



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

**CURSOS ABIERTOS
GESTION DE PROYECTOS ELECTROMECHANICOS
DEL 31 DE JULIO AL 4 DE AGOSTO DE 1995.
DIRECTORIO DE PARTICIPANTES**

**JOSE LUIS DOMINGUEZ RUIZ
CALLE 8 No.9 AMPL. QUEBRADA
CUAUTITLAN IZCALLI EDO. DE MEX.
C.P. 54769**

**ING. JAIME FEDERICO GALINDO SALGADO
RET. RANCHO DEL ARCO 104-401
LOS GIRASOLES COYOACAN
C.P. 04920 D.F.**

**PEDRO GOMEZ GARCIA
AV. OTE.103 No.2904-7
TABLAS DE SAN AGUSTIN
MEX. D.F.**

**ING. MA. DE LA LUZ GONZALEZ QUIJANO
DIOS VIENTO No. 62 SECCION PARQUES
CUAUTITLAN IZCALLI EDO. DE MEXICO
C.P. 54720**

**ING. MANUEL GONZALEZ QUIROZ
ENCINOS PTE. No. 51
COL. ARCOS DEL ALBA
CUAUTITLAN IZCALLI C.P.54750**

**ING. JOSE IBARRA PALLARES
BARBUSTO No. 40 RINCON DE LAS HADAS
COAPA TLALPAN D.F. C.P. 14390**



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

ING. LUCIA MARGARITA ORTEGA GLEZ.
E. ZAPATA No. 309 RESIDENCIAL
EMPERADORES C.P. 03320
MEXICO D.F.

ING. GPE. ADORACION RODRIGUEZ MARQUEZ
CALLE 12 No. 116 COL. TERMINAL
FORTIN VERACRUZ

ING. MARCO ANTONIO TAPIA ABARCA
ESTATUA DE LA LIBERTAD No. 8
FRACC. LOS CIPRECES COYOACAN
C.P. 048000 MEXICO D.F.

ING. JOSE ESTEBAN TAPIA OLIVEROS
MELCHOR OCAMPO No. 171
TLAXPANA MEXICO D.F.

ING. ZERECERO GALICIA SERGIO
ACALOTENGO No. 49 - 210
SAN SEBASTIAN AZCAPOTZALCO
C.P. 02040 MEXICO D.F.



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

**GESTION DE PROYECTOS ELECTROMECHANICOS
DEL 31 DE JULIO AL 4 DE AGOSTO DE 1995
CURSOS ABIERTOS
DIRECTORIO DE PROFESORES**

**ING. MARTINIANO AGUILAR RODRIGUEZ
NUBE No. 53 COL. SAN JERONIMO LIDICE
DEL. MAGDALENA CONTRERAS C.P. 10610
MEXICO D.F.**

**ING. MIGUEL ALONSO CASTILLO HOIL
SILVESTRE AGUILAR VARGAS No.200
COL. CONSTITUCION DE 1917 COLONIAL
IZTAPALAPA C.P. 09270
MEXICO D.F.**



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

CURSOS ABIERTOS.
GESTION DE PROYECTOS ELECTROMECHANICOS

D I A G R A M A S .

ING. MARTINIANO AGUILAR RODRIGUEZ

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.

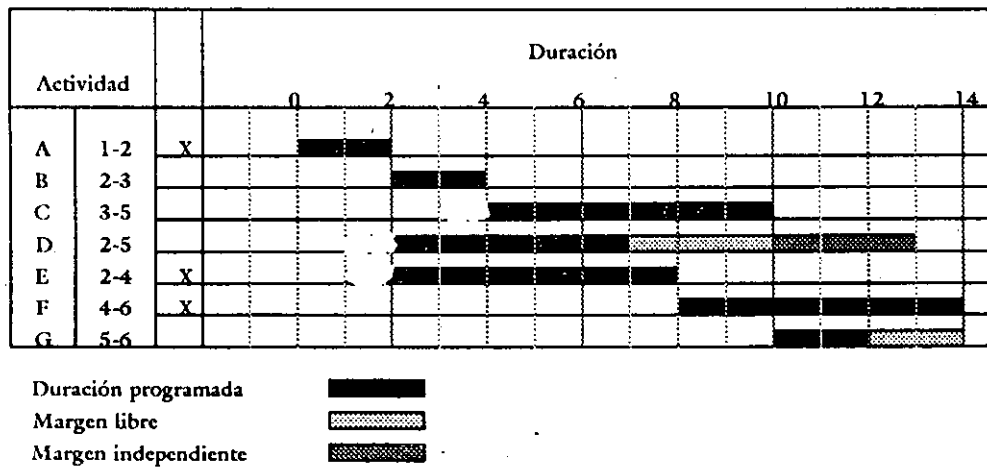


FIG. II- 12.- GRAFICA DE BARRAS DE DIAGRAMA DE FLECHAS DE LA FIG. II-11

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 es 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.

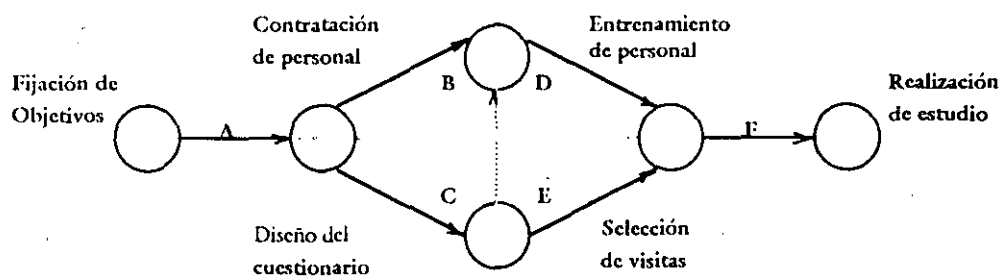


Fig.II-12A Diagrama de flechas de estudio de mercado.

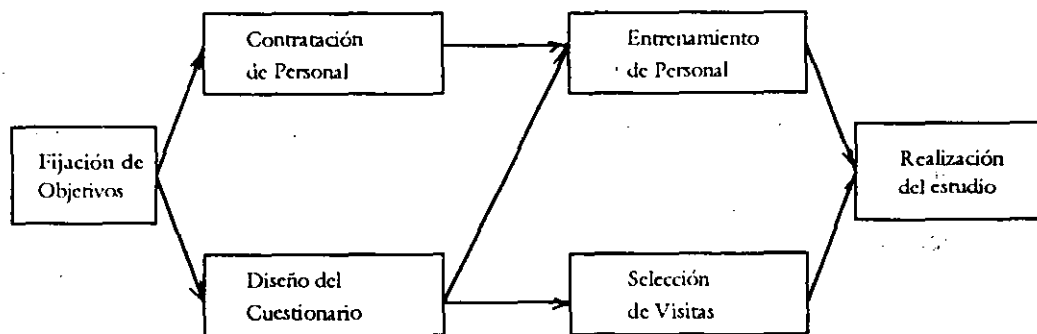


Fig. II-13.- Diagrama de actividades en los nodos correspondientes de la fig. II-12.

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

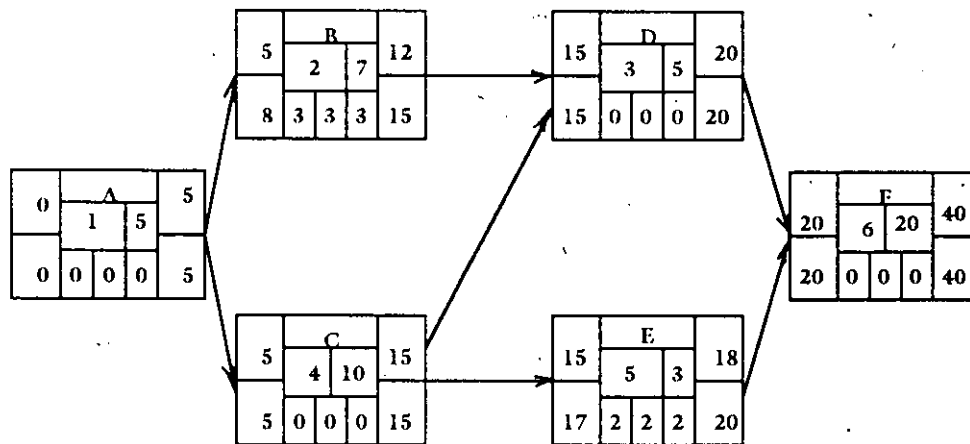


Fig. II-15.- Diagrama con valores calculados

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 próxima. Para la actividad 6, la TML=40 y su CML6=40-20=20.

Para encontrar las TML de las demás 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 está en la cola de la flecha igual al CML de la actividad que está 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 Más 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 cálculo 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 precisar 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

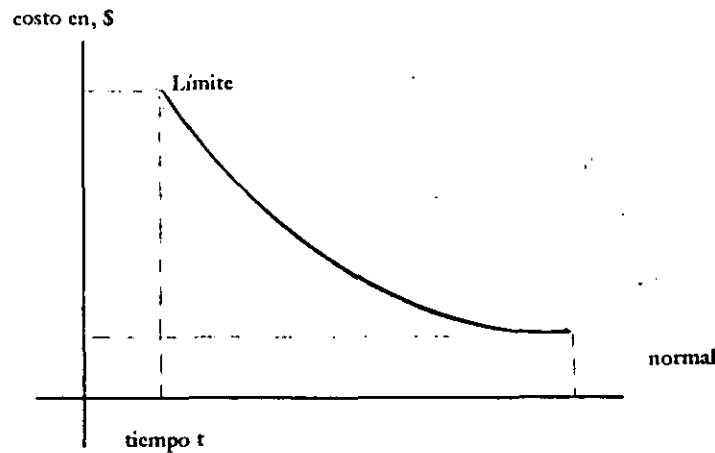


Figura II -16.- Curva de relación costo - tiempo.

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.

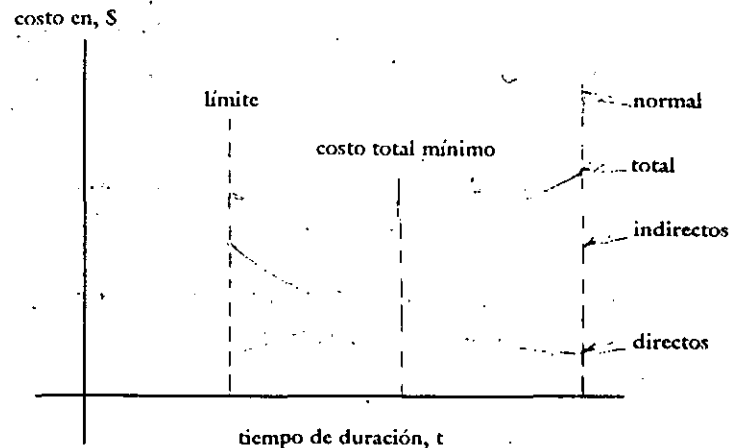


Fig. II-17.- *Relación de costos de un proyecto.*

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 empíricos, 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.

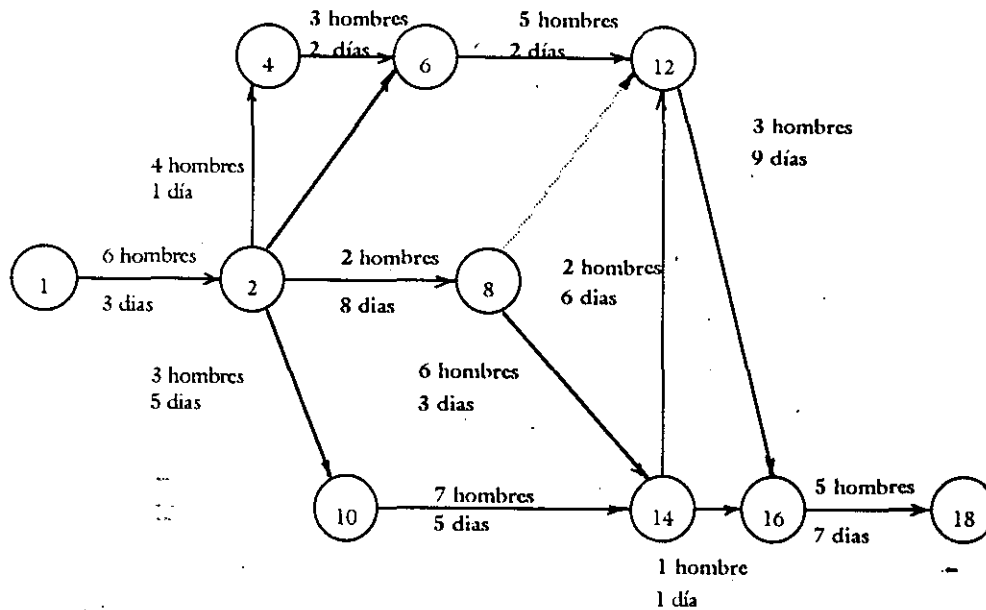


FIG. II -18.- DIAGRAMA CON ESTIMACIONES DE PERSONAL Y TIEMPO

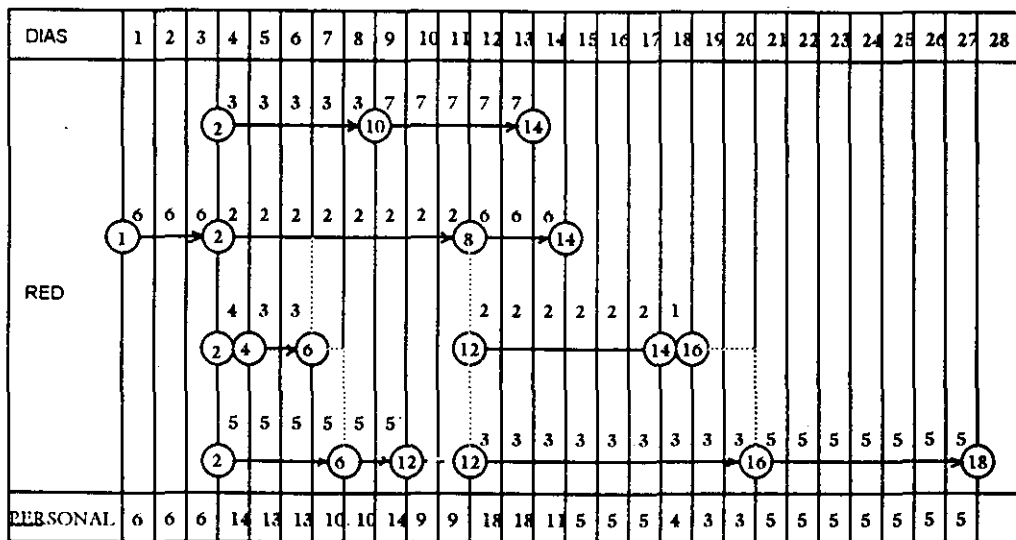


FIG. II-19.- GRAFICA DE TIEMPO DEL DIAGRAMA II-18

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 comprensión 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.

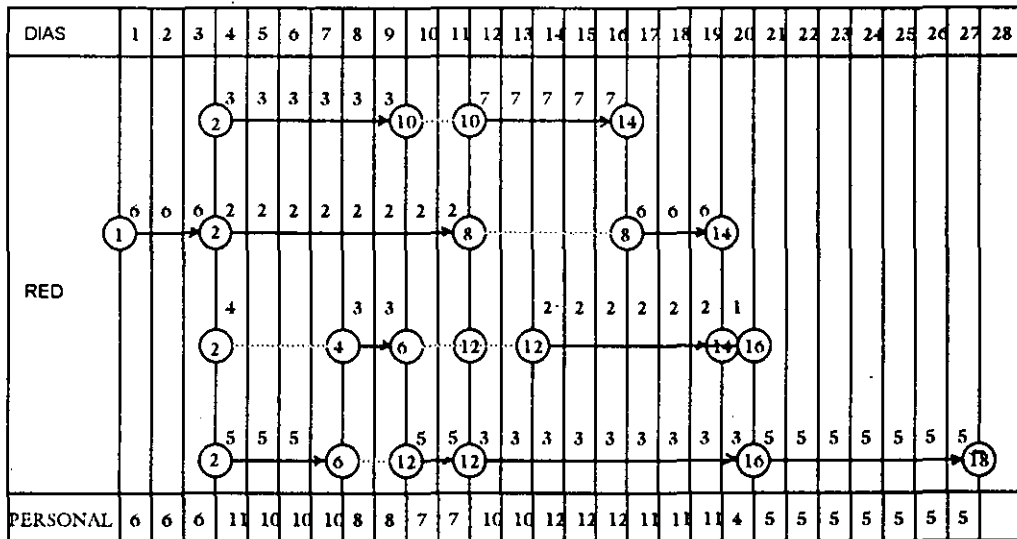


FIG.II-20 .- REPROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES NO - CRITICAS DEL DIAGRAMA 11 - 19



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

FACULTAD DEL INGENIERIA UNAM

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

CURSOS ABIERTOS

GESTION DE PROYECTOS ELECTROMECHANICOS

EL PROCESO DE GESTION.

ING. MARTINIANO AGUILAR RODRIGUEZ.

