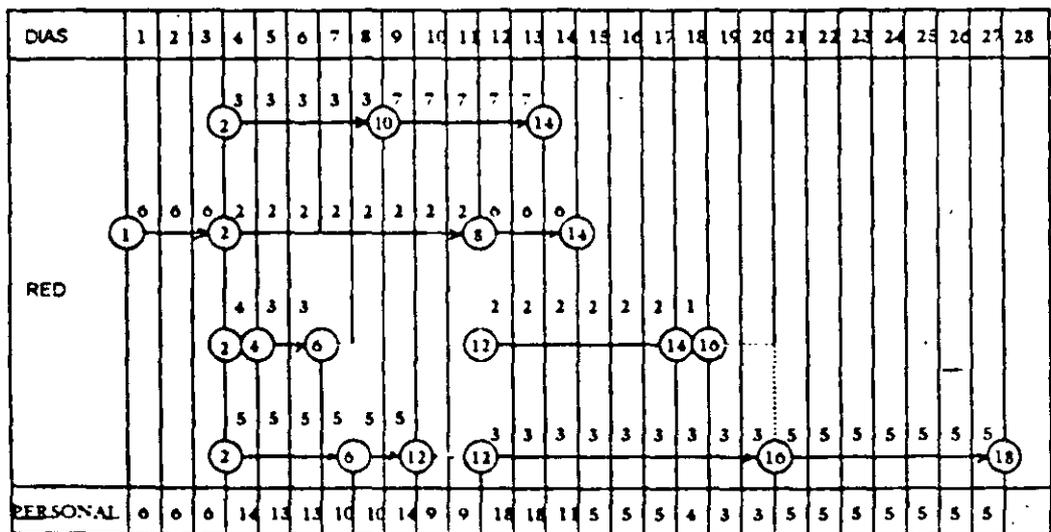


FIG. II-19.- GRAFICA DE TIEMPO DEL DIAGRAMA II-18

En resumen, los pasos que se siguen para calcular los tiempos y costos de un proyecto son los siguientes:

- a.- Con el diagrama de flechas, se asignan tiempos normales y si la duración total del proyecto queda dentro del tiempo máximo requerido, se continua con el trabajo.
- b.- El segundo paso consiste en optimizar la ruta crítica haciendo una comprición de la red para obtener el costo mínimo posible y si este tiempo es conveniente, seguir adelante con el proyecto.
- c.- El tercer paso es el que toma en cuenta los recursos asignados al proyecto y analiza si son suficientes para la realización del mismo, ya sea con tiempos normales o con tiempos correspondientes al costo mínimo.

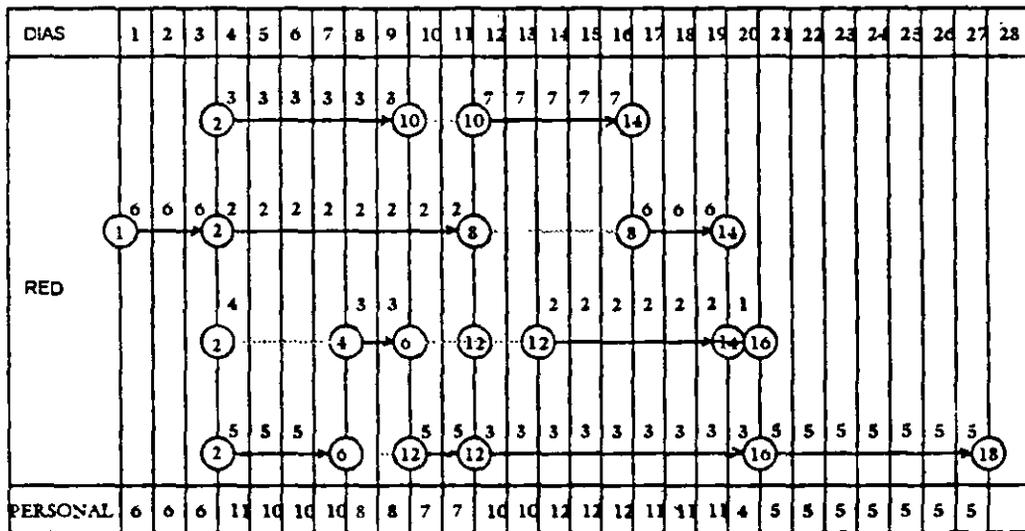
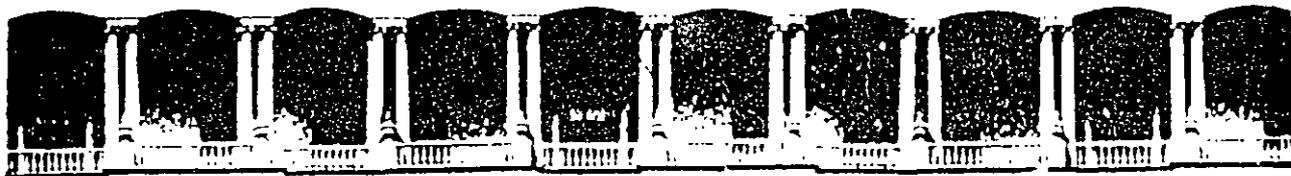


FIG.II-20 .- REPROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES NO - CRITICAS DEL DIAGRAMA 11 - 19



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**GESTIÓN DE PROYECTOS
ELECTROMECAÑICOS**

TEMA:

ABASTECIMIENTOS

**EXPOSITOR: ING. MARTINIANO AGUILAR RODRÍGUEZ
1997**

IV.- ABASTECIMIENTOS

1.- ELEMENTOS BÁSICOS DEL CICLO

El Ciclo de abastecimientos de los Proyectos está formado principalmente por los siguientes elementos básicos:

- Programa de adquisiciones
- Paquetes de compra (especificaciones)
- Financiamiento
- Solicitud de ofertas
- Evaluación
- Negociación
- Adjudicación
- Gestión del contrato
- Terminación y cierre

Estos elementos básicos se encuentran mostrados en el diagrama de flujo de la Fig. IV-1 y sus principales características son las siguientes.

Programa de adquisiciones.- El ciclo de abastecimientos se inicia cuando el diseñador o ingeniero/ arquitecto envía al departamento de abastecimientos el programa de adquisiciones en donde se establecen los requerimientos de equipos, estructuras, servicios y sistemas necesarios para la construcción del Proyecto.

Paquetes de compra (especificaciones) - En los paquetes de compra o especificaciones, el diseñador define y describe la naturaleza de su necesidad que incluye un plan para satisfacer esa necesidad con un programa, la definición del trabajo que se hará, fecha de envío, etc., de acuerdo al contenido de las especificaciones dado en la parte "Documentos de diseño".

Financiamiento - Es necesario que en el proceso de abastecimientos se incluya el control del financiamiento determinado la disponibilidad o solicitud de este

Solicitud de ofertas - Básicamente existen dos formas de adquisiciones o abastecimientos:

- Por concurso
- Por negociación directa

Los concursos son efectivos cuando se tiene un número adecuado de proveedores calificados para contratar, con especificaciones definitivas que pueden publicarse y se dispone de tiempo para cumplir con los procedimientos necesarios de este método

La negociación directa se emplea cuando no se tienen las condiciones del método de concurso, como por ejemplo en los trabajos de investigación y desarrollo.

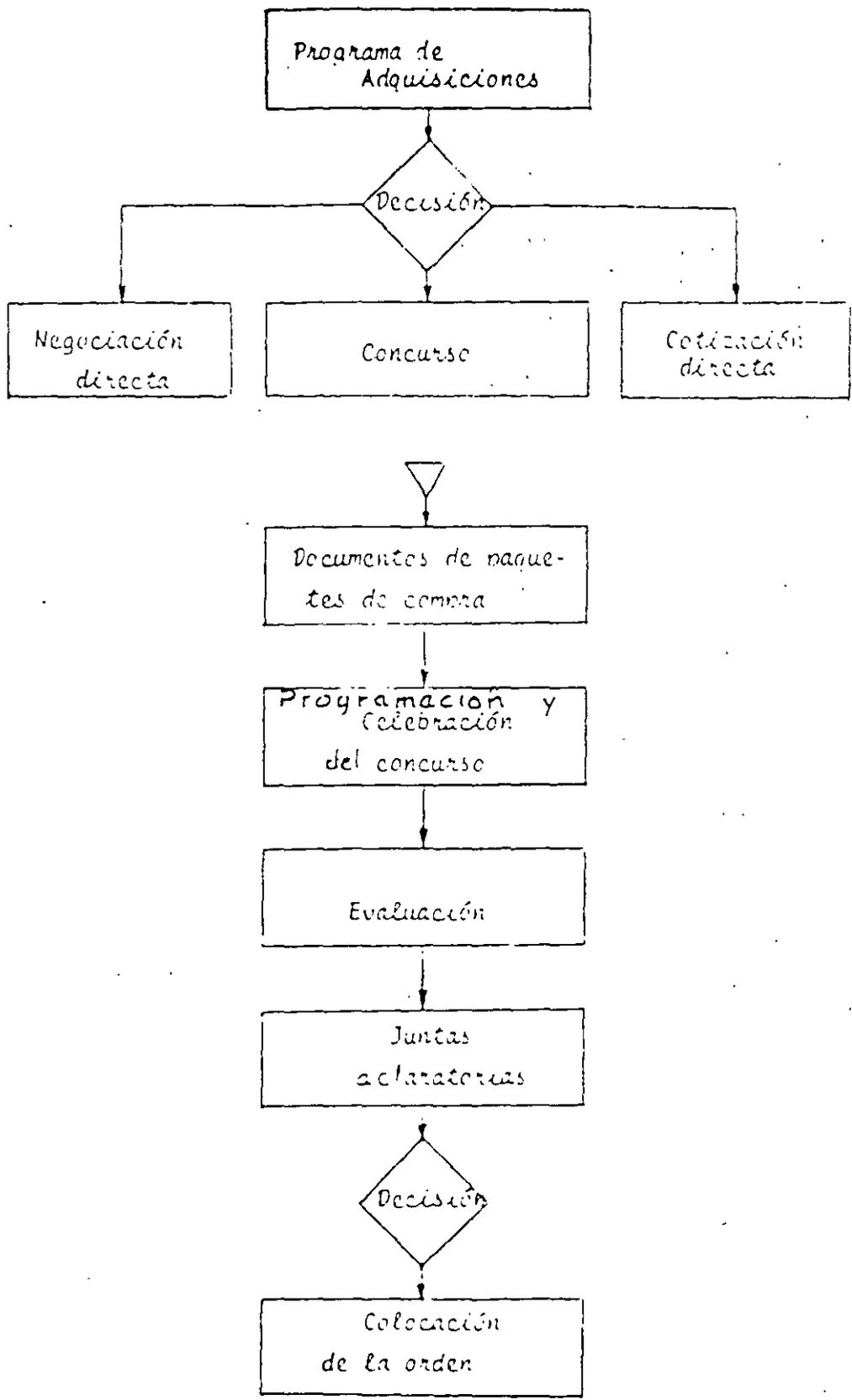


DIAGRAMA DE FLUJO DEL CICLO DE ADQUISICIONES
 FIG. IV - 1

Evaluación.- La evaluación de la oferta se efectúa para determinar:

- Responsabilidad de las ofertas
- Evaluación técnica de las ofertas que incluye
 - a) Ajustes por diferencias de alcance
 - b) Características físicas
 - c) Características de operación y mantenimiento
 - d) Seguridad
 - e) Efecto de la eficiencia y capacidad
 - f) Programa de entrega
 - g) Lugar de fabricación, transporte
 - h) Contaminación
- Financiamiento
- Análisis de costos, precios, utilidades
- Revisión de que las propuestas no contengan errores aritméticos o de procedimientos
- Puntos de negociación
- Concursante ganador o de costo más bajo neto comparativo.

Cuando se emplea el método de concurso, es necesario cumplir con lo siguiente:

- Abrir y leer las ofertas en el lugar, fecha y hora acordadas
- Preparación de un resumen y cuadro comparativo
 - Cuando lo requieran, hacer arreglos para la revisión de la oferta y el resumen
- Determinar la responsabilidad por retrasos o modificaciones en cualquier oferta
- Revisión de posibles errores en las ofertas y empleo de los procedimientos correctos
- Determinar la responsabilidad de las propuestas
- Determinación de la oferta más baja y su responsabilidad
- Recibir y resolver las solicitudes de aclaración y las inconformidades.

Cuando se emplea la negociación directa para las adquisiciones, es necesario lo siguiente

- Revisión de las ofertas para determinar que
 - a) Todas las preguntas están contestadas
 - b) Está incluido el desglose de precios en la forma requerida
 - c) Las operaciones aritméticas están correctas
 - d) Estén aceptadas todas las agendas
 - e) Las condiciones de adjudicación están especificadas
 - f) Las excepciones de las ofertas son apropiadas para una decisión

- Elaborar la evaluación técnica de las ofertas
- Elaborar un análisis de costos, precios y utilidades en la forma requerida
- Hacer una evaluación económica
- Seleccionar la oferta con la que se negociará
- Determinar la responsabilidad de la propuesta con la que se negociará.

Negociación.- Antes de la adjudicación del contrato, es necesario llevar a cabo reuniones de prenegociación para asegurarse que se entienden y resuelven todas las partes y condiciones del contrato, buscando soluciones alternativas en el caso de desacuerdos, durante esta etapa, se deberá recabar, entre otra la siguiente información:

- Personal y departamento de la compañía que realizara el trabajo
- Localización en donde se realizara el trabajo
- Partes que se subcontrataran y partes que realizará la compañía

Adjudicación - La adjudicación se efectúa con base en la evaluación y en las subsecuentes negociaciones, debiéndose notificar la decisión a los concursantes que no ganaron el contrato

Gestión del contrato - La gestión del contrato debe certificar y garantizar que el trabajo se efectúa de acuerdo con las especificaciones y condiciones del contrato, además de que se efectúen los pagos en la forma establecida; las actividades incluidas para lograr este propósito son:

- Documentación de inspecciones, cambios, modificaciones, garantías, pagos, supervisión y otros eventos que afectan el comportamiento
- Coordinación del staff involucrado en la realización del contrato ingeniería, legal, administrativo, financiero y directivo
- Gestión de políticas y procedimientos que incluyen el mantenimiento de la siguiente información de avance, en la forma requerida

- a) Programa de la fabricación o producción
- b) Reporte mensual de avance de producción
- c) Reporte de recepción e inspección de materiales
- d) Reporte de avance
- e) Reporte financiero
- f) Red CPM o PERT

- Negociaciones para evitar disputas y problemas y seguir los procedimientos apropiados en modificaciones y cambios del contrato
- Suministro de información para soportar el diseño

- Cancelaciones de contrato (por mutuo consentimiento, por fallas)

Terminación y cierre - Cuando el trabajo es aceptado y se hacen los pagos correspondientes se termina el ciclo de abastecimientos, debiendo previamente cumplir con ciertas actividades como:

- Embalaje
- Transporte
- Recibo, almacenamiento
- Montaje
- Pruebas (aceptación, comportamiento)

2.- COMPRAS

En términos generales, las funciones y responsabilidades de compras, son las siguientes.

A - Compra de materiales y servicios consistentes con los requerimientos de calidad y suministro que incluye

- a) Valoración de la habilidad del vendedor de suministrar a tiempo
- b) Determinación de la habilidad del vendedor de suministrar la calidad correcta, que incluye.

- Capacidad del taller del vendedor
- Programa de control de calidad del vendedor
- Experiencia previa

B - Compras al mas bajo precio obtenible, satisfaciendo las condiciones de cantidad, calidad y tiempo, que incluyen

- Coordinación de la selección del vendedor con el cliente y/o gerencia
- Investigación de las fuentes de suministro
- Investigación financiera de ofertantes
- Negociación de contratos en la forma requerida

C - Implementación de procedimientos así como terminos y condiciones del proyecto que incluye

- Procedimientos internos
- Procedimientos externos
- Terminos y condiciones generales
- Terminos y condiciones especiales
- Instrucciones especiales a ofertantes
- Formas especiales de ordenes de compra, requerimientos de ofertas y formatos de reportes

D.- Evaluaciones, que incluyen.

- a) Cuestionarios e investigaciones de vendedores
- b) Evaluaciones comerciales, que incluyen.
 - Requerimientos de especificaciones
 - Propuestas de vendedores
 - Negociación de desviaciones
 - Oferta mas baja aparente Vs oferta más baja evaluada

E - Adjudicación, que incluye

- Asistencia al cliente y proyecto
- Juntas de pre-adjudicación
- Condiciones de adjudicación

3.- EXPEDITACION

Las responsabilidades de expeditación pueden sintetizarse en las siguientes actividades

- Coordinación
- Distribución de información

Los principales trabajos de expeditación de un proyecto, que considera la organización corporativa y de división, tanto de gabinete como de campo incluye lo siguiente

- a) Gabinete
 - Diagramas
 - Compras de materiales
 - Fabricación/ensamble
 - Embarques y rutas al sitio de trabajo
 - Libros de instrucciones
 - Partes de repuesto (retacciones)
- b) Campo
 - Reportes de campo
 - Elementos de asignación
 - Distribución de información interfasas
 - Procedimiento de requerimiento de compras
 - Reportes de fabricación de materiales

Las típicas áreas problema de expeditación, son las siguientes:

- Requerimientos de diagramas y programas
- Programas de embarque prometidos por el vendedor y requeridos por el lugar de trabajo

- Coordinación con tráfico
- Libros de instrucciones y partes de repuesto
- Seguimiento de faltantes y daños

4.- TRAFICO

Las responsabilidades de tráfico son las que proporcionan el servicio de transporte de materiales y equipos a tiempo y seguramente, en forma económica, con cierto alcance de actividades que incluyen las siguientes planeaciones

a) Planeación de pre-contrato

- Requerimientos de importacion y exportación
- Investigacion del sitio de trabajo
- Investigacion del punto de destino
- Capacidades de transportacion
- Investigacion de empackado y preservación
- Seguros y responsabilidad de los materiales en transito.
- Estudio de tarifas y estructuras de transportacion
- Terminos de compras e interrelación con las condiciones de tráfico

b) Planeación de Post-contrato

- Coordinación con compras para desarrollar los requerimientos de la orden de compra de tráfico
- Selecccion del agente aduanal (Freight Forwarding) y establecimiento de condiciones y documentos
- Coordinacion con los departamentos de expeditacion, contabilidad, finanzas, inspeccion y seguros
- Procedimientos de auditoria

5.- INSPECCIÓN

El proceso de las actividades de inspeccion es el de asegurar la calidad de los materiales y equipo, con relacion a

- Confiabilidad de la planta
- Confiabilidad de la seguridad
- Intertase de montaje y construccion

Para este propósito, se debe establecer la estructura de organización necesana (corporativa y de division), los procedimientos y las actividades de inspeccion de acuerdo con el alcance definido

6.- COMPRAS DE CAMPO

Las responsabilidades de compras de campo son las de apoyar oportunamente los esfuerzos de construcción, debiendo contar con la estructura de organización adecuada, estas responsabilidades incluyen el control de materiales y las compras que deben definirse de acuerdo con lo siguiente:

- a) Control de materiales
 - Recibo
 - Almacenamiento
 - Protección
 - Emisión
 - Excedente (surplus)
 - Inventario
- b) Compras
 - Tipos de materiales
 - Tipos de servicios
 - Requerimientos de emergencia
 - Renta de equipos y herramientas

Los elementos que deben establecerse en un inicio típico de proyecto, son los siguientes:

- Controles
- Archivos
- Reportes
- Elementos funcionales (arreglo de oficina, almacén, arreglo del área de almacenamiento exterior, equipos y herramientas manuales para obreros, equipo y herramientas para el inicio, otras consideraciones únicas para un proyecto dado, etc.)

7.- ORGANIZACION

La organización de abastecimientos debe estructurarse en tal forma que cumpla eficientemente con las siguientes funciones para lograr sus objetivos:

- a) Abastecimientos de proyectos
- b) Compras
- c) Convenios de servicios
- d) Expedición
- e) Tráfico, importaciones y exportaciones
- f) Negociaciones
- g) Mercadotecnia de abastecimiento

El objetivo general es el de proveer un método común a todas las áreas involucradas en la administración de proyectos, para hacer más expedita la adquisición de bienes y servicios

El objetivo particular de abastecimientos corporativo es el de administrar adecuadamente los recursos tanto internos como externos para proveer a los proyectos, de los bienes y servicios con las condiciones de calidad, precio, entrega, lugar y financiamiento adecuado y congruentes, con el objetivo particular de los proyectos.

a) Abastecimiento de Proyectos

Abastecimiento de proyectos Realiza la función de recepción de requisiciones, enrutamiento y control, así como, la coordinación de las actividades de abastecimiento para el proyecto, para asegurar el suministro de materiales, equipo, servicios y refacciones con la oportunidad, costo y calidad que se requiere en el proyecto

Para este propósito, realiza las siguientes actividades:

- Recibe requisiciones del usuario y de acuerdo a especialidades de negociador y selección de compras, hace el enrutamiento correspondiente
- Registra la recepción de requisiciones y hace seguimiento de las mismas en el flujo que siguen en compras, cotizaciones, tablas comparativas, etc
- Otorga números de pedidos con clave, de acuerdo al proyecto de que se trate y al importador encargado
- Enlace entre proyectos y abastecimientos
- Coordina que el suministro ocurra a tiempo, utilizando los recursos disponibles en abastecimiento
- Centro de información de abastecimiento para un proyecto determinado y archivo del mismo
- Coordina que se elaboren finiquitos
- Elabora reportes informativos a jefes de sección, jefes de departamento, jefes de proyecto, etc

b) Compras Proyectos

Compras Es quien tiene a su cargo la labor de solicitar cotizaciones, negociar las adquisiciones y adquirir los bienes que los proyectos requieren al costo, tiempo, localización, calidad y financiamiento adecuado

Las actividades que realiza son las siguientes:

- Recibe requisiciones de abastecimientos de proyectos en base a su especialidad.
- Solicita cotizaciones verbales o por escrito según el monto estimado de la requisición
- Elabora tabla comparativa económica
- Solicita números de pedidos a abastecimiento de proyectos
- Solicita trámites de permiso de importación a través de abastecimiento de proyectos.
- Realiza negociaciones
- Coloca pedido o requisición
- Mantiene estrecho contacto con el proveedor para hacer cumplir entregas, costo y calidad, soportándose en actividades de otras áreas

c) Convenios de servicio

Convenios de servicio tiene a su cargo la labor de solicitar cotizaciones, negociar la adquisición de servicios y colocar contratos por los servicios requeridos, cuyo producto terminado es el suministro de los servicios que los proyectos requieren con costo, tiempo de ejecución, localización, calidad y financiamiento adecuado

Las actividades que realiza, son las siguientes

- Recibe requisiciones de abastecimiento de proyectos en base a su especialidad
- Solicita cotizaciones verbales o por escrito según el monto estimado de la requisición.
- Elabora tabla comparativa económica
- Solicita números de contrato a abastecimiento de proyectos
- Verifica registro de proveedores autorizados
- Verifica y exige estado migratorio correcto de técnicos de servicio.
- Verifica y exige estado legal y laboral correcto de personal sindicalizado por servicios de mano de obra, administración y obra terminada

- Realiza negociaciones.
- Coloca contrato.
- Mantiene estrecho contacto con los proveedores para hacer cumplir las entregas, costo y calidad, soportándose en actividades de otras áreas

d) Expeditación

Expeditación tiene a su cargo la labor de visitar a proveedores, verificar su avance e informar a las áreas correspondientes para su registro y/o toma de decisiones alternas

Expeditación deberá verificar que los proveedores realicen las actividades necesarias para que se cumplan las fechas de entrega y/o fabricación acordadas con los pedidos y contratos.

Para este proposito, debera realizar las siguientes actividades

- Recibe copias de pedido de los negociadores de compras y/o convenios de servicio que requieren expeditación.
- Recibe listado de requisiciones de abastecimiento de proyectos, de las que se requiere sean expeditadas
- Elabora programa de expeditación
- Realiza expedición telefónica o de visita según se requiera
- Emite reportes de expeditación.
- Recibe comunicación de mercancía que llega a frontera y que es embarcada de frontera a los distintos proyectos
- Solicita mediante reporte de expedición la participación de otras áreas de abastecimiento
- Cuando sea necesario, solicita la asistencia de control de calidad y/o ingeniería de campo

e) Tráfico, Importaciones y Exportaciones (T I E)

T I E es quien tiene a su cargo la labor de solicitar tramites de tráfico y comercio exterior según lo requiera compras y/o convenios de servicio

Los productos terminados son varios, dependiendo si se trata de tráfico o de comercio exterior

- i) Tráfico suministra el servicio de transportar los materiales y equipos en el tiempo adecuado y mediante la utilización de unidades adecuadas hasta el lugar requerido por los proyectos
- ii) Comercio exterior suministra el servicio de internar a Mexico (importaciones) o de enviar fuera de Mexico (Exportaciones) a los materiales y equipo según los requieran los negociadores para los proyectos en el tiempo adecuado y el menor riesgo posible

Las actividades que realiza son.

Trafico

- Recibe solicitudes de servicio de transporte, de parte de negociadores y de abastecimiento de proyectos
- Solicita cotizaciones
- Realiza negociaciones
- Suministra el servicio de transporte de materiales y equipos.

Comercio exterior

- Recibe solicitudes de tramite de permisos de importación y exportación de los negociadores y a través de abastecimiento de proyectos
- Solicita trámites de importación y exportación
- Solicita permisos de importacion y exportacion ante la Secretaria de Comercio
- Mantiene seguimiento de las solicitudes de tramite
- Recibe notificaciones de autorizacion de permisos
- Da instrucciones de despacho al Agente Aduanal
- Mantiene seguimiento de despachos. ante Agente Aduanal
- Asesora al Agente Aduanal ante el seguimiento de discrepancias con la Secretaria de Hacienda
- Informa de despachos aduanales realizados

f) Negociaciones.

Negociaciones tiene a su cargo la labor de solicitar cotizaciones, negociar el suministro por largo plazo y adquirir los bienes solicitados que no estén negociados, con objeto de adquirir los materiales y materias primas que los proyectos requieren y que no están en la negociación de suministro, con el costo, tiempo, localización, calidad y financiamiento adecuados y establecidos en la negociación de suministro.

Las actividades que realiza son

- Recibe requisiciones de abastecimiento de proyectos en base a su especialidad
- Solicita cotizaciones verbales o por escrito
- Solicita número de pedido a abastecimiento de proyectos.
- Coloca pedido o requisición.
- Mantiene estrecho contacto con el proveedor para hacer cumplir las condiciones del pedido

g) Mercadotecnia de abastecimiento

Mercadotecnia de abastecimiento Realiza la función de capacitación, validación y presentación de la información clave para la planeación, control y toma de decisiones en el abastecimiento.

Su trabajo está enfocado a la creación de estrategias para asegurar el abastecimiento de insumos y medios de transporte en el mediano y largo plazo, así como el establecimiento de sistemas de control de inventarios que permitan optimizar el capital en trabajo y que garanticen el buen funcionamiento de las Plantas

Actividades

- Elaboración de sistemas de control para la detección de áreas de oportunidad y amenaza, que ayudan u obstaculizan según el caso, la consecución de los objetivos de la Gerencia
- Generación de alternativas viables en cuanto a mercados de insumos, para el caso de optarse por un cambio de lo que actualmente se tiene
- Determinación de ofertas y demandas de insumos y medios de transporte.
- Asesoramiento en la integración de empresas de insumos y medios de transporte

- Elaboración de los reportes para los sistemas informativos de otras Gerencias.
- Realización de análisis económicos y financieros de los proveedores mas importantes de insumos y medios de transporte para estudiar su crecimiento y desarrollo
- Establecimiento de reportes de diferentes tipos para informar a los negociadores de las condiciones clave de cada proveedor que ayuden a realizar una mejor labor de negociacion.

8.- DOCUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS

a) Requisición

La requisición es el documento oficial con el cual se solicita a abastecimiento corporativo los bienes y servicios necesarios al proyecto. Esta requisición es del tipo unitario o sea que solo admite un artículo por requisición.

Las requisiciones deben ser lo mas explicitas posible y deben ademas cumplir con ciertos requisitos para que se proceda a su tramitación en abastecimiento corporativo. Los requisitos son los siguientes:

- Utilización de formatos de sene
- Identificación con el nombre del proyecto
- Número de cuenta
- Descripción adecuada
- Firmas de Solicitante, Jefe del Departamento, Control de Costos (previo conocimiento y autorización ante abastecimiento de proyectos)
- Costo aproximado de la requisición

En la Fig IV-2, se muestra un ejemplo de requisición que consta de original y 7 copias cuya distribución se explica a continuación:

Copia verde - La conserva el usuario como comprobación de la emisión

Copia azul - Abastecimiento de proyectos la envía a control de costos para enterarlo de la colocación, valor del compromiso y tiempo de entrega en días

Copia amarilla - Se conserva en abastecimiento de proyectos como comprobación de la colocación y para realizar las actividades de fuente informativa del estado de suministro

Copia rosa - Abastecimiento de proyectos la envía a control contable para proceder a su pago

3 Copias blancas - Una la conserva el almacén para control interno, otra la envía a control contable para su proceso y pago, y la tercera la envía a abastecimiento de proyectos para su registro, y el destino final es el usuario

Original - La conserva compras en el legajo del negociador para cualquier aclaración

b) Autorización de compra (Tabla comparativa)

Dependiendo del monto de los artículos que se adquieren, existen niveles formales de autorización para compra. Estos niveles se negocian al iniciar un proyecto o bien se continúan utilizando niveles autorizados en proyectos anteriores. Un ejemplo de estos niveles se muestra a continuación

De \$ 1 00	\$ 1,000 00	Compra por caja chica.
De \$ 1,001	\$ 10,000	Compra por requisición.
De \$ 10,001	en adelante	Compra por pedido y tabla comparativa

Igualmente a lo anterior se fijan niveles económicos para las personas autorizadas a firmar en tabla comparativas

La autorización de compra es un documento en el cual el negociador ha invertido tiempo y dinero, por lo tanto se deben de abstener de hacer anotaciones o comentarios sobre ella. Lo que si será siempre aceptado será el valor agregado que se el dé por parte de las áreas que autorizan. Por ejemplo

- Fecha en que lo requieren (o tiempo en días).
- Indicar cambio de asignación en base a calidad de proveedor o tiempo de entrega
- Observaciones adicionales que no se hayan considerado en la T C

c) Pedido

El pedido es el documento oficial de validez comercial y legal que emite un negociador y establece compromisos entre el Comprador y Proveedores

Es también el resultado de los dos anteriores procesamientos de documentos y contiene información más amplia que la codificación que se hace de la requisición.

Entre la información adicional que se incluye como cláusulas de un pedido, se tienen las siguientes.

- Valor total de la requisición
- Fecha de embarque o de entrega según se negocie
- Negociación de embarque, compañía transportista, etc
- Forma de pago cuando sea diferente de neto 30 días

- Lugar de la entrega del material.
- Entrega de Ingeniería para aprobación cuando se requiera.
- Servicios de comisionamiento y arranque cuando se requiera
- Indicaciones de facturación y para efectos de pago
- Otros

d) Contrato

El contrato es el documento oficial de validez comercial y legal que emite un negociador y establece compromiso entre el Usuario y Contratistas

Es también, como en el pedido, el resultado de los procesamientos de requisición y tabla comparativa

Entre la información adicional que se incluye esta la siguiente

- Descripción amplia de la ejecución de la obra
- Cláusula de suspensión de las obras
- Resto de cláusulas

e) Permiso de Importación

El permiso de importación (P I) es un documento que se utiliza internamente en Abastecimiento Corporativo (compras tráfico, importaciones, exportaciones y abastecimiento de proyectos)

Para todos aquellos materiales, equipo y refacciones que sean de suministro extranjero, se requiere solicitar trámite de P I ante tráfico, importaciones y exportaciones, dicho trámite es previo a la compra. Dependiendo de la mercancía que se trate, T I E clasifica y notifica el tipo de manejo que se requiere, que puede ser

- No requiere P I
- Sujeto a aprobación de P I
- Importación y/o exportación temporal

f) Estado de suministros e importaciones

En abastecimiento de proyectos se registran todas las requisiciones que se emiten en un proyecto y además se les hace seguimiento durante todas sus etapas que son tabla comparativa, colocación de pedido, expedición, trámite de P I, embarque por el proveedor, embarque por agente aduanal (cuando se trate de importación) y finalmente cuando se recibe en el almacén

Este registro que se envía a proyectos tiene dos propósitos. Primero proporcionar información de las actividades en abastecimiento y segundo que sirva como medio de comunicación para darle a conocer a abastecimiento cuales requisiciones requieren de un tratamiento especial o seguimiento estrecho

9.- INFORMACIÓN ADICIONAL

a) Anexos a la requisición

Previamente se comentó sobre como se debía elaborar una requisición, pero conforme va aumentando en valor y complejidad de lo que en la requisición se describe, es necesario anexar información complementaria. Por ejemplo.

Para compras

- 4 juegos de especificaciones técnicas completas
- 4 juegos de dibujos completos
- Recomendaciones de fabricante

La anterior información servirá para dos funciones básicas importantes, que son

- Facilitar la labor del negociador y no hacerle realizar trabajos de investigación
- Hacer más expedita la adquisición de bienes.

Para convenios de servicio

Fabricación y/o Construcción

- 4 juegos de especificaciones de fabricación o construcción
- 4 juegos de volúmenes de obra
- 4 juegos de programa de construcción
- 4 juegos de planos completos

Mano de Obra

- Programa de necesidades de personal (4 juegos con especialidad requerida incluida)
- Con herramienta o sin herramienta
- Tipo de contrato que se requiere. Administración, Obra terminada, otros

Servicios Profesionales

- Localización (domicilio y/o oficina) del recurso humano
- Fecha en que se requiere el servicio
- Duración del servicio

- Recomendación sobre contratistas

Como para compras, el fin que se persigue es dar a los proyectos un mejor servicio mediante la facilitación de la labor del negociador y por lo tanto mas expedita la adquisición de servicios.

b) Anexos para Permiso de importacion

Anteriormente se comento que para los materiales, equipo y refacciones de origen extranjero es necesario obtener de T I E la autorizacion correspondiente para colocar pedido según el manejo de importacion que corresponda. Para determinar dicho manejo, los importadores se auxilian primero de los tomos de fracciones arancelarias y segundo de las especificaciones tecnicas o ilustraciones.

Es importante e interesante saber que en este paso, abastecimiento esta tratando con oficinas gubernamentales y que por lo tanto se trata el caso según sea su turno y si no se acompaña la solicitud de P I con los anexos completos y suficientes, habra rechazo o negacion de la solicitud.

Un tramite de P I o Exportación se tarda de 4 a 6 semanas. Un tramite de autorizacion de subsidio se tarda tambien de 4 a 6 semanas adicionales, no en paralelo. Un tramite de Importacion o Exportacion, se tarda de 4 a 6 semanas. Por ultimo, un tramite de autorizacion para Importación Parcial, se tarda de 2 a 3 semanas después de obtenido el Permiso de Importacion.

Una vez obtenidos todos los permisos, autorizaciones y que el material este en frontera puede requerirse de 1 a 2 semanas para su despacho aduanal, en estos casos se puede acortar a 2 o 3 dias con autorizacion del usuario mediante un memorándum para utilizar despacho extraordinario, el cual cuesta \$10,000 00 aproximadamente.

c) Programa del proyecto

En forma definitiva se puede decir que una vez que se ha decidido a llevar a cabo un proyecto, las 3 principales areas que intervienen son Ingenieria, Abastecimiento y Construccion.

Es tambien conocido que cuando Ingenieria se desplaza de su programa y Construccion no mueve su fecha de terminacion, la resultante es obviamente una comprension a abastecimiento. Por tal motivo es de suma importancia que se proporcione un "Programa del Proyecto", pero mas importante es aun que abastecimiento participe en la elaboracion de ese programa, con lo cual se logra que abastecimientos proporcione datos mas actualizados en cuanto a tiempos de cotizaciones y de fabricacion por tener un conocimiento más amplio de las condiciones del mercado y de las problemáticas de una gran mayoría de los fabricantes y contratistas. Por otro lado conociendo sus limitaciones de recursos humanos, podrá

programar internamente la utilización de dichos recursos o bien podrá planear la contratación de nuevos recursos según cargas de trabajo.

d) Actividades Críticas y/o Importantes

Estas últimas 3 herramientas, sirven principalmente de soporte para que abastecimiento dé un buen servicio y sobre todo que sea congruente con Proyectos y Construcción

Con un listado de actividades críticas y/o importantes, se dará un seguimiento especial a las requisiciones enlistadas, por ejemplo

- Fecha de obtención de cotizaciones
- Fecha de entrega de tabla comparativa
- Colocación de pedido o contrato
- Otros

Con este listado se elabora un análisis de variaciones en el que se incluyen las acciones que se están tomando para evitar que se demore la entrega o bien que se reduzca la demora

10.- NEGOCIACIONES

a) Consideraciones Básicas

Existen varias consideraciones que deben cumplirse en abastecimiento pero de entre éstas. Las siguientes son las más utilizadas

- Un negociador debe recabar al menos 3 cotizaciones
- Invitar a los concursos a empresas, con buenos antecedentes
- No contraer compromisos con proveedores y contratistas cuando existan saldos negativos en las cuentas de proyectos
- Antes de colocar un contrato, se deberá verificar que el contratista esté autorizado por Relaciones Laborales
- Tratar de que los términos de pago sean neto 30 días contra presentación de facturas y documentos de embarque en los suministros extranjeros
- El único autorizado para otorgar un pedido o contrato es el negociador

b) Estrategias

Las estrategias más comúnmente utilizadas, son las siguientes:

- Revisión con proveedores o contratistas de sus cotizaciones contra especificaciones técnicas.
- Revisión además de todos los aspectos comerciales con cada uno de los proveedores
- Solicitar a proveedores y contratistas, realicen el último esfuerzo económico antes de colocar pedido o contrato

c) Participantes

Dependiendo de la complejidad de la negociación, el número de participantes variara, pero básicamente son los siguientes:

- Proveedor
- Negociador
- Jefe de proyecto
- Ingeniera
- Jefes de comisionamiento y arranque
- Para que se lleve a cabo una buena negociación, es imprescindible que el único contacto con el proveedor debe ser el negociador

IV - ABASTECIMIENTOS

1.- ELEMENTOS BÁSICOS DEL CICLO

El Ciclo de abastecimientos de los Proyectos está formado principalmente por los siguientes elementos básicos:

- Programa de adquisiciones
- Paquetes de compra (especificaciones)
- Financiamiento
- Solicitud de ofertas
- Evaluación
- Negociación
- Adjudicación
- Gestion del contrato
- Terminación y cierre

Estos elementos básicos se encuentran mostrados en el diagrama de flujo de la Fig IV-1 y sus principales características son las siguientes.

Programa de adquisiciones.- El ciclo de abastecimientos se inicia cuando el diseñador o ingeniero/ arquitecto envía al departamento de abastecimientos el programa de adquisiciones en donde se establecen los requerimientos de equipos, estructuras, servicios y sistemas necesarios para la construcción del Proyecto

Paquetes de compra (especificaciones).- En los paquetes de compra o especificaciones, el diseñador define y describe la naturaleza de su necesidad que incluye un plan para satisfacer esa necesidad con un programa, la definición del trabajo que se hará, fecha de envío, etc., de acuerdo al contenido de las especificaciones dado en la parte "Documentos de diseño"

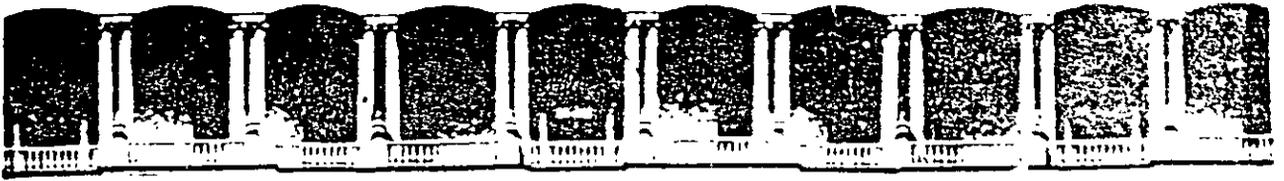
Financiamiento - Es necesario que en el proceso de abastecimientos se incluya el control del financiamiento determinado la disponibilidad o solicitud de este

Solicitud de ofertas - Basicamente existen dos formas de adquisiciones o abastecimientos

- Por concurso
- Por negociación directa

Los concursos son efectivos cuando se tiene un número adecuado de proveedores calificados para contratar, con especificaciones definitivas que pueden publicarse y se dispone de tiempo para cumplir con los procedimientos necesarios de este método

La negociación directa se emplea cuando no se tienen las condiciones del método de concurso, como por ejemplo en los trabajos de investigación y desarrollo.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**GESTIÓN DE PROYECTOS
ELECTROMECAÓNICOS**

TEMA:

CONSTRUCCIÓN

**EXPOSITOR: ING. MARTINIANO AGUILAR RODRÍGUEZ
1997**

V.- CONSTRUCCION

PLANEACIÓN

A.- INTRODUCCIÓN

La construcción y montaje de las centrales termoelectricas, que junto con la ingeniería o diseño, fabricación o adquisiciones y pruebas y puesta en servicio hasta su operación, conforman lo que se conoce con el nombre de "Proyecto", es la parte de éste, cuya misión principal es la realización de los trabajos de montaje y construcción de la planta completa, de acuerdo con la planeación, especificaciones y planos producidos por ingeniería o diseño, hasta la puesta en servicio y operación comercial. Las principales funciones de construcción y montaje, como se indicó en el capítulo I, son las siguientes.

- Planeación de la construcción y montaje, facilidades temporales, equipos de construcción, mano de obra, etc.
- Organización y dirección de la construcción y montaje.
- Ejecución de la construcción y montaje.
- Secuencia y programación del trabajo de construcción.
- Ingeniería de campo
- Supervisión de campo
- Métodos y procedimientos de construcción
- Control de calidad, costos y programas
- Adquisiciones de campo y control de materiales.
- Seguridad, higiene, primeros auxilios, servicios médicos y protección contra-incendio
- ~~Gestión de la construcción y montaje.~~
- Programas de entrenamiento
- Ejecución de las facilidades de campo
- Apoyo a puesta en servicio

Las bases para la planeación de la construcción y montaje, se efectúa en forma general, en la etapa de ingeniería o diseño, en donde se establecen los programas, presupuestos, etc., de la obra, tanto en el Programa Integrado del Proyecto como en el Plan del Proyecto, sin embargo, el personal de construcción y montaje debe intervenir adicionalmente en los siguientes aspectos de planeación

- Planeación de las facilidades temporales de construcción,
- Planeación de la construcción (accesos y sistemas de construcción y montaje)

Este capítulo de la construcción y montaje de una central termoelectrónica, se desarrolla en la siguiente forma

- 1 Planeación (de la construcción)
- 2 Organización
- 3 Facilidades temporales de construcción
- 4 Desarrollo del sitio y movimiento de tierra
- 5 Obra civil
- 6 Instalación de equipos
- 7 Instalación de la caldera
- 8 Instalación de tubería e instrumentación
- 9 Instalación del turbogenerador y auxiliares
- 10 Instalación del sistema eléctrico e instrumentación
- 11 Instalación del balance de planta
- 12 Control

A continuación se analizan los principales factores que se consideran en la planeación

B.- NATURALEZA DEL SITIO

Para la preparación del programa de construcción, es muy importante considerar el efecto de la localización geográfica del sitio sobre los trabajos de construcción, por lo que, se recomienda que tanto las responsabilidades de construcción como los programadores efectúen una visita previa al sitio, la información más importante que debe recabarse en esta etapa es la siguiente:

- número promedio de días de lluvia
- condiciones del suelo
- condiciones del agua (nivel freático)

Los días de lluvia que se esperen tener, deben ser agregados al margen por imprevistos en el programa de construcción en las actividades que afecte

El tipo de suelo del sitio, tiene influencia sobre las excavaciones, cimentaciones y compactación de rellenos principalmente

El nivel freático del agua, tiene influencia en el programa de excavaciones por el tiempo necesario para desaguar el sitio

Tanto los caminos de acceso interiores como exteriores, deben diseñarse para soportar las cargas y volumen de tráfico esperado durante construcción y operación; los caminos interiores de construcción deben seguir el patrón de arreglo de los caminos definitivos con objeto de que, tan pronto como sea posible se termine su superficie

Las facilidades de construcción deben tener al alcance, tamaño, arreglo y calidad, de acuerdo a lo definido en la sección 3, considerando además los patrones de flujo de personal y materiales y una zona de un perímetro de unos 2 m adyacente a las estructuras, que se reserva para los materiales y maniobras necesarias para la continuación de las operaciones

C.- MODELOS

Los modelos son una herramienta muy valiosa, en la planeación de la construcción, los tipos de modelo que se emplean para este propósito son los siguientes.

- modelos de secuencias del sitio
- modelos de secuencia de edificios
- modelos de diseño preliminares
- modelos de diseño definitivos

D.- REVISIÓN DEL DISEÑO

El objetivo de la revisión del diseño por parte del personal de construcción es el de asegurar la constructibilidad del diseño a un costo razonable; los documentos que se revisan son los siguientes:

- criterios de diseño
- ~~reporte ambiental~~
- especificaciones
- planos de fabricantes (en algunos casos)
- estudios de ingeniería
- métodos de identificación de materiales y componentes
- planos para asegurarse que todas las partes de la planta son accesibles
- selección de "carretes"
- localización de juntas de construcción
- pruebas de construcción
- localización de puntos de lavado y de soplado
- localización de rutas para equipo mecánico
- identificación de rutas para equipo mecánico
- localización de válvulas e instrumentos
- fechas para envío de materiales de acuerdo con los requerimientos del programa
- prefabricación Cuando se identifica temprano en el diseño son posibles muchas alternativas, pero cuando el diseño está muy avanzado la prefabricación es limitada y ya no se tienen las ventajas de simplificación de trabajos posteriormente en el sitio. la prefabricación es posible en equipos (modular), varillas de acero de refuerzo, charolas de cables, soportes, bancos de ductos, registros de hombre, bastidores de instrumentos y módulos de tubería.

E.- MANO DE OBRA

Dentro de la planeación de construcción, debe determinarse si existe suficiente mano de obra en la región para llevar a cabo esta, y en caso contrario establecer un programa de reclutamiento y/o entrenamiento de personal. la mano de obra requerida para la construcción y montaje puede ser agrupada en dos categorías

- personal manual (obreros)
- personal no-manual

Del personal manual, se ha encontrado tradicionalmente escasez de soldadores calificados para el montaje de tubería, por lo que, se recomienda establecer un programa de entrenamiento especial para estos trabajadores. Aún cuando el personal para las obras es controlado por el mismo Sindicato de la Comisión Federal de Electricidad, se deberá establecer previamente para cada caso, los tabuladores de sueldos y los procedimientos de contratación y de terminación de las relaciones laborales

Los requerimientos de personal manual varían en general con los siguientes factores:

- localización geográfica
- una unidad o dos unidades
- complejidad del diseño
- grado de prefabricación y sub-ensamble
- productividad

Es de mucha importancia tener programas para el mejoramiento de la productividad, ya que por la naturaleza del trabajo ésta es normalmente baja y el costo de la mano de obra del personal manual es del 20 al 25% del costo directo de capital de la planta, en la Fig. 1, se muestran los resultados de muestreos de trabajo (cuando se han realizado), observándose que el tiempo empleado en el trabajo directo es el 32% del total. La forma de ahorrar tiempo en forma significativa (sin necesidad de aceleraciones) para aplicarse al trabajo directo es mediante mejor supervisión, mejoramiento de la logística y una gestión más efectiva del trabajo, deberán hacerse esfuerzos para motivar al personal haciendo que se sientan como una parte importante de la propia compañía constructora

La proyección del personal manual requerido con razonable aproximación puede hacerse cuando se tiene terminado un 65% de la ingeniería y se conocen los siguientes datos:

- m³ de concreto
- toneladas de acero estructural
- m lineales de tubería
- m lineales de charolas
- m lineales de conduits
- m lineales de cables
- listas completas de equipos

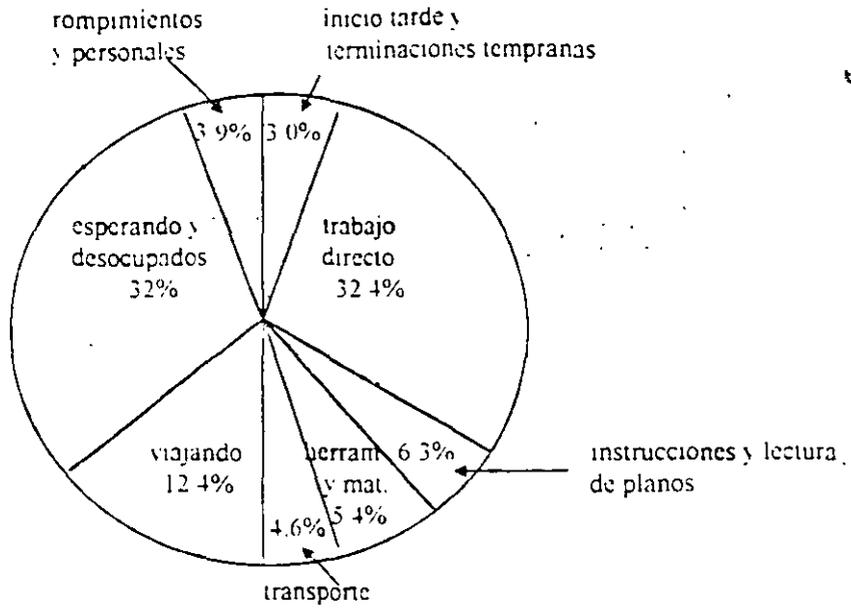


FIG. 1. RESULTADOS DE MUESTREOS NORMALES DE PRODUCTIVIDAD

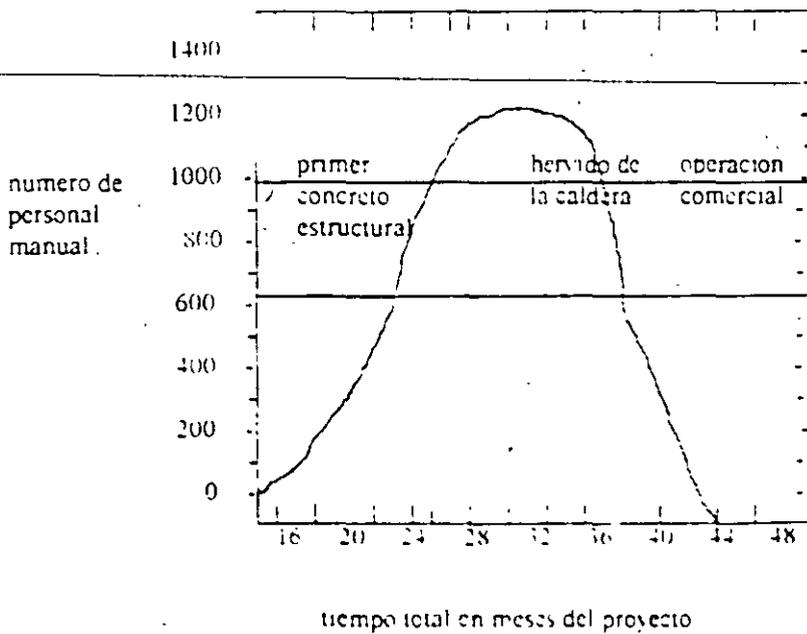


FIG. 2. REQUERIMIENTOS DE PERSONAL PARA CONSTRUCCION

La productividad (h-h m³) en los trabajos de concreto, es función de variables como el tamaño y accesibilidad de los colados, grado de congestionamiento durante los trabajos, extensión del relleno y precolado del concreto empleado, así como del método de transportación del concreto

La variación en la productividad (h-h/t) en los trabajos de acero estructural, se debe a los diferentes requerimientos de soldadura y/o atornillado, extensión de las placas base, secuencia de construcción, así como los requerimientos de descarga y almacenamiento

La relación de salarios que se paga al personal de acuerdo con su categoría es la siguiente:

- maestros adiestrados, hábiles	25%
- ayudantes de varias categorías (1a 2a 3a)	45%
- peones	30%

En adición al personal manual anterior, se requiere de varios grupos de personal no manual para realizar principalmente las siguientes funciones

- supervisión directa de los trabajos
- ingeniería de campo
- adquisiciones de campo
- control de calidad
- ingeniería de costos, programación
- contabilidad y finanzas
- relaciones laborales, protección y seguridad
- administración (de contratos, nómina, etc)

El número de empleados no manuales requeridos para realizar estas funciones varía de una obra a otra, pero en general se encuentra entre un 10 y un 20% del personal manual

En la Fig. 2, se muestran los requerimientos de personal manual y no manual durante el desarrollo de la construcción

F.- EQUIPO Y HERRAMIENTAS

El tipo de equipo de construcción empleado depende de varios factores como el acceso y localización del sitio, arreglo y tipo de edificios, el grado de prefabricación, el peso de los principales componentes que haya que levantar, el volumen de obra, etc. El uso de herramientas apropiadas promueve la eficiencia y la alta productividad, además de que se requiere el empleo de algunas herramientas y equipos para seguridad del personal

El tipo de equipo de construcción varía según las etapas de construcción, empleándose equipos para movimiento de tierra (excavaciones, rellenos, etc.), equipo de levantamiento pesado, equipo para manejo de materiales y herramientas de diferentes tipos; las etapas de construcción, pueden clasificarse en la siguiente forma:

- obras temporales
- movimiento de tierra
- obra civil
- montaje de equipo permanente

Los edificios y facilidades temporales se describen en la sección 3 y el equipo empleado es en algunos casos similar al que se indicará para el movimiento de tierras que se efectúa simultáneamente.

El movimiento de tierra puede ser dividido básicamente en los siguientes tipos:

- excavación y relleno para la pendiente del sitio
- excavación y relleno para el drenaje del sitio
- excavación y relleno de las cimentaciones de las principales estructuras
- excavación y relleno para el drenaje de las principales estructuras
- excavación y relleno de las cimentaciones de las estructuras auxiliares
- caminos de acceso permanentes, pendiente final del sitio y limpieza

Para la planeación del movimiento de tierra es necesario considerar los siguientes aspectos: cantidad de material a ser excavado, programa de tiempo para la excavación y lugar donde se colocará el material excavado.

Los equipos empleados normalmente en las obras temporales y en el movimiento de tierra son los siguientes:

- bulldozers o tractores de orugas
- escarpas o motoconformadores
- compactadores o aplanadoras
- grúas ligeras
- camiones con cargador (hiab)
- palas tipo hidráulica para excavación
- dragas

La obra civil incluye las actividades necesarias para la construcción y/o montaje de todos los edificios y estructuras que están compuestas de concreto estructural y/o acero estructural; también se incluye en la obra civil el tratamiento arquitectónico exterior e interior de los edificios.

Las variables que afectan la selección del equipo para la construcción de la obra civil, son las siguientes.

- configuración física de la planta
- tamaño de la planta (una o varias unidades)
- condiciones de cimentación
- accesibilidad a las estructuras
- diseño de la planta
- programa de construcción
- preferencias del cliente

Adicionalmente, se tienen requerimientos de equipo para manejo de materiales, empleándose diversos tipos como camionetas (pick ups), camiones de plataforma, de volteo y con malacates, plataformas de ferrocarril (cuando exista este), etc. Es muy conveniente que se dejen aperturas en los edificios y estructuras para que este equipo pueda penetrar a descargar.

Los trabajos de montaje de equipo permanente incluyen todas las actividades desde la llegada del equipo y materiales, su almacenamiento, mantenimiento, manejo, montaje, ajuste y conservación hasta la puesta en servicio y entrega a operación

El costo del equipo de construcción y manejo de materiales para las obras de una central termoeléctrica o su equivalente en renta, es de aproximadamente el 20% del total del costo de los salarios del personal manual

El costo de las herramientas pequeñas para trabajo, protección y los consumibles como seguetas, limas, etc., es aproximadamente la mitad (50%) del costo del equipo para construcción y manejo de materiales

H.- PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN Y ADMINISTRATIVOS

Durante la etapa de planeación de la construcción, deberán establecerse los procedimientos necesarios para la construcción y funcionamiento de las operaciones requeridas, estos procedimientos pueden clasificarse en

- procedimientos de construcción
- procedimientos administrativos

Los procedimientos de construcción pueden dividirse en procedimientos de calidad y de no-calidad. La mayor parte del contenido de los procedimientos de calidad se toma de las especificaciones y de los planos de ingeniería, y se refieren a la instalación de varios componentes tanto normales como tubería, cables, etc., como a actividades claves como el montaje del domo del generador de vapor, el montaje del estator del generador, etc.: a continuación se mencionan ejemplos típicos de procedimientos de calidad.

- control de campo de los documentos de diseño del proyecto
- mantenimiento de materiales y equipos
- requisiciones de campo de materiales
- aprobación y control de diseño de campo
- seguridad de la planta
- operaciones de concreto
- tensionado de retenciones
- maniobras para izaje
- instalación de cimbras
- habilitación y colocación de acero de refuerzo
- instalación de conductos eléctricos
- instalación de bujes ducto eléctricos
- instalación de centros de control de motores
- instalación de motores eléctricos
- alineamiento de la transmisión de equipo rotatorio
- instalación de tubería grande y pequeña
- instalación de supresores de choque hidráulicos
- instalación de equipo rotatorio

Los procedimientos de construcción del área de no-calidad, se refieren a partes como procedimientos de oficina, procedimientos de almacén, procedimientos de reclamaciones, etc.

Los procedimientos administrativos, se refieren a la dirección de problemas relacionados principalmente con:

- administración de personal
- control de materiales
- protección
- seguridad
- prevención y lucha contra incendios
- emergencias
- administración
- cumplimiento ambiental

Administración de personal. Antes de la contratación de cualquier persona manual, deberán establecerse los siguientes aspectos, mediante juntas previas y la firma del contrato colectivo con el Sindicato con derechos sobre la materia de trabajo:

- horario de trabajo
- tabulador de sueldos
- reglamento de trabajo
- procedimientos de contratación
- procedimiento de disputas jurisdicciones

Control de materiales. Deberán establecerse procedimientos para las requisiciones, compras, expedición, recibo, almacenamiento y pago de los materiales y suministros, el sistema puede ser manual o computarizado de acuerdo con el tamaño del proyecto.

Protección. Se deberá establecer un programa de protección al personal, que debe funcionar desde el primer día de la obra (movilización al sitio) y que deberá incluir lo siguiente:

- facilidades para el tratamiento de daños, que debe estar localizados convenientemente y con los suministros necesarios
- personal para suministrar primeros auxilios con vehículos adecuado para transportar al personal dañado con el doctor o al hospital
- contactos con grupos locales (rescate, bomberos, etc.), para auxilio en caso de emergencia en el sitio de trabajo
- programa de prevención de accidentes, mediante educación e inspección de la fuerza de trabajo.
- los registros que requieran ser mantenidos, deberán estar de acuerdo con el IMSS, la Ley Federal de Trabajo y compañías de seguros

Seguridad. El programa de seguridad deberá coordinarse con las fuerzas de seguridad tanto locales como federales y ser suficientemente flexible para adaptarse a las diferentes etapas del proyecto, el programa deberá incluir lo siguiente:

- procedimientos de emergencia para
 - a - desastres naturales
 - b - accidentes
 - c - disputas civiles y/o laborales
 - d - amenazas de bombas
- procedimientos para el control de personal y suministro de materiales
- bardas apropiadas
- límites naturales
- alumbrado
- equipo de comunicación móvil para los guardias
- patrullas y cualquier otro equipo necesario para alcanzar los objetivos del programa de seguridad

Prevenición y lucha contra-incendio El programa de prevención y lucha contra incendios deberá estar de acuerdo con lo establecido por la Secretaría de Trabajo y Prevención Social (STPS), realizando inspecciones periódicas y contando con una brigada para combatir el fuego, se deberá tener un sistema de protección contra-incendio disponible hasta que el sistema definitivo se encuentre instalado, probado y puesto en servicio.

Otros procedimientos que deben establecerse son los siguientes

- procedimientos administrativos para la correspondencia
- procedimientos administrativos para las comunicaciones
- procedimientos administrativos para el archivo
- procedimientos para el control del flujo de personal y tráfico durante los cambios de turnos
- procedimientos para monitorear las actividades de construcción con objeto de que no violen los acuerdos de protección ambiental

I.- LICENCIAS Y PERMISO

Las actividades que normalmente requieren permisos para llevarse a cabo y que deben incluirse en la etapa de planeación para efectuarlas en la parte temprana del proyecto, son las siguientes.

- descargas de efluentes de plantas de tratamientos de aguas
- suministro de agua potable
- almacenamiento de combustible
- disposición de desechos sólidos
- entronques a carreteras o a ferrocarriles
- plan de protección contra-incendio
- señalización de chimeneas y estructuras altas y revisión por seguridad con relación a la altura
- cambios o peligros a la navegación

Las variables típicas que deben determinarse para la obtención de los permisos y licencias, son los siguientes

- arreglo de conjunto, incluyendo las áreas para construcción
- sistema de enfriamiento
- fuente de combustible
- sistemas de desulfuración y limpieza de gases
- sistema de manejo de cenizas
- áreas para disposición de lodos y cenizas
- diseño y localización de las estructuras de entrada y descarga de agua
- sistema de manejo de carbón
- sistema de tratamiento químico

- balance total de agua del proyecto
- balance total de calor del proyecto
- procedimiento de construcción, incluyendo el control de avenidas
- rutas de líneas de transmisión
- caminos de acceso

ORGANIZACIÓN

A.- GENERAL

La construcción de una Planta Termoeléctrica o Industrial grande es un empresa compleja que requiere de una organización apropiada para operar eficientemente, necesitandose la experiencia de mucha gente y departamentos para dirigir principalmente los siguientes aspectos

- Esfuerzos de construcción
- Proporcionar expertos de ingeniería
- Adquisición de materiales
- Monitorear costos
- Otros (proteccion, seguridad, etc)

La complejidad del proyecto se refleja en la organizacion en el sitio que debe desarrollarse para soportar el trabajo

Un plan de organización apropiado debe incluir lo siguiente.

- Establecer las relaciones que integran y coordinan las actividades de grupos y/o persona en el proceso
- Reducir la confusión
- Reducir la duplicacion de esfuerzos
- Reducir la fricción entre el personal

Adicionalmente deberan atenderse los efectos laterales de las organizaciones grandes como por ejemplo.

- Necesidades de comunicacion
- Entrenamiento, Capacitacion
- Desarrollo de supervisores
- Identificación de empleados
- Motivación

Las areas de expertos se organizan en grupos funcionales que colectivamente comprenden la organizacion del proyecto, dividida en los dos niveles siguientes

- Un equipo de la organizacion del proyecto, que dirige el esfuerzo total del proyecto desde las oficinas centrales
- Organizacion de la construccion en el campo que dirige las actividades en el sitio

Las comunicaciones oportunas entre las oficinas y el campo y a todos los niveles son vitales para la terminación satisfactoria del proyecto, ya que las acciones de un grupo no son independientes de los otros grupos

Para el desarrollo de las organizaciones del proyecto y del sitio, se pueden aplicar los dos siguientes tipos de esquemas:

- Organización centralizada o piramidal
- Organización matricial

La organización centralizada o piramidal es una estructura lineal que también se conoce como organización vertical y es muy efectiva para pequeños proyectos de construcción; en proyectos grandes tiene la desventaja de que no mejora las comunicaciones entre los grupos funcionales (dirección horizontal), que es vital para la terminación oportuna del proyecto. En la organización centralizada, normalmente coinciden los siguientes aspectos

- Líneas de comunicación
 - Dirección técnica
- Dirección administrativa
- Guía técnica
- Dirección del proyecto
- Coordinación

En los proyectos grandes es preferible la organización matricial, que esta basada en el concepto de equipo, de hacer trabajar a diferentes especialistas en un aspecto particular en un proyecto, en el que cada miembro del equipo responde a mas de un supervisor, por ejemplo, a uno por la dirección técnica y administrativa, a otro por la guía técnica, a otro por la dirección del proyecto, etc., por lo que, las líneas de autoridad son tanto verticales como horizontales

La gestión en la organización matricial es mas difícil que la gestión en la organización centralizada o piramidal, siendo esencial una comprensión total de la organización, para asegurarse que el trabajo se realiza de una manera eficiente, en la realidad, la mayoría de las estructuras de organización son una combinación de ambos tipos, especialmente la organización en el sitio

En la Fig 1 y 2, muestran las estructuras de organización típicas en el sitio y en las oficinas respectivamente

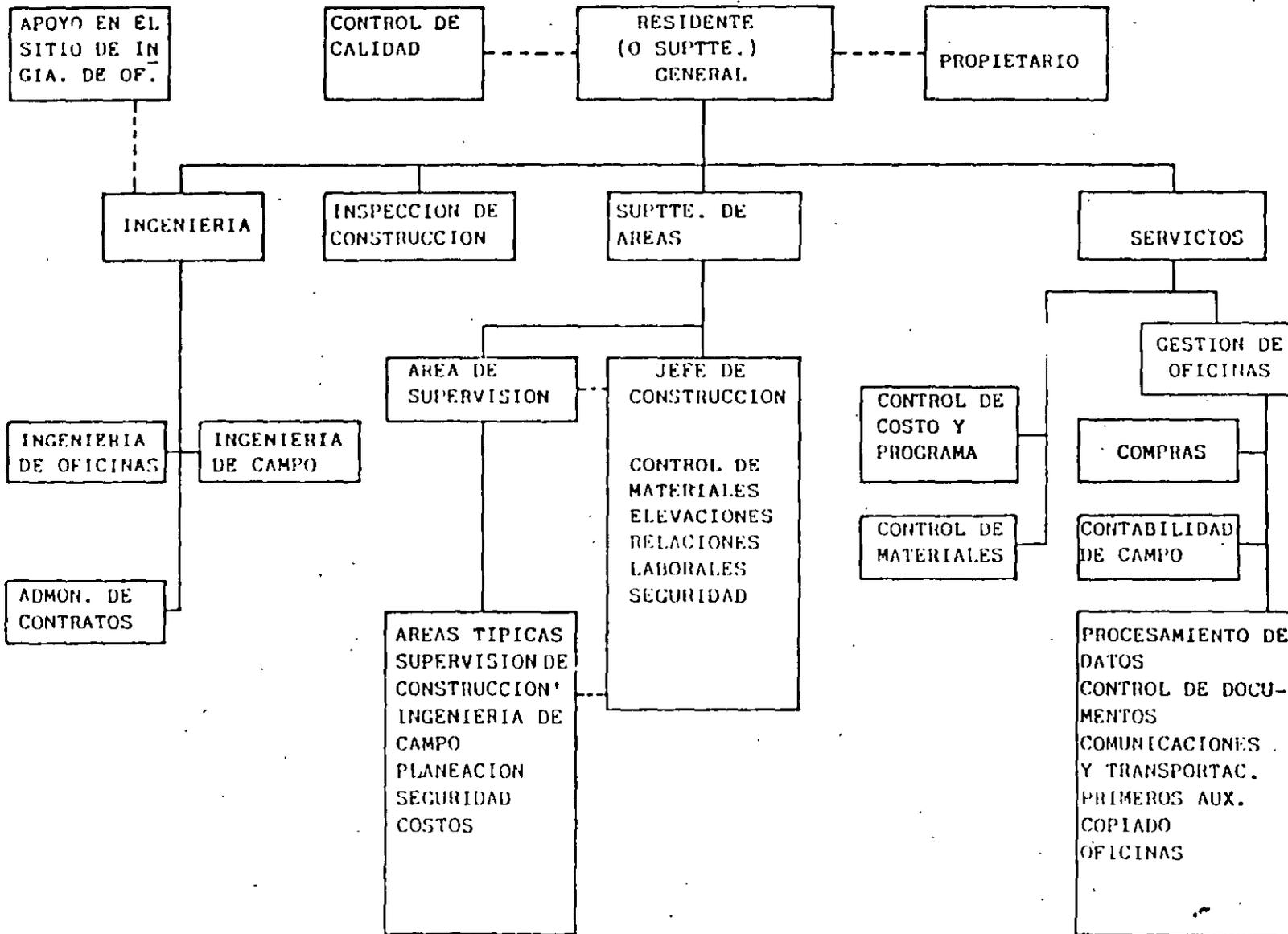


FIG. 1 ORGANIZACION TIPICA DE CONSTRUCCION, DE CAMPO, DE UN PROYECTO DE PTE.