GESTION DE PROYECTOS ELECTROMECANICOS

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 sin ninguna desviación permitida, sin margen para tomar decisiones; la regla es en este sentido diferente a las políticas que estimulan la toma 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 proporcionan una estructura para la formulación de políticas.

Procedimiento.- Sistema que describe en detalle los pasos que deben 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 generalmente como sólo la intención de hacer algo, sin embargo, la interpretación que aquí se le dará incluye también la realización 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, como la fabricación en serie de un producto industrial y no-cíclicos como la instalación de una nueva planta industrial. La gestión de proyectos que se estudiará aquí, se refiere básicamente a los proyectos no-cíclicos.

El éxito de la gestión de un proyecto, depende fundamentalmente de la capacidad para realizar adecuadamente cada una de las partes del proyecto (ingeniería, fabricación y/o abastecimientos construcción y las pruebas de puesta en ser vicio), que se realizan parte en forma secuencial y parte en forma paralela, teniendo una cantidad muy importante de interrelaciones permanentes; adicionalmente se requiere coordinar todas las partes del proyecto en base a los objetivos metas del proyecto en su conjunto, para lo cual es necesaria una gran habilidad.

Otras condicion es básicas para el éxito de la gestión de proyectos, 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 central 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.

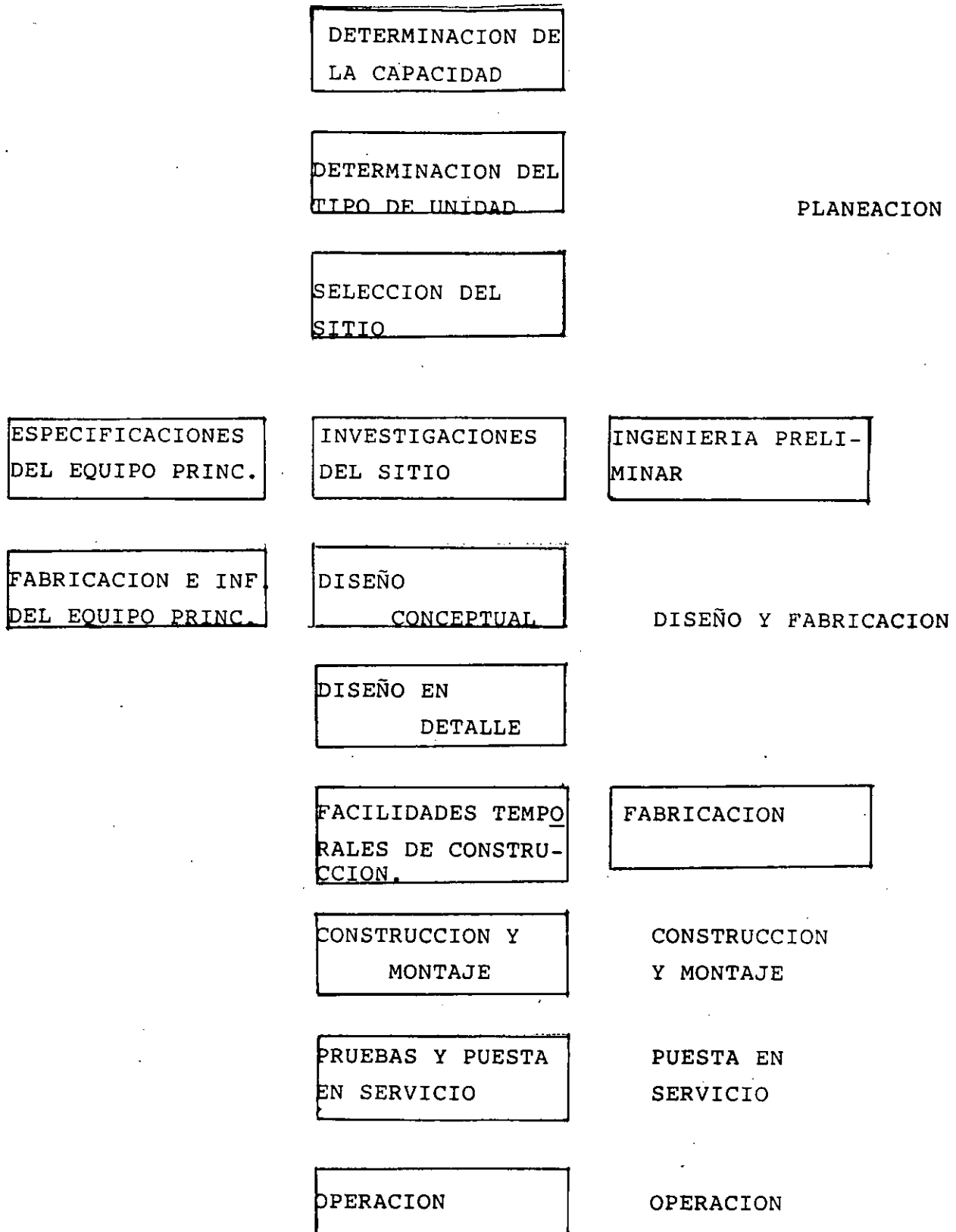


Fig.1 PROCESO DEL PROYECTO DE UNA CENTRAL TERMOELECTRICA.

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, enseguida 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 - oposición 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.

1.- 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 admins

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 cohesión**

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 to dos los niveles desde el más elevado hasta el mas 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 presio-- nes de los empleados y los requerimientos legislativos, han hecho que se añada una nueva dimensión la campo de acción de la administración: La responsabilidad social. Este cambio es parte de una revolución social que afecta a las grandes instituciones so-- ciales del hombre como gobierno, educación, religión, capitalismo, familia, etc., de la cual se tienen señales visibles, siendo nece sario 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 emprendi do 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 presupuestar, 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

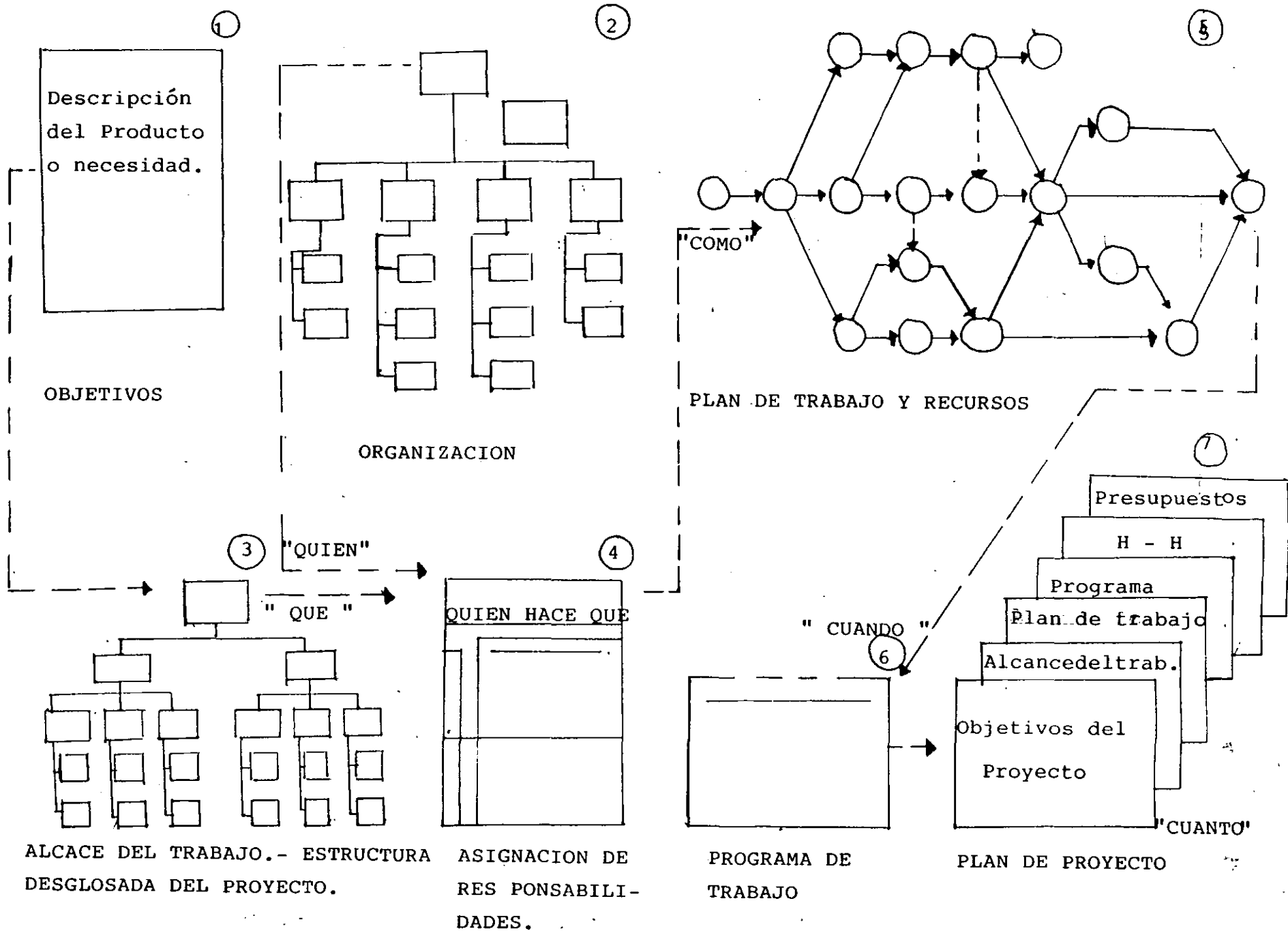
El grado de interrelación y responsabilidad se define en el manual de gestión y en los procedimientos

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



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 mas 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

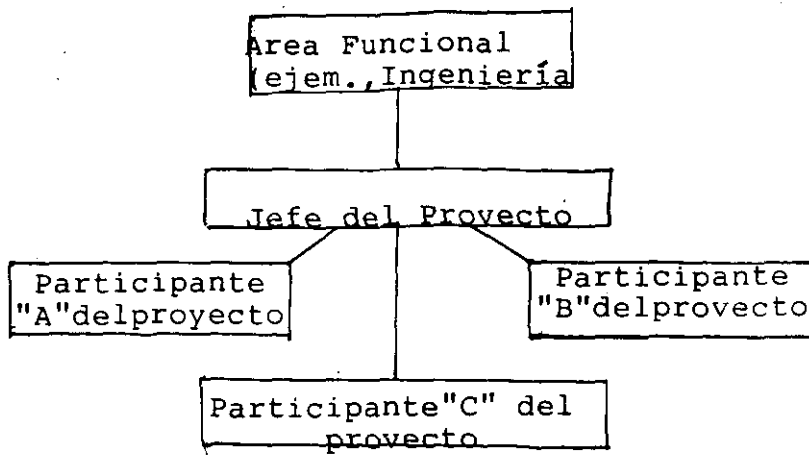
Básicamente se emplean tres enfoques de organización diferentes para la gestión de proyectos, que pueden colocarse en un contí--

nuo 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.

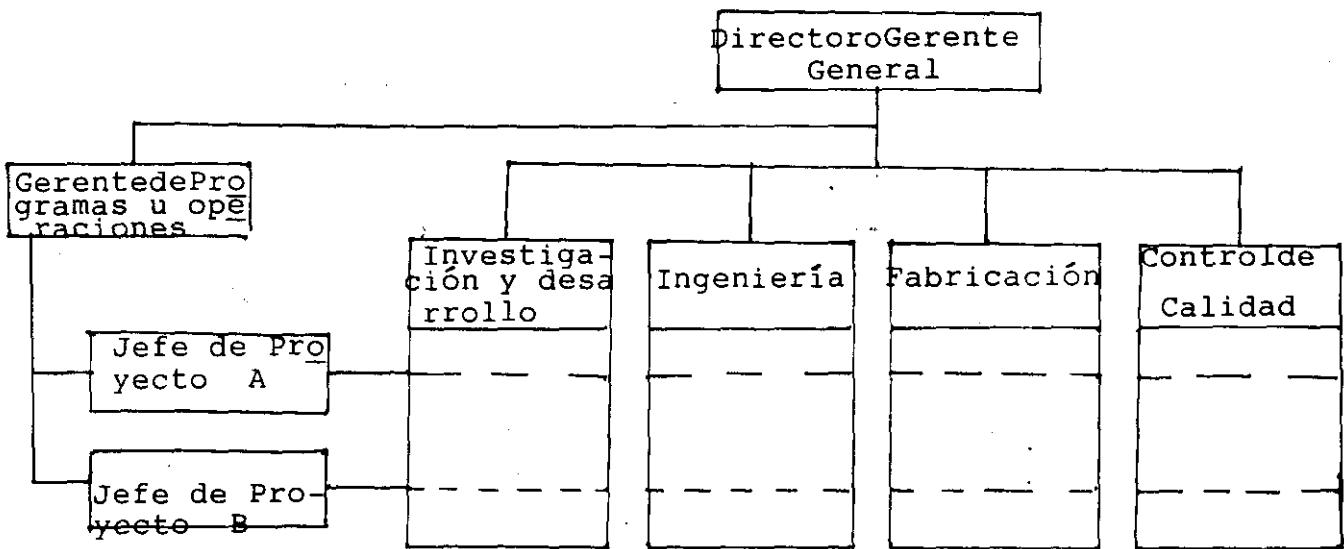
En un extremo del continuo, está el modelo lineal de la gestión de proyectos (fig. 11 a), que se caracteriza por un jefe de proyecto con alto grado de autoridad formal sobre los miembros del equipo del proyecto y con una cantidad mínima de interacción fuera requerida para la realización del proyecto; 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.

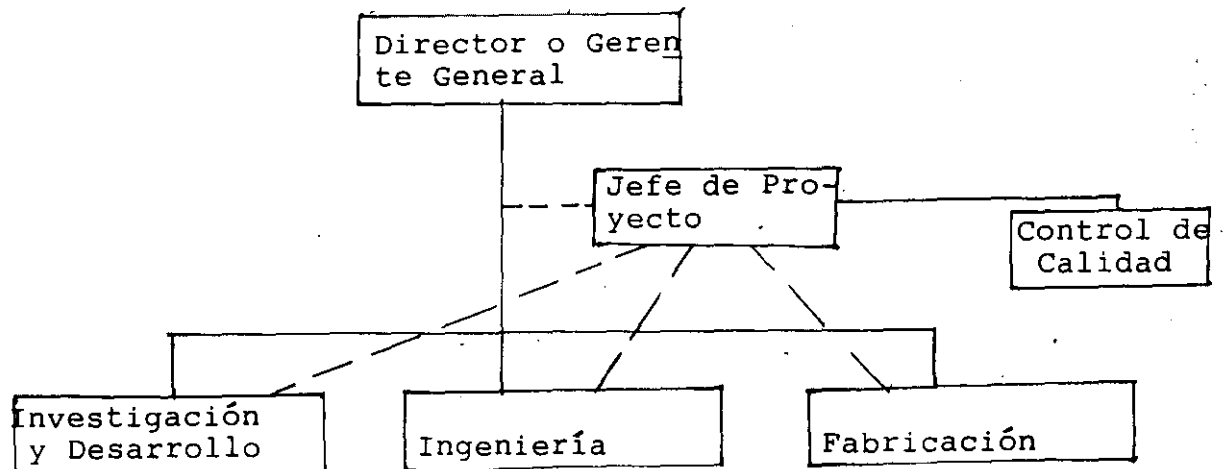
En el otro extremo del continuo de organizaciones de proyecto se encuentra el modelo de organización llamado staff (fig. 11c), que a diferencia del modelo lineal y del modelo de matriz, el jefe del proyecto requiere mayor cantidad de interacción fuera y posee menos autoridad formal, realizándose casi 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 oportuno, 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 proyecto.
- . 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 siguientes:

- . 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 mas

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 tarea del proyecto y la documentación analítica, se aplican estándares para la estimación del tiempo requerido para completar el proyecto, revisándose y ajustandose 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 aplican tarifas estandares para desarrollar un cuadro completo de costo del proyecto, que deben ser revisados a lo largo del trabajo

La información para el control, que no debe confundirse con la información de después de los hechos para contabilidad, deberá tener las características siguientes:

- . poder indicar que se ha desarrollado un problema o que aparentemente 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 areas 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 necesarios.- 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 psicológicas 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 psicólogos, clasifican las necesidades humanas en primaria y secundaria-biológicas y sociales. Las primarias, son los impulsos psicológicos 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

entes puntos:

- . preparación metódica de la acción
- . elección en todos los campos posibles de la solución más eficaz
- . rentabilidad o productividad
- . confianza en la persona, por medio de la delegación de poder
- . juicio por los resultados

Una gestión racional incluye lo siguiente:

- . identificación y previsión, de las necesidades a satisfacer
- . determinación de los objetivos, que pueden ser perseguidos, para satisfacer las necesidades
- . búsqueda de las acciones más eficaces, para alcanzar los objetivos
- . decisión o elección entre las acciones posibles, teniendo en cuenta los recursos disponibles hoy y los previsibles en el futuro
- . ejecución de la decisión
- . control de la ejecución, para asegurar que son alcanzados los objetivos con los medios previstos y eventualmente tomando acciones correctivas

Las cuatro operaciones, que constituyen la racionalidad de la gestión, están articuladas por el sistema de planeación, programación y presupuesto; éstas cuatro operaciones, son las siguientes:

- . identificación de necesidades, determinación de objetivos y búsqueda acciones
- . decisión de la acción
- . ejecución de la decisión
- . control de la ejecución.



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

FACULTAD DEL INGENIERIA UNAM

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

CURSOS ABIERTOS

GESTION DE PROYECTOS ELECTROMECHANICOS

PROGRAMAS

ING. MARTINIANO AGUILAR RODRIGUEZ.

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 la ejecución, tiempo de la 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 deben llevar a cabo 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 sólo 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.

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 de 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 "CONCURRENTES" 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 tiene duración, pero si 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 posterior.

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 paginas 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 fue 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 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:

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

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 y que son los siguientes:

t = tiempo directamente estimado o tiempo medio calculado en base a T_o , T_m y T_p

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,TMP n) para un evento concurrente, con actividades que concurren.

Aplicado estas reglas al diagrama se tiene:

Nodo 1. haciendo FMP1= 0

Actividades A, (1-2).-

$$\text{CMP (A)} = \text{FMP1} = 0$$

$$\text{TMP (A)} = \text{CMP (A)} + t = 0 + 3 = 3$$

Nodo 2. FMP2 = 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).-

$$\begin{aligned} \text{CMP (B)} &= \text{FMP2} = 3 \\ \text{TMP (B)} &= \text{CMP (B)} + T = 3 + 2 = 5 \end{aligned}$$

Nodo 3. $\text{FMP3} = \text{TMP (B)} = 5$

Actividades D, (3-5) .-

$$\begin{aligned} \text{CMP (D)} &= \text{FMP3} = 5 \\ \text{TMP (D)} &= \text{CMP (D)} + t = 5 + 1 = 6 \end{aligned}$$

Nodo 4. $\text{FMP4} = \text{TMP (c)} = 7$

Actividad E, (4-5) .-

$$\begin{aligned} \text{CMP (E)} &= \text{FMP4} = 7 \\ \text{TMP (E)} &= \text{CMP (E)} + t = 7 + 2 = 9 \end{aligned}$$

Nodo 5. EMP5 = es el mayor de los tiempos TMP de las actividades (3-5) y (4-5), que concurren a este nodo.

por lo tanto , $\text{FMP5} = 9$

Actividad F, (5-6) .-

$$\begin{aligned} \text{CMP (F)} &= \text{FMP5} = 9 \\ \text{TMP (F)} &= \text{CMP (F)} + t = 9 + 2 = 11 \end{aligned}$$

Nodo 6. $\text{EMP6} = \text{TMP (F)} = 11$

El valor de FMP6 da la duración total del diagrama de flechas.

En el caso que se pone como ejemplo, si se cumplen los tiempos de ejecución 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 cada evento y las fechas de comienzo ó terminación más lejana 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 el recorrido hacia adelante

Es decir:

$$\text{FML6} = \text{FMP6} = 11$$

b) El comienzo más lejano de la 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

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

Por lo que se tiene:

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

c) La fecha más lejana en que puede ocurrir un evento, es la mas cercana del comienzo más lejano de las actividades que se originan en dicho evento

FML (De evento) = a la más cercana de la fecha de comienzo más lejana, de las actividades. que se originan en dicho evento (CML, CML2....CMLn)

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 $FML_6 = FMP_6 = 11$

Actividad F, (5-6)

$TMI(F) = FMIL_6 = 11$

$CMI(F) = TML(F) - T = 11 - 2 = 9$

Nodo 5. $FML_5 = CML(F) = 9$

Actividad D, (3-5)

$TML(D) = FML_5 = 9$

$CML(D) = TML_8(D) - t = 9 - 1 = 8$

Actividad E, (4-5)

Nodo 4. $FML_4 = CML(E) = 7$

Nodo 3. $FML_3 = CML(D) = 8$

$TML(E) = FML_5 = 9$

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

Actividad B, (2-3)

$TML(B) = FML_3 = 8$

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

Actividad C, (2-4).-

$TML(C) = FML_4 = 7$

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

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: $FML_2 = 3$

Actividad A, (1-2).-

$TML(A) = FML_2 = 3$

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

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 ~~si tienen margen total que~~ es, siguiendo los conceptos expresados:

Para la actividad B (8-3).-

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

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

$$\text{ó también: } MT = FML3 - TMP(B) = 8 - 5 = 3$$

Para actividades 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. - Este caso, constituye, 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 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)

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

Este tiempo es también el tiempo que puede tomar la actividad D (3-5) adicionalmente, sobre su terminación más próxima esperada, si n 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:

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

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):

$$MT = FML_n - TMP_x$$

$$ML_x = FMP_n - TMP_x$$

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 concurrentes 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 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.

En la figura II-12.- 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 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 es 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 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 cálculo 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-12.- Diagrama de flechas de estudio de mercado.

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

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 próxima. Para la actividad 6, la $TML=40$ y su $CML_6=40-20=20$.

Para encontrar las TML de las demás 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 está en la cola de la flecha igual al CML de la actividad que está 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 Más 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 dá el mismo valor. El cálculo 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 sí 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, $ML(C) = 15 - (5 + 10) = 0$

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 precisar 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, de la subcritica 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 puede 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 que 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 empíricos, 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. IH8 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, los requerimientos totales de personal.

y en la inferior

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, hace en la misma forma que la mano de obra, definiendo primeramente si se desea reducir el "pico" o la amplitud de las fluctuaciones.

(de la Fig II-20.- La nivelación de recursos materiales se)

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 un tiempo 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 compresión 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 realizaci.} del mismo, ya sea con tiempos correspondientes al costo mínimo.
normales o con tiempos

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



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

FACULTAD DEL INGENIERIA UNAM

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

CURSOS ABIERTOS

GESTION DE PROYECTOS ELECTROMECHANICOS

III.- INGENIERIA Y DISEÑO.

ING. MARTINIANO AGUILAR RODRIGUEZ.

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.

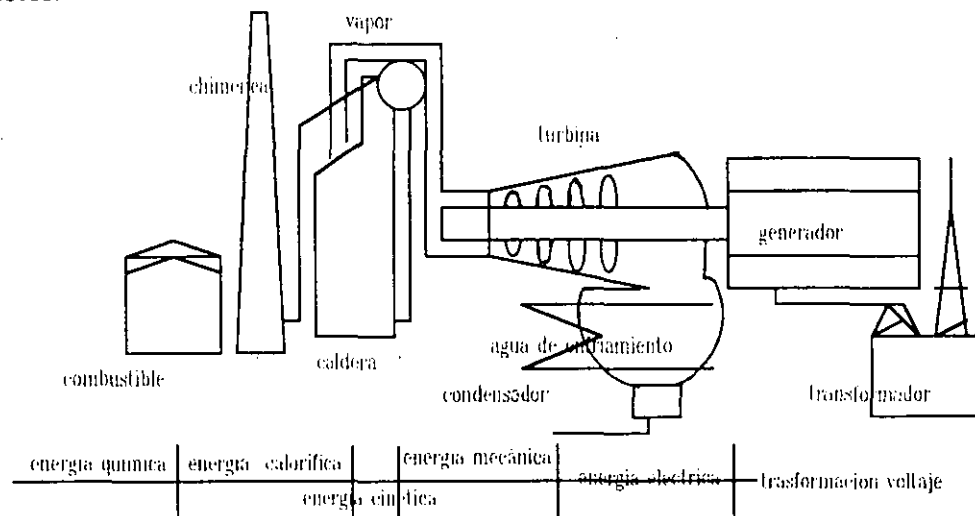


Fig. III-1 CONVERSIONES DE ENERGIA EN EL PROCESO TECNOLOGICO DE LAS PLANTAS TERMOELECTRICAS

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.

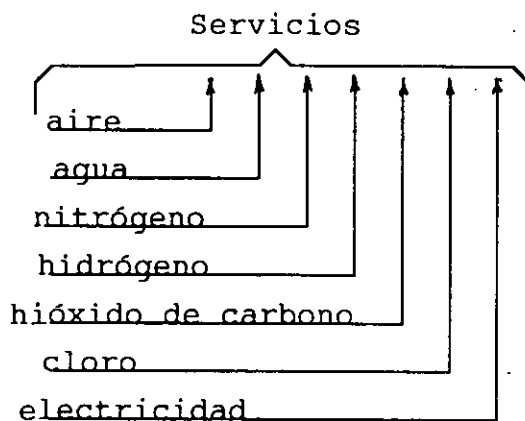
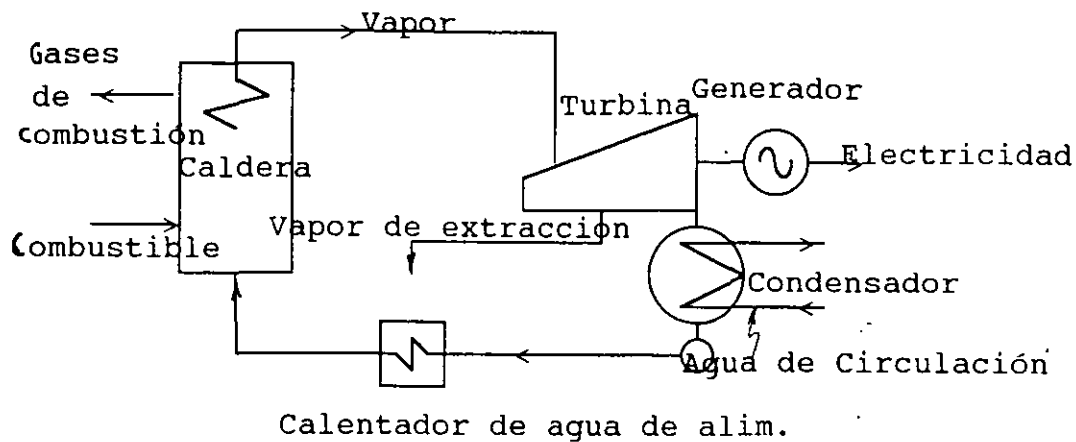


Fig. III- 2 FLUJOS DE UNA CENTRAL TERMOELECTRICA

La filosofía de la ingeniería de proyectos ó 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.

- 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

- 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 previsiones 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:

- 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.

Cliente.
 Planeación
 Tecnología
 Códigos
 Reglamentos
 Métodos
 Otros Diseños
 Fabricantes

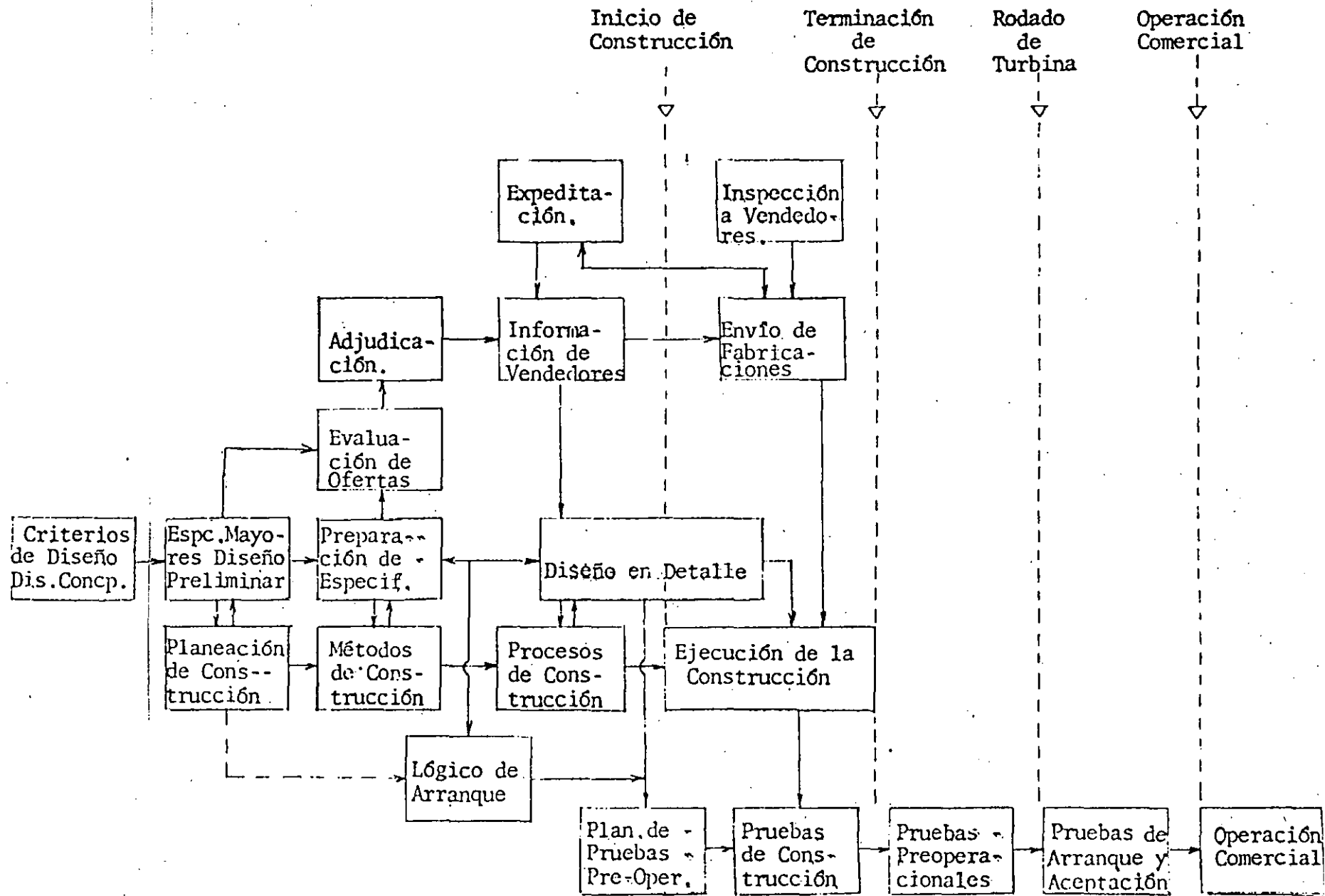


Fig. III-3. - INTERFASES DEL PROCESO FUNCIONAL DE UN PROYECTO

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 obras de toma y descarga
- localización de subestación y línea⁴ 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, indirecto⁵).
- 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 ó 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 ó 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 ó 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 termoeléctrica, es el 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, 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
- estén claramente identificados sus componentes o alcance
- estén claramente identificados sus límites 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 ingeniería 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 interfases 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 es 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
- provisiones de espacio levantamiento para la instalación, mantenimiento y reposición
- provisiones 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 almacenamientos 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, si 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

- combinadores 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 sierra
 - 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 taza 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.

20.- 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 varia 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 varia 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 de 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 (Sub Gerencia) 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 hollín
- . 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, hidrógenos 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

Supervisión 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 carbón 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 su 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.



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

CURSOS ABIERTOS

GESTION DE PROYECTOS ELECTROMECANICOS

TEMA: IV ABASTECIMIENTOS

EXPOSITOR: ING. MARTINIANO AGUILAR RODRIGUEZ

IV.- ABASTECIMIENTOS.

1.- ELEMENTOS BASICOS DEL CICLO

El ciclo de abastecimientos 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 ó 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.