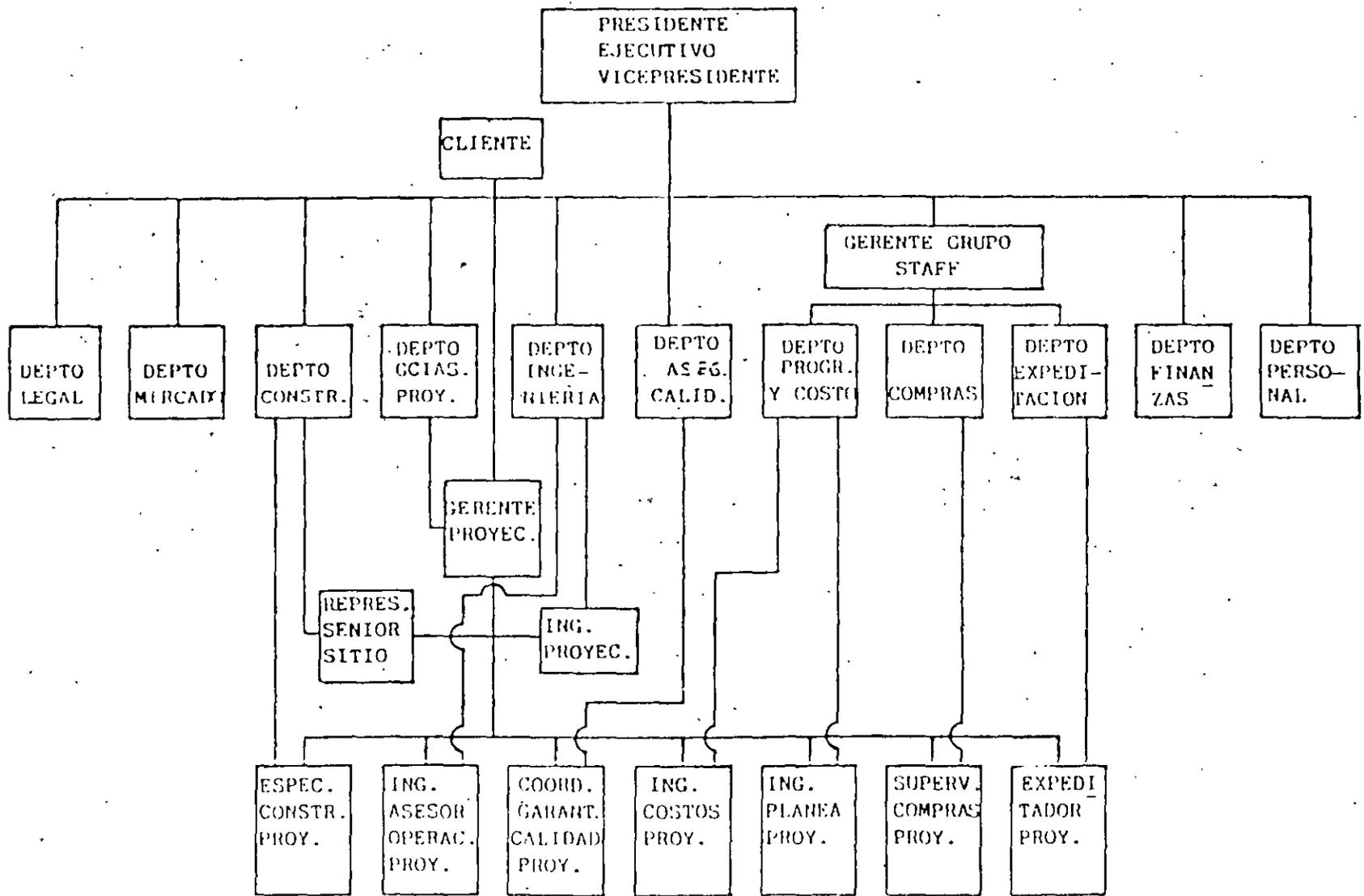


FIG. 2 INTERRELACIONES FUNCIONALES Y DE PROYECTO DE UNA FIRMA DE INGENIERIA CONSTRUCCION.

B.- GRUPOS FUNCIONALES

Los grupos funcionales en la organización del sitio, incluyen la supervisión de campo, ingeniería de campo, administración de contratos (de campo), costos, programación, abastecimientos, finanzas, contabilidad, relaciones laborales, protección y seguridad, las responsabilidades de estos grupos funcionales son en general las siguientes

Supervisión de campo

- Dirección del trabajo de los obreros en la construcción
- Planeación de los requerimientos diarios de personal, herramientas, equipos y materiales
- Planeación a largo plazo de la construcción para cumplir con los programas generales del proyecto.
- Calidad y costo de trabajo

Ingeniería de campo

- Asegurar que el trabajo se realice de acuerdo con los planos y especificaciones de ingeniería
- Proporcionar guía técnica
- Interpretar planos y especificaciones.
- Solucionar problemas de ingeniería durante la construcción
- Verificación de la disponibilidad de equipos y materiales.
- Requisitar materiales de adquisición en el campo.
- Inspeccionar y examinar trabajos de construcción.
- Inspeccionar los equipos y materiales al recibirse en el sitio
- Verificar la cantidad de materiales instalado
- Realizar pruebas de construcción
- Entregar los equipos, estructuras y sistemas al grupo de puesta en servicio

Administración de contratos

- Monitorear el avance del trabajo de los contratistas y subcontratistas
- Coordinar las fuerzas de trabajo de los subcontratistas
- Verificar las cantidades de trabajo ejecutado y las estimaciones o facturas de pago
- Negociar los cambios de trabajo y los trabajos extras

Control de calidad

- Verificación, inspección y documentación de las partes clasificadas como de calidad, que son esenciales para el paro seguro de la planta en caso de accidente
- Preparación de la documentación de control de calidad en el sitio
- Mantenimiento de los archivos de control de calidad, de acuerdo con el programa del proyecto
- Investigación de los programas de control de calidad de los subcontratistas
- Monitorear el trabajo de los laboratorios de pruebas

Programa y costos

- Preparación detallada de los planes, programas y presupuestos de construcción de todos los trabajos del sitio, en estrecha coordinación con los ingenieros y superintendentes de campo, desarrollándose los programas en todos los niveles apropiados de detalle.
- Monitorear y reportar el avance del trabajo, así como actualizar continuamente los programas.
- Reportar al superintendente general de construcción, las desviaciones de los planes.
- Monitorear y reportar todos los costos de las instalaciones de campo.
- Preparación de los pronósticos de campo, que son realmente reestimaciones periódicas del costo del proyecto.
- Reportar las tendencias de los costos
- Realizar estudios de métodos alternativos de construcción para determinar si hay ventajas significativas en costos y/o programas.

Adquisiciones

- Es responsable de las compras, expedición, inspección y tráfico de todos los materiales, equipos y servicios requisitados en el campo
- Recibir, almacenar y emitir todos los materiales
- Adjudicar las ordenes de compra en el campo

Finanzas y contabilidad

- Tomadura de tiempo y preparación de la nómina.
- Las funciones generales de contabilidad incluyen el mantenimiento de
 - a - Documentos pagables del proyecto (cuentas a pagar)
 - b - Cuentas a cobrar
 - c - Cuenta de compromisos en libros
 - d - Pago a vendedores y subcontratistas
- Mantener los niveles de costos y compromisos, de acuerdo con el código de contabilidad de costos.
- Proporcionar al personal no-manual, servicio de relaciones de empleados.

C.- SERVICIOS DE APOYO

Para la gestión de campo, el superintendente de construcción debe contar con los siguientes servicios de apoyo.

- a - Contabilidad de construcción. Su función primaria es monitorear, registrar y reportar todos los costos asociados al proyecto, con los siguientes objetivos
 - Requerir el desembolso de fondos para pagos de facturas
 - Desarrollar registros de la planta cuando se complete el proyecto
 - Proporcionar gestión administrativa del trabajo en el sitio

- b - Control de materiales y compras de campo. Comprende el desarrollo de un sistema, para la dirección de los materiales del proyecto, con procedimientos que incluyen la verificación de todos los suministros y el mantenimiento de todos los registros y cuentas apropiadas en las siguientes etapas:
 - Recepción
 - Inspección
 - Almacenamiento
 - Distribución

Deberán listarse todas las asignaciones al almacén por un sistema de control de materiales, documentarse todas las recepciones y las condiciones de los materiales, anotando las faltantes o anomalías para iniciar las reclamaciones en la forma requerida.

Se debe desarrollar un plan de mantenimiento interior y exterior considerando la secuencia de embarques, prioridades de construcción, mantenimiento de la integridad de materiales y equipos, así como su seguridad.

Todas las compras de campo, deberán hacerse de acuerdo con los procedimientos de requisiciones y compras establecidas, que en ocasiones incluye la solicitud y análisis de ofertas o cotizaciones.

- c - Sistemas de apoyo de computadoras

- d.- Planeación y programación

e - Ingeniería de costos.- Es esencial para establecer un programa financiero efectivo, proporcionar información de pronósticos de flujo de caja y de costo total probable del proyecto, que incluye lo siguiente

- Estimación de orden de magnitud
- Estimación detallada preliminar
- Estimación para control o de presupuesto
- Formación de un programa de costos durante la preconstrucción y desarrollo de un código de cuentas
- Monitoreo y control de costos
- Control de costos de construcción de campo, con las siguientes responsabilidades principales:
 - Codificación para el control de costos
 - Pronósticos de flujo de caja
 - Curvas de h-h y de cantidades
 - Otros como, preparación de estimaciones de contratos de trabajo, revisión de solicitudes de trabajos extras, estudios de costos para trabajos especiales, etc

f - Relaciones laborales Las relaciones laborales satisfactorias, son esenciales para el éxito del proyecto y el personal en estas funciones debe asumir su responsabilidad en una forma profesional, resolviendo los conflictos de intereses y manteniendo la armonía en el proyecto; las actividades de los especialistas de apoyo en el campo en relaciones laborales son las siguientes

- Mantenimiento de completa familiaridad de la situación laboral local
- Proporcionar guía y asistencia a la superintendencia de construcción, contratistas y subcontratistas
- Hacer cumplir los acuerdos laborales, incluyendo las reglas de trabajo y las prácticas de seguridad
- Mantener las mejores relaciones posibles con el sindicato
- Mantener abiertos todo el tiempo los canales de comunicación, por medio de programación periódica de labores y de justas directivas
- Asegurarse que se asigne apropiadamente el trabajo, con objeto de evitar problemas jurisdiccionales
- Manejo apropiado y rápido de los problemas de trabajo, en el sitio
- Auxiliar en asegurar el suministro de los requerimientos de personal
- Detectar y solucionar condiciones onerosas de trabajo

g - Seguridad e higiene En todos los proyectos, deberá establecerse un programa de seguridad y prevención de accidentes, con los siguientes objetivos:

- Proteger la salud y seguridad de los trabajadores.
- Evitar condiciones inseguras de trabajo que producen comportamiento ineficiente y baja productividad.
- Evitar gastos por lesiones y accidentes, así como los costos ocultos asociados con accidentes, que afectan seriamente el costo total y la terminación satisfactoria del proyecto.

Un programa típico de seguridad, manejado por una comisión mixta o comité de sindicato y empresa bajo la responsabilidad del superintendente de construcción, deberá incluir lo siguiente:

- Un representante calificado de seguridad, de tiempo completo.
- Facilidades adecuadas de primeros auxilios, atendidas por una enfermera, disponibilidad de ambulancia y arreglos con servicios de hospital o sanatorio.
- Inspección de seguridad semanal, por el Ing. de Seguridad antes de las juntas del comité.
- Un comité mixto de seguridad compuesto por representantes del sindicato y supervisores de la empresa, dirigido por el Ing. de Seguridad, que sesione semanalmente para analizar y discutir los reportes y accidentes - Se deben hacer planes para corregir condiciones inseguras y prácticas no cubiertas.
- Deberán establecerse juntas breves de sobre estantes con sus cuadrillas para discutir la operación segura y cualquier otro problema específico de seguridad.
- Se deberán dar instrucciones de seguridad a todos los trabajadores nuevos, como parte de su entrenamiento.
- Deberán proveerse en la forma requerida, los dispositivos diseñados para protección de daños como cascos, protectores de ojos, cinturones de seguridad y otro equipo de protección similar.
- Deberán suministrarse publicaciones de seguridad como posters.
- Deberán efectuarse visitas periódicas del personal de seguridad de oficinas centrales para evaluar la efectividad del programa.
- Deberán ser entrenados los supervisores del proyecto, en primeros auxilios de emergencia.
- Deberán mantenerse reportes completos de todos los casos de daños, investigación de accidentes y estadísticas de seguridad.
- Deberán hacerse cumplir rigidamente las reglas y regulaciones de seguridad del proyecto.
- Deberá desarrollarse un programa de protección y prevención de incendios.

h - Protección. Deberá desarrollarse un programa para salvaguardar los materiales, que incluye la instalación de equipo de protección en forma apropiada, durante la construcción y que apoye las operaciones de salvaguarda, después de que la planta ha entrado en operación comercial. Este programa se inicia desde la etapa de diseño y deben evaluarse la proximidad a la policía local, las organizaciones de lucha contra-incendio y otras características físicas que afecten la implementación del programa de protección. Algunos de los medios y equipos del programa de protección son los siguientes.

- Bardas perimetrales permanentes y temporales
- Alumbrado de protección, permanente y para inhibir el robo de materiales de construcción
- Dispositivos de detección de intrusos, apropiados de acuerdo con el estado de construcción
- Puestas de acceso y estaciones de vigilancia, localizadas para proporcionar máxima protección y control
- Alarmas de detección automático o manual, para el control de iluminación en áreas específicas dentro del perímetro de construcción
- Red de comunicación con un punto central de control
- Deberán instalarse señales de seguridad, listando datos pertinentes relativos a accesos y asistencia

Programa de patrullas de protección

D.- RESPONSABILIDAD DE LA GESTIÓN EN EL CAMPO

Las responsabilidades se asignan a las diversas posiciones dentro de la estructura de la organización, para alinear la autoridad y responsabilidad con las funciones que están siendo realizadas. Los títulos de los trabajos individuales y la delimitación de responsabilidades, varían de una compañía a otra y de un proyecto a otro, sin embargo, los que se dan a continuación son típicos

Superintendente General de Construcción (en el sitio)

- Reporta al (o Gerente de Proyecto), en materia que afecta al costo, programa y comportamiento del proyecto
- Recibe dirección del Coordinador Ejecutivo
- Recibe soporte administrativo del Coordinador Ejecutivo
- Es el responsable del seguimiento de todos los trabajos en el sitio, incluyendo la supervisión de todo el personal de campo (con excepción de control de calidad y garantía de calidad)
- Dirige las actividades de construcción para asegurarse que el trabajo se hace de acuerdo con los planos y especificaciones y que cumple con los requerimientos de los códigos y regulaciones aplicables
- Es responsable del apego al presupuesto y requerimientos del programa del proyecto

- Es responsable de las relaciones laborales, protección y seguridad.
- Tiene la decisión final sobre
 - a - Contratación de empleados manuales y no-manuales
 - b - Terminación de relaciones de trabajo de empleados manuales y no-manuales
 - c - Asignación de jurisdicción
 - d - Acciones de salarios
- Coopera con grupos externos como subcontratistas, vendedores, inspectores, auditores, grupos laborales, etc., en la solución de problemas en el sitio

Auxiliar del Superintendente General de Construcción

- Reporta al Superintendente General de Construcción.
- Es responsable de la supervisión directa de las actividades de construcción requeridas para completar el proyecto en programa y dentro del presupuesto
- Establece los estándares de calidad.

Ingeniero de control de calidad

- Coordina su trabajo con el Superintendente General de Construcción
- Reporta y recibe soporte técnico y administrativo del Jefe de Ingenieros de control de calidad de la oficina matriz
- Dirige a los grupos de control de calidad en el campo
- Dirige el programa de las verificaciones de control de calidad en el campo, de acuerdo con los estándares de la compañía, del cliente y de los requerimientos de las agencias regulatorias.
- Tiene la autorización para parar cualquier trabajo o parte de este si la calidad del trabajo es cuestionable.

E.- RESPONSABILIDADES DE LA SUPERVISION DE OBREROS

Sobrestante General

- Aplica su experiencia y conocimientos en el trabajo para dirigir a los oficiales bajo su mando
- Organiza a los trabajadores en una fuerza efectiva de trabajo
- Recibe dirección de los superintendentes, sobre el trabajo que debe ser realizado y la fecha en que debe ser terminado
- Divide el trabajo en tareas específicas y asigna este a las cuadrillas

Sobrestantes

- Reciben dirección del sobrestante general, sobre las tareas específicas
- Movilizan sus cuadrillas para realizar el trabajo.
- Es responsable de que el trabajo se realice de acuerdo con una buena práctica y de que se obtengan los estándares de producción

Delegado Sindical

- Monitorea los derechos de los trabajadores, de acuerdo con las regulaciones aplicables del contrato colectivo de trabajo y la ley federal del trabajo, con relación a:
 - a.- Salarios
 - b - Pagos especiales
 - c - Sanidad
 - d.- Protección
 - e - Comodidades

F.- APOYO DE OFICINAS CENTRALES

Gerente, Líder o Jefe del Proyecto

- Es responsable de la ejecución total del proyecto, basado en
 - a - Previsiones del contrato
 - b - Requerimientos del cliente
 - c - Criterios de agencias reguladoras
 - d - Acuerdos específicos del contratante
- Con la asistencia del equipo del proyecto y de los departamentos funcionales, establece para revisión y aprobación del Gerente General y del cliente, los siguientes puntos
 - a.- Objetivo del proyecto
 - b - Plan general de trabajo de todo el proyecto
 - c - Presupuesto de todo el proyecto
 - d - Programa de todo el proyecto
- Es el representante de la Gerencia para el proyecto y debe informar sobre:
 - a.- Estado del proyecto
 - b - Realizaciones o logros del proyecto
 - c - Problemas del proyecto
- Monitorea el alcance del proyecto y recomienda, para aprobación, cambios en el trabajo, en la forma que pueda requerirse

- Proporciona dirección de todo el proyecto, a todos los departamentos dentro de la organización de construcción al cliente y a terceras partes
- Es responsable de implementar un programa de control de calidad o garantía de calidad.
- Proporciona guía técnica y administrativa al Superintendente General de Construcción.
- Monitorea las actividades del sitio, para la implementación apropiada de las políticas de la compañía
- Vigila que el staff de la organización en el sitio, tenga personal de construcción calificado.
- Proporciona apoyo al proyecto sobre problemas mayores.
- Auxilia en la planeación y coordinación del trabajo, con otras actividades de la compañía

Auxiliar del Jefe del Proyecto o Ingeniero del Proyecto

- Es el responsable del esfuerzo completo de ingeniería para el proyecto.
- Para cumplir con el punto anterior, dirige las siguientes actividades de ingeniería del proyecto.
 - a - Preparación de documentos de alcance técnico, describiendo el proyecto
 - b - Desarrollar el plan de ingeniería y el presupuesto
 - c - Realizar el diseño del proyecto, incluyendo los planos y especificaciones
 - d - Evaluación de ofertas, recomendaciones de compra y pedidos de equipos y materiales permanentes de la planta.
 - e - Preparación de reportes técnicos y soporte técnico para aplicaciones de licenciamiento
 - f - Implementación del programa de control de calidad para la fase de diseño
 - g - Ejecución de un programa de tendencias de costos de diseño
 - h - Apoyo técnico al campo

Otros servicios de apoyo

- Ingeniería de control de calidad de construcción
- Gerencia de abastecimientos
- Supervisión de costos y programas
- Ingeniero de puesta en servicio del proyecto, que es responsable de:
 - a - Planear la fase de puesta en servicio
 - b - Preparar el manual de procedimientos administrativos del a puesta en servicio del proyecto.
 - c - Coordinar el trabajo de los ingenieros de puesta en servicio, que están en el campo, en la fase final de construcción

Organizaciones externas

- Organización de operación o del cliente, en el sitio
- Vendedores
- Diseñador o Ingeniero/Arquitecto
- Subcontratista
- Agencias reguladoras

FACILIDADES TEMPORALES DE CONSTRUCCIÓN

Para poder realizar la construcción y montaje de una central termoeléctrica o planta industrial, es necesario disponer de edificios, áreas abiertas, facilidades de transportación, servicios y en algunos casos provisiones para alojamiento del personal, éstas facilidades deben diseñarse para satisfacer las necesidades en la forma más adecuada en cada proyecto, considerando:

- Costo
- Eficiencia de operación
- Economía de espacio
- Conveniencia
- Protección
- Seguridad
- Valor de rescate o residual

DESARROLLO DEL SITIO Y MOVIMIENTO DE TIERRA

Los trabajos de desarrollo del sitio y movimiento de tierra, se realizan dentro de los seis (6) meses contados a partir de la movilización al sitio, en forma simultánea con las obras temporales de construcción.

Los principales trabajos que se incluyen en el desarrollo del sitio y movimiento de tierra, son los siguientes

- Limpieza, despalle, demolición (árboles, troncos, estructuras viejas, cercas, etc)
- Disposición de material no útil
- Pendiente inicial del terreno (rellenos, excavaciones)
- Paredes de retención
- Desague del sitio
- Terraplenes, dique
- Ademes
- Barda perimetral e interiores
- Excavación y relleno para el drenaje del sitio
- Excavación y relleno para el drenaje de las principales estructuras
- Excavación y relleno para la tubera de agua de circulación en casa de máquinas y patios
- Excavación y relleno para la cimentación de las estructuras principales (edificio el turbogenerador, anexo y de control, caldera, torre de enfriamiento, etc.)
- Excavación y relleno para la cimentación de las estructuras auxiliares
- Caminos de acceso permanentes, pendiente final del sitio y limpieza

OBRA CIVIL

A la obra civil corresponden todos los trabajos necesarios para construir y/o montar edificios y estructuras que están formados por concreto estructural y/o acero estructural, incluyéndose además los trabajos arquitectónicos necesarios. El alcance de la obra civil, es el siguiente:

- A - Edificios y estructuras
- B - Cimentaciones
- C - Obras marinas
- D - Trabajos arquitectónicos
- E - Trabajos de concreto
- F - Acero estructural

INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS

Los trabajos y actividades que son necesarios desarrollar para la instalación del equipo mecánico y eléctrico, son los que a continuación se describen.

A.- PROCEDIMIENTOS

Antes de la llegada del equipo, se deben desarrollar procedimientos de construcción para las siguientes actividades.

- Recibo
- Manejo
- Almacenamiento
- Limpieza
- Montaje
- Transferencia

B.- LLEGADA DEL EQUIPO

A la llegada del equipo, se debe descargar cada pieza, operación que incluye lo siguiente:

- Recibo
- Inspección y verificación
- Manejo
- Almacenamiento en su caso, con un programa de mantenimiento preventivo

El recibo e inspección incluye lo siguiente:

- Inspección para verificar que no haya daños o faltantes
- Elaboración de un reporte para indicar que equipo se recibió, qué documentos de pruebas o fabricación llegaron, donde se localiza físicamente y que se encuentra en buenas condiciones, además de las acciones tomadas en caso de que el equipo haya sido dañado; este reporte debe ser distribuido a las áreas interesadas

C.- ALMACENAMIENTO

Las necesidades de almacenamiento, deben establecerse antes de la llegada del equipo, siendo dichas necesidades de los siguientes tipos

- Interior o cubierta
- Externa o descubierta, sobre polines, camas, etc.
- Áreas bajo condiciones ambientales controladas
- Con calentamiento

En la construcción de plantas termoeléctricas se emplean muchos materiales especiales como aceros inoxidable, aleaciones de acero, aluminio, cobre, cupro-níquel, acero al carbón, bronce, fibra de vidrio, recubrimientos de hule, muchas variedades de plásticos, etc., necesarios para servicios especiales que requieren mucho cuidado en su manejo, almacenamiento y control para protegerlos de contaminación y deterioro

Por lo anterior, es mandatorio mantener un control en el uso de materiales para asegurar sus características físicas y químicas y proporcionar un alto grado de continua integridad, siendo necesario establecer procedimientos escritos para gobernar el manejo, almacenamiento, protección y distribución de los materiales y equipos.

D.- MONTAJE

Para la planeación del montaje, los supervisores de construcción, junto con el departamento de planeación y programación, deberán examinar los aspectos siguientes

- Alcance del trabajo
- Fecha de llegadas de los equipos
- Secuencias de construcción que preceden a la instalación

Con la información anterior, se esta en posibilidades de determinar lo siguiente

- Secuencia de eventos
- Tiempo requiendo para completar las actividades
- Problemas de interfase con otros trabajos

Algunos aspectos que deben considerarse para el montaje de equipos son los siguientes

- Todos los materiales necesarios para una determinada actividad, deben estar disponibles antes de iniciarla
- Se deben estudiar y revisar los requisitos de equipo de construcción, incluyendo el acceso al sitio de trabajo

- Antes de realizar izajes grandes, se debe efectuar una prueba de izamiento al 70% de la capacidad del dispositivo de izaje, considerando el radio de trabajo, angulo, longitud de la pluma o pescante, así como los arreglos de las bases y estrobos; si el izaje es mayor del 75% de la capacidad del dispositivo de izaje, se deben inspeccionar también el acercamiento, la caída de cadenas, el enganche y las eslingas.
- Se debe verificar la disponibilidad de las herramientas de construcción, incluyendo el acceso al sitio de trabajo.
- Se debe hacer un plan y programa para optimizar la fuerza de trabajo y la calificación de ésta, antes de iniciar un trabajo.
- Se debe verificar el estado de la actividad en el área de trabajo, para evitar interferencias y retrasos.
- Debe verificarse en su caso, el estado del contratista o subcontratista, de acuerdo con el punto H.

El manejo del equipo para el montaje comprende básicamente lo siguiente:

- Carga sobre el transportador, en el lugar de almacenamiento.
- Transporte
- Descarga
- Montaje, que se describe en el siguiente punto

El montaje del equipo, incluye las operaciones siguientes:

- Antes del montaje, se deben verificar las dimensiones y localizaciones de las anclas de la cimentación contra la base del equipo y solucionar el desalineamiento que exista.
- Debe inspeccionarse la cimentación para la operación del relleno (grouting).
- Antes de la nivelación y del alineamiento, se deben establecer líneas de referencias de centros y elevaciones.
- Normalmente el equipo se coloca sobre la cimentación a una elevación aproximada establecida.
- Por lo general el equipo se nivela a la elevación requerida empleando hojas especiales de acero (laminas) bajo la base o bien empleando los tornillos prensa que por diseño traen algunos equipos.
- Después de que se verifica el alineamiento del equipo y se hacen las correcciones necesarias, se colocan las formas o cimbras para el relleno (grouting) de la cimentación.
- Después del relleno o "grouting", se procede al ajuste o apretado de los pernos de la cimentación.
- En algunos casos, después del punto anterior, se procede al ensamble del equipo.

Después del montaje y ensamble, el equipo se encuentra listo para conectarse al sistema que pertenece y que incluye otros componentes como.

- Tubería
- Alambrado eléctrico.
- Instrumentación

Deberá revisarse las conexiones de tubería y eléctricos para asegurarse que no se tienen esfuerzos por las conexiones que excedan las tolerancias de alineamiento sobre el equipo.

Después de que el equipo se conecta al sistema, se encuentra listo para las siguientes operaciones:

- Limpieza
- Lavado
- Llenado
- Probado
- Puesta en servicio
- Transferencia a producción

Es muy importante que se mantenga un sistema formalizado para el control de planos y especificaciones, requiriéndose que se transmitan formalmente al departamento correspondiente y que firmen de recibido. llevándose un registro de los planos distribuidos a los sobrestantes para recoger y contar los planos viejos y asegurarse que la instalación se hace con la última revisión de diseño

E.- MANTENIMIENTO

Se deberá implementar un programa de mantenimiento preventivo, durante el almacenamiento, a los equipos que lo requieran, estableciendo previamente, tanto los procedimientos y programas como los responsables de ejecutarlos y la vigilancia que se establecerá para garantizar su cumplimiento

El mantenimiento preventivo después del montaje, es una continuación del mencionado en el párrafo anterior hasta que el equipo se transfiere al propietario, al cliente o a operación, este mantenimiento es realizado por construcción, puesta en servicio o una combinación de ambos y consiste básicamente en lo siguiente

- A todos los motores eléctricos se les mide el aislamiento y se giran una vez al mes
- Los calentadores temporales de los motores pequeños y los introducidos en los grandes, deben ser activados
- Los cojinetes de las bombas deben protegerse con una cubierta de aceite o grasa y se deben girar periódicamente, a menos que se puedan dañar los sellos por la rotación

- Los tanques deben conservarse secos y sellar temporalmente todas las entradas; cuando vienen almacenados en atmósfera inerte (Nitrógeno), es necesario mantener la presión de éste.
- Si se requiere mantener una temperatura, reducir la humedad o limitar la condensación, se deben instalar dispositivos de calentamiento
- Muchas partes giratorias deben ser aceitadas
- Los extremos abiertos de tubería y boquillas, deben cubrirse para mantener la limpieza.
- Se deben mantener accesos para este mantenimiento preventivo
- Deben etiquetarse y fecharse todas las partes que sean inspeccionadas y conservarse registros por el departamento de mantenimiento

F.- SOLDADURA

En la construcción de plantas termoeléctricas, se efectúan decenas de miles de soldaduras, la mayoría de las cuales para trabajar a altas presiones y temperaturas, razón por la cual es muy importante la calidad de estos trabajos, que se logra mediante lo siguiente.

Procedimientos de soldadura - Con objeto de asegurar que la soldadura es buena y usable para el propósito intentado, se requiere definir un método uniforme por el cual cada proceso de soldadura se realice. Es muy importante definir los procedimientos de soldadura, debido a que existen muchos diferentes:

- Tipos de equipos para soldar
- Materiales de soldadura (electrodos)
- Clasificación de materiales a ser soldados
- Métodos para realizar las operaciones de soldadura

Cada procedimiento de soldadura especifica y establece lo siguiente:

- Tipo de equipo a ser usado
- Materiales que pueden ser unidos con soldadura
- Materiales de soldadura permisibles
- Método de realizar la operación de soldadura
- Configuración permisible de la junta
- Requerimientos de precalentamiento o tratamiento de postcalentamiento

Clasificación del procedimiento de soldadura - A pesar de que los procedimientos de soldadura son en suficiente detalle, para que las soldaduras sean buenas y uniformes, es necesario que cada procedimiento sea calificado, pasando una prueba satisfactoriamente. Los procedimientos y métodos de prueba son establecidos por la ASME, sobre probetas de prueba producidas realizando una soldadura real, de acuerdo con el procedimiento que está siendo calificado

Las pruebas sobre las probetas de soldadura, incluyen las siguientes:

- Tensión
- Doblamiento
- Análisis radiográfico
- Análisis químico de grabado

Calificación de soldadores - Es necesario que cada soldador individual sea calificado, pasando un prueba similar a la calificación del procedimiento de prueba, haciendo muestras de juntas de soldadura con el procedimiento, para poder estar razonablemente seguro que se obtendrán buenas soldaduras, cuando se sigue apropiadamente un procedimiento de soldadura que ha mostrado ser satisfactorio

Cuando un soldador realiza satisfactoriamente un procedimiento de prueba calificado, automáticamente es calificado para usar ese procedimiento, pero si posteriormente produce un número determinado de soldaduras malas, se le retira la calificación, ésta también se pierde si, en un periodo de tiempo especificado por código o en proyecto, no realiza una soldadura satisfactoria usando un procedimiento específico. La calificación perdida en esta forma puede recuperarse por una nueva prueba o produciendo aceptablemente bajo examen radiológico

Equipos para soldar.- Los equipos de soldadura empleados en la construcción de plantas termoeléctricas son en su gran mayoría de arco eléctrico, de los cuales existe mucha variedad en tamaños y formas

El generador eléctrico de las máquinas de soldar puede ser accionado por un motor de gasolina o diesel, o bien eléctricamente cuando se cuenta con este suministro, en este caso puede emplearse generadores individuales para cada máquina o bien un sistema central con una red a donde se conectan unidades tipo rectificador individual o múltiple. El equipo para soldar incluye también al empleado para el precalentamiento y al de postcalentamiento para relevado de esfuerzos

También se requiere cable grueso de cobre o aluminio, para conectarse a las máquinas y conectores con protección para las partes por soldar, con un promedio de 15 m para el de "corriente" y 5 m para el de tierra con una reserva de 10% para unos 200 soldadores y en régimen de reposición anual de 15%.

Adicionalmente el soldador requiere equipo de protección individual como careta, guantes, fundas para ciertas posiciones de soldaduras y en áreas muy calientes o con producción de flamas nocivas es necesario equipar la careta del soldador con máquinas de aire fresco o equipo de respiración auxiliar

Métodos de soldadura - La soldadura manual con arco metálico emplea un dispositivo (portaelectrodo) en el cable de "corriente" para sujetar el electrodo por el extremo desnudo y al tocar el otro extremo la parte metálica se establece y puede ser sostenido el arco

eléctrico por donde se transporta el metal del electrodo y forma un charco fundido de metal sobre el material que está siendo soldado.

El método de Tungsteno con gas inerte (tungsten inert gas - TIG) empleado mucho para acero inoxidable, utiliza un tubo en el portaelectrodo, conectado a un suministro de gas inerte como argón o helio, para rodear al arco eléctrico; el electrodo es un alambre de tungsteno que al pegarse al metal por soldar aterrizado, se establece el arco (en el interior del cono de gas inerte). El gas inerte se puede suministrar en cilindros individuales o centralizados, empleándose un regulador de flujo para suministrar la cantidad apropiada de gas al portaelectrodo y una válvula de cierre.

El método de metal en gas inerte (metal inert gas : MIG), es similar al de tungsteno pero no usan electrodos de este metal y en su lugar, emplean para el relleno un alambre de metal alimentado con un pequeño motor a través del portaelectrodo para establecer el arco.

Este método se emplea con éxito en placas planas y cuando se aplica en tuberías el proceso es normalmente con máquinas automáticas.