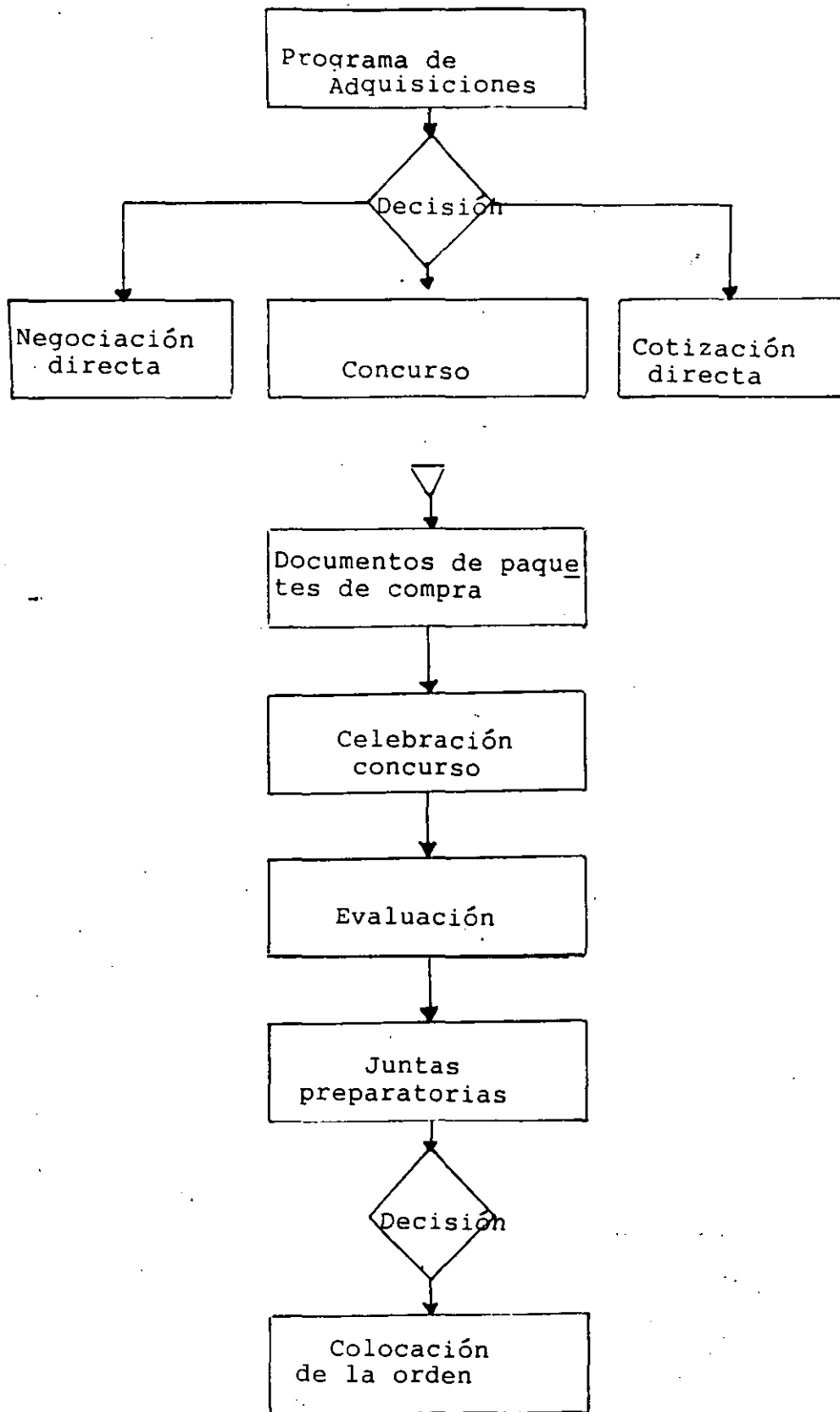


DIAGRAMA DE FLUJO DEL CICLO DE ADQUISICIONES

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 abastecimiento se incluya el control del financiamiento determinando la disponibilidad o solicitud de éste.

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.

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 adendas
- 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 siguientes información:

- . Personal y departamento de la compañía que realizará el trabajo
- . Localización en donde se realizará el trabajo
- . Partes que se subcontratarán 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 incluídas para

lograr este propósito son:

- . Documentación de inspecciones, cambios, modificaciones, garan--
tías, pagos, supervisión y otros eventos que afectan el compor-
tamiento.
- . Coordinación del staff involucrado en la realización del contra
to: ingeniería, legal, administrativo, financiero y directivo.
- . Gestión de políticas y procedimientos que incluyen el mentenimi
ento de la siguiente información de avance, en la forma requeri
da:
 - 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 pro
cedimientos 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 re-
querimientos de calidad y suministro que incluye:

- a).- Valoración de la habilidad del vendedor de suminis--
trar a tiempo.
- b).- Determinación de la habilidad del vendedor de sumi--
nistrar la calidad correcta, que incluye:

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

B.- Compras al más 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 términos y con-
diciones del proyecto que incluye:

- . Procedimientos internos
- . Procedimientos externos
- . Términos y condiciones generales
- . Términos y condiciones especiales
- . Instrucciones especiales a ofertantes
- . Formas especiales de: órdenes de compra, requerimientos
de ofertas y formatos de reportes

D.- Evaluaciones, que incluyen:

a).- Cuestionarios e investigación de vendedores

b).- Evaluaciones comerciales, que incluyen:

- . Requerimientos de especificaciones
- . Propuestas de vendedores
- . Negociación de desviaciones
- . Oferta más 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 (refacciones)

b).- Campo

- . Reportes de campo
- . Elementos de asignación
- . Distribución de información/interfases
- . 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 de proporcionar el servicio de transporte de materiales y equipo a tiempo y seguramente, en forma económica, con cierto alcance de actividades que incluyen las siguientes planeaciones:

a).- Planeación de pre-contrato

- . Requerimientos de importación exportación
- . Investigación del sitio de trabajo
- . Investigación del punto de destino
- . Capacidades de transportación
- . Investigación de empaqueo y preservación
- . Seguros y responsabilidad de los materiales en tránsito.
- . Estudio de tarifas y estructuras de transportación
- . Términos 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.
- . Selección del agente aduanal (Freight Forwarding) y - establecimiento de condiciones y documentos
- . Coordinación con los departamentos de expeditación, - contabilidad, finanzas, inspección y seguros
- . Procedimientos de auditoría

5.- INSPECCION

El proceso de las actividades de inspección es el de asegurar la calidad de los materiales y equipo, con relación a:

- . Confiabilidad de la planta
- . Confiabilidad de la seguridad
- . Interfase de montaje y construcción

Para este propósito, se debe establecer la estructura de organización necesaria (corporativa y de división), los procedimientos y las actividades de inspección 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 equipo 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 herramienu

tas 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).- Abastecimiento de proyectos
- b).- Compras
- c).- Convenios de servicios
- d).- Expeditación
- 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 abastecimiento 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 adecuados y con gruentes, 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 abastecimiento.
- 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.

otras Proyectos

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

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 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 determinada.
- 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 en los pedidos y contratos.

Para este propósito, deberá 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 proyec

tos, de las que se requiere sean expedidas

- Elabora programa de expeditación
- Realiza expeditación 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 las distintas plantas.
- Solicita mediante reporte de expeditación 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 trámites 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 México (Importaciones) o de enviar fuera de México (Exportaciones) a los materiales y equipo según lo requieran los negociadores para los proyectos en el tiempo adecuado y el menor riesgo posible.

Las actividades que realiza son:

Tráfico

- 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 trámite de permisos de importación de los negociadores y a través de abastecimiento de proyectos.
- Solicita trámites de importación y exportación
- Solicita permisos de importación y exportación ante la Secretaría de Comercio
- Mantiene seguimiento de las solicitudes de trámite
- Recibe notificaciones de autorización 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 Secretaría 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 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 más 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 negociación.

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 solo admite un artículo por requisición.

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

- Utilización de formatos de serie
- 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 abastetecimiento 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 asuario 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 suminiistros.

Copia rosa.- Abastecimiento de proyectos la envía a control contable para proceder a se 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 negociaban al iniciar un proyecto o bien se continúa utilizando niveles autorizados en proyectos anteriores. Un ejemplo de estos niveles se muestra a continuación:

De \$N	1.00	\$N	1,000.00	Compra por caja chica.
De \$N	1 001 .	\$N	10,000.00	Compra por requisición.
De \$N	10,001.	en adelante		Compra con pedido y tabla comparativo.

Igualmente a lo anterior se fijan niveles económicos para las personas autorizadas a firmar en la tablas comparativas.

La autorización de compra es un documento en el cual el negociador ha invertido tiempo y dinero, por lo tanto se deben abstener de hacer anotaciones o comentarios sobre ella. Lo que si será siempre aceptado será el valor agregado que se le 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 validéz comercial y legal que emite un negociador y establece compromisos entre el comprador y Proveedores.

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 negocié
- 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 validéz comercial y legal que emite un negociador y esta blece compromisos entre 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 está la siguiente:

- Descripción amplia de la ejecución de la obra
- Clausula V (suspensión de la obra)
- 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 pro--

yectos).

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, expeditación, 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.- INFORMACION ADICIONAL

a).- Anexos a la requisición

Previamente se comentó sobre como se debía elaborar una requisición, pero conforme va aumentando en valor y com

plejidad de lo que en la requisición se describe, es necesario anexar información complementaria.

b).- Anexos para Permiso de Importación

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

Es importante e interesante saber que en este paso, abastecimiento está tratando con oficinas gubernamentales y que por lo tanto se trata el caso según sea su turno y si se acompaña la solicitud de P.I. con los anexos completos y suficientes, habrá rechazo o negación de la solicitud.

Un trámite de P.I. o Exportación se tarda de 4 a 6 semanas. Un trámite de autorización de subsidio se tarda también de 4 a 6 semanas adicionales, no en paralelo. Un trámite de Importación o Exportación, se tarda de 4 a 6 semanas. Por último, un trámite de autorización para Importación Parcial, se tarda de 2 a 3 semanas después de obtenido el Permiso de Importación.

Una vez obtenidos los permisos, autorizaciones y que el material en frontera puede requerirse de 1 a 2 semanas para su despacho aduanal; en estos casos se puede acortar a 2 ó 3 días con autorización 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 áreas que intervienen son: Ingeniería, Abastecimiento y Construcción.

Es también conocido que cuando Ingeniería se desplaza de su programa y Construcción no mueve su fecha de terminación, la resultante es obviamente una compresión a abastecimiento. Por tal motivo es de suma importancia que se proporcione un "Programa del Proyecto", pero más importante es aún que abastecimiento participe en la elaboración de ese programa, con lo cual se logra que abastecimientos proporcione datos más actualizados en cuanto a tiempos de cotizaciones y de fabricación 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

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 el 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 comunmente 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 variará, pero básicamente son los siguientes:

- Proveedor
- Negociador
- Jefe de proyecto
- Ingeniería
- 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.



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

CURSOS ABIERTOS

GESTION DE PROYECTOS ELECTROMECHANICOS

TEMA: V CONSTRUCCION Y MONTAJE

EXPOSITOR: ING MARTINIANO AGUILAR RODRIGUEZ

V.- CONSTRUCCION Y MONTAJE

- 1.- PLANEACION DE LA CONSTRUCCION
- 2.- ORGANIZACION Y LA CONSTRUCCION
- 3.- FACILIDADES TEMPORALES
- 4.- DESARROLLO DEL SITIO Y MOVIMIENTO DE TIERRA
- 5.- OBRA CIVIL
- 6.- INSTALACION DE EQUIPOS
- 7.- INSTALACION DE LA CALDERA
- 8.- INSTALACION DE TUBERIA E INSTRUMENTACION
- 9.- INSTALACION DEL TURBOGENERADOR
- 10.- INSTALACION DEL SISTEMA ELECTRICO E INSTRUMENTACION
- 11.- INSTALACION DEL BALANCE DE PLANTA
- 12.- CONTROL

1.- PLANEACION

A.- NATURALEZA DEL SITIO

- Información

B.- MODELOS

- Secuencias del sitio
- Secuencias de edificios
- Secuencias de diseño preliminar
- Secuencias de diseño definitivo

C.- REVISION DE DISEÑO

- Objetivo, documentos que se revisan

D.- MANO DE OBRA

- Volúmen de trabajo

- Productividad del personal
- Estimado de requerimientos de personal

E.- EQUIPO Y HERRAMIENTAS

- Obras temporales
- Movimiento de tierra Obra civil
- Equipo permanente

F.- ABASTECIMIENTOS

- Responsabilidades

G.- PROCEDIMIENTOS (DE CONSTRUCCION Y ADMINISTRATIVOS)

- De calidad y no - calidad
- Administrativas

H.- LICENCIAS Y PERMISOS

- Actividades que requieren permisos
- Información requerida para obtener permisos

2.- ORGANIZACION

A.- GENERAL

- Funciones
- Tipos de organización

B.- GRUPOS FUNCIONALES

- Supervisión de campo
- Ingeniería de campo
- Administración de contratos
- Control de calidad
- Costos
- Programación
- Abastecimientos

- Finanzas
- Contabilidad
- Relaciones laborales
- Protección y seguridad

C.- SERVICIOS DE APOYO

- Control de materiales y compras de campo
- Ingeniería de costos
- Seguridad e higiene

D.- RESPONSABILIDADES DE LA GESTION EN CAMPO

E.- RESPONSABILIDADES DE LA SUPERVISION DE OBREROS

F.- APOYO DE OFICINA MATRIZ

- Interna
- Organizaciones externas

3.- FACILIDADES TEMPORALES DE CONSTRUCCION

A.- TIPO DE FACILIDADES

- a.- Oficinas
- b.- Almacenes
- c.- Vestidores
- d.- Combinación de talleres
- e.- Taller de prueba de soldadores
- f.- Caseta de entrada
- g.- Oficina de tomadura de tiempo
- h.- Seguridad de la planta
- i.- Comedores
- j.- Taller para mantenimiento de equipo
- k.- Taller de carpintería
- l.- Laboratorio de prueba
- m.- Topografía
- n.- Caseta de bombas
- o.- Areas abiertas
- p.- Caminos
- q.- Electricidad
- r.- Agua
- s.- Aire comprimido
- t.- Sistemas de comunicación

- u.- Facilidades misceláneas
- v.- Campamento
- w.- Planta de concreto

B.- ARREGLO DE EDIFICIOS Y DE LAS FACILIDADES

Criterios

C.- CARACTERISTICAS DE LAS FACILIDADES DE CONSTRUCCIÓN

Alcance y tamaño

Calidad

"pico" de personal

Tamaño y tipo de planta

D.- PROGRAMA Y RESPONSABILIDAD

Movilización de sitio

Primer Concreto estructural (colado)

Seis meses después

4.- DESARROLLO DEL SITIO Y MOVIMIENTO DE TIERRA

- Limpieza, despalme, demolición (árboles, troncos, estructuras viejas, cercas, etc.)
- Disposición de material no útil
- Pendiente inicial del terreno (rellenos, excavaciones)
- Paredes de retención
- Desagüe del sitio
- Terraplanes, diques
- 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 tubería de agua de circulación en casa de máquinas y patios
- Excavación y relleno para la cimentación de las estructuras principales (edificio del turbogenerador, anexo y de control; Caldera, torre de enfriamiento, etc.)
- Excavación y relleno para la cimentación de las estructuras auxiliares
- Caminos de acceso permanente
- Pendiente final del sitio y limpieza

5.- OBRA CIVIL

A.- EDIFICIOS Y ESTRUCTURAS

- Administrativo
- Turbogenerador
- Bahía de calentadores
- Control
- Caldera
- Chimenea
- Talleres
- Almacén
- Bombas de agua contra incendio
- Clorinación
- Torre de enfriamiento
- Tratamientos de agua
- Subestación (principal, y relevadores y Control)
- Manejo de carbón
- Caldera auxiliar
- Bombas y calentadores de aceite combustibles
- Edificios miselaneos y patio
- Bombas de agua de circulación
- Edificios micelaneos y patios

B.- CIMENTACIONES

- Cargas
- Tipos
- Trabajos

C.- OBRAS MARINAS

- Alcance

D.- TRABAJOS ARQUITECTONICOS

- Mampostería, albañilería
- Techos, tratamiento
- Protección contra la humedad, impermeabilizaciones
- Vidriería
- Persianas
- Puertas y herramientas
- Metal ornamental
- Separaciones metálicas
- Carpintería
- Y escena
- Acabado de piso y paredes
- Accesos de piso
- Tratamiento acústico
- Aislamiento acústico
- Aislamiento térmico de edificios
- Pintura

E.- TRABAJOS DE CONCRETO

- Factores que intervienen
- Ventajas de concreto
- Trabajos incluidos

F.- ACERO ESTRUCTURAL

- Formas, secciones
- Verificaciones
- Ventajas de acero estructural
- Actividades incluidas
- Almacenamiento
- Revisiones antes del montaje

- Montaje formado de unión

6.- INSTALACION DE LOS EQUIPOS

A.- PROCEDIMIENTOS

B.- LLEGADA DEL EQUIPO

C.- ALMACENAMIENTO

D.- MONTAJE

- Previsiones
- Programación
- Revisiones antes del montaje
- Manejo
- Montaje
- Conexión del sistema
- Operaciones posteriores

E.-MANTENIMIENTO

F.- SOLDADURA

- Procedimientos
- Calificación del procedimiento
- Calificación de soldadores
- Equipos para soldar
- Métodos de soldadura
- Documentación y control de calidad

F.- AISLAMIENTO TERMICO

H.- SUB CONTRATISTAS

I.- CARACTERISTICAS TIPICAS GENERALES

7.- MONTAJE DE LA CALDERA, PLANEACION Y ORGANIZACIÓN.

SECUENCIA DE MONTAJE

- a.- Cimentación de la estructura
- b.- Montaje de la estructura
- c.- Traveses principales o maestras
- d.- Domo superior
- e.- Soportes para las partes a presión
- f.- Cabezales superiores y tubos de unión
- g.- Tubos de bajada
- h.- Sobrecalentadores y recalentadores
- i.- Viguetas de formación (buckstay)
- j.- Sopladores de hollín
- k.- Paredes de agua
- l.- Tubos del techo
- m.- Precalentadores de aire
- n.- Economizador
- o.- Caja de quemadores
- p.- Pulverizadores
- q.- Cabezal de succión y bombas de recirculación (en su caso)
- r.- Ductos
- s.- Domo inferior
- t.- Trabajos adicionales (instrumentación, tubería, conexiones, válvulas exteriores)
- u.- Prueba hidrostática
- v.- Aislamiento térmico y cubierta o forro
- w.- Ventiladores (tiro forzado, tiro inducido, recirculador de gases)
- x.- Chimeneas
- y.- Puesta en servicio

COMENTARIOS

- aa.- Izaje de componentes
- bb.- Soldadura de componentes

8.- INSTALACION DE SISTEMAS DE TUBERIA

A.- PREVISIONES

B.- SISTEMAS TEMPORALES

C.- PATIOS

D.- SERVICIO

E.- PROCESO

F.- SOLDADURA

G.- AISLAMIENTO TERMICO

H.- ALMACENAMIENTO Y CONTROL DE MATERIALES

I.- CONTROL DE PLANOS Y ESPECIFICACIONES

J.- PROGRAMAS Y PRESUPUESTOS

9.- INSTALACION DE TURBOGENERADOR

A.- PARTES PRINCIPALES

B.- SECUENCIA DE MONTAJE

• Programa

• Recursos

C.- ALINEAMIENTO Y ACOPLAMIENTO AL GENERADOR

D.- CONEXIONES

E.- EQUIPO AUXILIAR

• Aceite lubricante y de control

• hidrógeno y sellos de aceite

• Agua de enfriamiento del estator

• Sellos de vapor

• Control, supervisión e instrumentación (mecánico y eléctrico)

• Equipo eléctrico auxiliar

10.- SISTEMAS ELECTRICOS E INSTRUMENTACION

A.- ACTIVIDADES INCLUIDAS

B.- VOLUMEN DE TRABAJO Y MATERIALES

C.- PROGRAMA

D.- SISTEMAS PRINCIPALES PERMANENTES

- Generador y Excitador
- Salida del Generador
- Transformador principal y auxiliar
- Subestación
- Auxiliares
- Ductos bajo tierra y conductos
- Cables y alambres
- Instrumentación
- Comunicación
- Computadoras
- Servicios a edificios
- Tierras y protección catódica

E.- FACILIDADES TEMPORALES

F.- TRABAJOS BAJO TIERRA

G.- CASA DE MAQUINAS

11.- INSTALACIÓN DE BALANCE DE PLANTA

A.- CONDENSADOR

B.- BOMBAS

C.- COMPRESORES DE AIRE

D.- CAMBIADORES DE CALOR

E.- GRUA PUENTE PRINCIPAL (EDIFICIO DEL TURBO -GENERADOR)

F.- TORRE DE ENFRIAMIENTO

G.- OTROS

- Tanques
- Plantas de tratamiento de agua

- Generador de emergencia
- Ventiladores
- Ventilación, calefacción y aire acondicionado
- Talleres, laboratorios, elevador

12.- CONTROL (DE LA CONSTRUCCION)

A.- DOCUMENTACION

B.- REQUERIMIENTOS PARA CONTROL DE TRABAJOS

C.- ESTRUCTURA DE TRABAJO

D.- EL PROCESO DE ANALISIS

E.- REPORTE MENSUAL DE AVANCE

E.- REVISION DE ESTIMADOS

G.- CURVA DE RECURSOS

**H.- REPORTE DE PAQUETES DE TRABAJO
CONDICIONES PARA EL EXITO DE UN PROYECTO**

1.- CAPACIDAD PARA REALIZAR ADECUADAMENTE CADA UNA DE LAS PARTES DEL PROYECTO

- Ingeniería
- Abastecimientos y/o Fabricación
- Construcción
- Pruebas y puesta en Servicio

2.- APOYO TOTAL DE LA DIRECCION

3.- ESTRUCTURA DE ORGANIZACION ADECUADA

4.- REPLANTEAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE PLANEACION Y CONTROL

5.- NOMBRARSE UN RESPONSABLE O JEFE DEL PROYECTO

6.- DEFINIR EL GRADO DE INTERRELACION CON LAS DEMAS AREAS

- 7- DEFINIR EL GRADO DE AUTORIDAD DE JEFE DE PROYECTO
- 8.- TENER Y ESTABLECER CON CLARIDAD EL GRAN OBJETIVO
- 9.- DETERMINAR LOS OBJETIVOS PARCIALES DEL PROYECTO
- 10.-ESTABLECER PUNTOS DE CONTROL, ACTIVIDADES, INTERRELACIONES Y ESTIMACIONES DE TIEMPO
- 11.-DIBUJAR GRAFICAMENTE EL ESQUEMA DE PROYECTO
- 12.-QUE EL JEFE DEL PROYECTO MAS QUE DIRIGIR COORDINE

CARACTERISTICAS DE LOS PROYECTOS

- 1.- TODOS TIENEN UN "CLIENTE"
- 2.- SU GESTION AFECTA A CASI TODA LA EMPRESA
- 3.- SU INTRODUCCION IMPLICA HACER CAMBIOS

CASOS EN QUE CONVIENE APLICAR LA GESTION POR PROYECTOS

- 1.- TRABAJOS UNICOS EN SU ESPECIE
- 2.- COMPLEJIDADES DE ORGANIZACION
- 3.- INTERVENCION DE VARIAS TECNOLOGIAS
- 4.- SITUACIONES POCO USUALES CON RELACION AL PERSONAL O MEDIO AMBIENTE SINDICAL
- 5.- UBICACION REMOTA
- 6.- INFLUENCIAS DEL CLIENTE
- 7.- URGENCIA

LAS ACTIVIDADES DE LA FUNCION DE PLANEACION

- 1.- IDENTIFICACION DE:
 - Problemas
 - Necesidades
 - Oportunidades

2.-ELABORACION DE PRONOSTICOS PARA DETERMINAR A DONDE LLEVA EL CURSO ACTUAL

3.- FIJAR OBJETIVOS, PARA PRECISAR RESULTADOS FINALES DESEADOS, COMO:

- Resultados, terminaciones
- Productividad
- Estándares de comportamiento
- Proyectos de desarrollo
- Desarrollo organizacional
- Capacitación

4.-BUSCAR LAS ACCIONES MAS ADECUADAS PARA LOGRAR OBJETIVOS

5.- SELECCIONAR LA ACCION MAS EFICAZ, EN FUNCION DE RECURSOS DISPONIBLES HOY Y PREVISIBLES EN EL FUTURO

6.- DESARROLLAR ESTRATEGIAS, PARA DECIDIR COMO Y CUANDO LOGRAR LAS METAS FIJADAS

7.- ELABORAR PROGRAMAS, ESTABLECIENDO PRIORIDADES, SECUENCIAS, TIEMPOS Y SINCRONIZACION DE LOS PASOS A SEGUIR

8.- REQUERIMIENTOS, JUSTIFICACION Y ASIGNACION DE RECURSOS PARA PRESUPUESTAR EN:

- Facilidades
- Equipo
- Materiales
- Personal
- Programas de tiempo

9.- ESTABLECER PROCEDIMIENTOS PARA NORMALIZAR METODOS, EN:

- Estándares
- Programa de plan de acción táctica
- Requerimientos de control, con necesidades de información
- Lista de tareas

- Programas de trabajo
- Criterio y procedimiento para revisión de planes
- Interrelaciones en otras funciones

10.- FORMULACION DE POLITICAS, ES DECIR, TOMAR DECISIONES SOBRE ASUNTOS IMPORTANTES Y RECURRENTES



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

CURSOS ABIERTOS

GESTION DE PROYECTOS ELECTROMECAVICOS

TEMA: VI PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO

EXPOSITOR: ING. MARTINIANO AGUILAR RODRIGUEZ

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 transformadores, 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 minimo 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 prerequisites de lo siguiente aplicable:

Pruebas de prerequisites. 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 ambientes.

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.

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 0 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 activida--
des de pruebas, se deberá formar un grupo de trabajo de prue-
bas 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 requere-
mientos de pruebas.

Las responsabilidades del grupo de trabajo de pruebas, inclu-
yen 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 repruebas, 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 y 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

- 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, incluyen

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 que estos

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.



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

CURSOS ABIERTOS

GESTION DE PROYECTOS ELECTROMECHANICOS

A N E X O S

EXPOSITOR: ING. MARTINIANO AGUILAR RODRIGUEZ

El Sector Eléctrico en México

ING. RAFAEL CRISTERNA OCAMPO

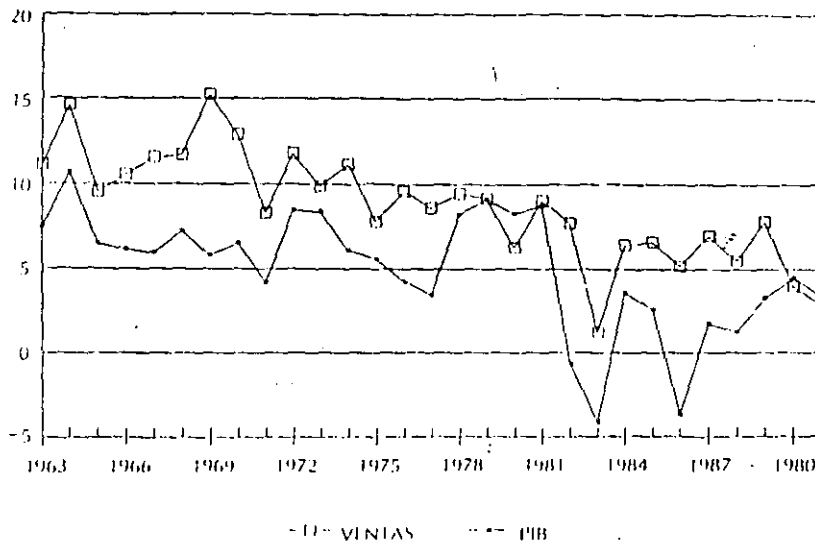
EL SECTOR ELECTRICO EN MEXICO PROPOSITO

PRESENTAR EL PROGRAMA DE EXPANSION DE GENERACION DE COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD Y POSIBILIDADES DE INCORPORAR COGENERACION DE LA INDUSTRIA PRIVADA

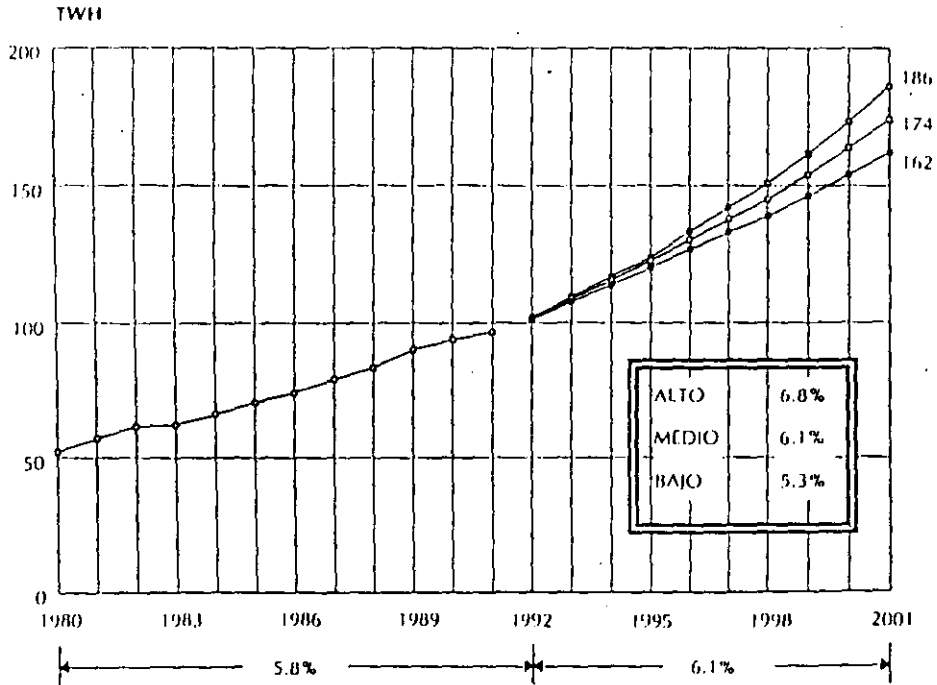
EL SECTOR ELECTRICO EN MEXICO TEMA

COMPOSICION ACTUAL Y FUTURA DE LA GENERACION EN EL SISTEMA ELECTRICO MEXICANO

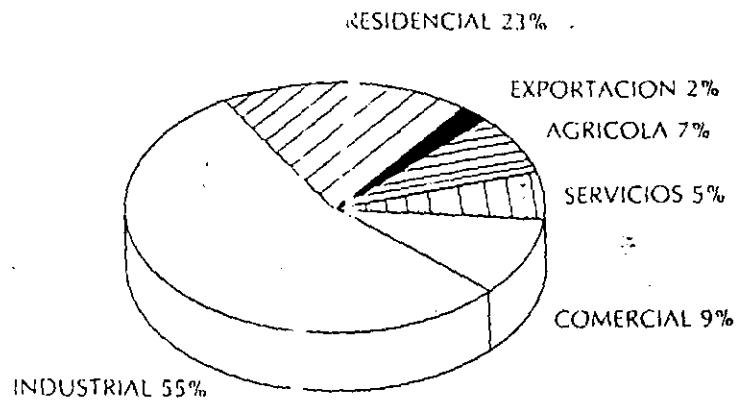
VENTAS DE ENERGIA Y PIB Tasas de Crecimiento Anual %



MODELO SECTORIAL Ventas Totales de Energía Según Escenarios Económicos

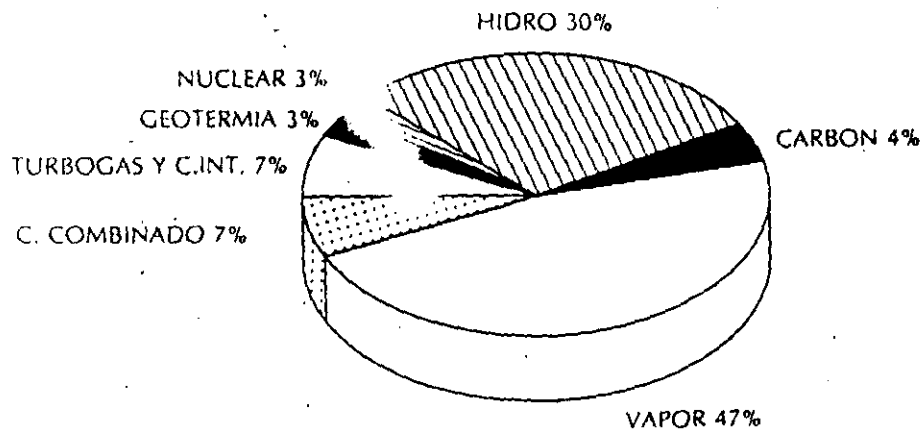


ESTRUCTURA DEL MERCADO 1991



CAPACIDAD EFECTIVA EN EL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL

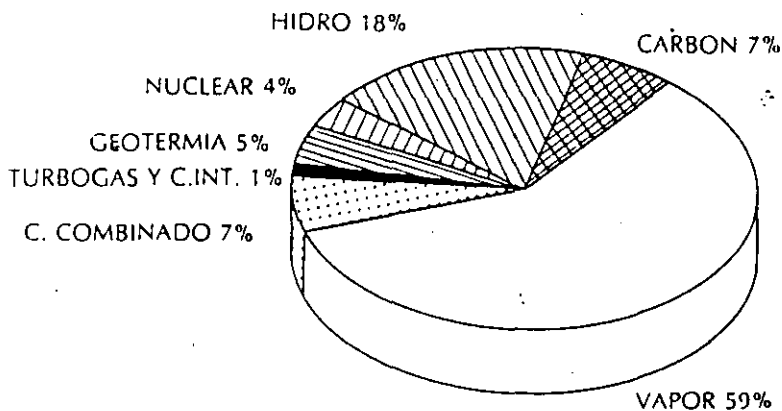
A Diciembre de 1991



26,797 MW

GENERACION BRUTA EN EL SISTEMA ELECTRICO NACIONAL

Año 1991

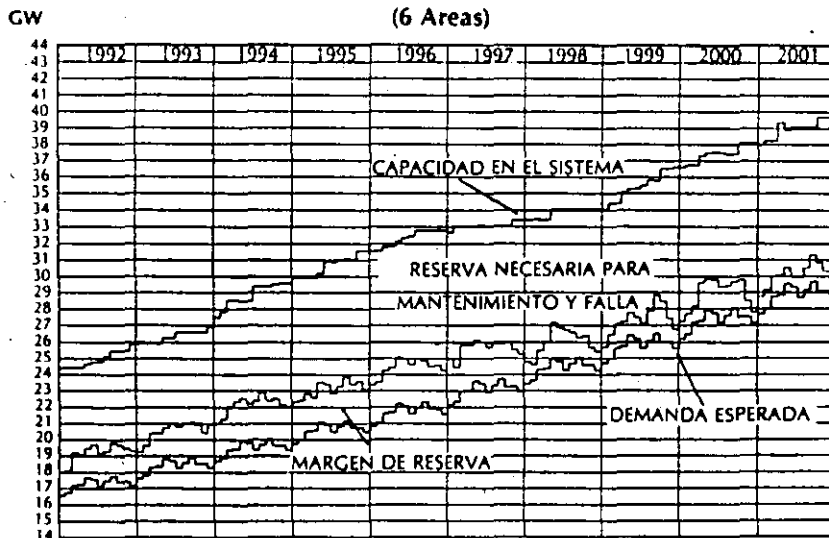


118,412 GWH

BALANCE DE POTENCIA (GW)