Documentación y control de calidad - Los trabajos de soldadura, son de las actividades que requieren mayor verificación de control de calidad. En los sistemas nucleares de seguridad, cada parte conectada en soldadura debe ser completamente verificada y documentada, como por ejemplo:

- A la llegada de los electrodos, debe verificarse la certificación de material
- La liberación al campo, de los electrodos, se hace después de que la documentación de sus propiedades físicas y químicas ha sido apropiada
- Los soldadores obtienen los electrodos de un almacén controlado.
- La solicitud al almacén deberá especificar:
 - Tamaño y tipo de electrodo
 - Número de calor del material
 - Diagrama
 - Soldadura de campo donde se utilizara
- El número de electrodos debe ser contado y verificado por el soldador
- Tanto las varillas sin usar como los "cabos" deben regresarse al almacén
- Cualquier discrepancia entre las varillas gastadas y las regresadas deberá documentarse

Con relación a la calificación de los soldadores, deberá observarse lo siguiente

- Se mantendrá un archivo que incluya cada soldadura en la que trabajo el soldador, la fecha, el procedimiento usado y si la soldadura fue aceptada o rechazada
- Fecha de calificación de cada procedimiento y fecha de la última soldadura en cada procedimiento.

- Si el soldador ha producido una soldadura mala, se deberán inspeccionar las subsecuentes sobre una base de 100%, no importando la marcada por el código.

Se debe también mantener una historia de cada soldador de campo que incluya lo siguiente:

- Procedimiento usado
- Electrodo empleado (tamaño, tipo y número de calor)
- Anillo de respaldo o inserto usado
- Fechas de inicio, terminación y de inspección
- Listado de actividades de inspección, con espacios para iniciales del inspector, control de calidad, agencias y código de inspección. Las actividades que se inspeccionan incluyen las siguientes:

- a.- Limpieza de las juntas y de la tubería o equipos
- b.- Configuración y condición de la preparación del extremo para soldadura
- c.- Instalación y uso apropiado del anillo de respaldo o inserto consumible
- d.- Alineamiento de la junta, con las tolerancias aceptables
- e.- Purga a la atmósfera correcta del interior de la tubería
- f.- Flujo de gas inerte correcto

Después de que cada aspecto es verificado, puede iniciarse la soldadura y las verificaciones de soldadura incluyen la inspección de lo siguiente:

- El paso de fondo o raíz
- El comportamiento apropiado del paso de fondo y subsecuentes
- Si el procedimiento se detiene, el espesor de la soldadura
- Inspección visual de la soldadura en cualquier etapa y a su terminación
- La temperatura del metal base antes de la soldadura y entre pasos
- Condiciones bajo las cuales se conserva la varilla soldadura

La historia de la soldadura incluye las inspecciones después de que se ha terminado la soldadura en anotaciones relacionadas a

- Condiciones de la superficie
- Altura y ancho de la capa de soldadura
- Rebajes o traslapes
- Resultados de inspecciones radiográficas, partículas magnéticas, líquidos penetrantes y ultrasonido.

G.- AISLAMIENTO TÉRMICO

El aislamiento térmico se utiliza para conservación de las calorías, así como para protección del personal y de la planta. Existe mucha variedad de materiales aislantes disponibles y los espesores utilizados son también variables dependiendo del tipo de material, los problemas principales de montaje, se refieren a programación de accesos a las áreas y a limpieza, estando bien establecido el proceso de instalación.

Tubería - Los tipos de aislamiento que se emplean en la tubería son básicamente, block rígido, formas rígidas moldeadas y placas flexibles, cuyo principal problema es la limpieza; la fibra de vidrio, ya sea en forma rígida o en placas puede cortarse y formarse fácilmente en el lugar de su instalación con poca producción de basura o desperdicio de material. Como otros tipos de aislamiento rígido producen mucha basura y polvo cuando se cortan, normalmente el cortado y formado se hace en el taller, lo que no ocurre con las placas flexibles que se prestan para formarlos fácilmente en el lugar.

Otros problemas, aparte de la limpieza del aislamiento, son los empaques que deben ser removidos continuamente para evitar la posibilidad de incendios y los espacios necesarios para colocar material aislante para el trabajo de 2 o 3 días.

Los trabajos de aislamientos se efectúan cuando termina la inspección visual de la tubería, aunque algunas veces se hace dejando la parte en donde van soldaduras sin terminar; esto tiene entre otros, el inconveniente de requerimientos extras de andamios.

Equipos - El tipo de aislamiento que más se emplea en los equipos, es block rígido, las placas pueden formarse y sujetarse a forros, que a veces se colocan dentro de una malla de alambre, diseñados para ajustarse a la forma de piezas grandes de equipos, que deben desensamblarse periódicamente para inspección y mantenimiento.

También en el aislamiento de equipos se tiene el problema de limpieza, con el agravante de que los bloques de aislamiento deben conformarse en el lugar del equipo con producción de polvo y basura y no puede usarse agua porque daña el aislamiento y crea condiciones inseguras resbalosas; como las herramientas mecánicas producen mucha más polvo, los cortes se hacen manualmente.

Algunos tanques, ductos y cambiadores de calor, pueden ser relevados para aislamiento en la etapa temprana del programa.

H.- SUBCONTRATISTAS

En el caso de contratistas y subcontratistas, deberá verificarse cuidadosamente lo siguiente:

- Que el contrato esté listo
- Que el trabajo esté listo para empezar
- Si incluye el alcance completo del trabajo o solo una parte
- Quién es el responsable de materiales, herramientas, etc.
- Que tareas deben realizarse antes, durante o después del trabajo contratado
- Si el contratista ha implementado su programa de control de calidad
- Que parte tiene la responsabilidad del control de calidad
- Si el contratista ha sometido a aprobación su programa de control de calidad
- Que el programa de control de calidad del contratista, sea compatible con el programa de control de calidad del proyecto en el sitio.
- Si el equipo del contratista ha sido programado para llegar al sitio en la fecha apropiada.
- Que el contratista haya estado en el sitio para asegurarse de que todo se encuentra listo
- Que se haya comunicado al contratista el programa, interfase, fechas de terminación etc.
- Que se inicie un programa para monitorear el avance de los trabajos del contratista

CONTROL (CONSTRUCCIÓN)

El control de los trabajos, contrato o contratista de construcción, no es posible sin una documentación efectiva

Un documento es definido como una pieza de papel original u oficial, relevado sobre la base de prueba o apoyo de algo

La documentación se necesita para facilitar la gestión del control, satisfacer los requerimientos legales y del cliente, proporcionar una base para el ajuste de reclamaciones y apoyar la posición del cliente. La documentación típica de campo, incluye lo siguiente

- Correspondencia
- Documentos de ordenes de compra y ofertas o propuestas
- Contratos
- Ordenes de trabajos extras
- Avisos de cambios de orden
- Reportes diarios
- Hojas oficiales de trabajo
- Memorándums internos
- Reportes de materiales y labores
- Notas o registros de telecomunicaciones
- Fotografías de avánces
- Diagramas de trabajos aprobados
- Programas de ruta critica aprobados
- Registros de correspondencia
- Minutas de juntas

El reporte diario, debe registrar todo lo significativo en el proyecto, y si está preparado e identificado apropiadamente, puede inclusive ser admitido en las cortes como evidencia.

La relación de requerimientos, para el control de trabajos, contrato o contratista de construcción, es la siguiente

- Planeación de preconstrucción
- Entendimiento de las reglas de trabajo
- Reportes adecuados
- Conformidad con planos y especificaciones
- Procedimiento efectivo de verificaciones

- Comportamiento adecuado
- Procedimientos de control para
 - a - Cambios de orden y trabajos extras
 - b - Agendas de contratos
 - c - Cargos de contratistas
 - d - Reclamaciones o protestas
 - e - ("Defaults") no presentaciones
 - f - Terminaciones de contrato

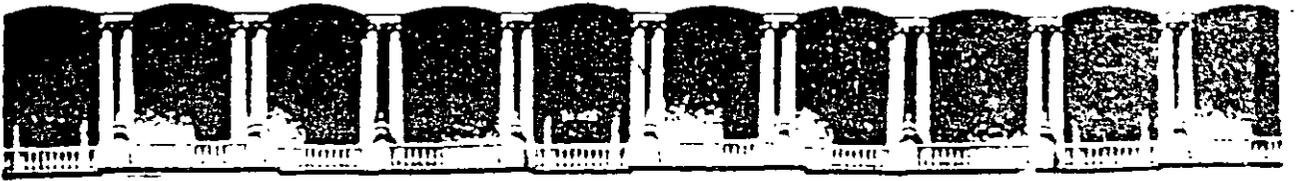
Reportes de labores de actividades de construcción Es un reporte de avance mensual básico, que compara las horas hombre (h-h) utilizadas con las estimadas, para cada cuenta de labores en el proyecto, computando el % del total de h-h gastadas contra el % de trabajo realizado, estimado por los supervisores responsables. En este reporte, se grafican las h-h gastadas y las h-h equivalentes del % real terminado, por medio de dos líneas rectas y la relación entre estas dos líneas (paralelas, convergentes o divergentes), revelan areas problema

Revisiones de estimados de control - Estas revisiones se hacen periodicamente para detectar desviaciones de grado mayor, que puedan preverse o pronosticarse, para tomar medidas correctivas donde sea necesario y arreglar el financiamiento apropiado, enfatizando los elementos tiempo y precisión, los tres elementos básicos son los siguientes.

- Gastos y compromisos a la fecha
- Estimados de terminacion
- Suma o total de las dos partes anteriores

Las bases del control son las curvas de h-h por oficios de personal manual y especialidades de personal no-manual utilizando las estimadas del programa de construcción, las cantidades proyectadas y las históricas, adicionalmente se utilizan las curvas de cantidades de instalacion tanto históricas como estimadas

Al igual que en Ingenieria, en construcción se parte de la estructura desglosada de trabajo, hasta llegar a paquetes de trabajo tal como se muestra en la Fig. IV



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**GESTIÓN DE PROYECTOS
ELECTROMECAÑICOS**

TEMA:

INGENIERIA Y DISEÑO

EXPOSITOR: ING. MARTINIANO AGUILAR RODRÍGUEZ

1997

III. INGENIERIA Y DISEÑO

1.- DEFINICIONES Y FILOSOFIA DE DISEÑO

Con objeto de proporcionar una base sólida de referencia y comunicación entre los grupos de diseño de todas las disciplinas, la ingeniería de costos, planeación y programación, construcción, pruebas y puesta en servicio, cliente y agencias reguladoras, el diseño de las centrales termoeléctricas se hace por sistemas, ...

Sistema.- Se define como un agrupamiento de componentes que tienen un comportamiento interrelacionado para realizar una función específica dentro de la central;

Central Termoeléctrica: Una central termoeléctrica es una planta industrial o sistema total, formada por una serie de sistemas, todos integrados y todos interactuando para obtención del producto final que es la electricidad empleando como materia prima, para su elaboración, combustibles.

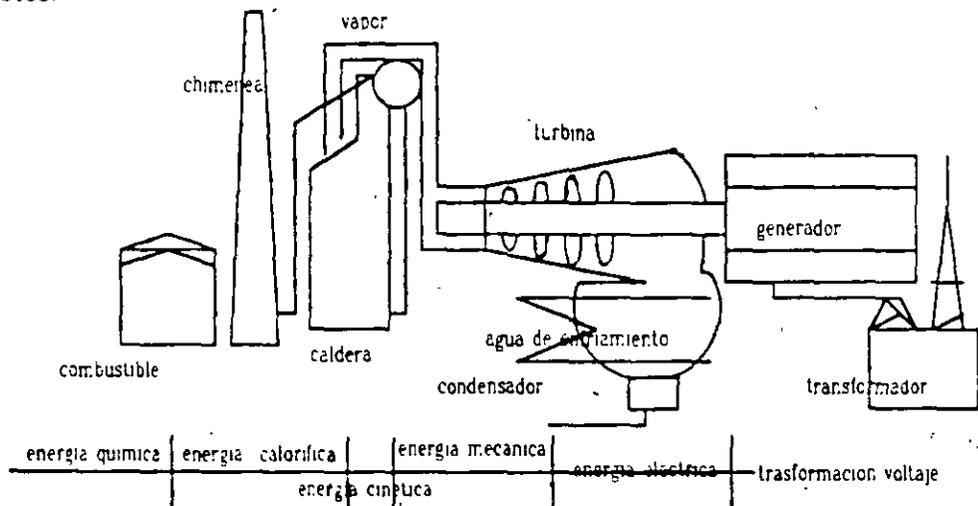


Fig. III-1 CONVERSIONES DE ENERGIA EN EL PROCESO TECNOLOGICO DE LAS PLANTAS TERMOELECTRICAS

El proceso tecnológico de una central termoeléctrica, se muestra en la fig.III-1, en donde pueden observarse las transformaciones de energía y algunos de los equipos principales; además de los procesos de transformaciones de energía, la central termoeléctrica requiere de varios servicios auxiliares, como aire, electricidad, agua, gases, etc. como se muestra en la Fig. III-2.

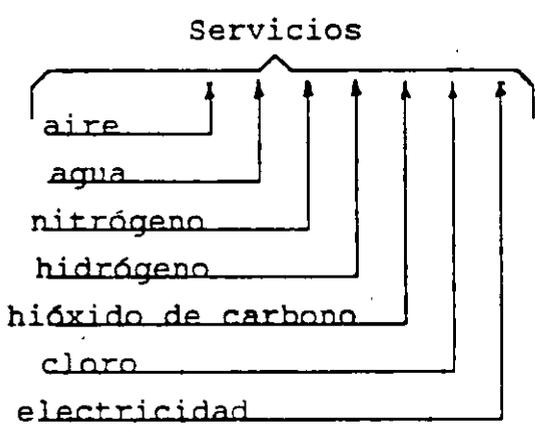
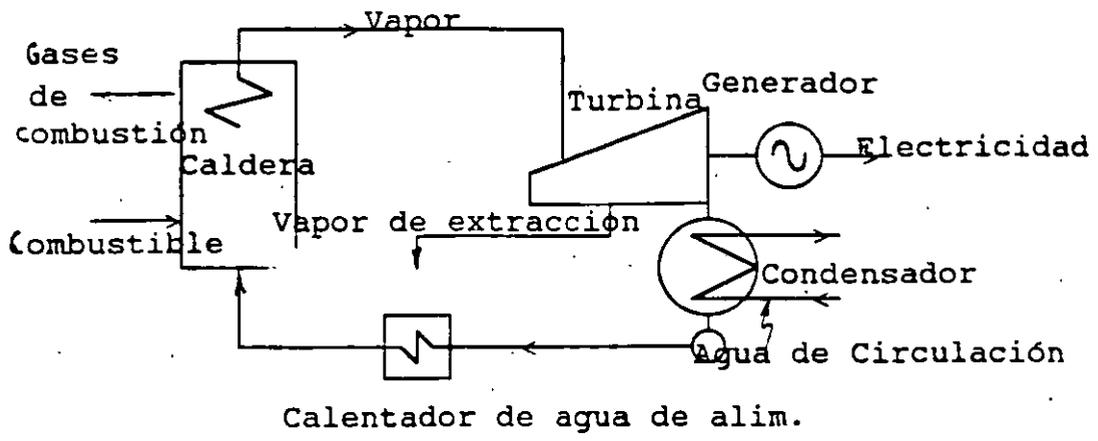


Fig. III- 2 FLUJOS DE UNA CENTRAL TERMOELECTRICA

La filosofía de la ingeniería de proyectos o diseño de una central termoeléctrica, se basa en el objetivo de proporcionar una central completa y económica que produzca energía eléctrica al más bajo costo posible con la mejor eficiencia y la mejor calidad, adecuada para cumplir con los requerimientos de operación de acuerdo con una buena práctica de ingeniería de plantas de potencia. Para lograr éste objetivo esencial, establecer el control de costos apropiado, evaluar el comportamiento térmico, disponibilidad y adjudicar apropiadamente contratos y órdenes de compra, se aplican los criterios básicos siguientes

- A). El objetivo del diseño es de lograr un mínimo costo combinado para la inversión de planta, combustible, operación y mantenimiento, consistente con una alta confiabilidad y disponibilidad, protección del medio ambiente y vida esperada de planta.
- b). Todo lo que implique un costo adicional, únicamente se propone cuando mejore la disponibilidad, economía de combustible, reduzca el mantenimiento o los costos de operación, proteja el medio ambiente o se tenga una rápida recuperación de la inversión.
- c). No se hacen inversiones o compras, a menos que las partes proporcionen confiabilidad, economía, solidez o simplicidad

- d). Las inversiones de todas las facilidades que no estén directamente conectadas con la generación de energía eléctrica, se conservan al mínimo
- e). No se hacen inversiones para futuras facilidades, a menos que la inversión más los cargos que conlleven, sean significativamente menores que los costos futuros estimados de la parte considerada.
- f). Al analizar propuestas y hacer recomendaciones de compra, no únicamente se considera el costo inicial del equipo, sino también la calidad, comportamiento, mantenimiento y confiabilidad.
- g). Los sistemas con alto impacto ambiental potencial, deben incorporar provisiones para cumplir con las regulaciones aplicables.

2.- **EL PROCESO DE DISEÑO**

El diseño o ingeniería, es una etapa del proyecto y este, el proyecto como se mencionó anteriormente, esta constituido por las siguientes etapas.

- Diseño o ingeniería
- Fabricación y adquisiciones
- Construcción y montaje
- Pruebas y puesta en servicio

El producto final del diseño, esta formado por las siguientes partes:

• **Documentación escrita:** consiste de especificaciones (de equipos, sistemas, materiales de construcción) reportes, manuales, listas e instrucciones.

• **Documentación gráfica:** consiste en planos, dibujos, diagramas y sistemas de curvas

Las funciones de las especificaciones, son las de definir el comportamiento, métodos de fabricación y ensamble, acabados, manejo, transporte, almacenamiento, etc de varios materiales y equipos

La función de los planos, es definir la localización, extensión, forma, detalles, ensamble etc de varios materiales y equipos

ESPECIFICACIONES

Las especificaciones, que junto con los planos son el principal producto final del diseño, deben cumplir con los requerimientos establecidos en los siguientes documentos:

- Descripción de sistemas
- Criterios de diseño
- Estudios conceptuales
- Programa de control de calidad
- Guías y estándares de diseño

Adicionalmente, es muy importante que se especifique correctamente lo siguiente:

- a) Alcance del suministro
- b) Códigos y estándares aplicables
- c) Materiales de fabricación
- d) Trabajos incluidos
- e) Trabajos no- incluidos
- f) Control y pruebas de materiales de fabricación
- g) Descripción del servicio
- h) Características técnicas generales y capacidad del vendedor.
- i) Penalización por no cumplimiento en :
 - Tiempo de entrega
 - Comportamiento
 - Eficiencia
 - Otros
- j) Compatibilidad de materiales
- k) Identificación y control de interfases
- l) Garantías
- m) Costo de operación
- n) Ciclos y transitorios térmicos y de presión

- o) Procedimiento de evaluación de ofertas
- p) Parámetros económicos como:
 - Vida útil de la planta
 - Interés
 - Cargos
 - Factor de valor presente
 - Otros
- q) Procedimiento de montaje o instalación
- r) Costo estimado del equipo
- s) Lista de fabricantes
- t) Tiempo estimado para presentación de ofertas
- u) Tiempo estimado para fabricación
- v) Características y métodos de fabricación del equipo.
- w) Requerimientos de análisis de diseño de componentes
- x) Limitaciones del medio ambiente para operación.
- y) Requerimientos de limpieza durante
 - fabricación
 - empaque
 - recepción y almacenamiento en el sitio
 - otros
- z) Cuestionario
- aa) Análisis de accidentes
- bb) Aceptación ^{de} inspección final en fábrica
- cc) Pruebas de comportamiento o aceptación, incluyendo las conexiones ó equipos necesarios.
- dd) Procedimientos de reparaciones

ee) Servicio de supervisión de montaje y arranque

ff) Herramientas especiales

gg) Partes de repuesto

hh) Limitaciones y preparaciones para embarque

ii) Requerimientos de inspecciones y de documentos de control de calidad en la fábrica y en el sitio.

jj) Métodos de control de calidad de fabricantes

kk) Equipo auxiliar

ll) Análisis de fallas con resultado en:

- riesgo personal
- pérdida de seguridad
- disparo de unidad
- reducción de capacidad
- daño de equipo

mm) Procedimientos de pruebas no destructivas y criterios de aceptación

nn) Marcado o etiquetado

oo) Pintura o protección

pp) Consideraciones en el diseño, en cuanto a:

- aceleración sísmica
- temperatura ambiente (incluye la del agua)
- humedad
- vibración
- ruidos mecánicos
- proyectiles
- fuego
- inundación

- pérdida de energía
- disparo de la unidad
- forma normal y eventual de falla
- falla de equipos adyacentes o conectados
- suministro de energía
- control
- indicación
- alarmas
- protección
- otros

qq) Requerimientos de datos de diseño, cálculos y estudios del fabricante

rr) Características de comportamiento

ss) Características de dimensiones y capacidad del equipo

tt) Consideraciones y condiciones de operación en:

- arranque
- cargas parciales
- transitorios normales
- condiciones de falla
- paro
- accidentes
- confiabilidad y disponibilidad
- operabilidad
- facilidades de mantenimiento, reparación e inspecciones en servicio
- disipación en calor
- control de corrosión

PLANOS.-

Los planos que constituyen la documentación gráfica del diseño y que junto con las especificaciones son el principal producto final, deben cumplir con los requerimientos establecidos en los siguientes documentos, criterios e información:

- descripción del sistema
- criterios de diseño
- diagramas de flujo
- diagramas de tubería e instrumentación
- arreglos
- diagramas unifilares
- diagramas lógicos de control
- condiciones de diseño
- límites o fronteras
- códigos y estándares aplicables
- materiales
- especificaciones generales aplicables
- especificaciones y control de interfases

En términos generales, las funciones de la ingeniería o diseño, pueden agruparse en la siguiente forma:

- elaboración del alcance del proyecto
- elaboración de presupuestos
- elaboración de programas de ingeniería
- participación en los estudios de selección del sitio
- elaboración de reportes de trascendencia o impacto en el medio ambiente
- elaboración de estudio de optimización
- preparación de los arreglos de la planta
- análisis de todos los sistemas
- realización de todos los cálculos de diseño
- elaboración de las especificaciones de equipos
- preparación de paquetes de compra de equipos

- análisis de ofertas y elaboración de recomendaciones de compra
- elaboración de todos los planos de construcción
- revisión y aprobación de los planos de fabricantes
- programación de entrenamiento de personal

3.- *NATURALEZA DEL DISEÑO*

Los esfuerzos del diseño, los describe el diseñador o ingeniero arquitecto, en términos de sistemas, estructuras y componentes, diseñando él los sistemas y estructuras y los fabricantes diseñan y fabrican los componentes

El diseño del proyecto de una central termoeléctrica, incluye aproximadamente 100 sistemas, que requieren la emisión de unas 150 especificaciones y de unos 1500 planos para construcción, manejándose unos 6000 planos de fabricantes; éste esfuerzo de diseño requiere aproximadamente 0.8 h-h /kW instalado, durante un tiempo de 3 años, tiempo dentro del cual, el medio ambiente técnico, sociológico y legal dentro del cual se coloca el sistema, puede cambiar significativamente,

Las decisiones de diseño, deben considerar las fronteras del sistema de una forma suficientemente amplia para asegurarse que todas las interrelaciones significativas estén incluidas.

4.- *INTERFASES DE DISEÑO*

El diseñador debe considerar en forma muy especial las interfases que existen con otras etapas del proyecto, como la planeación (para obtención de información, etc), la fabricación o abastecimientos, la construcción y la puesta en servicio

En la figura III -3, se muestran las interfases del proceso funcional de un proyecto

Los mayores problemas de interfase que se tienen son con construcción debido a la forma natural en que desarrollan: en sentido contrario. En efecto el diseño se hace por sistemas, diseñando primero la parte superior (equipos y estructuras) y al final la parte inferior o sea las cimentaciones, mientras que la construcción se hace al revés, primero se hace la cimentación, después las estructuras y al final se montan los equipos y componentes, además de que el montaje no se hace por sistemas, sino por pisos, zonas o partes

5.- *INFORMACION DE CONSTRUCCION*

Con objeto de reducir al mínimo los problemas de construcción, se establece un programa para que el personal de construcción participe en las diversas etapas del diseño (preliminar, conceptual y detallado) proporcionando información y opiniones, sobre los conceptos que se indican a continuación

lente.
 aneación
 nología
 digos
 planentos
 tios
 ros Diseños
 bricantes

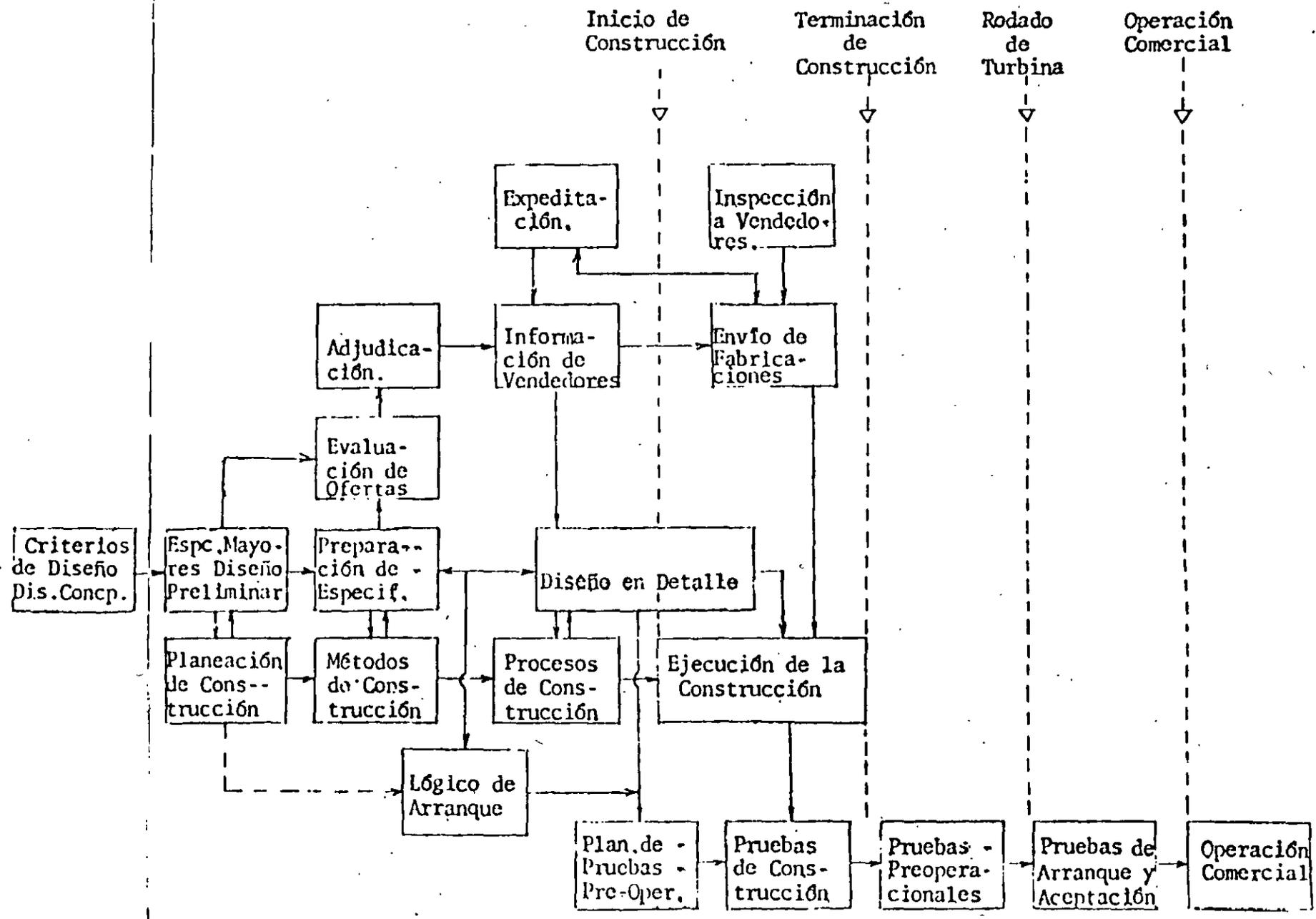


Fig. III-3. INTERFASES DEL PROCESO FUNCIONAL DE UN PROYECTO

a) Durante la selección del sitio y diseño preliminar en que se establece el arreglo inicial, en:

- acceso para equipos y materiales
- áreas de ensamble y arreglos
- facilidades temporales
- servicios de construcción
- preparaciones de sitio
- prefabricación o ensamble en el campo
- provisiones especiales de transporte

b) Durante el diseño conceptual, en que se establece el arreglo final, en:

- secuencias de construcción
- programas de fabricación
- avances de construcción
- mantenimiento de equipos
- terminales de cables de control
- fabricación modular
- facilidades bajo tierra permanentes
- prefabricación

c) Durante el diseño en detalle, las listas de equipos y el sistema de control, deben satisfacer los requerimientos de operación o cliente, el diseñador y los responsables de construcción y puesta en servicio en cuanto a

- identificación
- descripción
- adquisición
- contabilidad
- control

Los términos de "Diseño preliminar" y "Diseño conceptual", mencionados anteriormente tienen los siguientes significados

Diseño preliminar .- Es la disposición o agrupamiento de los edificios individuales y partes externas de la central en el sitio, con la cual se tienen todas las ventajas posibles de los recursos del lugar, y la disposición de la planta mayor o grupos de la planta en el edificio principal de la estación que conduce a la determinación de la forma y dimensiones principales de la casa de máquinas.

Diseño conceptual.- El trabajo del diseño conceptual consiste de ingeniería y diseño, de una extensión necesaria para desarrollar especificaciones funcionales, localización de equipos, conceptos de arreglos y criterios de diseño de la planta. El resultado de éste trabajo se muestra en el arreglo de conjunto, diagramas de arreglos generales de la planta, diagramas de flujo, diagramas unifilares eléctricos, memorandas, tabulaciones, esquemas, etc. Incluye entre otros, los siguientes estudios y análisis:

- arreglos preliminares (de conjunto, accesos al sitio, edificios, estructuras, equipos)
- requerimientos de posibles unidades futuras
- requerimientos de excavaciones y cimentaciones
- instalación de equipo mayor
- fuente de agua de enfriamiento
- arreglos de estanques y de torres de enfriamiento
- arreglos de obra de toma y descarga
- localización de subestación y línea de transmisión
- arreglos y facilidades de manejo de combustible
- FFCC y caminos de acceso para la construcción y operación
- arreglos de espacios para construcción
- edificios temporales y estacionamientos durante la construcción
- selección de pendientes
- costo estimado preliminar de la planta (salarios, productividad, tamaño de equipos, construcción, diseño, indirecto)
- programas de ruta crítica (ingeniería, adquisiciones, planos, construcción)

7.- COORDINACION DEL DISEÑO CON CONSTRUCCION

La coordinación entre los ingenieros de diseño, que deben estar enterados de las preferencias de los de construcción, y los ingenieros de construcción, que deben estar enterados de las consecuencias de apartarse de las condiciones especificadas por el diseñador, se logra mediante una comunicación adecuada, cuyo grado de formalización y control, debe definirse desde el

principio del proyecto en el manual de Gestión del proyecto; los modos de comunicación para lograr ésta coordinación, son los siguientes:

DESARROLLO DEL DISEÑO

El desarrollo del diseño se inicia cuando se toma la decisión de construir una planta nueva o bien cuando se recibe una solicitud de propuesta, que debe incluir una lista de las facilidades de planta requeridas.

Después de recibir la solicitud de propuesta, se procede a nombrar un Jefe o Gerente del Proyecto cuyo trabajo inicial es el de definir el alcance y delinear el tipo de organización necesaria; la definición del alcance, incluye lo siguiente:

- lista de partes; especificaciones, planos, procedimientos.
- lista de servicios; gestión del proyecto, licenciamiento, ingeniería y diseño, abastecimientos, control de calidad y garantía de calidad, gestión de construcción y pruebas de puesta en servicio.

El tipo de organización se define para proporcionar control técnico y administrativo.

El control técnico y su consistencia, se logran por medio de los jefes de disciplinas, los procedimientos de las disciplinas y por los estándares.

Para realizar sus funciones, el Jefe o Gerente del Proyecto y su staff, solicitan a los jefes de las disciplinas lo siguiente

- definición detallada de los elementos de la planta.
- tareas o actividades de la gestión de diseño.
- tareas o actividades de la gestión de construcción.
- estimación de la mano de obra o personal requerido para el alcance de trabajo definido.

Un plan del proyecto bien desarrollado, debe reflejar o establecer un mutuo entendimiento entre propietario (operación), diseñador, constructor, etc., y debe identificar en forma muy clara lo siguiente:

- tareas
- el segundo paso es la elaboración de un programa Integrado del Proyecto Preliminar que se realiza a partir de los Eventos Mayores Principales, programando tareas o actividades de eventos claves intermedios de construcción, como por ejemplo la terminación del pedestal del turbogenerador, el izaje del domo de la caldera, la terminación de la construcción de un determinado piso o nivel, etc., éste programa que consta de unas 30 o 50 actividades, se suministra con la propuesta y una vez aprobado sirve de base para realizar el plan del proyecto

- el tercer punto es la elaboración de una grafica de barras de 75 a 100 actividades apartir del punto anterior (Programa Integrado del proyecto Preliminar), y que recibe el nombre de "Resumen del Plan del Proyecto"; en este documento se establecen las metas de proyecto y se emplean para registrar los avances, sirviendo además de base para la elaboración del Programa Integrado del proyecto.
- el cuarto y último paso es la elaboración del programa Integrado del proyecto, en donde, como su nombre lo indica, se integran los programas de las diversas áreas como Diseño, Abastecimientos y Fabricación, Construcción así como las Pruebas y la puesta en servicio; éste Programa se elabora en red CPM o PERT y es una de las herramientas más valiosas para la comunicación, solución de problemas de interface y el control del proyecto.

DOCUMENTOS CLAVE DE DISEÑO

El objetivo de la utilización de sistemas para el diseño de una central termoelectrica, es el de proporcionar una base sólida de referencia y comunicación entre los grupos de diseño de todas las disciplinas, la ingenieria de costos, planeación y programación, construcción, pruebas y puesta en servicio, operación o cliente y agencias reguladoras, para lo cual es mucho muy importante que todos los sistemas tengan las siguientes características:

- estén claramente definidos
- tengan nombres estándar
- esten claramente identificados sus componentes o alcance
- estén claramente identificados sus limites o fronteras

De acuerdo con lo anterior, el diseño debe pensarse y hacerse en términos de sistemas y se deben desarrollar algunos documentos Claves para éste propósito; los documentos principales de todas las disciplinas que se emplean para los esfuerzos de la ingenieria de diseño de cualquier sistema son los siguientes,

- estudios
- tabulaciones
- diagramas
- planos
- reportes
- esquemas
- códigos

Algunos de estos documentos se designan como "Documentos clave" para el diseño de sistemas, siendo dichos documentos clave los siguientes:

- descripción de sistemas (mecánico, eléctrico y de control)
- diagramas de flujo de sistemas (mecánico y control)
- diagramas de tubería e instrumentación de sistemas (mecánico y control)
- diagramas unifilares eléctricos con medición y protección de sistemas (eléctrico)

Las definiciones de éstos documentos clave, son las siguientes:

Descripción de sistemas: es un resumen escrito describiendo las funciones específicas, el intento del diseño y las principales características de un sistema.

Diagrama de flujo: es una representación esquemática de un sistema mecánico específico mostrando las relaciones operacionales entre los varios componentes y definiendo las variables de diseño para los principales modos de operación.

Diagrama de tubería e instrumentación: es una representación de la tubería, instrumentación y control del proceso de un sistema específico, mostrando esquemáticamente las relaciones entre los varios componente.

Diagrama lógico de control: es una representación gráfica de la operación de los controles individuales de los equipos del sistema, usando símbolos lógicos digitales básicos, éstos símbolos relacionan funcionalmente las acciones de entrada, del proceso y manuales, al control del proceso y a las acciones de salida y lecturas (display) mostradas del operador

Diagramas unifilares: es una representación de los sistemas eléctricos de toda la planta, mostrando por medio de una línea sencilla y símbolos gráficos a los equipos y sus interconexiones.

Los propósitos de los documentos clave son los siguientes:

- presentar la información importante de una manera organizada para la revisión del diseño fundamental por parte de los Jefes o Gerentes de Ingeniería y de las disciplinas
- proporcionar una referencia para los ingenieros de otras disciplinas y grupos de especialistas que requieran cierta información específica de los sistemas.
- establecimiento de las bases para la preparación de los siguientes documentos:

a) Ingeniería de diseño en detalle

b) Documentos para monitorear la terminación de construcción.

c) Procedimientos para monitorear la terminación de construcción.

d) Procedimientos de operación

e) Reportes de análisis de seguridad (preliminar y final)

• proporcionar un registro final para:

a) Libro de datos de la planta

b) Archivos históricos de la compañía

c) Biblioteca de referencia técnica

- descripción de sistemas; la responsabilidad del control, preparación autorización de estos documentos es del Supervisor del Grupo de la disciplina a cuya área pertenezca el sistema particular.
- diagramas de flujo de sistemas; la responsabilidad del control, preparación y aprobación de éstos documentos es del Supervisor del Grupo Mecánico.
- diagramas de tubería e instrumentación de los sistemas; la responsabilidad de su control, preparación y aprobación de estos documentos es del Supervisor del Grupo Mecánico ayudado por el Supervisor del grupo de Control de sistemas,
- diagramas unifilares eléctricos con medición y protección; la responsabilidad de su control, preparación y aprobación de estos documentos, es el del Supervisor Eléctrico, ayudado por el Supervisor del Grupo de Control de Sistemas.
- diagramas lógicos de control de sistemas (mecánicos), la responsabilidad de las funciones de control de estos documentos, es del Supervisor del Grupo Mecánico, la responsabilidad de su control, preparación y aprobación de estos documentos, es del supervisor Eléctrico, ayudado por el Supervisor del grupo de Control del Sistemas
- diagramas lógicos de control de sistemas (eléctricos), la responsabilidad de las funciones de control de estos documentos es del Supervisor del Grupo Eléctrico, la responsabilidad de su control y preparación es del Supervisor del Grupo de control de Sistemas

LIMITES Y ALCANCE DE SISTEMAS

La filosofía general del alcance es la de definir las interfaces y fronteras de dos sistemas relacionados, para lo cual se emplea el concepto de sistema proveedor de un servicio y sistema receptor de un servicio, el sistema que se pone en servicio primero después de un paro normal de la planta, se designa como el sistema proveedor o suministrador de un servicio y el otro como el sistema receptor del servicio

Los puntos de aislamiento entre los sistemas, que siempre se incluyen en el sistema que se pone primero en servicio, son generalmente los siguientes:

- Interruptores de circuitos para sistemas eléctricos
- Válvulas de aislamiento para sistemas mecánicos
- Terminales de conexión para sistemas de instrumentación y control

Los documentos que se requieren de los fabricantes, se establecen en las especificaciones de acuerdo con lo siguiente

- asegurar que se tenga disponible la información adecuada para la ingeniería
- que el grado de control sobre los procesos de trabajo de los fabricantes consistente con el equipo suministrado
- que el grado de verificación de la garantía de la calidad es adecuada

Por otra parte, es muy importante eliminar la documentación innecesaria, que aumenta el ciclo de revisión, que afecta el programa del proyecto y resulta en gastos extras

Los requerimientos técnicos que deben de satisfacer los documentos (planos y procedimientos) de los fabricantes, son los siguientes

- conformidad con las especificaciones de compra
- referencias de la orden de compra y número del equipo
- certificación del fabricante de que los planos puedan emplearse en el diseño
- inclusión de la información completa requerida
- planos con dimensiones y pesos incluyendo detalles de cimentaciones y referencias a códigos o estándares en la forma aplicable
- cumplimiento con algún requerimiento único
- localización, tamaño y tipo de conexiones de interfase eléctricas, de la tubería y de instrumentación, incluyendo terminales para soldadura, detalles de bridas y cargas permisibles de boquillas
- pintura y /o recubrimiento para la localización del equipo
- previsiones de espacio levantamiento para la instalación, mantenimiento y reposición
- previsiones para venteo y / o drenaje
- necesidades de servicios (aire comprimido, gas, energía, agua, etc.)
- identificación de materiales con referencia a las especificaciones de ASME y / o ASTM.

- requerimientos de almacenamiento en el sitio incluyendo la lubricación
- lista adecuada de refacciones o partes de repuesto para el alcance completo del suministro
- procedimientos de prueba conteniendo los puntos de prueba monitoreados, métodos de medición y criterios de aceptación
- cumplimiento con los requerimientos de procedimientos de soldadura, prueba hidrostática y pruebas no destructivas

A pesar de que no se deberán revisar los detalles del diseño de fabricante, sí se deberán hacer notar las deficiencias obvias -

Adicionalmente se deberán verificar en los planos, de los siguientes equipos, el cumplimiento de los requerimientos técnicos y de diseño en la forma establecida en las especificaciones, códigos y estándares:

- bombas -
 - a.- Compatibilidad de materiales con el control químico y / o lavado de puesta en servicio
 - b.- Sistema de sellos adecuados para el servicio
 - c.- Interfase con el sistema de agua de enfriamiento
- cambiadores de calor -
 - a.- Requerimientos de aislamiento
 - b.- Compatibilidad de materiales con el resto del sistema
- tanques -
 - a.- Requerimientos de aislamiento
 - b.- Requerimientos de recubrimiento de camisas (lining)
- válvulas -
 - a.- Material adecuado de la cubierta (trim)
 - b.- Cédula
 - c.- Valor apropiado de Cv
 - d.- Diámetro de pasos para el flujo mínimo
 - e.- Espesor mínimo de la pared
 - f.- Detalles de terminaciones de soldadura, accesorios, etc.
- "carretes" de tubería -

- a.- Dimensiones y localización de soldaduras de campo para su instalación
- b.- Piezas de hierro
- c.- Espesor mínimo de pared o de cédula
- d.- Tipos de conexiones, ramales

• soportes, colgantes y restricciones de tubería .-

- a.- Localización de la planta, elevación y dirección de la trayectoria o de la tubería
- b.- Cédula de materiales
- c.- Tipos adecuados
- d.- Consideración de todas las cargas y direcciones
- e.- Desplazamiento
- f.- Interferencias
- g.- Cargas estructurales
- h.- Detalles de acero suplementario y soldaduras de taller de tubería

• juntas de expansión .-

- a.- Tipos de materiales
- b.- Número de convoluciones
- c.- Movimiento adecuado axial, o angular
- d.- Régimen de reacciones "estado frío" (cold spring)
- e.- Varillas de amarre

En el caso de que las especificaciones se soliciten cálculos o resultados de pruebas, la revisión deberá limitarse a las siguientes verificaciones

- criterios o entradas correctas, consistentes con las condiciones en la especificación
- técnicas apropiadas de prueba
- métodos apropiados de prueba o conversión de los datos de prueba
- terminación de cálculos
- resumen de resultados para mostrar el comportamiento o cumplimiento satisfactorio.

0.- **ESTIMACIONES O PRESUPUESTOS**

Las estimaciones y presupuestos que se elaboran de los proyectos, están basados en experiencias del pasado en la ejecución de trabajos similares, así como en el criterio de los ejecutivos y en las tendencias de costos

Los diferentes tipos de estimaciones para control, que se preparan a través de las fases de ingeniería y construcción, y que dependen de la etapa y datos disponibles, son los siguientes:

- estimación de orden de magnitud - Su preparación requiere de un mínimo de tiempo, tiene el menor grado de exactitud y se desarrolla sobre bases históricas de datos, empleando un

método de factoreo para convertir datos de costos de plantas similares, a diferentes localizaciones y a costos actualizados

Este tipo de estimaciones, se aplica durante las fases de ingeniería conceptual y diseño.

- estimación detallada preliminar.- se emite después de la preparación de varias de orden de magnitud y es una estimación de control para propósitos de monitoreo de rango completo del proyecto. Este tipo de estimación, se actualiza periódicamente, hasta que se emite la estimación para control de presupuesto.
- estimación para control o presupuesto.- Normalmente se prepara cuando se otorga el permiso de construcción; representa el mayor grado de precisión obtenible a la fecha de su preparación y está basada en lo siguiente:

- a) Alcance de trabajo bien definido
- b) Cotizaciones de precios de los equipos y partes mayores, incluyendo muchos materiales de construcción.
- c) Investigación completa de labores, salarios y prestaciones.
- d) Análisis de disponibilidad y productividad en labores esperadas.

El costo total de la inversión de un proyecto de planta termoeléctrica, está formado por la siguientes partes:

- equipo y materiales de instalación permanentes
- ingeniería o diseño
- construcción
- varios (terrenos, mejoramiento, organización, puesta en servicio etc..)
- indirectos
- inflación o escalación e intereses durante la construcción

El costo de la ingeniería varía entre 3% y el 5% de la inversión total y está formada en su mayor parte por los salarios que se pagan al personal; dependiendo del tamaño, tipo y complejidad de la planta, el personal requerido varía entre 0.6 y 1.0 horas - hombre/ KW instalado (h-h / KW).

22.- ORGANIZACION

A.- GENERAL

En la fig. III -24, se muestra un esquema general de las relaciones entre los diferentes grupos que intervienen para la construcción de una planta, que debe considerarse en la estructura de organización

Normalmente, las compañías o consultores de ingeniería están organizadas en forma matricial, para el diseño de las plantas termoeléctricas, tal como se muestra en la fig. III- 25, lo cual, les

permite funcionar con las ventajas de la administración por proyectos que elimina en cierto modo la burocracia de las organizaciones grandes y complejas; cuando se inicia un proyecto el departamento de ingeniería, asigna personal a dichos proyectos, que lo regresan nuevamente al departamento de ingeniería al término del proyecto. En esta forma de organización, el jefe del proyecto es el responsable de QUE es lo que se hace y CUANDO se hace, y el departamento de ingeniería es responsable de COMO se hace CON QUIEN se hace

B. - RESPONSABILIDADES

En general, las responsabilidades del departamento de ingeniería y de la jefatura de proyecto son las siguientes:

Departamento de Ingeniería.

- Dirección técnica del proyecto completo
- supervisión técnica de la producción del personal del proyecto.
- control de calidad, ingeniería y diseño de todos los planos, cálculos de diseño, especificaciones, reportes técnicos,
- elaboración de los criterios teóricos básicos de diseño de la planta en las diferentes disciplinas
- preparación de diagramas preliminares como planos de conjunto, diagramas de flujo, diagramas unifilares, balances térmicos, etc.
- desarrollo de ciertos trabajos especializados como análisis de esfuerzos de tubería, análisis dinámico del turbo- generador, dimensionado de equipos principales, etc.

Jefatura de proyecto

- elaboración de todos los planos para construcción, y estudios necesarios
- preparación de las especificaciones detalladas de equipos, estructuras, sistemas, materiales y construcción
- realización de estudios y cálculos de diseño
- evaluación de ofertas, reportes y recomendaciones
- revisión y aprobación de los planos de vendedores, archivo de planos de fabricantes y control adquisiciones de equipo y materiales
- archivo del proyecto
- elaboración de toda la información requerida para la preparación de programas y reportes
- supervisión administrativa del diseño de planta, satisfacción de necesidades secretariales y de oficina del proyecto
- inspección y contabilidad de la ingeniería de construcción en el sitio

En la Fig.III-25 se muestra la división del trabajo por disciplinas del Departamento de Ingeniería; el trabajo que realizan los grupos de los Supervisores en la Jefatura del proyecto es el siguiente:

Supervisión Civil / Estructural

a. Grupo civil.

- sistema de agua de circulación
- estructura de entrada
- estructura de descarga
- desarrollo del sitio
- excavaciones
- facilidades
- drenaje
- caminos
- ferrocarriles
- estanques de evaporación
- almacenamiento
- dibujo
- especificaciones (civil / estructural y de compra de materiales)

b. Grupo de Cimentaciones.

- generador de vapor
- edificio turbo- generador
- edificios auxiliares
- edificios de control
- edificios micelaneos
- tanques y equipos del patio
- dibujo

c. Grupo acero estructural

- edificio turbo - generador
- pedestal turbo - generador

- edificios miscelaneos del sitio

- dibujo

Supervisión Mecánica

a. Grupo generador de vapor (diseño de los sistemas del generador de vapor y sistemas relacionados)

- vapor principal y vapor recalentado
- . agua y vapor
- . gases de combustión y aire
- . gas combustible y aceite combustible
- . manejo de carbón y cenizas
- . sopladores de hollin
- . diagramas de proceso e instrumentación
- . especificaciones de equipo y evaluación de ofertas
- . información para criterios de diseño, libro de alcance, reporte ambiental y manual de la planta.

b. Grupo turbo- generador (diseño de los sistemas de turbo- generador y sistemas relacionados).

- . vapor principal y vapor recalentado
- . condensado y agua de alimentación
- . extracciones de vapor, calentadores de agua de alimentación, drenajes y venteos
- . vapor de sellos, hidrógeno y CO₂
- . extracción de aire del condensador
- . aceite lubricante del turbo - generador
- . control químico del condensado y agua de alimentación
- . agua de circulación
- . diagramas de proceso e instrumentación
- . especificaciones de equipo y evaluación de ofertas.
- . información para criterios de diseño, libro de alcance, reporte ambiental y manual de la planta

c. Grupo facilidades de planta

- . agua de servicio
- . circuito cerrado de agua de enfriamiento
- . almacenamiento de aceite combustible
- . manejo de carbón y cenizas
- . caldera auxiliar
- . vapor auxiliar
- . ventilación, calefacción y aire acondicionado de la planta
- . equipos de taller y almacén
- . aire comprimido
- . protección contra-incendio
- . generador diesel de emergencia
- . drenaje sanitario y pluvial
- . desechos de aceites
- . diagramas de proceso e instrumentación
- . especificaciones de equipos y evaluación de ofertas

- . información para criterios de diseño, libro de alcance, reporte ambiental y manual de la planta

d. Grupo de esfuerzos.

- . esfuerzos en tubería
- . isométricos
- . requerimientos del campo, monitoreo del programa de tubería para pruebas pre-operacionales
- . implementación de diseños, especificaciones y datos de vendedores.

Supervisión de control de sistemas

a. Grupo turbo- generador y sistemas auxiliares

- . aplicaciones de computadora
- . sistemas de control del turbo- generador y auxiliares
- . especificaciones relacionadas
- . diagramas lógicos
- . diagramas de proceso e instrumentación.

Grupo generador de vapor (G.DE V.) y sistemas auxiliares

- . controles de caldera
- . control de quemadores
- . controles de temperatura de vapor y de agua de alimentación
- . diagramas lógicos
- c. Grupos auxiliares de planta, control e instrumentación de equipos.
- . tableros de control
- . especificaciones de equipos y evaluación de ofertas
- . índice de instrumentos
- . detalles de instalación
- . diagramas de localización

Supervision Diseño de Planta

a. Grupo control de materiales

- . lista de válvulas y lista de líneas
- . salida de materiales
- . especificación de materiales
- . revisión de ofertas

b. Grupos soporte de tubería

- . diseño y dibujo de los soportes de tubería
- . especificaciones de soportes de tubería análisis térmico y pesos, no efectuado por el Grupo de esfuerzos
- . cargas para el grupo civil / estructural

c. Grupo diseño de tubería

- . generador de vapor, edificio turbo -generador
- . patios, manejo de carbon y cenizas
- . planos de diseño de tubería

- . arreglo de equipos
 - . coordinación para la distribución de espacios
 - . arreglo de tubería en el modelo de diseño
 - . criterios de diseño, procedimientos de proyecto
- Supervisión Eléctrica.

a. Grupo de equipos.

- . estudios de los sistemas auxiliares eléctricos de potencia
- . esquemas de diagramas unifilares
- . especificaciones de equipos y evaluación de ofertas
- . diseño de los sistemas de comunicaciones, alumbrado y tierras, criterios de diseño, manual de la planta

b. Grupo de control y protección eléctrica.

- . esquemas lógicos
- . esquemas elementales
- . protección eléctrica
- . especificaciones de materiales
- . revisión de planos de vendedores
- . criterios de diseño, manual de la planta

c. Grupo de diseño físico

- . planos de charolas y conductos
- . rutas e instalación de cables
- . planos de ductos bajo tierra y trincheras
- . planos de arreglos de equipo eléctrico
- . especificaciones de materiales
- . revisión de planos de fabricantes

d. Grupo de cableado

- diagramas unifilares
- diagramas elementales
- diagramas de cableado
- cédula de circuitos
- especificaciones de materiales
- revisión de planos de fabricantes

D - ALTERNATIVAS DE ORGANIZACION

La organización de la compañía eléctrica para realizar los proyectos puede ser en cualquiera de las siguientes formas:

- . ingeniería, abastecimientos y construcción con recursos propios
- . ingeniería, abastecimientos y construcción con un contratista arquitecto / ingeniero/consultor (lleve en mano)
- . ingeniería con un contratista de ingeniería (ingeniero / arquitecto) y la construcción con un contratista general o bien con la gestión de construcción que coordine a sus subcontratistas

. ingeniería con un contratista de ingeniería y la compañía eléctrica actuando como el constructor.

Los servicios, normalmente se contratan sobre una base profesional, considerando la reputación y experiencia de la compañía en el campo específico de la ingeniería, quien proporciona la escala de salarios de su organización. Al contratista de ingeniería se le reembolsan todos los gastos directos como:

- . salarios
- . materiales y suministros
- . renta de computadoras
- . costo de consultores externos
- . servicios telefónicos
- . etc.

A los gastos directos anteriores se les agrega un % que cubre los gastos indirectos y que típicamente incluye lo siguiente:

- . prestaciones de empleados
- . impuestos y seguros
- . supervisión de oficinas
- . utilidades
- . etc.

Las fórmulas para calcular estos gastos indirectos varían de acuerdo con la compañía, pero en general, el total es alrededor del 100 % sobre la base de salarios que se pagan a los empleados de la organización de diseño.

Los servicios de construcción de campo se pueden pagar también sobre una base de tiempo y materiales o de costos reembolsables, los costos directos reembolsables incluyen los siguientes:

- . compra de materiales y equipo
- . pago a subcontratistas
- . operación de oficinas de campo

- . salarios, más prestaciones del personal no-manual de las oficinas de campo, incluyendo un 20 a 30 % de supervisión de la oficina matriz
- . salarios más prestaciones del personal obrero manual

Al contratista de construcción, normalmente se le paga una utilidad sobre la carga de la nómina, que puede ser un precio alzado (lump sum), o bien un porcentaje del costo de los trabajos, en ocasiones se emplea un plan de metas de horas - hombre o de tiempo de duración del proyecto para pagar los servicios de supervisión de campo con objeto de promover la eficiencia.

Los pagos a los subcontratistas, normalmente se hacen sobre la base de precio firme, adjudicado en concurso competitivo, para lo cual se requiere que la ingeniería sea firme y completa.

VI.- PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO

1.- GENERAL

Las pruebas y puesta en servicio, que son prácticamente la cuarta y última parte del proyecto, necesitando, al igual que la ingeniería, fabricación y construcción, de las funciones en su sentido ejecutivo del proceso administrativo para su gestión.

Las pruebas de puesta en servicio o arranque de una planta nueva, comprenden los trabajos de planeación, pruebas, ajustes y operación de todos los equipos, estructuras y sistemas, empezando desde la etapa final de construcción y finalizando con la entrada en operación comercial.

El objetivo principal de la planeación es proporcionar las bases y medidas necesarias para poner en servicio la planta con un alto grado de confiabilidad mediante un programa que permita hacerlo con la mayor seguridad y economía posible.

Un plan de pruebas comprende los trabajos de elaboración de programas, procedimientos, documentación, especificaciones de pruebas, organización, definición de responsabilidades, requerimientos de personal y reportes de avance principalmente, trabajando estrechamente con el personal de diseño, con objeto de coordinar efectivamente la puesta en servicio.

Para la puesta en servicio se distinguen cuatro tipos de pruebas propiamente dichas, y son los siguientes:

- Pruebas de construcción
- Pruebas de postconstrucción
- Pruebas preoperacionales
- Pruebas de puesta en servicio

Las pruebas de construcción son las que realiza el constructor y que incluyen las siguientes:

- pruebas hidrostáticas o neumáticas del equipo y tuberías ensambladas en el campo.
- pruebas de presión y continuidad de toda la tubería de instrumentación.
- pruebas y comprobación de relación de vueltas y polaridad de transformadores.
- pruebas de alto voltaje en cables, transformadores y equipos de alto voltaje.
- comprobación de continuidad y cableado correcto.
- pruebas de aislamiento a equipos eléctricos con "megger" desde su recibo hasta la operación inicial.
- pruebas mecánicas y ajustes durante el montaje en el campo para asegurar la correcta operación de los equipos.
- limpieza manual y mecánica de equipos y recipientes, preparatorios para la operación.
- limpieza inicial de los sistemas de lubricación de equipos y lubricación inicial de éstos, para la operación inicial.
- alineamiento y balanceo de equipos rotatorios.
- montaje de todas las instalaciones temporales, incluyendo equipos, tuberías, cableados, etc., necesarios para la operación de los equipos durante las pruebas de puesta en servicio.

Las pruebas de postconstrucción son actividades que realiza el personal de puesta en servicio cuando se ha terminado la construcción y que comprende principalmente lo siguiente:

- calibración de instrumentos
- pruebas funcionales eléctricas de los controles, protecciones, señalización, etc., sin la energización de los circuitos de potencia.

Las pruebas preoperacionales son actividades que realiza el personal de puesta en servicio conjuntamente con el de operación antes del rodado con vapor de la turbina y de la producción de vapor, comprendiendo principalmente las siguientes:

- operación de todos los equipos, estructuras y sistemas - cuando se haya terminado la construcción y montaje, y se determine que la instalación es satisfactoria y puede operarse sin causar daños.
- terminación de las pruebas eléctricas y comprobación de - controles.
- verificación de los equipos eléctricos como transformado-- res, motores y sus relevadores, controles y protecciones - para operación con ajustes apropiados.
- ajustes iniciales y calibración de los sistemas de control.
- programación y coordinación de la operación de todos los - equipos con las medidas de seguridad necesarias.
- supervisión y coordinación de las actividades de puesta en servicio programadas por los ingenieros de servicio de los fabricantes.
- producción de agua desmineralizada o evaporada.
- limpieza, lavado químico y soplado con vapor de los sistemas que lo requieren antes de la operación.

Las pruebas de puesta en servicio son las actividades que se

realizan desde que se rueda por primera vez con vapor la turbina hasta la operación a plena carga de la planta nueva.

2.- ALCANCE

El alcance de los trabajos de Pruebas y Puesta en Servicio, - incluye los siguientes conceptos, de acuerdo como fueron definidos en el punto 1 anterior GENERAL:

- . planeación de las pruebas;
- . pruebas de postconstrucción;
- . pruebas pre-operacionales;
- . pruebas de puesta en servicio.-

3.- PLANEACION

EL plan de Pruebas y Puesta en Servicio (Arranque), incluirá como mínimo lo siguiente:

- . una lista completa de todos los sistemas y componentes mayores, incluyendo las pruebas que deben realizarse en cada uno de ellos, como por ejemplo, lavado, prueba hidrostática o neumática, eléctricas, de instrumentación, preoperacional, etc, identificando en ésta lista los requerimientos de procedimientos de pruebas necesarios.
- . una gráfica de organización u organigrama, identificando el personal clave y sus funciones.
- . un diagrama lógico y programa de pruebas de puesta en servicio, indicando todas las pruebas a realizarse así como la ruta crítica del programa.
- . un manual de pruebas y además todos los procedimientos administrativos y protocolos del proyecto para conducir el programa de pruebas de puesta en servicio.
- . una lista del equipo de pruebas necesario.

El objetivo de la planeación de las pruebas y puesta en servi

cio, es el de llevar la planta a plena carga o toda su capacidad, tan pronto como sea posible para demostrar que las estructuras, sistemas, equipos y componentes cumplen con los códigos, estándares e intento del diseño aplicables y opera separada y colectivamente en cumplimiento con sus criterios de diseño para funciones normales y de protección.

El manual de pruebas y los procedimientos administrativos asociados, se preparan después de que se han definido el objetivo y el alcance del trabajo y su propósito es el de proporcionar en suficiente detalle lo siguiente:

- . políticas apropiadas
- . procedimientos
- . instrucciones para el control administrativo del programa de pruebas.

El manual de pruebas deberá contener una descripción del programa de pruebas, políticas y la organización requerida para implementar el programa; la lista mínima de requerimientos del manual de pruebas, es la siguiente:

A. Introducción

- . propósito del manual de pruebas
- . propósito del programa de pruebas
- . políticas del programa de pruebas
- . definiciones
- . aprobación del manual de pruebas

B. Organización del programa de pruebas

- . organizaciones participantes
- . grupos participantes (grupos de trabajo de pruebas)
- . posiciones individuales, asociadas con el programa de pruebas

C. Documentos del programa de pruebas

- . procedimientos de pruebas
- . índice de pruebas
- . listas de prerequisites
- . programas de pruebas
- . asignación del personal de pruebas
- . plan de pruebas
- . instrucciones de pruebas

D. Comportamiento de pruebas

- . fase de pruebas de construcción y postconstrucción
- . fase de pruebas preoperacionales
- . fase inicial de puesta en servicio

E. Auditorias

F. Instrucciones de pruebas

- . formato de instrucciones de pruebas
- . revisión de instrucciones de pruebas
- . instrucciones adicionales de pruebas
- . aprobación de las instrucciones de pruebas

G. Reportes

- . procedimiento de evaluación de resultados de pruebas

Una lista representativa de instrucciones de pruebas (inciso F anterior) del manual de pruebas es la siguiente:

- . transferencia de sistemas
- . autorización de remoción para reparación
- . plan de pruebas

- . secado
- . registro de control de pruebas
- . programas de pruebas
- . reportes de problemas en el arranque
- . conducción de las pruebas
- . eventos no usuales
- . lista de prerequisites
- . índice de pruebas
- . instrucciones de interfase en pruebas
- . calificación y entrenamiento de personal de pruebas
- . formas para los ingenieros de turnos de pruebas
- . documentos de procedimientos de pruebas
- . control de pruebas de equipos

La última etapa mayor en la definición de todo el programa de puesta en servicio, es el desarrollo del índice maestro de pruebas, que lista todas las estructuras y sistemas mayores de la planta junto con los procedimientos de pruebas.

Los procedimientos de pruebas proveen la dirección técnica para la puesta en servicio, en donde se incluyen los requerimientos de diseño y de pruebas para validar la habilidad de los componentes, equipos, sistemas y estructuras en su función requerida; los requerimientos de diseño y de pruebas, están contenidos en los siguientes documentos:

- . diseño gráfico y escrito del diseñador
- . especificaciones de fabricantes de equipos
- . compromisos con agencias reguladores
- . manuales técnicos de equipos
- . códigos y estándares aplicables

Existen tres tipos de procedimientos de prueba que se emplean en las pruebas de puesta en servicio y que son los siguientes:

- a. Procedimiento individual de pruebas; se prepara para verificar si un componente, equipo, subsistema o sistema de la planta, ha cumplido con los requerimientos específicos de prueba, registrándose los datos como evidencia de cumplimiento.
- b. Procedimiento genérico de pruebas; se emplea para realizar verificaciones y pruebas de construcción, además para desarrollar listas de verificación, procedimientos de inspecciones, verificación de alineamiento, prueba hidrostática, lavados y operación preliminar de componentes y sistemas. Los datos obtenidos, son para la evaluación de los resultados de pruebas.
- c. Procedimientos especiales; se emplean para realizar pruebas y operaciones no contenidas en los individuales o genéricos, como por ejemplo la limpieza química del condensador y sistema de agua de alimentación, el lavado (flushing) del sistema de aceite lubricante del turbo-generador.

De los procedimientos anteriores, el de pruebas individuales es de interés especial, por lo que a continuación se darán algunas características y filosofías, considerando que se han completado todas las pruebas de construcción.

- A. Antes del inicio de una prueba, se considera que un sistema es operable, excepto en casos especiales, es decir, que se han realizado las siguientes pruebas genéricas:
 - . las bombas están operables y listas para operación amplia
 - . los instrumentos han sido calibrados y están en su punto de ajuste
 - . las válvulas han sido recorridas y están listas para su operación normal

- . los circuitos de control han sido verificados y están disponibles para operación
 - . todas las alarmas funcionan apropiadamente
 - . se ha efectuado la prueba hidrostática
 - . se ha realizado la limpieza del sistema y se han satisfecho los criterios de limpieza
- B. Las pruebas de las alarmas no se deberán especificar - por escrito, excepto para aquellos componentes o sistemas cuya falla evite que se realicen funciones de protección.
- C. En caso de tener una alarma durante la prueba del sistema, se deberá incluir en la hoja de datos
- D. Siempre que sea práctico, se deberá incluir la operación apropiada del equipo con la verificación de los ajustes de disparos
- E. Las curvas de comportamiento de las bombas deberán verificarse en tres puntos diferentes, incluyendo el punto de diseño y los resultados no deberán desviarse más del 10%
- F. Siempre que sea práctico deberá verificarse el funcionamiento apropiado de los sistemas automáticos de control
- G. Los procedimientos de prueba deberán incluir la verificación, bajo condiciones simuladas de accidente de flujo, apertura y temperatura, los tiempos de apertura o cierre de válvulas actuadas por el sistema de protección.
- H. Durante las pruebas funcionales no es necesario ajustar las válvulas de alivio, excepto las válvulas de seguridad por código

L. Las fuentes de requerimientos de pruebas son las siguientes:

- . diseño y especificaciones de fabricantes
- . ASME
- . IEEE
- . NFC

J. Los procedimientos de pruebas deberán contener una lista separada de criterios cuantitativos de aceptación, del origen de cada criterio y la fuente de margen permisible

K. Los procedimientos de pruebas deberán también incluir la interpretación de los compromisos hechos en las especificaciones del diseñador que puedan afectar el procedimiento de prueba.

Con objeto de asegurar que los procedimientos de pruebas individuales son constantes, tanto en el contenido como en el formato, se deberá establecer un estandar que se emita y dé a conocer a todas las organizaciones participantes en la puesta en servicio; un formato estandar de procedimiento de prueba individual, es el siguiente:

a. Propósito; se establece lo que será probado y verificado durante el comportamiento del procedimiento de prueba individual, que deberá ser consistente con el propósito del índice de procedimientos de prueba.

b. Referencias; incluye lista de planos o diagramas, manuales técnicos de equipos, especificaciones de prueba o cualquier otro documento que se use en el desarrollo de la prueba, y deberá incluirse en la preparación del procedimiento la última revisión de los planos.

c. Duración de la prueba; es la estimación aproximada del tiempo requerido para realizar la prueba y se deberá incluir la estimación del personal necesario.

d. Prerequisitos; únicamente se listarán los títulos de los requisitos de lo siguiente aplicable:

Pruebas de requisitos. Incluye una lista de pruebas o partes de pruebas que deben terminarse satisfactoriamente antes de realizar ésta prueba.

Estado de terminación de construcción. Descripción del estado de terminación de construcción requerido antes de realizar la prueba

Condiciones ambientales. Descripción de las condiciones ambientales que deberá haber durante la prueba, que en la mayoría de los casos serán las condiciones ambientales.

e. Equipos de prueba; lista de equipos de prueba especiales diferentes a los de instalación permanente que se emplearán durante la prueba.

f. Precauciones y limitaciones; prevee los límites de protección y de diseño para el personal y el equipo.

g. Estado de la planta; descripción del estado de la planta requerido para realizar la prueba.

h. Prerequisitos de condiciones del sistema; delinea el estado del sistema como las condiciones de las válvulas, instalación de equipo de prueba y temporales, así como la identificación del equipo que deberá y no deberá estar operando.

i. Método de prueba; consiste de una o más secciones conteniendo instrucciones de etapa por etapa para alcanzar - los objetivos de la prueba, incluyendo una clara descripción de éstos objetivos en cada sección. Se deberán establecer puntos de inspección apropiados que incluirán:

- . identificación de la persona que realizará la observación.
- . fecha
- . aceptabilidad de los resultados

Los resultados de las pruebas se comparan con los anteriores de aceptación del procedimiento de pruebas para determinar su aceptación y las instrucciones de realización deberán ser en suficiente detalle para que la prueba sea conducida por personal entrenado y capacitado en el procedimiento; deberán considerarse los arreglos no estándares como conexiones temporales de tubería y cables eléctricos, así como la configuración de valvulas.

j. Requerimientos de datos; contiene las instrucciones necesarias para asegurarse que los datos requeridos se obtengan y estén claramente asociados con el contenido de las etapas de prueba en la sección de métodos de prueba, debiéndose incluir hojas impresas para registro de los datos observados.

k. Criterios de aceptación; son los requerimientos cualitativos o cuantitativos así como límites contenidos en los documentos de diseño, que determinan la aceptabilidad de los resultados y que deberá estar claramente establecidos en esta sección.