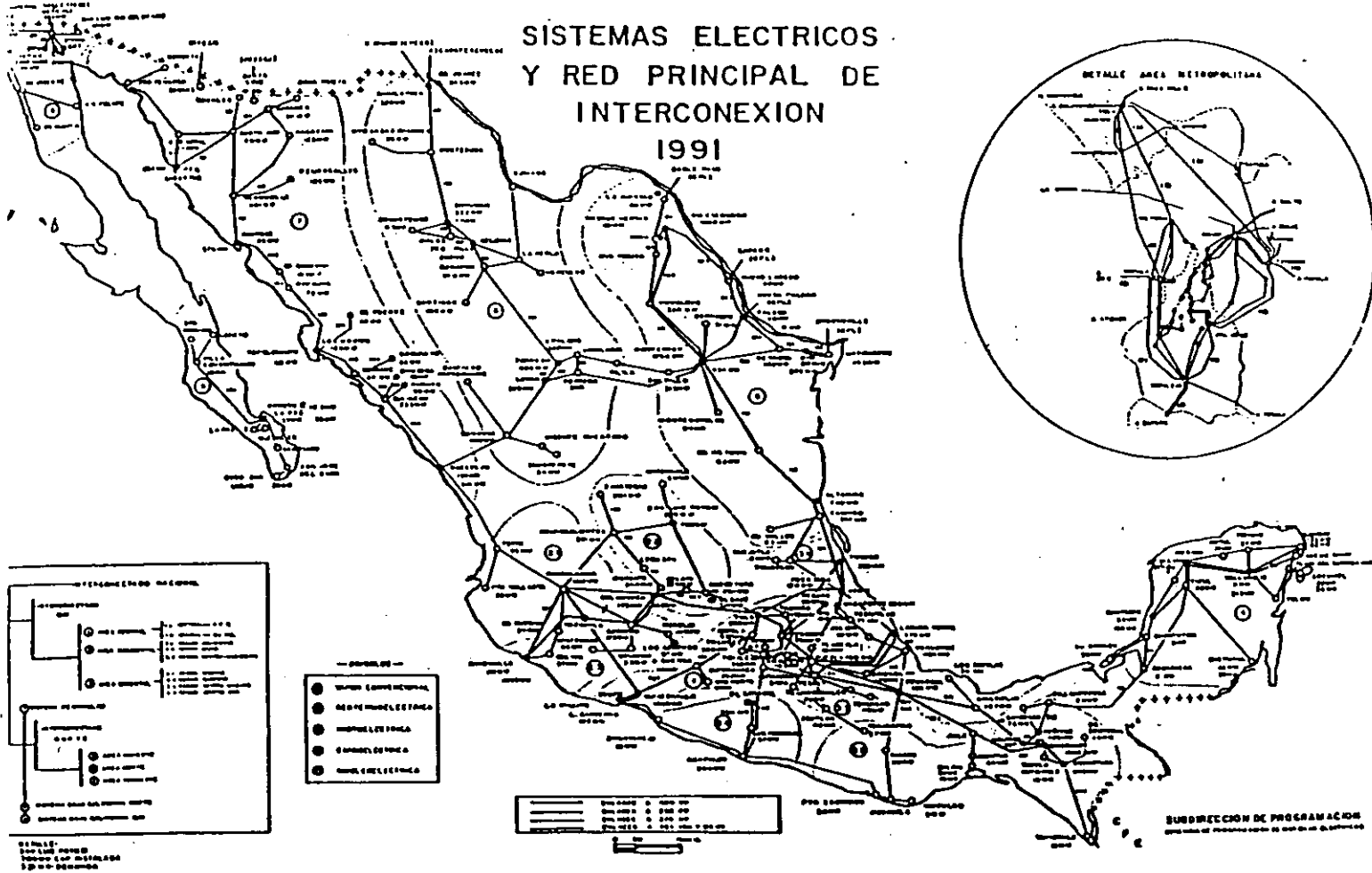
Sistema Interconectado Nacional

(6 Areas)



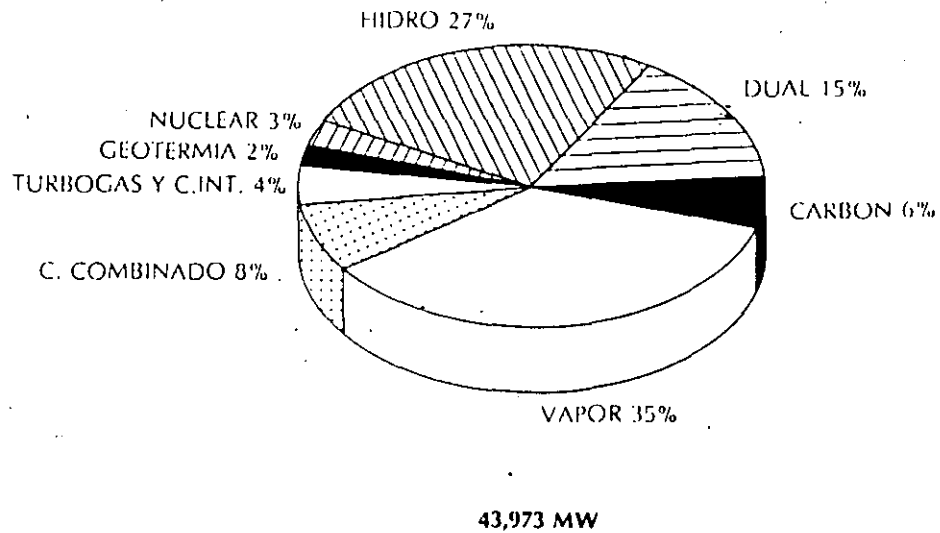
POSE: JUN - 1992

SISTEMAS ELECTRICOS Y RED PRINCIPAL DE INTERCONEXION 1991



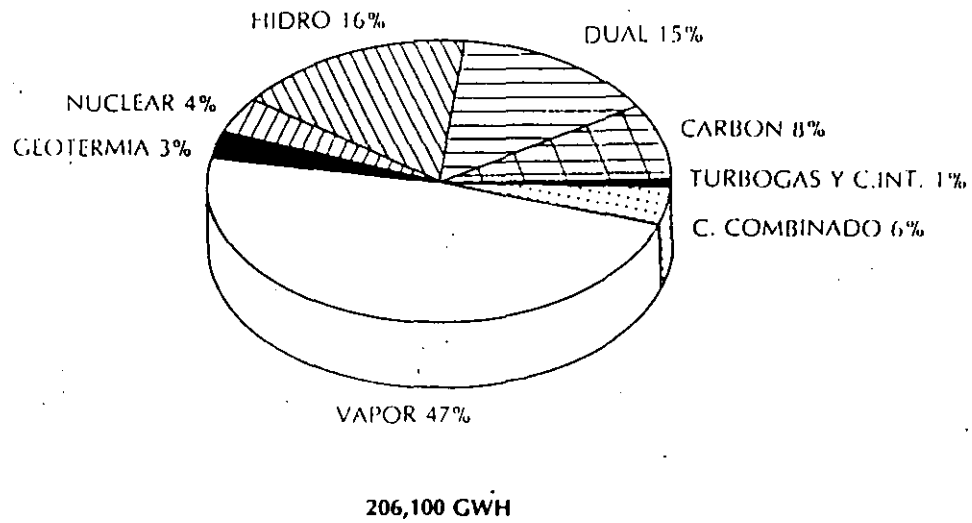
CAPACIDAD EFECTIVA EN EL SISTEMA ELECTRICO NACIONAL

A Diciembre de 2001



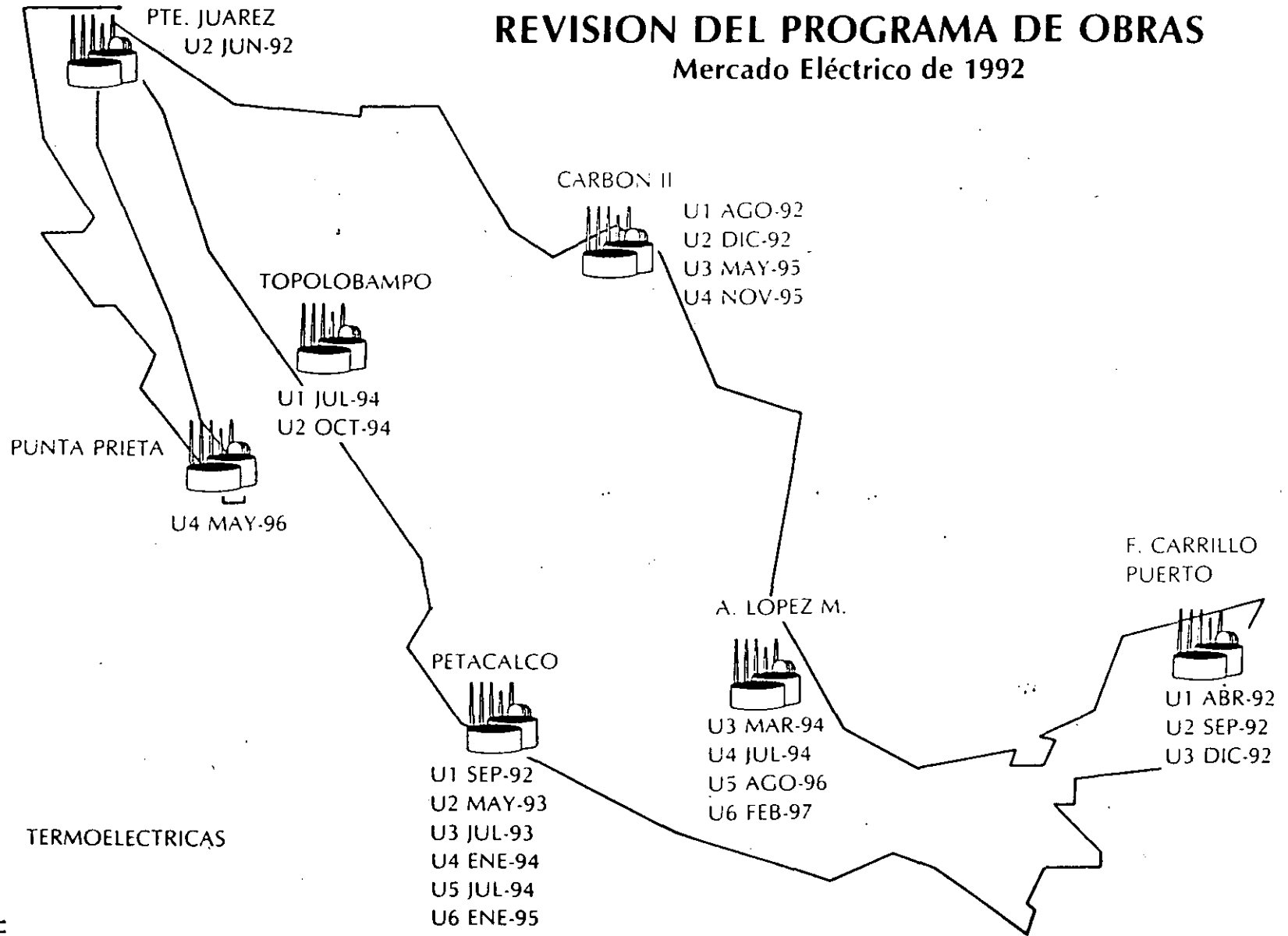
GENERACION BRUTA EN EL SISTEMA ELECTRICO NACIONAL