4. VOLUMEN DE TRABAJO

Después de que han sido definidos los objetivos y el alcance

de la puesta en servicio, se deberá determinar la cantidad de trabajo que debe ser realizado, para lo cual es necesario el conocimiento de lo siguiente:

- . arreglo de conjunto y general de toda la planta
- . características de diseño
- . filosofía operacional

En términos generales, los trabajos o funciones que es necesario realizar son los siguientes:

- A. Plan del programa de pruebas para cubrir las siguientes áreas en la forma aplicable:
- . verificación, prueba y ajuste de los componentes, subsistemas y sistemas
 - . verificación de la limpieza de los sistemas
 - . pruebas preoperacionales de los sistemas de la planta
 - . sincronización inicial y pruebas durante la operación inicial
 - . solución de las deficiencias encontradas durante las verificaciones y las pruebas
- B. Desarrollo de un plan de pruebas preliminares de los sistemas de la planta, con el objeto de permitir una secuencia ordenada de la puesta en servicio
- C. Decisión sobre el tipo y número aproximado de procedimientos que se requerirán para facilitar las actividades de pruebas
- D. Determinación del tamaño del grupo de pruebas que se requerirá para soportar la puesta en servicio y determinar la

organización que suministrará el personal

La mayor participación en tiempo y mano de obra de la puesta en servicio lo constituye el necesario para la instrumentación - que deberá ponerse en servicio, de acuerdo con las siguientes - bases:

- a. Debe asegurarse que todos los elementos primarios estén instalados de acuerdo con los requerimientos de los planos y - del fabricante.
- b. Deben removerse todas las restricciones de embarque como tapo - nes en las terminales, alambrados de sujeción, cubiertas - protectoras, etc. que se hayan aplicado para proteger las - partes críticas.
- c. Debe recalibrarse el instrumento aún cuando se piense que és - te haya sido calibrado por el fabricante.

- d. Debe verificarse la continuidad de los circuitos desde el tablero de control al campo y de éste al tablero de control
- e. Deben verificarse los movimientos como el de las válvulas por sus controladores y de éstos por sus elementos sensores
- f. Deben verificarse las acciones de los circuitos de bloqueos y alarmas para ver que, desde sus puntos sensores, los relevadores hacen que todos los instrumentos dependientes tomen la acción apropiada
- g. Deben calibrarse los analizadores con las mezclas estándares químicas apropiadas

Se ha encontrado que se requieren hasta 3 horas por instrumento para realizar las etapas de la a a la e y también 3 horas para verificar cada sistema de bloqueo, considerando que los tableros se verifican previamente en la fábrica.

Un instrumento lo constituye cada indicador de presión, termopar, transmisor, registrador, controlador, sensor, válvula de control, solenoide, etc., esto es, un circuito ordinario consistiendo de un orificio como elemento sensor, un transmisor, un controlador-registrador y una válvula de control debe contarse como cuatro instrumentos.

Similarmente un analizador debe contarse como un instrumento y el sistema de muestreo puede contener tantos como diez instrumentos.

Un circuito de "bloqueo" incluye todos los relevadores, interruptores, indicadores y alarmas entre el contacto iniciador como "switch" de presión y el componente final de control como válvula de solenoide.

Este circuito puede contener tantos como 10 relevadores que -

se hace tanto para la lógica como para dispositivos de transferencia de potencia. Esto es, para contar el número de "bloques" es necesario descontar la cantidad de operadores finales, ya que el contacto iniciador puede controlar más de un actuador.

5. PRESUPUESTO

El presupuesto para la puesta en servicio puede calcularse de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\text{COSTO} = A (0.10 + B + C + D + NE)$$

en donde:

A= costo fijo directo del capital (del proyecto)

B= factor del proceso = 0.05 para radicalmente nuevo; 0.02 para relativamente nuevo y -0.02 para procesos familiares.

C= factor de equipo = 0.07 para radicalmente nuevo; 0.04 para muy nuevos; 0.03 para relativamente nuevo y -0.03 para equipos familiares.

D= factor de mano de obra = 0.04 para escasa; 0.02 para relativamente poca y -0.01 sin problemas.

N= número de unidades de procesos involucrados.

E= factor de dependencia = 0.04 para unidades con procesos interdependientes; 0.02 para plantas moderadamente interdependientes y -0.02 para unidades independientes.

Si se incluyen los costos de las cuadrillas que apoyan a los ingenieros de puesta en servicio, el costo total de las pruebas de puesta en servicio, puede llegar hasta el 1 ó 2 % del costo total del proyecto, requiriéndose aproximadamente unos 15 ingenieros.

6. PROGRAMA

La preparación del programa de puesta en servicio, incluye una

evaluación del alcance de las pruebas independientes que deban realizarse, el orden de precedencias de estas actividades de pruebas, estimación de las duraciones de cada actividad y los requerimientos de personal (ingeniería, construcción, obreros) para soportar el trabajo. El alcance se determina usando el índice maestro de pruebas que delinea los requerimientos de pruebas sobre la base de sistema por sistema; cada prueba debe correlacionarse con los eventos clave, con lo cual se tendrá una indicación de cuales pruebas deberán realizarse para lograr un evento clave particular y posteriormente poder determinar la secuencia de las actividades de la prueba. Con la información anterior se podrá preparar una red de ruta ^{crítica} (CPM o PERT). que es una herramienta muy valiosa para analizar el plan óptimo de las actividades de pruebas desde el inicio de la puesta en servicio hasta su terminación; con la ayuda de esta herramienta podrá establecerse lo siguiente:

- . duración total de la puesta en servicio
- . listado de actividades críticas
- . programa de actividades

En la etapa de puesta en servicio del proyecto, es muy importante que la terminación de los sistemas de la planta y la transferencia secuencial para pruebas de puesta en servicio, pueda iniciarse tan pronto como sea posible, considerando que el programa de construcción tiene ahora la interfase de la lógica de la puesta en servicio y se deberá asegurar que los programas son compatibles para establecer la duración total del proyecto.

El plan detallado de pruebas, tiene en esta etapa de la puesta en servicio las siguientes aplicaciones:

- . acuerdo formal entre las siguientes partes, de que el listado de pruebas pueda realizarse durante el periodo autorizado.

- a. Coordinador de pruebas
- b. Diseñador
- c. Superintendente de operación
- d. Superintendente de construcción
- e. Fabricantes de equipos

- . proporcionar información acerca del trabajo requerido para soportar las pruebas
- . conocimiento de los sistemas afectados por el trabajo autorizado
- . jurisdicción operacional de cada sistema

La lista típica de eventos mayores principales del programa de puesta en servicio, es la siguiente y que debe servir de base para la programación de las pruebas:

- A. Energización del transformador de arranque
- B. Hervido alcalino de la caldera
- C. Rodado inicial de la turbina con vapor
- D. Primera sincronización
- E. Operación a plena carga

La duración del programa de puesta en servicio puede calcularse de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\text{TIEMPO} = a (0.15+b+c+d+Ne)$$

en donde:

- a= tiempo de construcción
- b= factor de proceso =0.15 para radicalmente nuevo; 0.05 para relativamente nuevo y -0.01 para proceso familiar.
- c= factor de equipo =0.15 para equipo radicalmente nuevo; 0.08 para muy nuevo; 0.05 para relativamente nuevo y -0.01 para equipo familiar.
- d= factor de mano de obra =0.15 para muy escaso; 0.05 para relativamente escaso y -0.01 para abundante mano de obra.
- e= factor de dependencia =0.25 para unidades muy interdependientes; 0.10 para moderadamente interdependientes y -0.02 para unidades independientes.

- d. Ajuste de dispositivos limitadores de par
- e. Medición del flujo de bombas
- f. Tiempo de la carrera de válvulas

- B. Las pruebas preoperacionales se inician cuando se han terminado las pruebas de construcción y se transfiere el sistema al grupo de puesta en servicio, terminándose ésta etapa de pruebas hasta que se hayan probado todos los sistemas y la planta se encuentre lista para subir carga; la conducción de éstas pruebas puede efectuarse sobre la base de sistemas individuales e integrados.
- C. Las pruebas de puesta en servicio o arranque inicial que son la última etapa de pruebas, comienzan cuando se rueda por primera vez la turbina con vapor y estan incluidas pruebas como el "estiramiento" de la turbina, prueba de sobrevelocidad, sincronización, elevación de la carga en etapas hasta plena carga realizando análisis apropiados de ciertos parámetros.

El coordinador de pruebas es el responsable de dirigir todas las pruebas de acuerdo con las instrucciones y procedimientos de pruebas mencionadas anteriormente, trabajando siempre bajo gran presión para completar todas las pruebas, resolver las deficiencias de pruebas y efectuar las reparaciones expeditamente; es obvio que el coordinador de pruebas es una persona muy importante que debe ser bien entrenado y motivado porque el éxito de los trabajos dependen en gran medida de su diligencia e iniciativa, teniendo asignados muchos trabajos y responsabilidades. Algunas de las responsabilidades del coordinador de pruebas son las siguientes.

Durante la etapa de preparación de pruebas:

- . asegurarse que todas las etapas preparatorias delineadas en el procedimiento de pruebas se han completado, inclu

do la verificación de que todos los equipos de prueba han sido instalados y calibrados apropiadamente

- . asegurarse que los requisitos de estado de la planta - y condiciones de los sistemas estén establecidos
- . dirigir apropiadamente, breves pruebas preliminares incluyendo las de secado
- . verificar, antes de la iniciación de una prueba, los planos aplicables para asegurarse que se usan las última revisiones y datos de los sistemas

Durante la etapa de pruebas:

- . solicitar al personal de operación la realización de la primera etapa delineada en el procedimiento de pruebas.
- . observar personalmente los resultados y registro de pruebas marcadas en el procedimiento de pruebas
- . repetir pruebas o parte de pruebas debido a discrepancias, como por ejemplo datos inaceptables, corrección de deficiencias o pruebas realizadas incorrectamente.
- . corregir deficiencias menores o aprobar desviaciones de los procedimientos de prueba cuando sea necesario.
- . decidir sobre la repetición de una prueba o aceptar los resultados de una prueba que no satisfaga los criterios de aceptación como excepción; la decisión de repetir una prueba depende de muchos factores como el tiempo requerido, necesidades de mantener el estado de la planta o el sistema, extensión de la desviación del criterio de aceptación, etc.

9. CONTROL

Mediante el control se asegura el avance de la puesta en servicio hacia sus objetivos y metas de acuerdo con la planeación efectuada; la información para el control se procesa para producir los reportes de avance, siendo muy importante qu

En las Figs. 1 y 2, se muestran programas de barras de la puesta en servicio de una planta termoeléctrica.

7.- ORGANIZACION

Las pruebas y puesta en servicio de una central termoeléctrica nueva, está llena de problemas como retrasos de suministros, fallas de equipos, errores de diseño, fallas de montaje, etc, por lo que se deberá tener una buena organización de personal experimentado, con la responsabilidad y autoridad necesaria para realizar los trabajos de acuerdo con las siguientes metas esenciales:

- . asegurarse que la central está diseñada, construida y probada en cumplimiento a códigos, especificaciones y regulaciones aplicables.
- . realizar las pruebas requeridas de acuerdo con los estándares establecidos
- . realizar las pruebas dentro de los límites de tiempo establecidos por el programa del proyecto.
- . completar las pruebas y puesta en servicio con el presupuesto asignado.

El coordinador de pruebas, responsable de dirigir las actividades de pruebas, se deberá nombrar unos 18 o 24 meses antes de iniciar los trabajos de puesta en servicio y junto con el Jefe o Gerente del Proyecto, deberá conocer y definir los principales requerimientos de la puesta en servicio; el número de ingenieros necesarios para la puesta en servicio es de aproximadamente 15 que provienen de diferentes áreas.

La estructura de la organización para la puesta en servicio, es definida por el coordinador de pruebas con las responsabilidades específicas de todas las partes y áreas involucradas en el programa de pruebas; en la Fig. 3, se muestra una estructura de organización típica de puesta en servicio.

El soporte requerido de estos grupos de la organización de -
puesta en servicio, es el siguiente:

- . emisión de copias de planos de ingeniería, especificaciones y descripción de sistemas
- . preparación de los procedimientos de pruebas específicos
- . participación activa proporcionando ingenieros de puesta en servicio o supervisores de personal

Aproximadamente un año antes de que se inicien las actividades de pruebas, se deberá formar un grupo de trabajo de pruebas formado por un miembro y un suplente de cada una de las - siguientes organizaciones, presidido por el coordinador de - pruebas:

- . operación
- . diseñador
- . constructor
- . fabricante de la caldera
- . fabricante del turbo generador
- . laboratorio de pruebas

El objetivo de este grupo de trabajo es el de proporcionar - continuidad entre las fases de la construcción y de puesta en servicio del proyecto, además de una coordinación de todo el programa de pruebas y puesta en servicio, debiendo realizar - sus funciones en tal forma que se asegure que las pruebas se conduzcan apropiadamente y que se satisfacen todos los requerimientos de pruebas.

Las responsabilidades del grupo de trabajo de pruebas, incluyen lo siguiente:

- . aprobación de la lista de eventos clave de todo el programa
- . aprobación de la lista de prerequisites para los eventos clave

- . aprobación de la secuencia de pruebas
- . revisión inicial y final de los procedimientos de pruebas; la aprobación de este grupo, constituye la autorización a realizar la prueba descrita por el procedimiento en la fecha programada como fué prevista en el plan detallado de pruebas.
- . aprobación de los cambios de campo a los procedimientos de pruebas.
- . aprobación de las asignaciones de personal de pruebas para los eventos clave
- . revisión de los resultados de las pruebas y firma indicadora de la terminación satisfactoria.
- . aprobación de autorizaciones de trabajos para reprobaciones, que puedan requerirse debido a que se haya realizado algún trabajo en un sistema que ya había sido probado.
- . aprobación del índice maestro de pruebas.

8.- DIRECCION

La dirección de la puesta en servicio es la parte en que se ponen en ejecución los trabajos, habiéndose previamente desarrollado los planes, preparados los procedimientos requeridos, elaborado los programas, definida e implementada la organización y satisfechas todas las actividades de prerequisites de pruebas para que pueden iniciarse éstas; la realización de las pruebas, puede dividirse en las tres etapas mayores siguientes:

- . construcción y postconstrucción
- . preoperacional
- . puesta en servicio (arranque inicial)

A. Las pruebas de construcción y postconstrucción se inician después de que se ha terminado la instalación de un sistema, que se transfiere para las pruebas de construcción que consisten de lo siguiente.

- . realización de prueba hidrostática para asegurarse que no existen fugas en el sistema.
- . realización de la limpieza (flushing) del sistema y verificación de que los requerimientos de limpieza han sido obtenidos satisfactoriamente.
- . verificación de los sistemas mecánicos para asegurarse que los componentes individuales mecánicos de un sistema se encuentran listos para realizar la función intentada como parte del sistema total; éstas verificaciones consisten de los siguiente:
 - a. Inspección visual
 - b. Lubricación apropiada
 - c. Alineamiento apropiado
 - d. Recorrido de válvulas manuales, neumáticas y motorizadas
 - e. Pruebas de vibración
- . verificación de sistemas eléctricos de distribución de energía, así como de circuitos y sistemas de control, incluyendo el funcionamiento apropiado de los dispositivos de protección.
- . verificación de la instrumentación instalada para asegurarse que se encuentra apropiadamente alineada, calibrada y capaz de realizar sus funciones
- . realización de pruebas preoperacionales preliminares para determinar si no existe una deficiencia mayor en el sistema o componente no indentificada previamente, con lo que razonablemente se asegura que el sistema o componente operará apropiadamente y podrá ^{pasar} pruebas y operaciones posteriores; estas pruebas y verificaciones incluyen lo siguiente:
 - a. Lubricación, flujos, presiones y temperaturas
 - b. Flujo de agua de enfriamiento
 - c. Ajuste de interruptores límite

reportes se produzcan a tiempo para proporcionar un cuadro general de la forma de comportamiento de la planta, los problemas que se presentan, como se resuelven los problemas y las características de comportamiento durante la operación comercial que pueden ser anticipadas.

PROGRAMA GENERAL PARA PUESTA EN SERVICIO DE UNA PLANTA TERMOLÉCTRICA NUEVA

CONCEPTO	MESES															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Planeación de pruebas			▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨							
Pruebas de construcción						▨	▨	▨	▨	▨	▨					
Pruebas de post-construcción								▨	▨	▨	▨	▨				
Pruebas pre-operacionales											▨	▨	▨	▨		
Pruebas de puesta en servicio														▨	▨	
Operación Comercial																▽



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**GESTIÓN DE PROYECTOS
ELECTROMECÁNICOS**

TEMA:

**LA VARIABLE AMBIENTAL
EN LOS PROYECTOS
(PROTECCIÓN Y RESTAURACIÓN
DEL AMBIENTE)**

**EXPOSITOR: ING. MARTINIANO AGUILAR RODRÍGUEZ
1997**

GESTION DE PROYECTOS ELECTROMECANICOS

VIII. LA VARIABLE AMBIENTAL EN LOS PROYECTOS (PROTECCION Y RESTAURACIÓN DEL AMBIENTE)

1. INTRODUCCION

Todos los proyectos de nuevas obras, instalaciones o actividades humanas, causan alteraciones e impactos en el ambiente o en el entorno.

La herramienta utilizada para prevenir dichas alteraciones o afectaciones son los Estudios de Impacto Ambiental (EIA). Con esto se trata de introducir la variable ambiental en los proyectos en el mismo momento en que se elaboran los planes y programas.

La Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) es un instrumento de política ambiental que permite: identificar, evaluar, corregir y controlar los riesgos y deterioros ambientales, y además:

- Facilita la comunicación e información con la administración y la opinión pública, y sobre todo:
 - Es la llave para la innovación tecnológica de los proyectos en materia ambiental.

Las EIA se aplican a nuevos proyectos, así como a modificaciones o ampliaciones de plantas existentes y evalúan la afectación ambiental de un nuevo proyecto sobre el entorno natural y social en la zona donde se ubica.

La EIA como un instrumento de política ambiental permite tener un profundo conocimiento de la afectación ambiental de una determinada actividad, programa o actuación, en su entorno para minimizar sus efectos ambientales, mediante la adopción de medidas correctivas oportunas.

Las principales razones para realizar estudios de Evaluación de Impacto Ambiental al ejecutar proyectos son las siguientes:

- Detienen el proceso degenerativo
- Evitan graves problemas ecológicos
- Mejoran el propio entorno y la calidad de vida
- Ayudan a mejorar el proyecto
- Defienden y justifican una solución apropiada
- Canalizan la participación ciudadana
- Su control aumenta la experiencia práctica

- Cumplimiento con la legislación ambiental
- Generan una mayor concientización social del problema ecológico
- Aumentan la demanda social como consecuencia del punto anterior.

2. EL CONCEPTO DE IMPACTO AMBIENTAL (IA)

Existe impacto ambiental cuando una acción o actividad produce alteración en el ambiente o en alguno de los componentes de este.

El impacto de un proyecto sobre el ambiente es la diferencia entre la situación del ambiente futuro modificado, tal y como se manifestaría como consecuencia de la realización del proyecto, y la situación del ambiente futuro tal como habría evolucionado normalmente sin tal actuación.

En los factores ambientales se incluyen los componentes del ambiente entre los cuales se desarrolla la vida y que son el soporte de toda actividad humana.

Los factores ambientales son susceptibles de ser modificados o impactados por los humanos, y éstos impactos o modificaciones pueden ocasionar graves problemas, por lo general difíciles de valorar porque pueden ser a mediano o largo plazo, o bien problemas menores que son fácilmente soportables. Los factores ambientales incluyen los siguientes:

- El hombre, la flora y la fauna.
- El suelo, el agua, el aire, el clima y el paisaje.
- Las interacciones entre los factores anteriores.
- Los bienes materiales y el patrimonio cultural.

La manifestación del impacto ambiental, MIA, es el estudio técnico interdisciplinario, que incorporado en el procedimiento de la EIA, tiene el propósito de predecir, identificar, valorar y corregir las afectaciones o impactos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida y del hombre.

La MIA es el documento que debe presentar el titular del proyecto, en donde se debe identificar, describir y valorar de forma apropiada y en función de las particularidades de cada caso, los efectos notables previsibles que la realización del proyecto producirá sobre los distintos factores ambientales. Es un elemento de análisis que interviene de forma esencial para dar información en el procedimiento administrativo de la EIA.

3. CLASIFICACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La clasificación que a continuación se incluye no es exhaustiva y un impacto concreto puede pertenecer a dos o mas grupos de clasificación.

a) Por la variación de la calidad ambiental CA

- Impacto positivo
- Impacto negativo

b) Por la intensidad o grado de distribución.

- Impacto notable o muy alto
- Impacto mínimo o bajo
- Impactos medio y alto

c) Por la extensión.

- Impacto puntual
- Impacto parcial
- Impacto extremo
- Impacto total
- Impacto de ubicación crítica

d) Por el momento en que se manifiesta.

- Impacto latente (corto, medio y largo plazo)
- Impacto inmediato
- Impacto de momento crítico

e) Por su persistencia.

- Impacto temporal
- Impacto permanente

f) Por su capacidad de recuperación.

- Impacto irrecuperable
- Impacto irreversible
- Impacto reversible
- Impacto mitigable
- Impacto recuperable
- Impacto fugaz

g) Por la relación causa-efecto.

- Impacto directo
- Impacto indirecto o secundario

- h) Por la interrelación de acciones y/o efectos
 - Impacto simple
 - Impacto acumulativo
 - Impacto sinérgico
- i) Por su periodicidad
 - Impacto continuo
 - Impacto discontinuo
 - Impacto periódico
 - Impacto de aparición irregular
- j) Por la necesidad de aplicación de medidas correctivas
 - Impacto ambiental crítico
 - Impacto ambiental severo
 - Impacto ambiental moderado

4. TIPOS DE EIA

Todos los factores o parámetros ambientales pueden ser afectados en mayor o menor grado por las acciones humanas. Los factores ambientales pueden englobarse en los siguientes grandes grupos:

- Factores físico-químicos
- Factores biológicos
- Factores paisajísticos
- Factores sociales, culturales y humanos
- Factores económicos

Estos grupos incluyen la totalidad de los factores ambientales:

- Clima
- Agua
- Suelo
- Flora
- Fauna
- Valores culturales, etc.

La complejidad del estudio ambiental que se vaya a realizar, dará lugar a distintos tipos de evaluaciones, en los que la diferencia entre ellos es la profundidad con que se efectúen dichos estudios. De esta forma, se tiene los siguientes tipos.

a) **Informe preventivo**.- Este informe comprende una serie de consideraciones ambientales y las correspondientes medidas correctivas adoptadas según los casos, y no entra a formar parte de una EIA. Se identifican los impactos más importantes, con descripciones cualitativas, y su finalidad más importante es la de servir como indicador de la incidencia ambiental que la acción o actividad ocasione. El informe preventivo se formula de acuerdo a la Guía emitida por la SEMARNAP y debe contener cuando menos la siguiente información:

- i. Datos generales de quien pretenda realizar la obra o actividad, o de quien haya ejecutado el proyecto o estudios.
- ii. Descripción de la obra o actividad proyectada.
- iii. Descripción de las sustancias o productos que se emplean en la obra o actividad y los que se vaya a obtener como resultado de la obra o actividad, incluyendo emisiones a la atmósfera, descargas de aguas residuales y tipo de residuos y procedimientos para su disposición final.

b) **EIA general**.- Incorpora un pre-estudio en el que, además de identificar, se realiza una primera valoración de los impactos, a la que sigue una valoración final mas profunda si se considera oportuno continuar con la investigación.

En el caso de considerarse suficiente esta evaluación, se adjunta una propuesta de medidas correctivas, además de incluir al menos una matriz de identificación sin tener que llegar a una valoración global.

La MIA en su modalidad general debe contener cuando menos la siguiente información del proyecto de obra o actividad.

- i. Nombre, denominación o razón social, nacionalidad, domicilio y dirección de quien pretenda realizar la obra o actividad.
- ii. Descripción de la obra o actividad proyectada, desde la etapa de selección del sitio, la superficie de terreno requerida, el programa de construcción, montaje de instalaciones y operación correspondiente. El tipo de actividad, volúmenes de producción previstos, e inversiones necesarias; la clase de cantidad de recursos naturales que habrán de aprovecharse, tanto en la etapa de construcción como en la operación de la obra o desarrollo de la actividad. El programa para el manejo de residuos, tanto en la construcción y montaje como durante la operación o desarrollo de la actividad, y el programa para el abandono de las obras o cese de las actividades.
- iii. Aspectos generales del medio natural y socioeconómico del área donde pretenda desarrollarse la obra o actividad.

- iv. Vinculación con las normas y regulaciones sobre uso de suelo en el área correspondiente.
 - v. Identificación y descripción de los impactos ambientales que ocasionaría la ejecución del proyecto o actividad en sus distintas etapas.
 - vi. Medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales identificados en cada una de las etapas.
- c) EIA intermedia.- Aquí no se exige un nivel de profundización demasiado elevado en la redacción de la MIA, pasando por alto aspectos que carezcan de interés relevante.

La valoración del impacto se hace en forma numérica sencilla, describiendo los criterios y tablas utilizados en la valoración. No se exige ponderación de impactos, ni una evaluación global, excepto en los casos en que haya que decidir entre varias alternativas.

En este tipo de evaluación se incluye un documento síntesis que se expone públicamente, por cuya razón hay que poner especial énfasis en la redacción de un documento escrito en lenguaje comprensible para personas no técnicas.

En esta MIA intermedia, además de ampliar la información de las fracciones ii y iii del punto b anterior debe contener la descripción del posible escenario ambiental modificado por la obra o actividad, así como las adecuaciones que proceden a las medidas de prevención y mitigación propuestas en la MIA general.

- d) MIA específica.- Se realiza cuando una actividad puede producir grandes impactos en las que se exige un grado de profundización elevado.

Aquí se incluye la ponderación y evaluación global, así como un documento de síntesis que se expone públicamente como resumen de los estudios efectuados, conclusiones, medidas correctivas, estudio de alternativas, etc., editándose en un volumen independiente; se trata del estudio más completo.

Esta MIA debe contener como mínimo la siguiente información en relación con el proyecto de obra o actividad.

- i. Descripción detallada y justificación de la obra o actividad proyectada, desde la etapa de selección del sitio hasta la terminación de la obra o cese de la actividad ampliando la información de la fracción ii. del punto b de MIA general.
- ii. Descripción del escenario ambiental, con anterioridad a la ejecución del proyecto.
- iii. Análisis y determinación de la calidad, actual y proyectada, de los factores ambientales en el entorno del sitio en que se pretende desarrollar la obra o actividad proyectada en sus distintas etapas.

- iv. Identificación y evaluación de los impactos ambientales que ocasionaría la ejecución del proyecto, en sus distintas etapas.
- v. Determinación del posible escenario ambiental resultante de la ejecución del proyecto, incluyendo las variaciones en la calidad de los factores ambientales.
- vi. Descripción de las medidas de prevención y mitigación para reducir los impactos ambientales adversos identificados en las etapas de la obra o actividad y el programa de recuperación y restauración del área impactada al concluir la vida útil de la obra o actividad.

5. MARCO LEGAL DE LAS EIA

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), establece las siguientes definiciones:

- Ambiente.- Conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.
- Impacto ambiental.- Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.
- Manifestación del impacto ambiental, MIA.- Documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.
- Evaluación del impacto ambiental, EIA.- Procedimiento a través del cual la SEMARNAP (Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca) establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.
- Preservación.- Conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitat naturales.
- Prevención.- Conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente.

- **Restauración.-** Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.

El artículo 28 de la LGEEPA define las obras o actividades que requieren previamente la autorización de la SEMARNAP en materia de impacto ambiental IA en las trece fracciones siguientes:

- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos.
- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica.
- Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la federación en los términos de las leyes minera y reglamentaria del artículo 27 constitucional en materia nuclear.
- Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos y residuos radioactivos.
- Aprovechamientos forestales en selvas tropicales y especies de difícil regeneración.
- Plantaciones forestales.
- Cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.
- Parques industriales donde se prevea la realización de actividades altamente riesgosas.
- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros.
- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales.
- Obras en áreas naturales protegidas de competencia de la federación.
- Actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas.
- Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y protección al ambiente.

En el caso de esta última fracción, la SEMARNAP debe notificar a los interesados su determinación para someter a la obra o actividad al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, explicando las razones que lo justifiquen con el propósito que presenten los informes, dictámenes y consideraciones en un plazo no mayor de 10 días. Después de recibida la información y en un plazo no mayor de 30 días, la SEMARNAP comunicará si procede o no la presentación de una manifestación de impacto ambiental, la modalidad y el plazo para hacerlo; si no se recibe esta comunicación, se entiende que no es necesaria la manifestación de impacto ambiental.

Las obras o actividades que no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en el artículo 28 de la LGEEPA serán determinados en el reglamento respectivo considerando que por su ubicación, dimensiones, características o alcances:

- No producen impactos ambientales significativos.
- No causan o puedan causar desequilibrios ecológicos.
- No rebasen los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y protección al ambiente.

Para obtener la autorización correspondiente, los interesados deben presentar a la SEMARNAP una manifestación de impacto ambiental que debe contener como mínimo:

- Una descripción de los posibles efectos en los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad, considerando el conjunto de los elementos que conforman los ecosistemas.
- Las medidas preventivas, de mitigación y demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Cuando se trate de actividades altamente riesgosas, la manifestación debe incluir el estudio de riesgo correspondiente.

Los contenidos del informe preventivo y las características y modalidades de las manifestaciones de impacto ambiental y estudios de riesgo están establecidos en el reglamento de la LGEEPA, en la forma indicada en la sección 4 de este capítulo.

Se requiere la presentación de un informe preventivo y no una manifestación de impacto ambiental cuando:

- Existan NOM u otras disposiciones que regulen las emisiones, las descargas, el aprovechamiento de recursos naturales y en general todos los impactos ambientales que pueden producir las obras o actividades.
- Las obras o actividades estén expresamente previstas por un plan parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que haya sido evaluado por la SEMARNAP.
- Se trate de instalaciones ubicadas en parques industriales autorizados.

Analizando el informe preventivo, se determinará en un plazo no mayor a 20 días si se requiere una manifestación de impacto ambiental en alguna de las modalidades.

Las autorizaciones que expida la SEMARNAP no obliga a las autoridades locales a expedir las autorizaciones que les corresponda dentro de sus competencias.

A solicitud de cualquier persona de la comunidad de que se trate, la SEMARNAP podrá llevar a cabo una consulta pública, de acuerdo a las siguientes bases:

- La SEMARNAP publicará la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental en su gaceta ecológica.
- Cualquier ciudadano, dentro de un plazo de 10 días a partir de la publicación, puede solicitar se ponga a disposición del público de la entidad federativa correspondiente la manifestación de impacto ambiental.
- Cuando se trate de obras o actividades que puedan producir desequilibrios ecológicos graves o daños a la salud pública o a los ecosistemas, se podrá organizar una reunión pública de información en donde el promovente explique los aspectos técnicos ambientales de la obra o actividad.
- Cualquier interesado, dentro del plazo de 20 días de que se ponga a disposición del público la manifestación de impacto ambiental, puede proponer medidas de prevención y mitigación adicionales, además de observaciones.
- Se agregaran las observaciones de los interesados al expediente y consignará en la resolución que emita el proceso de consulta pública y resultados de observaciones y propuestas formuladas por escrito.

El procedimiento de evaluación de impacto ambiental se inicia después de presentada la manifestación, debiendo cumplir la solicitud con: la LGEEPA, su reglamento y las NOM aplicables. El expediente debe integrarse en un plazo de 10 días.

La autorización de las obras o actividades debe sujetarse a lo establecido en:

- Los ordenamientos anteriores.
- Los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio.
- Las declaratorias de áreas naturales protegidas.
- Otras disposiciones jurídicas aplicables.

Para la autorización se evalúan los posibles efectos de las obras o actividades en los ecosistemas considerando el conjunto de elementos que lo conforman y no solo los recursos sujetos a aprovechamiento o afectación.

La resolución de la evaluación, fundada y motivada podrá:

- Autorizar la realización de la obra o actividad en los términos solicitados.
- Autorizar la obra o actividad de forma condicionada a la: modificación del proyecto o establecimiento de medidas adicionales de prevención o mitigación, para evitar, atenuar o compensar los impactos ambientales adversos susceptibles de producirse en la construcción, operación normal y accidente.

- **Negar la autorización solicitada cuando:**
 - a) Se contravenga lo establecido en la LGEEPA, su reglamento, NOM y demás disposiciones legales.
 - b) La obra o actividad pueda propiciar que una o más especies sean amenazadas o en peligro de extinción o cuando se les afecte.
 - c) Exista falsedad en la información proporcionada por los promoventes con relación a los impactos ambientales de la obra o actividad.

Se puede exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas.

La resolución de la SEMARNAP sólo se referirá a los aspectos ambientales de las obras o actividades.

A partir de la recepción de la manifestación del impacto ambiental en un plazo de 60 días se debe emitir la resolución. Se pueden solicitar aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones al contenido de la manifestación suspendiéndose el término restante del procedimiento, aunque no puede exceder el plazo de 60 días siempre que se entregue la información requerida.

Excepcionalmente, por la complejidad y dimensiones de la obra o actividad, se puede requerir un plazo mayor para evaluación hasta por 60 días más.

Las personas que presten servicios de impacto ambiental son responsables ante la SEMARNAP de los informes preventivos, manifestaciones de impacto ambiental y estudios de riesgos que elaboren. Esta documentación puede ser presentada por:

- Los interesados.
- Instituciones de investigación.
- Colegios o asociaciones de profesionales.

En estos casos, la responsabilidad por el contenido del documento corresponde a quien lo suscribe.

El impacto ambiental de las obras o actividades no comprendidas en el artículo 28 de la LGEEPA es evaluado por el D.F., o Estados con la participación de los municipios correspondientes, cuando produzcan impactos ambientales significativos al ambiente estén señalados en la legislación ambiental estatal. En estos casos, la evaluación puede efectuarse dentro de los procedimientos de autorización de uso de suelo, construcciones, fraccionamientos u otros establecidos en las leyes estatales.

En general, la evaluación del impacto ambiental es un instrumento necesario para atenuar los efectos por situaciones que se caracterizan por:

- Carencia de sincronización entre el crecimiento de la población y el crecimiento de la infraestructura y los servicios básicos a que sean destinados.
- Demanda creciente de espacios y servicios consecuencia de la movilidad de la población y el crecimiento del nivel de vida.
- Degradación progresiva del medio natural con incidencia especial en:
 - i. Contaminación y mala gestión de los recursos atmosféricos, hidráulicos, geológicos y paisajísticos.
 - ii. Ruptura del equilibrio biológico y de las cadenas eutróficas, como consecuencia de la destrucción de diversas especies vegetales y animales.
 - iii. Perturbaciones imputables a desechos o residuos, tanto de origen urbano como industrial.
 - iv. Deterioro y mala gestión del patrimonio histórico-cultural.

6. PLANTEAMIENTO PARA LA EIA

La mayoría de los métodos existentes se refieren a impactos ambientales específicos (no genéricos) y ninguno está totalmente desarrollado porque no es posible generalizar ya que los existentes solo son para los proyectos concretos para los que se realizaron.

Las principales razones que dificultan la elaboración de un método general son:

- El cambio de factores afectados hace que cambie el método.
- Sólo se puede llegar a un tipo de método según la actividad.
- Hay varios métodos para estudiar el impacto sobre un mismo factor.

Otro problema es el contenido ambiental difuso de tres importantes disciplinas que son la economía, sociología y ciencias sociales, por lo siguiente:

- Los métodos no dan soluciones.
- No se analizan los factores de riesgo e incertidumbre.
- No están acostumbrados a que se enjuicien sus trabajos por personas no conocedoras en la materia.
- Subjetividad de determinadas valoraciones.

Un método debe analizar, por una parte los sistemas ecológicos naturales, y por otra una serie de acciones tecnológicas de forma que observando las interacciones que se producen entre ambos, den una idea real del comportamiento de todo el sistema. Para establecer un método, se requiere:

1º Acotar el universo de análisis, es decir, un acotamiento espacial del sistema.

2º Dar una idea de la magnitud del impacto por medio de un estudio preliminar sencillo.

Este estudio preliminar es el punto de inicio de todo MIA, para que por aproximaciones sucesivas se concreten más los factores afectados.

Es importante tratar de lograr ventajas económicas, de forma que los costos de todas las acciones preventivas proyectadas sean menores a los costos producidos por correcciones posteriores debidos a efectos nocivos no previstos.

Con relación a lo anterior, también deben incluirse medidas que permitan reciclar agua, recuperar energía y aprovechamiento de subproductos y residuos para ahorro de energía. Adicionalmente debe incluirse una vigilancia de los factores ambientales, ya sea como base de los estudios técnicos o para observar las evoluciones una vez ejecutado el proyecto.

Desde la perspectiva de una EIA, las interrelaciones de los factores ambientales se muestran en la Fig. VIII-1.

Existen diferentes métodos para la elaboración de las MIA, la mayoría elaborados para proyectos concretos, por lo que es difícil su generalización, aunque pueden ser válidos para proyectos similares. La clasificación de estos métodos es la siguiente:

a) Sistemas de red y gráficas:

- Matrices causa-efecto (Leopold), y listas de chequeo.
- CNYRPAB
- Bereano
- Sonrensen
- Banco Mundial

b) Sistemas cartográficos:

- Mc Harg
- Tricart
- Falque

c) Métodos basados en indicadores, índices e integración de la evaluación:

- Holmer
- Universidad de Georgia
- Hill-Schechter
- Fisher-Davies

d) Métodos cuantitativos:

- Batelle-Columbus

Un logro muy importante de las EIA es su credibilidad, que depende de tres aspectos fundamentales:

- El prestigio, calidad e independencia del equipo redactor.
- La participación pública, verdadera y transparente.
- El rigor, calidad y confiabilidad de la metodología utilizada.

También es importante iniciar las gestiones ambientales desde la etapa de factibilidad del proyecto.

Para proceder al estudio de una EIA, la línea de acción es la que permite conocer con anticipación la alteración que producirá en el ambiente una determinada actuación. Los objetivos principales de una MIA son los siguientes:

- Realización de un estudio del impacto que producirá sobre el ambiente la ejecución de un proyecto, obra o actividad.
- En base a lo anterior, predecir y evaluar las consecuencias que la ejecución de dichas actividades puedan ocasionar en el entorno.
- Indicar posibles medidas correctivas o minimizadoras.
- Señalar, con relación al punto anterior, las alteraciones esperadas según sus características.
- Mayor transparencia administrativa y un diálogo sistemático, asegurando un mejor consenso social.
- Evitar posibles errores y deterioros ambientales, costosos de corregir posteriormente.
- Conseguir una integración armoniosa de los proyectos con el ambiente.

Cualquier modelo diseñado para realizar una MIA, debe ser un proceso de análisis para: identificar, predecir, interpretar, valorar, prevenir y comunicar los efectos de un proyecto sobre el ambiente, interpretados en términos de salud y bienestar humanos.

En la decisión para realizar la MIA, de acuerdo con el marco legal, debe indicarse que hacer, así como y cuando, de forma que permita definir los objetivos específicos del estudio y el programa de desarrollo, incluyendo informes a emitir, contenido y alcance, relación con la instancia de decisión, etc.

En el flujograma de la Fig. VIII-2, se muestran los principales etapas de una MIA y una EIA; estas etapas son las siguientes:

- i. Análisis del proyecto y sus alternativas.- Tiene el propósito de conocerlo a profundidad.
- ii. Definición del entorno del proyecto.- Es difícil para el conjunto de factores ambientales, siendo más acotable definir un entorno para cada factor.

Posterior descripción y estudio del proyecto.

Es la etapa de búsqueda de información y diagnóstico consistente en recabar la información necesaria y suficiente para comprender el funcionamiento del ambiente sin proyecto las causas históricas que lo ha producido y la evolución previsible si no se actúa.

- iii. Precisar los efectos- Prever los efectos que generará el proyecto sobre el ambiente. En esta etapa se desarrolla una primera aproximación al estudio de acciones y efectos, sin llegar a detalles.

- iv. Identificación de acciones potencialmente impactantes del proyecto.
- v. Identificación de los factores ambientales potencialmente impactados.
- vi. Identificación de las relaciones causa-efecto.- Entre acciones del proyecto y factores ambientales. Elaboración de la matriz de importancia y valoración cualitativa del impacto.
- vii. Predicción de la magnitud del impacto sobre cada factor.
- viii. Valoración cuantitativa del impacto ambiental.- Se incluye la transformación de medidas de impactos en unidades inconmensurables a valores medibles de calidad ambiental, y su suma ponderada para obtener el impacto total.
- ix. Definición de las medidas correctivas.- También precautorias y compensatorias y del programa de vigilancia ambiental, con el propósito de verificar y estimar su operatividad.
- x. Consulta o participación pública.- Tanto de particulares como agentes sociales y organizaciones interesadas.
- xi. Emisión del informe final.
- xii. Decisión de la organización responsable (INE).

Es recomendable utilizar para la valoración cualitativa el método de matrices causa-efecto, derivadas de la matriz de Leopold. Para resultados cuantitativos se recomienda el método del Instituto Batelle-Columbus.

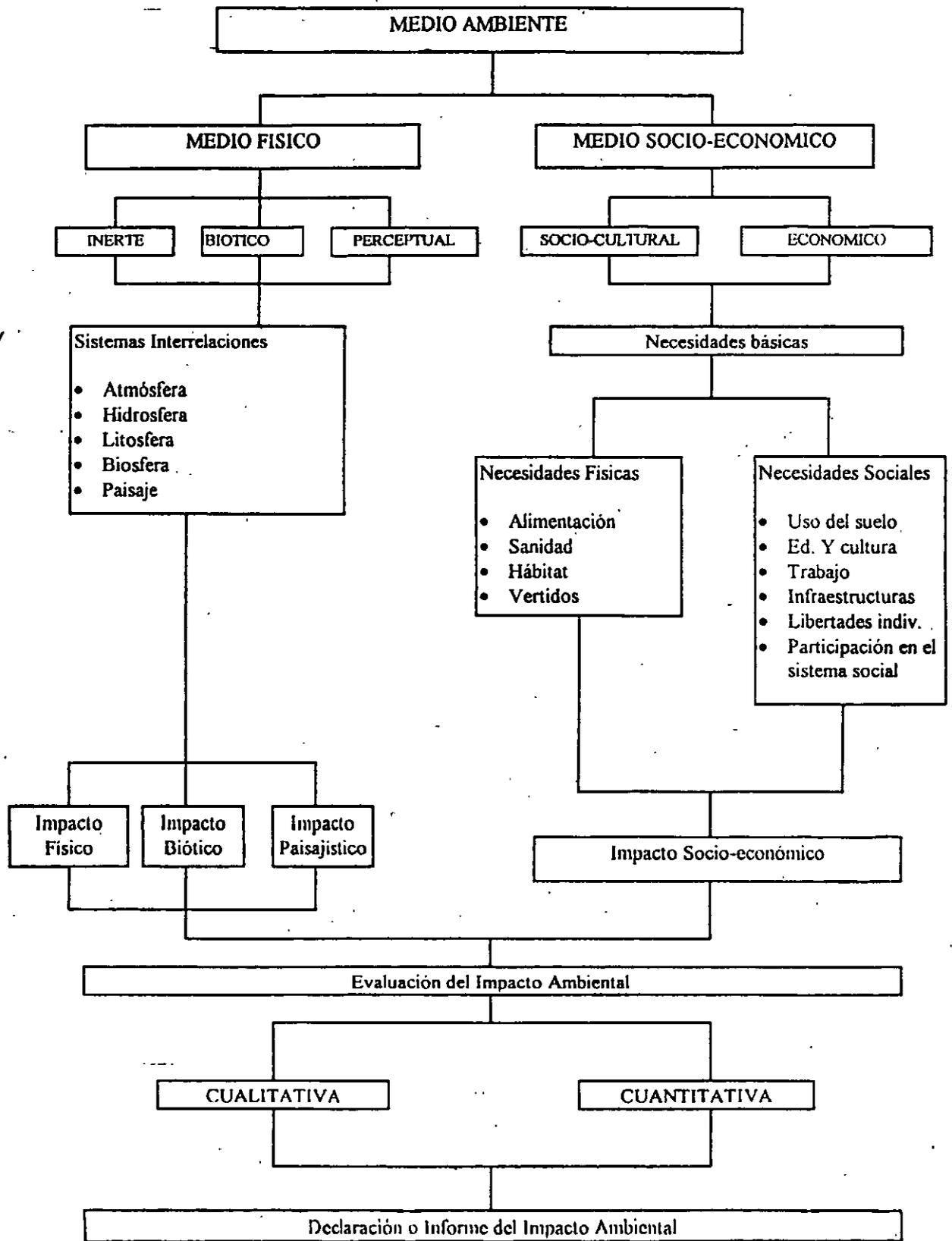


FIG. VIII-1.- INTERRELACIONES DE LOS FACTORES AMBIENTALES EN UNA EIA

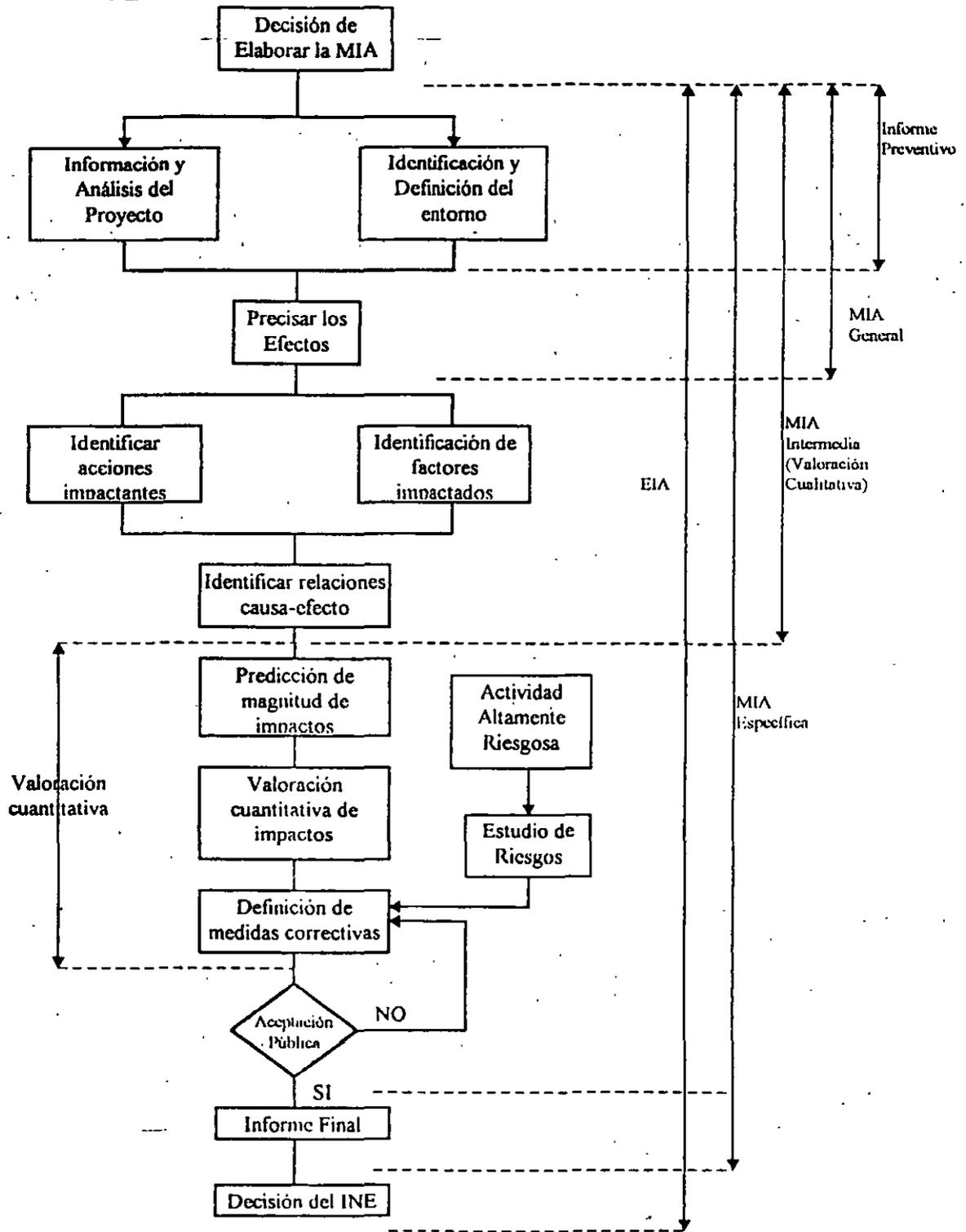
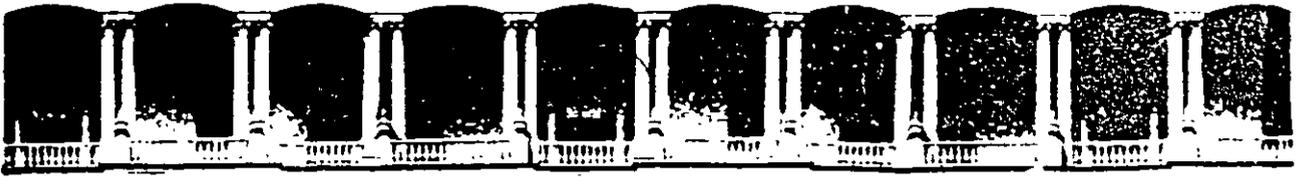


FIG. VIII-2.- FLUJOGRAMA DE LAS ETAPAS DE PROCESOS MIA Y EIA



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**GESTIÓN DE PROYECTOS
ELECTROMECAÓNICOS**

TEMA:

EL ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

**EXPOSITOR: ING. MARTINIANO AGUILAR RODRÍGUEZ
1997**

6. EL ASEGURAMIENTO DE CALIDAD (AC)

6.1 INTRODUCCION

Los tres principios fundamentales del aseguramiento de calidad AC pueden resumirse como sigue:

- Planeación de las acciones a ser tomadas
- Actuación conforme a lo planeado
- Documentación de las acciones

El aseguramiento de calidad es una función de cada uno de los involucrados que puedan afectar el comportamiento de sistemas, estructuras y componentes del proyecto.

Es importante diferenciar las funciones que realiza el personal que diseña, adquiere, fabrica o construye de las funciones de aseguramiento de calidad que incluye las siguientes:

- Análisis de los requisitos de aseguramiento
- Planeación del aseguramiento
- Implantación del programa
- Medición de las actividades del programa
- Uso de las mediciones para influenciar la gestión.

La razón principal para la aplicación del AC es el deseo de la Gerencia de tener confianza que se logra un nivel de calidad y que un producto final se comportará satisfactoriamente. Otras razones son la exigencia de un cliente, el deseo de ser mas competitivo en el mercado, etc.

La interrelación que existe entre la función de "Calidad" y la función de "aseguramiento" es la siguiente:

- La función de "Calidad" está interesada con el logro de un producto final que se comporte satisfactoriamente, una meta que solo puede ser lograda si esta función se realiza satisfactoriamente por cada uno de los involucrados en la fase de producción.
- La función de "Aseguramiento" está interesada en la determinación de si la función de calidad se realiza apropiadamente.

Por supuesto que es posible tener "Calidad" sin tener el aseguramiento de esta, pero la falta de aseguramiento lleva a un cierto grado de incertidumbre acerca de la calidad, y está incertidumbre es inaceptable en ciertos proyectos o actividades.

La función de calidad se ha desarrollado mayormente en la industrialización. Los métodos de producción masivos y el uso de partes estandarizadas requieren el Control de Calidad para asegurar su confiabilidad; las reglas, normas y códigos se han vuelto parte de las leyes en muchos casos. La concientización pública y la preocupación por la seguridad pública han influenciado el desarrollo de códigos y normas estructurales, eléctricas y ambientales. A su vez, la existencia de códigos y normas han llevado a la necesidad de inspecciones y Control de Calidad para evaluar su cumplimiento.

Las especificaciones militares de compras, el programa aeroespacial y el uso de la energía nuclear desarrollaron ciertos conceptos de la función de aseguramiento y la llamaron "Aseguramiento de Calidad"

Debido al uso de la energía nuclear para la producción de potencia comercial, el gobierno de EUA aprobó varias leyes para controlar el diseño y construcción de las facilidades de potencia nuclear. Los requerimientos específicos de aseguramiento de calidad se incluyeron en la regulación 10CFR50, Apéndice B, que contiene 18 criterios a ser aplicados en la práctica de aseguramiento de calidad en las facilidades de potencias nucleares. Estos criterios son:

- I. Organización.- Fija la responsabilidad para la calidad de la planta de potencia con el propietario.
- II. Programa de aseguramiento de calidad.- Requiere un programa documentado para el aseguramiento de calidad.
- III. Control del diseño
- IV. Control de documentos de procuración.
- V. Instrucciones, procedimientos y diagramas
- VI. Control de documentos
- VII. Control de compras de materiales, equipos y servicios
- VIII. Identificación y Control de materiales, partes y componentes
- IX. Control de procesos especiales
- X. Inspección
- XI. Control de pruebas
- XII. Control de equipo de medición y prueba
- XIII. Manejo, almacenamiento y embarque
- XIV. Estado de inspección, prueba y operaciones
- XV. No conformidad de materiales, partes y componentes
- XVI. Acción correctiva
- XVII. Registros de aseguramiento de calidad
- XVIII. Auditorias

6.2 COMPONENTES ORGANIZACIONALES DEL ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

Como se mencionó anteriormente existen dos componentes del aseguramiento de calidad:

- La función de calidad, o el logro real de la calidad del producto.
- La función de aseguramiento, o el acto de determinar que la función de calidad se realiza apropiadamente.

Cuando eventos causan que una parte o proceso este fuera de conformidad con los requerimientos, es la función de calidad llamada "Control de Calidad" la que evita que se continúe; con esto, el papel del control de calidad resulta muy claro. Adicionalmente, el control de calidad esta basado en gran parte en el comportamiento previo de producción y un reconocimiento del grado de variación del control requerido.

La función de aseguramiento no siempre esta tan clara como se definió, y además como se estableció; no es un ingrediente esencial en la calidad del producto. Una actividad relacionada con la función de aseguramiento es el establecimiento de los requerimientos de aseguramiento; estos requerimientos no deben confundirse con los requerimientos de especificaciones técnicas.

Por ejemplo, los requerimientos de aseguramiento pueden requerir que se usen requerimientos escritos cuando se realizan operaciones o procesos críticos; pueden también requerir que los procedimientos escritos sean adecuadamente distribuidos y controlados para asegurar que la última y más actualizada versión se use por el personal para realizar la operación.

Como otro ejemplo, los requerimientos de aseguramiento pueden requerir que los registros describiendo las actividades que fueron realizadas deben archivar y mantenerse en tal forma que permitan su localización y uso en el futuro.

Otra actividad relacionada con la función de aseguramiento es la planeación de aseguramiento; esta evalúa la cobertura de todas las partes y actividades que deben controlarse, y verifica que las medidas de aseguramiento se apliquen y sean apropiadas.

Una tercera actividad de la organización del aseguramiento de calidad es la implementación del programa o verificación que el programa esta siendo implementado como se planeo; esto es realizado realizando actividades de revisiones, vigilancias y auditorías sobre el trabajo que está siendo hecho.

Una cuarta actividad de la organización del aseguramiento de calidad es la medición de la efectividad del programa y el uso de esta medición para influenciar la dirección de la gestión.

La implementación del programa de aseguramiento puede realizarse en varias formas, dependiendo de la parte producida o el servicio proporcionado:

- Para diseño, puede realizarse por la revisión de planos y especificaciones. Las revisiones no se hacen por la precisión o validez técnica, sino para asegurarse que el diseño y los productos del diseño están de acuerdo en los requerimientos del programa de aseguramiento.
- Para adquisiciones puede realizarse por la revisión de las propuestas de vendedores para asegurarse que el vendedor es capaz de cumplir con los requerimientos del programa de aseguramiento.
- Para fabricación y construcción, la implementación del programa de aseguramiento puede realizarse por la revisión de los planos de vendedores y contratistas y los procedimientos de trabajo para asegurarse que cumplan con los requerimientos del programa de aseguramiento de calidad.

A través de éstas actividades, el aseguramiento de calidad realiza la función más activa de determinación de la implementación; esto requiere una auditoria y una forma de vigilancia.

Una auditoria constituye una revisión crítica del trabajo que esta siendo realizado examinando la evidencia objetiva para asegurarse que las actividades especificadas a ser realizadas estén realmente siendo ejecutadas. Por lo general, las auditorias examinan un área general de actividad y usualmente involucran una observación estrecha de los resultados documentados del trabajo realizado en el pasado.

Por otra parte, la vigilancia usualmente involucra una observación estrecha del trabajo real en el proceso.

Una combinación juiciosa de auditorias y vigilancia debe realizarse para producir un nivel óptimo de confianza que los requerimientos del programa de aseguramiento de calidad esta siendo implementado.

El objetivo último de la organización de aseguramiento de calidad es el de medir la efectividad del programa de aseguramiento de calidad e influenciar a la gestión con los resultados de dicha evaluación. Esta medición puede resultar difícil por la ausencia de parámetros completamente conocidos y definidos para hacerla, sin embargo, las tendencias en el comportamiento que aparecen junto con dichas mediciones pueden detectar las causas de no conformidades repetitivas. Las

tendencias pueden indicar actividades en las cuales el programa se soslaya (bypasea) consistentemente con efectos negativos en el diseño, adquisiciones o construcción.

Interrelaciones dentro de una empresa.

La posición de las organizaciones de calidad en una compañía con respecto a la gerencia y producción es extremadamente importante en la determinación de que tan efectivo es el programa de aseguramiento de calidad.

Las normas respectivas establecen que la organización de aseguramiento de calidad debe tener las autoridad y libertad organizacional para identificar problemas de calidad, iniciar, recomendar o proveer soluciones y verificar la implantación de soluciones.

La razón de este requerimiento organizacional es asegurar que alguien es capaz de identificar un problema y su corrección sin la presión de personas relacionadas con costos o cronogramas.

Desde el punto de vista del aseguramiento de calidad sería más benéfico para la efectividad del programa de aseguramiento de calidad que el control de calidad estuviera separado de producción en la misma forma que el aseguramiento de calidad.

La cantidad de aseguramiento de calidad y en donde se aplica debe definirse de acuerdo con el grado de criticidad de estructuras, sistemas y componentes, así como la importancia y seguridad de su función.

Indudablemente que la planeación es la primera etapa en cualquier esfuerzo complejo, y de conformidad con esto se debe elaborar un plan de aseguramiento de calidad.

El cumplimiento de un plan de aseguramiento de calidad establecido debe ser monitoreado para cumplir con el segundo principio del aseguramiento de calidad mencionado antes: "actuar conforme a lo planeado", lo que, sin embargo, no significa que no pueda cambiarse el plan.

6.3 APLICACION DEL ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN EL DISEÑO

El aseguramiento de calidad en el diseño toma varias formas, dependiendo de la fase de diseño.

La preparación del diseño y la aplicación de métodos de control de diseño son actividades realizadas por personal técnico (ingenieros, técnicos y dibujantes) involucrado. Durante el diseño, las dos actividades de control de diseño que tienen lugar dentro del sistema de aseguramiento de calidad son:

- Revisión interdisciplinaria del diseño.
- Verificación del diseño.

Los procesos involucrados aquí, a pesar que están relacionados, tienen algunas diferencias que se explicarán separadamente.

La verificación del diseño se realiza como un medio de checar la adecuación del diseño; los tres métodos que se consideran aceptables para realizar esta actividad son:

- Verificación por revisión del diseño.
- Método por cálculos alternativos
- Pruebas de calificación

La verificación del diseño es una actividad sobre y más allá del chequeo usual de planos de diseño; es una revisión crítica del diseño real y es realizado por otro ingeniero igualmente de competente al ingeniero de diseño. El verificador debe también ser independiente de los esfuerzos iniciales de diseño, que es tan importante para lograr el control apropiado de diseño como la independencia del inspector para el control de calidad apropiado de la producción.

La aplicación apropiada de la verificación del diseño presenta dificultades: requiere cuidado y sensibilidad gerencial porque un verificador muy celoso y sin tacto podría transformar el diseño final en alguna cosa menor de lo que podría o debería ser desde un número de puntos de vista mientras aún esta correcto de "acuerdo al libro". La verificación del diseño considera:

- Los criterios iniciales de diseño usados.
- La asignación apropiada de parámetros.
- Los métodos de cálculo usados.

Los cálculos se checan por precisión y terminación, y se verifican los programas de computadora cuando se usan.

Las especificaciones y planos se revisan por precisión y completamiento.

En general, todas las salidas de diseño se examinan de nuevo para asegurarse que es correcto.

La verificación del diseño presupone que la documentación inicial del diseño esta disponible, recuperable y entendible; el proceso requiere un registro completo y preciso del desarrollo del diseño con objeto que la verificación se realice con alto grado de efectividad.

Como alternativas para la verificación del diseño, pueden usarse métodos alternativos de cálculo o un programa de pruebas de calificación.

El uso de métodos alternativos de cálculo simplemente verifica las salidas de diseño por la realización de los cálculos de diseño en una forma diferente a la usada inicialmente.

El uso de un programa de pruebas de calificación intenta probar el diseño con pruebas de comportamiento real de la parte diseñada. En algunas formas, éste tercer método de verificación de diseño es el más deseable porque provee la última verificación, sin embargo, hay algunos aspectos que dichas pruebas no verifican: puede no ser capaz de verificar la operación bajo todas las condiciones, por ejemplo, probablemente no sea capaz de verificar la vida de operación de la parte. Adicionalmente, puede no ser capaz de verificar la inspectabilidad y mantenibilidad de un sistema o componente.

Ningún método puede proveer la mejor verificación en todos los casos. La verificación óptima con frecuencia se obtiene con una combinación de dos o todos los métodos.

La segunda actividad en el programa de aseguramiento de calidad para el diseño, es la revisión interdisciplinaria del diseño; el valor de ésta actividad es que el diseño se revisa por todas las disciplinas de ingeniería involucradas en o relacionadas con la parte diseñada, por ejemplo:

El diseño de un sistema de fluidos casi invariablemente involucra a ingenieros eléctricos para motores y operadores de válvulas, ingenieros de instrumentación para controles e ingenieros estructuralistas para edificios. Estas son de soporte para la disciplina líder, que en este caso, podría ser la ingeniería mecánica.

Para asegurar que todo este personal tenga la oportunidad de revisar y comentar sobre un diseño requiere un buen sistema de trabajo. El sistema debe además asegurar que una vez que el revisor ha comentado, se lleve a cabo un seguimiento de la resolución final de los comentarios de forma que sean incluidos en el diseño o anulados por mutuo consentimiento entre revisor y diseñador.

Los procesos de verificación y revisión interdisciplinaria del diseño pueden tener que proceder a través de varias interacciones antes de que ocurra la resolución final del diseño, y aún entonces no es realmente el final.

La necesidad de controlar el diseño continúa hasta que la parte se instale y opere satisfactoriamente.

Como en muchos esfuerzos, con frecuencia el diseño inicial tiene que ser cambiado por una u otra razón; puede ser por la indisponibilidad de ciertos materiales, peculiaridades del proceso de fabricación o circunstancias de construcción en el campo no previstas. Cualquiera que sea la razón, se debe anticipar la necesidad de modificar el diseño después de que fue emitido por la organización de ingeniería. Debe establecerse un sistema para asegurarse que el diseño sobre el cual se ejerció mucho control, permanezca bajo control durante los procesos de cambio; este es un tiempo crítico cuando es más probable que ocurran fallas del sistema.

La presión de tiempo y dinero se vuelve mayor conforme el diseño y la parte se acercan a la instalación y operación, cuando es fácil y con frecuencia tentador para el personal de campo hacer pequeños cambios sin procesarlos a través de todas las revisiones de ingeniería requeridas, lo cual puede ocasionar problemas.

Si se debe mantener la integridad del diseño, los cambios al diseño que por cualquier razón se hagan, deben procesarse a través del mismo ciclo de revisión como en el diseño original. El tiempo y esfuerzo utilizado en cada etapa del proceso puede ser pequeño o aún insignificante o bien grande, dependiendo del tipo de cambio requerido, pero no debe ser soslayado (bypaseado). El personal de construcción o producción debe ser completamente advertido de sus responsabilidades en este importante proceso de control de diseño.

Todas las actividades de control de diseño tienen algo en común; la necesidad de documentar las acciones, que representa el tercer principio del aseguramiento de calidad.

Con objeto de revisar el diseño en profundidad, es esencial tener disponible los criterios y métodos usados en su preparación. Para evaluar la aceptabilidad de un cambio a un diseño es imperativo entender la racionalidad del original.

Todas las acciones deben estar documentadas para que el intento del diseño sea claro para los operadores de la planta o los ingenieros de diseño de otros proyectos; esto requiere cuidado en la preparación y mantenimiento de los registros de diseño. El sistema de registros debe ser completo, aunque simple desde el punto de vista de la recuperabilidad.

La función de la organización de aseguramiento de calidad en el control de diseño es primariamente asegurarse que todas las actividades descritas en realidad sucedan; esto se hace realizando revisiones a las salidas (planos y especificaciones) de la organización de ingeniería y por la realización de auditorías y vigilancia a las actividades de ingeniería conforme se están ejecutando.

Puesto que el personal de aseguramiento de calidad no esta directamente involucrado en el proceso de diseño hasta la etapa de especificaciones, las auditorías juegan un papel importante en checar el comportamiento de actividades que preceden a esta etapa.

Las auditorías investigan la aplicación de los métodos de verificación de diseño y revisiones interdisciplinarias, así como el mantenimiento de forma satisfactoria de los registros adecuados.

La realización de auditorías y revisiones requiere un buen conocimiento de qué debe ser hecho así cómo y cuándo; por esta razón, el personal de aseguramiento de calidad debe ser entrenado e inductado en el proceso de control de diseño.

6.4 APLICACIÓN DEL ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN ADQUISICIONES

El objetivo primario de la aplicación de los métodos de aseguramiento de calidad a las adquisiciones es el de asegurar que lo que se compra es lo que realmente se requiere.

Lo anterior es una simplificación de un proceso largo y complejo que empieza durante el diseño con la preparación de la parte de ingeniería de la especificación, que es el documento que informa al fabricante o contratista (proveedor) de los requerimientos pertinentes.

La fase de licitación es la primera etapa de un proceso típico de abastecimientos. En respuesta a la solicitud de la organización compradora, los proveedores entregan propuestas que describen en detalle como proveerán la parte o servicio para satisfacer los requerimientos de la especificación.

En sus propuestas, los proveedores deben también identificar las partes de la especificación de las que hacen excepción, proponen alternativas de equipos, materiales o métodos. Estrechamente relacionada a esta actividad esta la evaluación (técnica, económica y de calidad) de las propuestas que entregan los proveedores. La evaluación de propuestas siempre considera el precio y por lo general el programa.

La aplicación del aseguramiento de calidad a las adquisiciones incluye la evaluación de calificación y calidad. La organización de aseguramiento de calidad se vuelve directamente involucrada en el proceso de evaluación de proveedores cuando el aseguramiento de calidad se aplica a las adquisiciones.

El personal de ingeniería evalúa el potencial del proveedor con relación a la capacidad de cumplir los requerimientos de la especificación técnica, evalúa si las excepciones a los requerimientos de las especificaciones hechas por el vendedor son aceptables. También se evalúan aspectos económicos como costo y la habilidad para cumplir el programa.