Año 2001



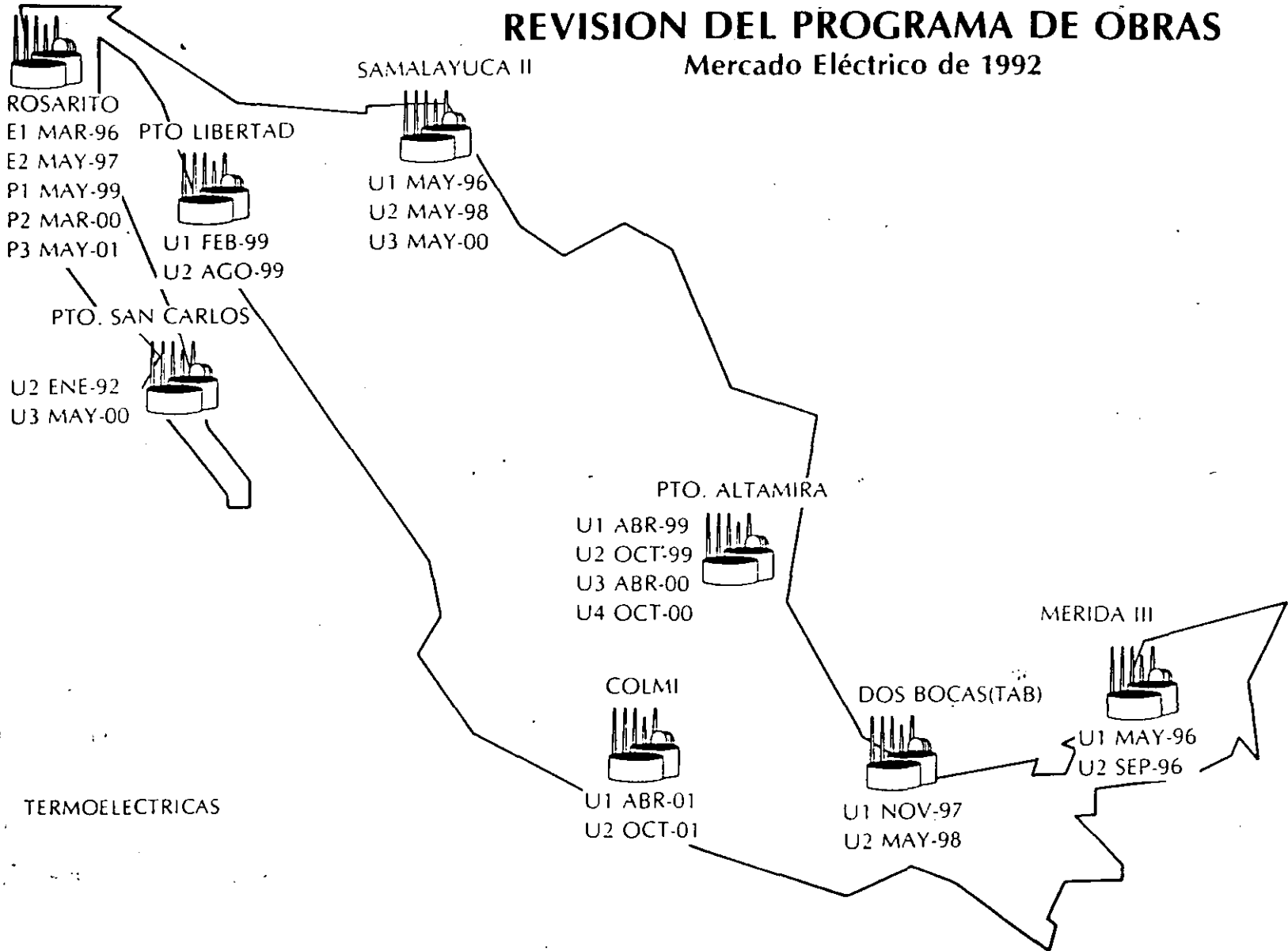
REVISION DEL PROGRAMA DE OBRAS

Mercado Eléctrico de 1992



REVISION DEL PROGRAMA DE OBRAS

Mercado Eléctrico de 1992



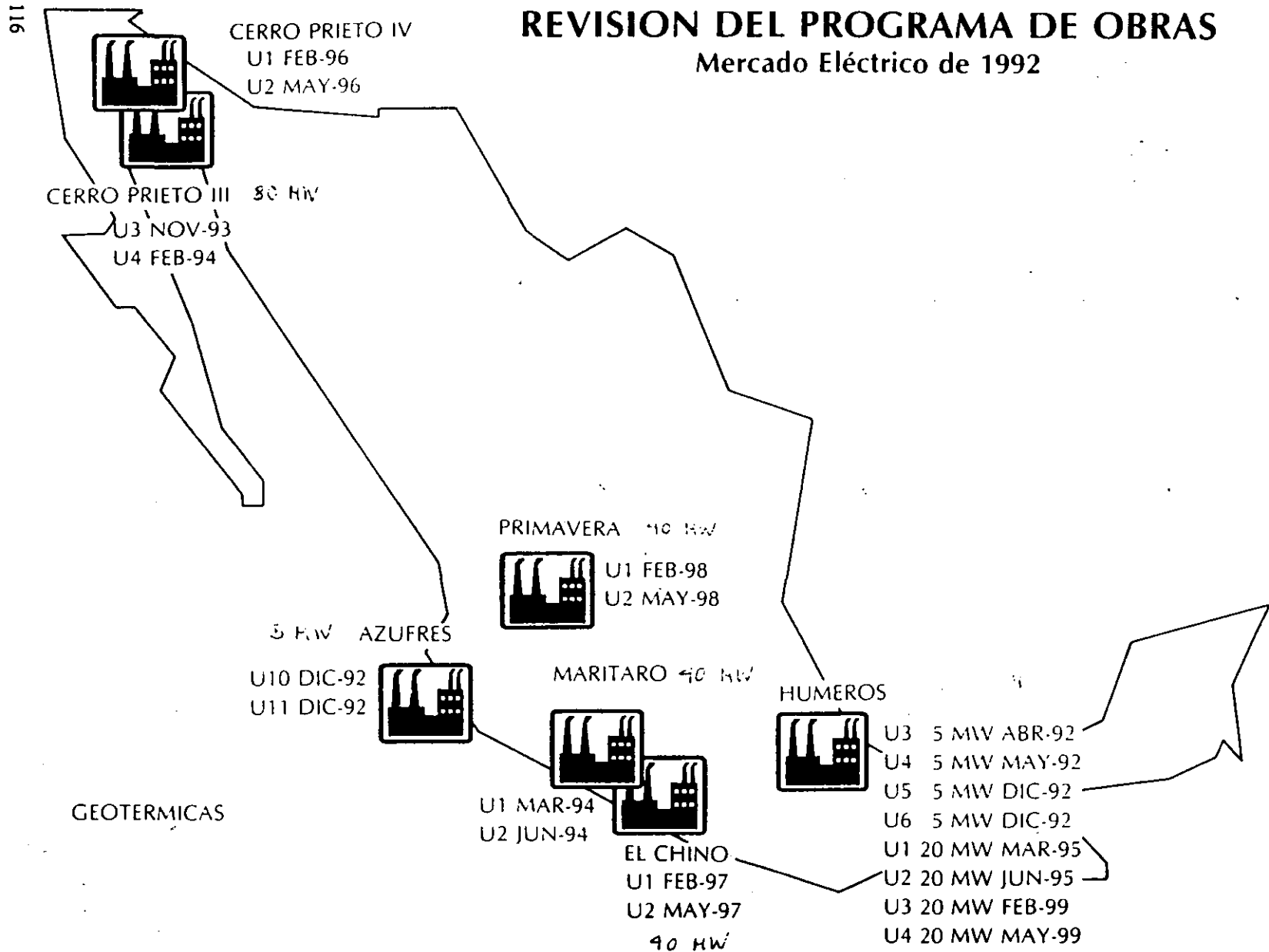
REVISION DEL PROGRAMA DE OBRAS

Mercado Eléctrico de 1992



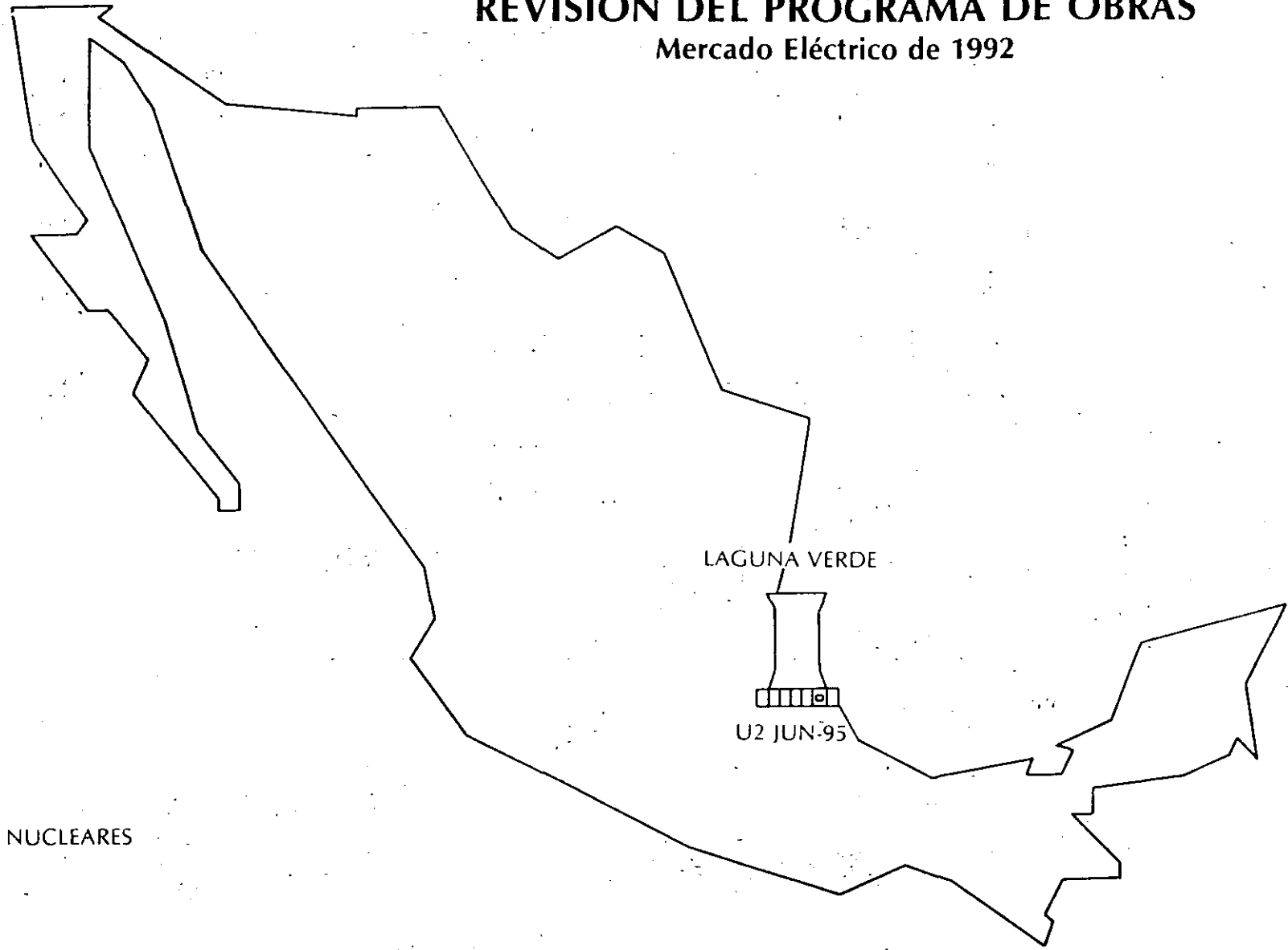
REVISION DEL PROGRAMA DE OBRAS

Mercado Eléctrico de 1992



REVISION DEL PROGRAMA DE OBRAS

Mercado Eléctrico de 1992



NUCLEARES

CAPACIDAD PROGRAMADA ADICIONAL POR REGIONES (MW)

PERIODO 1992 - 1997				
REGION	BASE	INTERMEDIA	PUNTA	TOTAL
CENTRAL	2100	84	196	2380
ORIENTAL	2135			2135
OCCIDENTAL	50	368	860	1278
NOROESTE	320	120	280	720
NORTE		220		220
NORESTE	1400			1400
YUCATAN	395	80		475
BC	240	370	60	670
BCS	47	13	10	70
TOTAL	6687	1255	1406	9348

PERIODO 1997 - 2001				
REGION	BASE	INTERMEDIA	PUNTA	TOTAL
CENTRAL		291	679	970
ORIENTAL	740	132	308	1180
OCCIDENTAL	1380			1380
NOROESTE	700			700
NORTE		440		440
NORESTE	2600			2600
YUCATAN				0
BC		520		520
BCS	37.5			37.5
TOTAL	5457.5	1383	987	7827.5

CONCLUSIONES

- POR SUS MULTIPLES BENEFICIOS, LA COGENERACION ES UNA FUENTE ATRACTIVA Y ACEPTABLE POR EL SISTEMA ELECTRICO DE MEXICO.
- LOS PROYECTOS DE GENERACION DEL SISTEMA ELECTRICO DE MEXICO TIENEN PERIODOS DE MADURACION AMPLIOS (3-10 AÑOS).
- CFE TIENE OBRAS EN CONSTRUCCION Y COMPROMISOS DEFINIDOS Y ESTABLECIDOS PARA EL PERIODO 1992-1996, INCLUYENDO PARTE DE 1997.

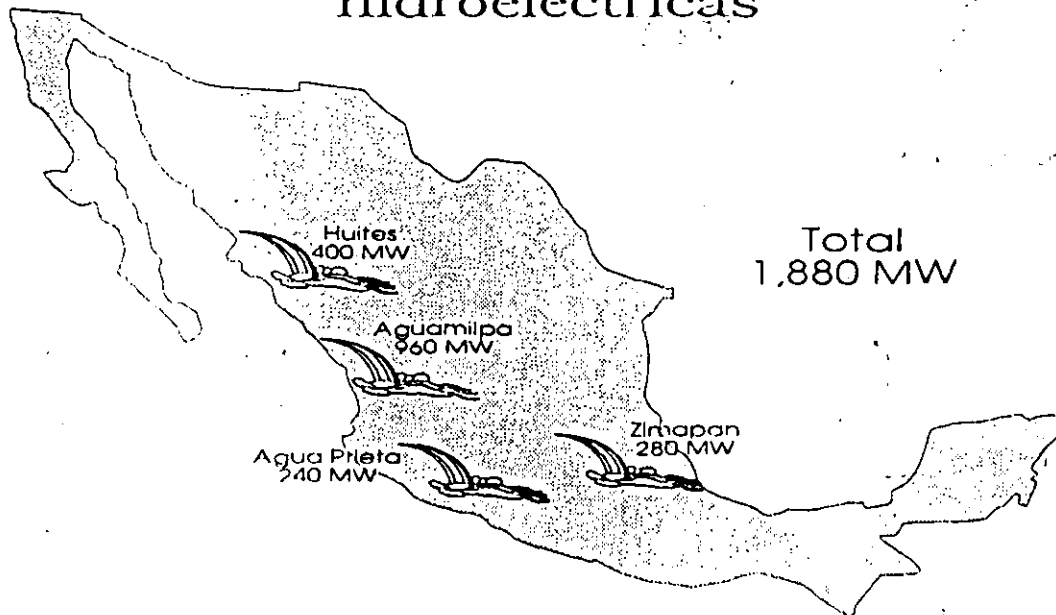
CONCLUSIONES

- PARA SUSTITUIR CAPACIDAD DEL PROGRAMA DE EXPANSION, LOS PROYECTOS DE COGENERACION PUEDEN SER INCORPORADOS MEDIANTE CONTRATOS DE CAPACIDAD FIRME Y ENERGIA ASOCIADA A LARGO PLAZO, A PARTIR DE 1997.
- SE CONSIDERA FACTIBLE QUE LOS PROYECTOS DE COGENERACION Y AUTOABASTECIMIENTO CON CAPACIDAD NO FIRME PUEDAN INCORPORARSE BAJO ESQUEMAS DE PRECIOS DE OPORTUNIDAD.

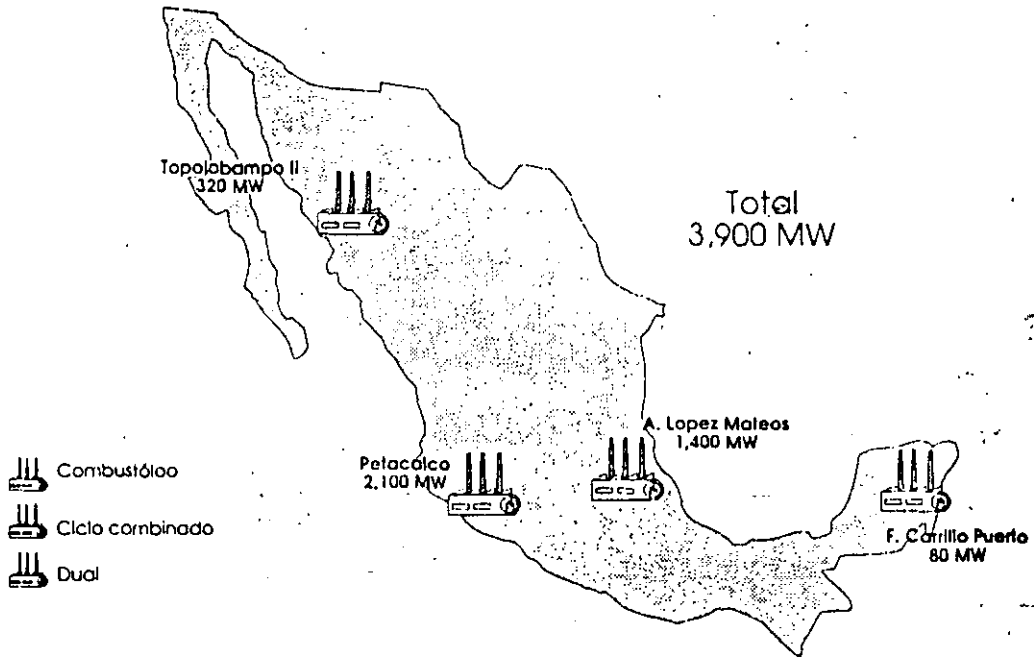
Usuarios - 1992

Sector	Usuarios (miles)
Residencial	15,504
Comercial	1,884
Industrial	63
Servicios	74
Agrícola	78
<hr/>	
Total	17,603

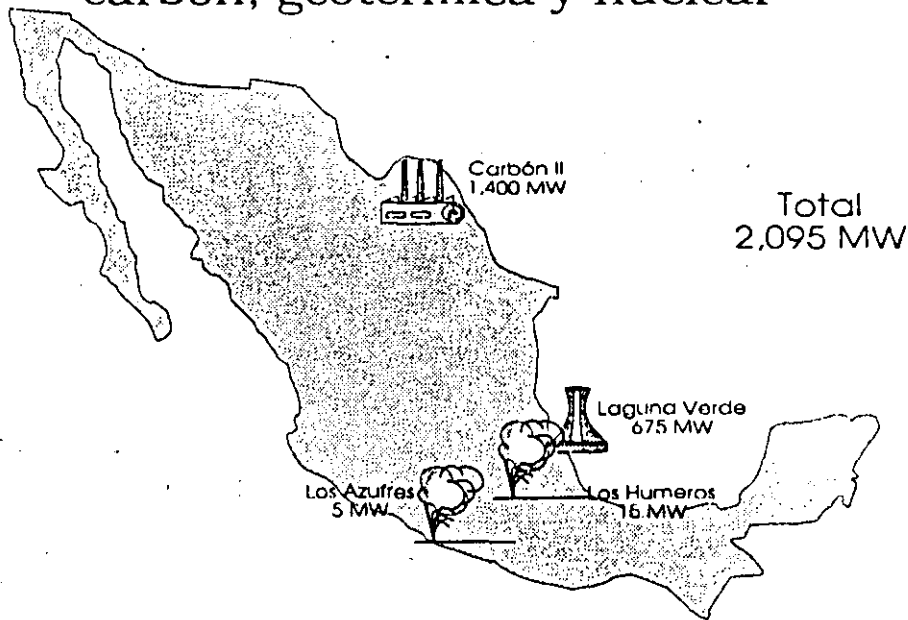
Plantas en construcción hidroeléctricas

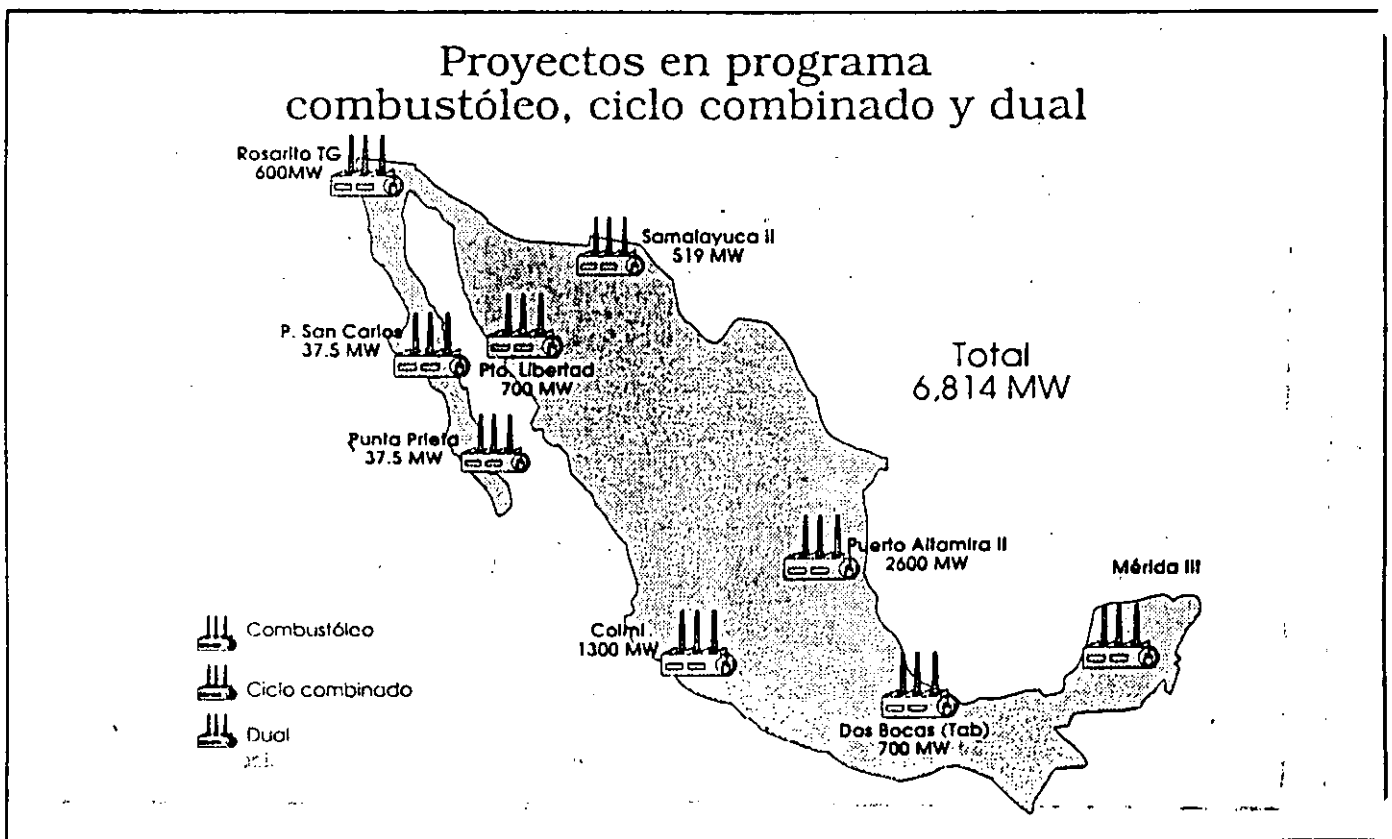
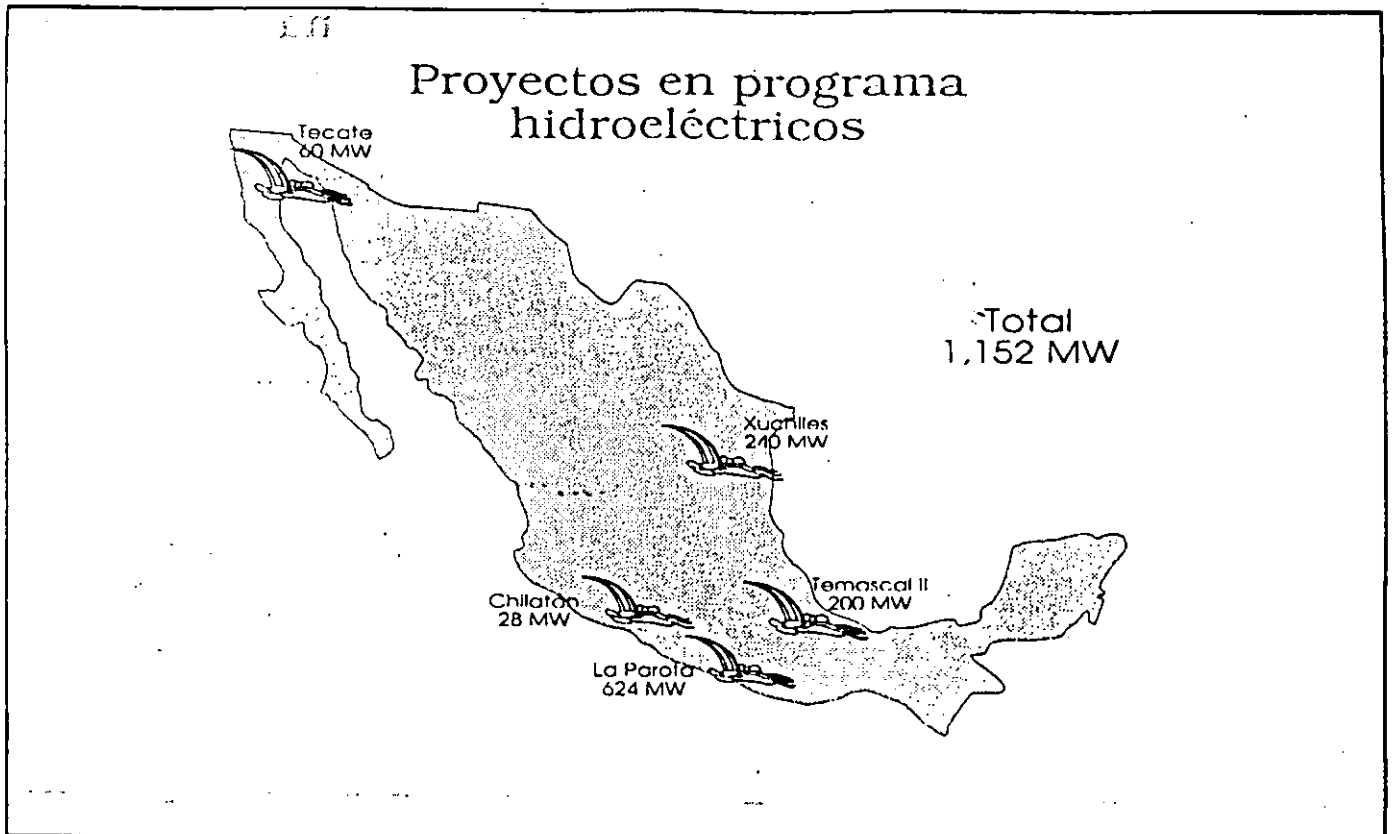


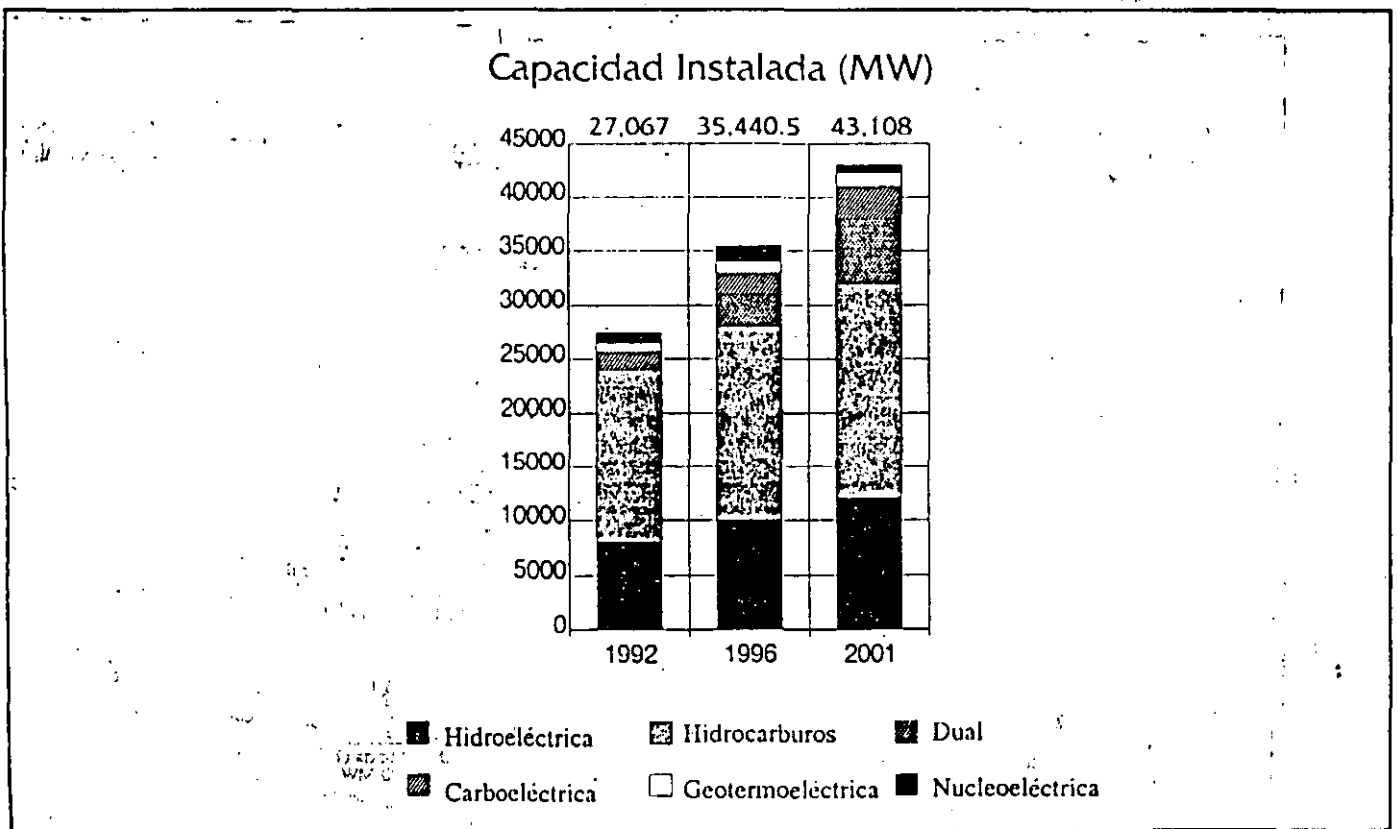
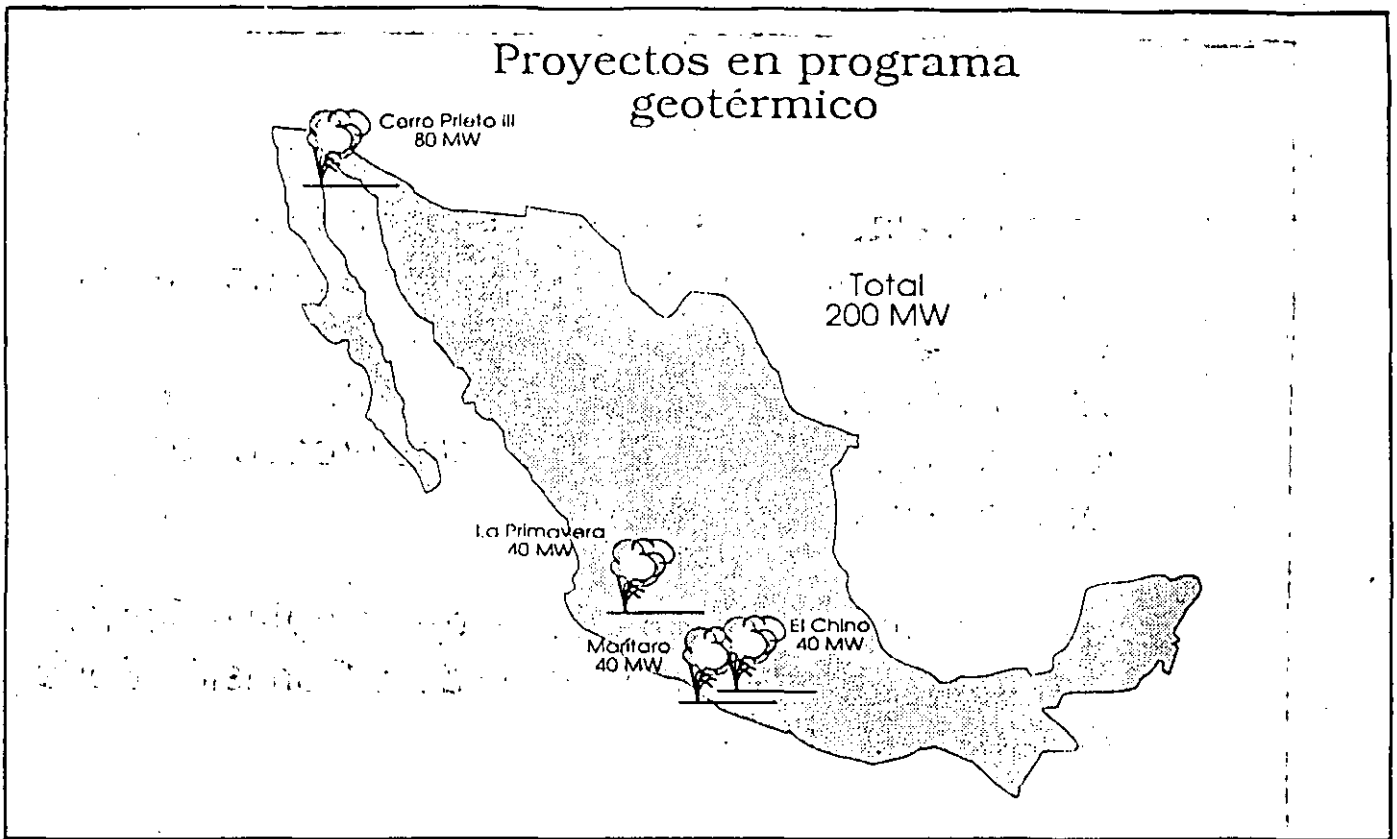
Plantas en construcción combustóleo, ciclo combinado y dual



Plantas en construcción carbón, geotérmica y nuclear







Cogeneración

• Es la instalación que permite generar energía eléctrica conjuntamente con vapor u otro tipo de energía térmica secundaria, o ambos, a través de la conversión secuencial de la energía, aprovechando la energía térmica residual o los combustibles producidos en los procesos

• Los excedentes de producción de energía eléctrica deberán ponerse a disposición de la Comisión Federal de Electricidad

Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica

- Autoabastecimiento
- Cogeneración
- Producción Independiente
- Pequeña Producción
- Importación de Energía
- Exportación de Energía
- Servicio de Transmisión (Porteo)

Conclusiones

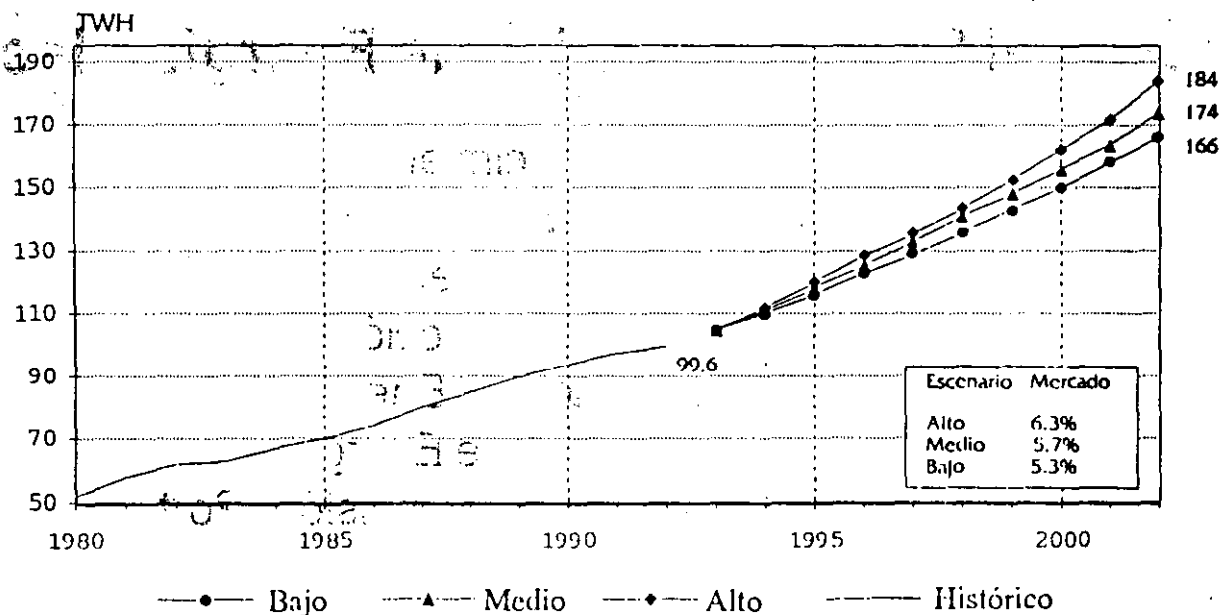
En los próximos diez años el Sistema Eléctrico Nacional requiere para satisfacer el crecimiento de la demanda de energía eléctrica, la instalación de entre 1,500 y 2,000 MW por año.

Actualmente están en proceso de construcción del orden de 8,000 MW con los cuales se estima se podrán cubrir las necesidades de crecimiento hasta el año 1997.

De acuerdo con la nueva Ley y su Reglamento la capacidad adicional requerida será conformada principalmente mediante proyectos de cogeneración, autoabastecimiento y producción independiente.

Dadas las características de alta eficiencia y múltiples beneficios en los proyectos de cogeneración, este tipo de proyectos son una fuente atractiva y aceptable en el Sistema Eléctrico Nacional y podrán competir ventajosamente con otros productos externos de CFE.

Evolución y Pronósticos de Ventas de Energía Eléctrica

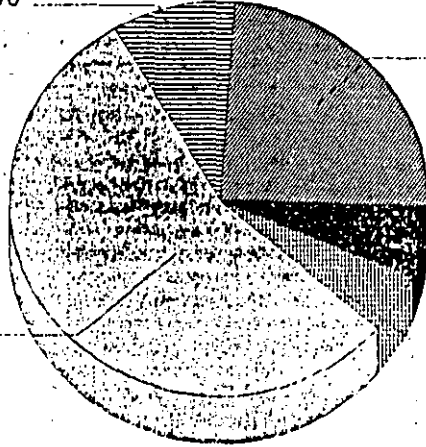


Ventas

1992-99,611 GWh

Comercial 9.5%

Residencial 24.6%



Industrial 55.0%

Agrícola 5.8%

Servicios 5.0%