El grupo de aseguramiento de calidad evalúa la capacidad de cumplir con los requerimientos de aseguramiento de calidad específicos.

Esta evaluación puede incluir requerimientos para que el proveedor tenga un programa documentado de aseguramiento de calidad y de control de calidad y que pueda incluir requerimientos para que programas y procedimientos especiales se establezcan para realizar procesos especiales como soldadura, montaje y prueba.

Los requerimientos de rastreabilidad de materiales pueden pedir documentos de certificación especial como evidencia de la aceptabilidad del material para usarse en cada parte.

Parte de la base para la evaluación de proveedores debe ser el comportamiento pasado. Los registros de comportamiento pasado pueden mostrar la proporción de rechazos de partes o servicios, las fallas para cumplir el programa, sobrecostos, resultados de vigilancias y auditorías de calidad y lo adecuado del programa de aseguramiento de calidad.

También puede ser necesario para la organización de aseguramiento de calidad, realizar una auditoría o investigación al proveedor antes de la selección final para adjudicación del contrato debido a insuficiente información histórica, requerimientos de la especificación no usuales o alguna debilidad en el programa de AC del fabricante o contratista.

La auditoría o vigilancia de la capacidad del proveedor es para cumplir los requerimientos de la especificación de AC; esto se cumple observando los métodos y sistemas en operación y el trabajo que esta siendo realizado en las facilidades del proveedor o en el sitio de construcción se hacen entrevistas al personal clave del proveedor y se examina la documentación.

Uno de los objetos de realizar una auditoría de pre-adjudicación es el de verificar que el programa y procedimientos descritos en la propuesta existen y que están implantados. Podría ser sospechoso si el proveedor tiene un excelente documento de programa de AC, si tal documento es desconocido por los empleados de la compañía.

Una vez que se hace la selección del proveedor, la siguiente etapa importante en el proceso de adquisiciones tiene lugar: la preparación de la orden de compra o contrato y la conformidad con la especificación.

Con mucha frecuencia, las propuestas de los proveedores contienen varias excepciones a los requerimientos de la especificación. Estas excepciones y los requerimientos pueden discutirse y modificarse varias veces como resultados de reuniones y negociaciones después de la apertura de ofertas. Cualquier excepción a los requerimientos de la especificación debe ser aceptable a todos los afectados antes de la adjudicación del contrato.

El establecimiento de las excepciones por escrito es una de las etapas mas importantes en el proceso de adquisiciones. Cada uno de los involucrados en la adquisición, fabricación e instalación de una parte debe ser enterado de todos los requerimientos especificados para esa parte; si se hacen cambios a estos requerimientos, esta información debe ser entendida por todos.

El método de comunicar los cambios hechos a los requerimientos de las especificaciones varía, dependiendo del proyecto y la organización involucrada.

Algunos cambios pueden estipularse en la orden de compra o contrato, y en otras situaciones, p.e., cuando el alcance del trabajo o la parte es grande y compleja y los cambios numerosos puede necesitarse preparar una especificación de conformidad. Este es el mejor método para asegurar que los cambios se controlan y comunican apropiadamente, porque los sistemas de control de documentos y control de diseño están bien establecidos para manejar las especificaciones y sus revisiones.

En cualquier método usado, el objetivo es el mismo: asegurar que cada uno de los involucrados, en especial el comprador y el proveedor tienen mutuo entendimiento de lo que se requiere. Esto solo puede ser cumplido cuando los requerimientos están claramente establecidos por escrito y en forma que todas las partes puedan entenderlo.

La organización de AC realiza revisiones y auditorías para asegurarse que todas las etapas del proceso de adquisiciones se siguen y que se cumplen apropiadamente todas las actividades. Estas auditorías se realizan por personal de AC sobre las actividades de adquisiciones, de ingeniería y las organizaciones de compra dentro de su propia empresa, así como sobre las actividades de adquisiciones de los proveedores contratados.

Las auditorías se usan como un medio de monitorear las actividades involucradas en el desarrollo de los principales documentos de adquisiciones, órdenes de compra o contratos y especificaciones de conformidad.

Como un punto de chequeo final de AC, las órdenes de compra o contratos y las especificaciones de conformidad por lo general se revisan y aprueban por la organización de AC. Esta revisión se hace para proveer verificación que éstos documentos cumplen con el programa de AC y que las etapas delineadas para el proceso de adquisiciones se han cumplido.

En resumen, el objetivo de AC durante el proceso de adquisiciones es asegurar que las partes y servicios son comprados de proveedores calificados y que los requerimientos para partes y servicios son adecuados, correctos y mutuamente acordados entre comprador (cliente) y proveedor.

6.5 APLICACIÓN DEL AC EN LA FABRICACION

El proceso de fabricación empieza cuando finaliza el proceso de adquisición.

Después de que la orden de compra o contrato se entregan al proveedor, este puede iniciar las preparaciones largas y complejas requeridas para suministrar materiales o equipos. Esta es la etapa de "acciones de planeación" del ciclo simplificado de AC. La planeación óptima en esta etapa incrementa la oportunidad de éxito durante la producción.

En la preparación y planeación para la producción, ocurre considerable interfase entre el proveedor y la organización de ingeniería que desarrolló las especificaciones de compra; similarmente, la planeación y la interfase son también altamente activas entre los grupos de ingeniería y producción dentro de la organización del proveedor.

La actividad primaria en esta etapa es la preparación de planos y procedimientos de fabricación usados en la producción de componentes; el comprador y el proveedor deben finalizar sus acuerdos sobre lo que exactamente le será suministrado. Esto se hace a través de una revisión de planos y procedimientos.

Después que los planos y procedimientos necesarios para producción se completan, se envían por el proveedor a la organización del comprador para revisión y aprobación; dentro de la organización del comprador están involucrados ingeniería y AC. El objetivo del proceso de revisión es asegurar que los componentes comprados son fabricados de acuerdo con los requerimientos de la especificación y resultan en un producto aceptable.

Durante el procedimiento de revisión se da énfasis especial a procesos de manufactura como soldadura y tratamiento térmico, que pueden tener un efecto significativo sobre la naturaleza y calidad de los materiales pero que pueden ser difíciles o aún imposible de medir o evaluar en tiempo posterior. Por esta razón, también se pone énfasis en el programa de pruebas e inspección de control de calidad para asegurar, en la máxima extensión práctica, que la calidad de las partes o componentes se determinen durante el proceso de producción.

El personal de AC, en adición a la participación directa en la revisión de procedimientos específicos de fabricación, inspección y prueba, también asegura a través de la realización de auditorías que el proceso completo de planeación se cumpla en la forma requerida.

Estas auditorías investigan si todos los procedimientos de fabricación y planos requeridos para revisión y aprobación han sido realmente procesados a través de este ciclo. Las auditorías también verifican que los comentarios sobre los procedimientos y planos se resuelven e incorporan en los documentos antes de su uso.

Se debe tener disponible la calificación de todo el personal involucrado en los procesos de producción que realiza tareas especializadas; el personal de AC debe asegurarse que esta calificación existe y que está actualizada.

Las actividades de AC descritas se aplican a todas las organizaciones en la cadena de proveedores y subproveedores que suministran componentes, y aún el propietario o cliente final esta sujeto a actividades de revisiones y auditorias por las agencias reguladoras correspondientes.

Por lo general la vigilancia de fabricación se realiza por la organización compradora del componente. El grupo de AC debe hacer los planes para observaciones y revisiones que se realicen en forma sistemática y más o menos continua en todo el proceso de fabricación. Se establece un programa de éstas actividades en el proceso de producción sujeto a vigilancia, identificando puntos de detención y observación. Estos son puntos más allá de los cuales la fabricación no debe proceder sin tener la vigilancia de fabricación del representante designado para la actividad, especialmente en el caso de pruebas de aceptación final o una inspección final antes de embarque al sitio de construcción.

Después de completar una cantidad suficiente de preparación y planeación se libera al proveedor para que inicie la fabricación; esta liberación indica que un número suficiente de procedimientos y planos de manufactura han sido revisados y aprobados por el comprador para permitir que se inicie la producción.

La liberación para iniciar la producción debe también indicar que el programa de vigilancia de manufactura está establecido, conocido y comprendido por el proveedor. Este punto es importante porque con frecuencia la responsabilidad del proveedor se limita a notificar al comprador el estado de la producción o cuando los puntos de detención u observación son inminentes.

El representante de la vigilancia de fabricación hace visitas a las facilidades del proveedor para observar las actividades designadas en los puntos de observación o detención. Para realizar esta función es esencial que el representante de la vigilancia de fabricación este enterado de todos los requerimientos especificados para el componente, porque representa a los "ojos" de ingeniería y debe conocer exactamente que se intenta con el componente.

Adicionalmente a estas responsabilidades, el proveedor debe establecer un sistema de varios controles de fabricación para los componentes sujetos al programa de AC. Uno de estos controles es la identificación continua de todos los materiales y partes involucradas en el proceso, tanto para asegurar que todos conocen exactamente que materiales y partes se usan en la producción de un cierto componente, como para asegurarse que esos materiales y partes fueron los correctos.

La identificación anterior puede cumplirse en muchas formas; en algunos casos es posible poner marcas directamente en los materiales o partes, pero en otros casos, puede ser necesario proveer otros medios de identificación de materiales con una descripción documentada. En cualquier caso, es necesario que los métodos usados sean de suficiente permanencia para permitir que la identificación se mantenga durante el proceso..

Durante la fabricación uno de los métodos mas comunes de control es por las inspecciones de control de calidad que se cumple por personal que esta entrenado para checar ciertos atributos importantes en el proceso del componente.

La inspección puede realizarse en forma visual o con ayuda de equipos o instrumentos. Debido a que este método de control es importante y sujeto a la precisión del inspector y del instrumento, ambos deben estar calificados:

- El inspector debe estar entrenado adecuadamente, y la documentación debe estar disponible para proveer evidencia de su calificación.
- Los instrumentos y herramientas deben ser adecuadas para hacer el trabajo, y la evidencia de su calificación debe estar documentada.

Para que la actividad de inspección sea efectiva como un método de control durante la fabricación, es necesario que sea establecido un sistema para indicar continuamente el estado de inspección realizado a cada componente. Este sistema debe capacitar a todos los involucrados a determinar rápidamente el estado de inspección y aceptabilidad del componente en cualquier punto en el proceso de fabricación.

Como resultado de las actividades de inspección y prueba, puede aparecer un cierto número de deficiencias o no conformidades, y como normalmente se espera que ocurran, debe haber un sistema para manejarlas. El sistema puede involucrar el paro o detención del proceso en el punto de no conformidad o separación del componente defectuoso si el proceso es continuo. Se debe establecer la acción que corrija la situación, que es un elemento esencial del sistema.

La solución de no conformidades en fabricación requiere otro sistema individual; este sistema puede involucrar no solo un sistema interno, dentro de la organización del proveedor sino también una interfase con la organización del comprador porque ciertos tipos de no conformidades deben ser reportadas al comprador para la solución final. En ciertos casos, el proveedor puede solicitar la renuncia a ciertos requerimientos de la especificación del comprador como un medio de resolver una no conformidad; una vez que tiene lugar esta acción de interfase, el sistema de control de diseño dentro de la organización del comprador se involucra.

Durante el proceso de fabricación el personal de AC realiza auditorías para asegurarse que todas las actividades descntas anteriormente tienen lugar de acuerdo a los programas establecidos.

Las auditorías de AC se realizan internamente por la organización de AC del proveedor; en los casos frecuentes en que el proveedor es también comprador, además de sus auditorías internas, también realiza auditorías externas a sus subproveedores.

Cuando el proceso de fabricación está casi completo, se llega al último punto de retención en el programa de vigilancia de fabricación, que es la inspección final y las pruebas de aceptación final antes del embarque.

Basado en las observaciones hechas durante la inspección y prueba final, y posiblemente en una revisión final de toda la documentación pertinente, el representante de vigilancia de fabricación hace una recomendación al comprador con relación a la aceptabilidad del componente para embarque. El componente puede ser embarcado directamente al sitio de construcción o bien mantenido en almacenamiento por algún tiempo una vez que ha sido aceptado por el comprador.

Si los componentes se embarcan directamente al sitio de construcción, por lo general los requerimientos de AC para empaquetado y embarque se establecen de forma que el componente llegue a su destino en la misma condición en la cual la dejó la facilidad del proveedor.

Adicionalmente, para un periodo transitorio de almacenamiento, se pueden establecer requerimientos de AC para asegurar que la condición de la parte o componente se mantenga durante el periodo; esto puede involucrar la necesidad de ciertas condiciones ambientales, recubrimientos protectores o mantenimiento periódico.

En algunos casos puede establecerse un programa especial de inspección de control de calidad para verificar las condiciones de almacenamiento y la aplicación de métodos adecuados de empaque.

Cuando se embarcan los componentes manufacturados al sitio de construcción, deben ir acompañados de una historia documentada completa del proceso de fabricación, estos registros forman parte de los registros permanentes de la instalación completa, y son importantes no solo para verificar la calidad inmediata del componente sino también para usarse como guía cuando se requiera reparación o reemplazo.

Los registros de la condición de como se fabricó el componente también proveen una línea base para el comportamiento de futuras inspecciones y mediciones durante la operación de la instalación para determinar cuando se necesita reparación o reemplazo.

Debido a la importancia de los registros, las diferentes normas de calidad establecen requisitos para exigir procedimientos documentados para el control y conservación de los registros. En general, éstos requerimientos tienen el objetivo de preservar los registros para la vida de la instalación de forma que sean rápida y fácilmente entendibles y recuperables.

6.6 APLICACIÓN DE AC EN CONSTRUCCION

La aplicación del AC en la fase de construcción empieza cuando los varios materiales y equipos llegan al sitio de construcción. Se considera que todos los procesos de AC se han completado en diseño, adquisiciones y fabricación antes de que las partes lleguen para almacenamiento e instalación en el sitio.

Cuando los materiales o partes se reciben el sitio de construcción, se sujetan a una inspección de recibo, en donde de nuevo se verifica que el material o parte cumple con los documentos de adquisiciones y también que los registros recibidos están completos y son satisfactorios.

Las actividades completas de AC realizadas durante el recibo pueden incluir un número de inspecciones y pruebas en adición a la inspección visual simple, por ejemplo, puede haber la necesidad de realizar exámenes no destructivos y ciertas pruebas de aceptación, tales como pruebas de propiedades físicas o químicas. Esto último puede ser el caso especial cuando se requiere hacer pruebas a materiales básicos de construcción, como cemento y varilla de refuerzo, cuando se reciben.

Es importante establecer en un punto temprano en el proceso de control de calidad, los métodos que se usarán para identificar el estado de inspección y prueba; esto es necesario con objeto de distinguir las partes aceptables de las que no lo son por cualquier razón.

Adicionalmente a proveer un sistema de identificación necesario, como etiquetas o marcado, también es necesario proveer un sistema para separación física de materiales no conformes. Esto es mejor hacerlo estableciendo un área de retención en el almacén para las partes y materiales no conformes.

El sistema completo para manejar y controlar partes no conformes debe incluir también los métodos usados para reportar no conformidades a las organizaciones apropiadas y adquirir su resolución. El reporte y resolución de no conformidades se requiere a través del proceso de construcción.

Después de pasar a través de la fase de inspección y prueba de recibo, las partes y materiales deben almacenarse bajo condiciones apropiadas, que dependen del tipo de materiales o equipos que van a ser almacenados, por ejemplo:

- Partes como acero estructural o acero de refuerzo pueden almacenarse en el exterior sin protección especial.
- Otras partes pueden almacenarse en el exterior después de aplicarles una cubierta protectora.
- Válvulas, bombas y cierta tubería pueden requerir almacenamiento interior.
- Otros equipos como motores e instrumentación pueden requerir almacenamiento interior con condiciones de ambiente controlado como aire acondicionado y control de humedad.
- Algunas veces se requiere atmósfera inerte para ciertas partes críticas.

El objetivo de lo anterior es mantener la parte en las mismas condiciones de cuando se recibió hasta, o aún después, cuando se instale.

Durante el periodo de almacenamiento puede ser necesario realizar mantenimiento a la parte o a su sistema protector. Esto puede incluir retocado de pintura, lubricación, rotación o limpieza.

Se deben realizar inspecciones periódicas para asegurarse que todas estas actividades se cumplen y que las condiciones de almacenamiento son correctas.

Antes que cualquier material o parte se retire del almacén para su instalación, un sistema establecido debe proveer un método de liberación de cada parte para su aplicación intentada y asegurar que se instale en el lugar correcto y prevenir no conformidades o instalación de partes incorrectas. El sistema de identificación requerido puede volverse complejo y sofisticado por necesidad con objeto de manejar un gran número y variedad de partes involucradas; esto es especialmente cierto con relación a la identificación de tubería y componentes.

Antes de iniciar cualquier trabajo de instalación o montaje, es esencial que el proceso de ingeniería y diseño para dicho trabajo este completo y sea final, siendo necesario que todos los planos y procedimientos aplicables estén disponibles en el sitio.

El aseguramiento que todos los planos y procedimientos estén disponibles es la función primaria del sistema de control de documentos, que debe proveer las emisiones de todos los planos y procedimientos y también cualquier revisión posterior o adeuda que pueda ser necesaria.

En muchos casos puede ser necesario calificar el procedimiento a usarse en el montaje o instalación de un equipo, y al mismo tiempo puede ser necesario calificar al personal que usará el procedimiento calificado con objeto de asegurar que los resultados de la actividad cumplen con los requerimientos. Estos procesos de calificación son típicos en las actividades de soldadura.

Generalmente los métodos de calificación siempre se aplican cuando es difícil o completamente imposible determinar la calidad del producto acabado; adicionalmente a los requerimientos de calificación antes de iniciar un trabajo, también es necesario realizar inspecciones y pruebas en el proceso para dar niveles adicionales de confianza que el producto final será satisfactorio.

Para establecer la validez de cualquier método de inspección o prueba en el proceso, también es necesario asegurarse que el equipo utilizado y el personal involucrado estén calificados; adicionalmente a la calificación del personal y del equipo, es necesario asegurarse que el equipo continúe su función apropiadamente.

Con objeto de hacer lo anterior se debe establecer un sistema para mantener la calibración del equipo de medición y prueba. Este sistema requiere chequeos periódicos de cada pieza de equipo de medición y prueba para asegurarse que los instrumentos han mantenido su precisión.

Durante la calibración puede descubrirse la necesidad de mantenimiento o reparación.

Es importante recordar que el valor de cualquier inspección o prueba depende de la precisión del dispositivo usado para hacer las mediciones necesarias.

Durante el proceso de instalación puede ser necesario manejar partes o materiales con equipo especial de levantamiento y aparejos; debido a la vulnerabilidad al daño de partes durante la instalación es importante asegurarse que el equipo utilizado para manejar la parte es el correcto y se usa de forma apropiada. En este caso, también pueden ser necesarios procedimientos especiales, así como calificación de equipo y personal.

El equipo de levantamiento y aparejos requiere un programa de mantenimiento e inspección separado con objeto de asegurarse que su condición se mantiene a través del periodo de su uso en el proyecto.

Durante todo el proceso de construcción es necesario y deseable mantener limpieza y orden, que son esenciales para prevenir:

- Confusión
- Pérdida de ciertas partes o materiales
- Daño por equipo y material descuidado

Los varios tipos de equipo y varias instalaciones requieren diferentes grados de limpieza. La instalación de ciertos sistemas críticos requieren considerable atención de limpieza; pueden requerirse inspecciones en la instalación de estos sistemas para asegurarse que se mantiene un mínimo nivel de limpieza.

Las inspecciones y pruebas de control de calidad tienen lugar a través del proceso de construcción entero, que dan como resultado la detección de un cierto número de no conformidades.

Para manejar las no conformidades debe haberse establecido un sistema para reportar, identificar y segregar las partes no conformes; también debe hacer un medio para iniciar y exigir la detención de trabajos como lo requieran las partes no conformes. Este sistema está estrechamente relacionado al sistema establecido para identificar el estado de cada parte.

La identificación del estado de un componente o parte debe ser clara para evitar el uso o instalación de materiales o componentes incorrectos.

El procesamiento de las no conformidades varía, dependiendo de cada situación individual; sin embargo, debe haber algún método establecido para asegurarse que el procesamiento se completa en forma satisfactoria y provee una resolución apropiada.

Durante la construcción se pueden hacer cambios al diseño, que causan cambios en los planos y procedimientos; si los cambios se inician por la organización de ingeniería, se deben controlar y emitir apropiadamente para asegurarse que el personal haciendo el trabajo tiene la última revisión.

Algunas veces, es necesario para la ingeniería de campo iniciar cambios en el diseño, lo cual puede suceder cuando ocurren interferencias o no conformidades o cuando los métodos de construcción prueban que el diseño es impráctico. Cualquiera que sea la causa, es esencial que los cambios se procesen a través del sistema de control de diseño de ingeniería para asegurarse que son aceptables. Renunciar a los requerimientos de especificaciones de proveedores durante el proceso de fabricación, debe procesarse de una forma similar.

En las etapas finales del proceso de construcción se llevan a cabo las pruebas preoperacionales y las de comportamiento. Esta es la última etapa antes de que la instalación se transfiera al propietario.

Durante todas las actividades de construcción se preparan requisitos adicionales para describir la historia de la instalación y el montaje de las estructuras y sistemas que constituyen la planta.

Los registros anteriores que incluyen los procedimientos de fabricación, inspección, reportes de prueba y planos "como se construyó" (as built), son puestos con los registros de fabricación y los de diseño para formar un paquete de documentación completo de toda la instalación. Debido a la extrema importancia de éstos registros, se deben mantener y estar accesibles de acuerdo con los estándares establecidos.

Para proveer el último nivel de confianza que todas las funciones de calidad se realizan, la organización de AC activamente ejecuta revisiones, vigilancias y auditorías al proceso de construcción.

La adecuación y aptitud de los procedimientos usados para controlar la construcción se asegura con revisiones realizadas por el personal de AC.

Las vigilancias se realizan para proveer un examen continuo del trabajo que está siendo hecho en cada fase de construcción.

Las auditorías se realizan para asegurarse que el trabajo ejecutado está de acuerdo con los requerimientos especificados y esta documentado en forma apropiada y adecuada. Adicionalmente la organización de AC asegura que cuando sea requerido se tomen medidas de acciones correctivas. Aquí el objetivo es minimizar el número de condiciones de no conformidad y asegurarse que cuando ocurran las no conformidades, se resuelven y controlan apropiadamente.

7. LA SERIE ISO 9000

La serie ISO 9000 es un grupo de cinco estándares internacionales (9000 a 9004) diseñados para la evaluación uniforme de sistemas de administración de Calidad a nivel mundial. Los estándares no se refieren específicamente a un tipo determinado de "producto", ni se dirigen a un tipo de industria en particular; se han diseñado en forma genérica para aplicarse en cualquier caso.

El propósito del ISO 9000 es lograr una disciplina en la organización, basada en documentar lo que se hace y hacer lo que se documenta, asegurando la constancia y manteniendo los registros como prueba de cumplimiento. Asimismo, requiere de un sistema formal para la administración de la calidad respaldado con documentos

La serie está formada por cinco normas: ISO 9000, ISO 9001, ISO 9002, ISO 9003; ISO 9004. Cada una de ellas se aplica según los objetivos de la empresa de que se trate, del producto o servicio que corresponda a sus prácticas particulares.

De los cinco estándares, el ISO 9000 y el ISO 9004 son básicamente de soporte, esto es, ayudan a preparar los sistemas directivos internos de calidad y a seleccionar el modelo específico, mientras que los ISO 9001, 9002 y 9003 son estándares de aseguramiento de calidad de diferentes niveles de exigencia, usados en situaciones contractuales. Esto quiere decir que los estándares son aplicables cuando un contrato entre dos partes exige que se compruebe la capacidad de la empresa para controlar los procesos que determinan la calidad del producto comprado.

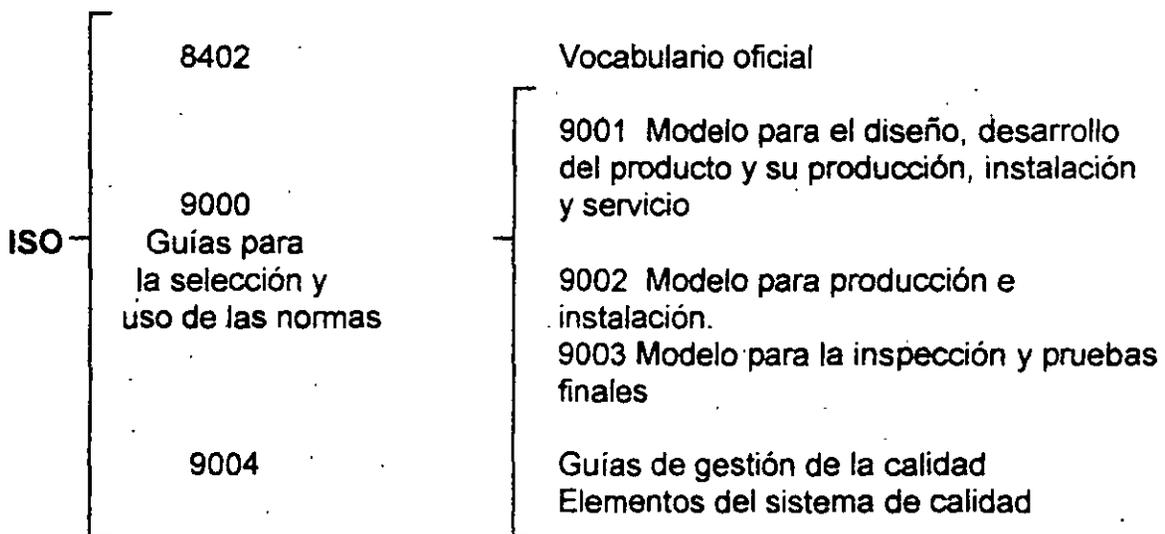
La información contenida en cada estándar está claramente definida por su título:

ISO 9000	Guías de selección y uso de normas de Aseguramiento de Calidad.
ISO 9001	Modelo para el Aseguramiento de la Calidad en Diseño/Desarrollo, Producción, Instalación y Servicio.
ISO 9002	Modelo para el Aseguramiento de la Calidad en Producción e Instalación. Define los criterios de aseguramiento de calidad a aplicar cuando se produce e instala, únicamente.
ISO 9003	Modelo para el Aseguramiento de la Calidad en Inspección y Pruebas Finales. Define los criterios de aseguramiento de calidad para inspección y pruebas finales, únicamente.
ISO 9004	Guías para la Gestión de la Calidad y Elementos del Sistema de Calidad.

Las Normas Mexicanas equivalentes a las normas ISO son, respectivamente:

- | | |
|----------------------------|--|
| NMX CC-2 = ISO 9000 | Guías de selección y uso de normas de Aseguramiento de Calidad. |
| NMX CC-3 = ISO 9001 | Modelo de Aseguramiento de Calidad en Diseño/Desarrollo, Producción, Instalación y Servicio. |
| NMX CC-4 = ISO 9002 | Modelo de Aseguramiento de Calidad en Producción e Instalación. |
| NMX CC-5 = ISO 9003 | Modelo de Aseguramiento de Calidad en Inspección y Pruebas Finales. |
| NMX CC-6 = ISO 9004 | Guías para la Gestión de la Calidad y Elementos del Sistema de Calidad. |

En el siguiente diagrama se muestra el proceso a seguir para implementar el ISO 9000 en un área.



Procesos de implementación del estándar ISO 9000

ISO SERIE 9001

MODELO PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD APLICABLE AL DISEÑO, DESARROLLO, FABRICACIÓN, INSTALACIÓN Y SERVICIO

1. Objetivos

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir un sistema de calidad cuando contractualmente tiene que demostrarse la capacidad de un proveedor para diseñar y suministrar productos conformes.

2. Campos de aplicación

Esta norma se aplica en situaciones contractuales.

3. Norma de referencia

ISO 8402 Vocabulario de Calidad

ISO 9000 Guías de selección y uso de normas de Aseguramiento de Calidad

4. Definiciones

Para los propósitos de esta norma, son aplicables las definiciones y terminología contenidas en el ISO 8402, junto con las siguientes:

Producto: El término "producto" utilizado en esta norma se usa también para denotar un "servicio", cuando así sea apropiado.

Oferta: La propuesta que hace un proveedor en respuesta a una invitación, para satisfacer una adjudicación de contrato para suministrar un producto.

Contrato: Los requisitos acordados entre un proveedor y un cliente transmitidos por cualquier medio.

A continuación se presenta una breve explicación del contenido de las veinte categorías del estándar ISO 9001, el más exigente de los tres estándares contractuales.

Los estándares ISO establecen los elementos mínimos necesarios para el buen funcionamiento de un sistema de calidad.

4.1 Responsabilidad de la dirección

La Dirección de la empresa debe definir y documentar su política y sus objetivos respecto de la calidad. La política de calidad debe ser congruente con las metas organizacionales del proveedor y las expectativas y necesidades de sus clientes. Debe además asegurarse que esta política sea conocida y entendida en todos los niveles de la organización.

4.2 Sistema de calidad

Debe establecer y mantener un sistema de calidad documentado (un manual interior como guía de operaciones del Sistema de Calidad) como medio de asegurar que los productos cumplen con los requerimientos especificados, y debe incluir:

- a) La preparación de procedimientos e instructivos del Sistema de Calidad de acuerdo con los requerimientos de esta especificación.
- b) La aplicación efectiva de los procedimientos y las instrucciones documentadas del Sistema de Calidad.

4.3 Revisión del contrato

La empresa debe establecer y mantener procedimientos para la revisión de los contratos y la coordinación de estas actividades.

4.4 Control de diseño

La empresa debe establecer y mantener procedimientos para controlar y verificar el diseño de los productos y asegurar que cumplan con los requerimientos especificados.

4.5 Control de documentos y datos

La empresa debe establecer y mantener procedimientos para controlar todos los documentos y datos relacionados con esta norma.

4.6 Adquisiciones

La empresa debe asegurar que los productos adquiridos estén de acuerdo con los requerimientos especificados.

4.7 Control de productos proporcionados por el cliente

La empresa debe establecer y mantener procedimientos para la verificación, el almacenamiento y mantenimiento de los productos provistos por el cliente para ser incorporados al producto final.

4.8 Identificación y rastreabilidad del producto

La empresa debe establecer y mantener procedimientos para identificar el producto desde el diseño hasta la entrega e instalación, pasando por todas las etapas de producción.

4.9 Control de proceso

La empresa debe identificar y planear la producción y, donde sea aplicable, los procesos de instalación que afecten directamente la calidad; debe además asegurarse que los procesos se lleven a cabo bajo condiciones controladas.

4.10 Inspección y pruebas

La empresa debe asegurar que los productos adquiridos no se utilicen o procesen hasta que se inspeccionen o se verifique que cumplen con los requerimientos especificados.

4.11 Control de equipos de inspección, medición y pruebas

La empresa debe establecer y mantener procedimientos documentados para controlar, calibrar y mantener el equipo de inspección, medición y pruebas (sin importar si el equipo es propiedad de la empresa, rentado o si es provisto por el comprador), para verificar la conformidad del producto con los requerimientos especificados.

4.12 Estado de inspección y pruebas

El estado de inspección y pruebas del producto debe identificarse mediante marcas, etiquetas autorizadas, sellos, rótulos, registros de inspección, programas computacionales de pruebas, locaciones físicas, etc.

4.13 Control de productos no-conformes

La empresa debe mantener y controlar los procedimientos que aseguren que los productos que no cumplan los requerimientos especificados, no sean usados o instalados inadvertidamente. Se deben controlar las actividades de identificación, documentación, evaluación, segregación (cuando sea práctico) y desecho de productos

no-conformes, sin olvidar la notificación a las áreas y funciones interesadas.

4.14 Acción correctiva y preventiva

La empresa debe establecer y mantener procedimientos documentados para implantar acciones correctivas y preventivas.

4.15 Manejo, almacenamiento, empaque, conservación y entrega

Las empresas deben establecer, documentar y mantener los procedimientos para el manejo, almacenamiento, empaque, conservación y entrega de los productos, para prevenir daños y deterioros durante su manejo.

4.16 Control de registros de calidad

La empresa debe establecer y mantener procedimientos para identificar, recolectar, indexar, llenar, archivar y desechar los registros de calidad. Estos deberán mantenerse para demostrar que se ha alcanzado la calidad requerida y la operación efectiva del sistema de calidad. Los registros de calidad pertinentes a los subcontratistas (cuando existan) deben ser un elemento de estos datos.

4.17 Auditorías internas de calidad

La empresa debe llevar un sistema de auditorías internas de calidad, planeado y documentado, para verificar que las actividades de calidad cumplan con lo planeado y determinar la efectividad del sistema de calidad.

4.18 Capacitación

La empresa debe establecer y mantener procedimientos para identificar las necesidades de capacitación y proporcionar capacitación a todo el personal que realice actividades que afecten a la calidad del producto. El personal que realice tareas específicas debe ser calificado con base en su educación, entrenamiento y/o experiencia. Se deben mantener registros apropiados de capacitación.

4.19 Servicio

Cuando el servicio posventa se especifique en el contrato, la empresa deberá mantener y establecer los procedimientos para efectuar y verificar que cumpla con los requerimientos especificados.

4.20 Técnicas estadísticas

La empresa debe establecer y mantener los procedimientos para identificar las técnicas estadísticas adecuadas para verificar la capacidad del proceso y controlar las características del producto.

¿POR QUE SE IMPLANTA LA SERIE ISO 9000 EN LAS EMPRESAS?

Las razones más importantes por lo que las compañías están implantando la Serie ISO 9000 son:

- **Las ayuda a complementar su sistema de calidad a nivel mundial.**
- De manera consistente, se generan productos de calidad y se logra la satisfacción del cliente.
- Los clientes están exigiendo la certificación ISO 9000 como un requisito contractual.
- La certificación le da a la compañía la imagen de ser superior a las no registradas, lo cual impacta a clientes potenciales.

La primera región del mundo en adoptar la ISO fue Europa. Fue la Comunidad Económica Europea la que promovió el desarrollo de la Serie ISO 9000. La certificación o registro de acuerdo con ella es obligatoria para toda aquella compañía que desee realizar negocios con países miembros de la Comunidad Europea. Así, todo cliente europeo busca que sus proveedores estén certificados, sin importar dónde tengan su sede.