

46
2 y



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

ADMINISTRACION DE PROYECTOS INDUSTRIALES

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A :

Felipe Ignacio Güemez Ortiz

MEXICO, D. F.

1985



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

C O N T E N I D O

INTRODUCCION.

GENERALIDADES.

CAPITULO I: TIPOS DE ORGANIZACION DE UN GRUPO DE PROYECTO.

- 1.- Organigramas.
- 2.- Descripción de Funciones.
- 3.- Recomendaciones.

CAPITULO II: PLANEACION DEL PROYECTO.

- 1.- Antecedentes.
- 2.- Determinación de las Necesidades del Cliente.
- 3.- Definición del Proyecto.
- 4.- Programa General del Proyecto.
- 5.- Estimado de Horas-Hombre.
- 6.- Estimado de Costos.
- 7.- Tipos de Contratos.

CAPITULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO.

- 1.- Estudio de Factibilidad del Proyecto.

- 2.- Desarrollo de la Ingeniería Básica.
- 3.- Desarrollo de la Ingeniería de Detalle.
- 4.- Desarrollo de la Ingeniería de Procura.
- 5.- Construcción.
- 6.- Pruebas y Arranque de la Planta.

CAPITULO IV: COORDINACION, EVALUACION Y CONTROL.

- 1.- Coordinación.
- 2.- Evaluación y Control.
- 3.- Terminación del Proyecto.

CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA.

INDICE.

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

Este trabajo tiene como objetivo analizar las técnicas de la administración de proyectos existentes y recomendar las que se consideran más adecuadas para el desarrollo de proyectos industriales.

El análisis efectuado toma en cuenta las bases teóricas y las adaptaciones prácticas que se han generado en el desarrollo de proyectos de plantas químicas, petroquímicas y de refinación en México. Por lo tanto, este trabajo podrá servir como guía para quienes participen en el desarrollo de los proyectos mencionados.

La administración de proyectos, es una disciplina que se ha generado para optimizar el aprovechamiento de los recursos humanos y materiales y que ha sufrido un avance considerable en los últimos años debido al desarrollo tecnológico que se ha tenido a nivel internacional así como en nuestro país.

Aunque la administración de proyecto, se ha desarrollado principalmente en otros países, ésta se ha adaptado de acuerdo a los requerimientos y disponibilidad de los recursos en México.

La administración de proyectos se aplica a todas las etapas desde la concepción hasta la puesta en marcha de una planta, por lo tanto el ingeniero químico es la persona que debe desarrollar la administración de proyecto, debido a la formación profesional con

la que cuenta.

Después de haber realizado una revisión exhaustiva de la información existente sobre éste tema y tomando en cuenta las experiencias de personal que ha intervenido en el desarrollo de diversos proyectos, se ha organizado la presentación de ésta tesis como se menciona a continuación:

En primer término, se presentan los tipos de organización y algunas recomendaciones para organizar los grupos de proyecto, - posteriormente se describen los principales puntos a considerar en la planeación de un proyecto. El desarrollo del proyecto se plantea de tal forma que permite hacer un desglose completo de la información generada incluyendo criterios que le sirven al administrador de proyecto para facilitar sus funciones; finalmente, se plantea la problemática de la coordinación, evaluación y control, mencionando las principales herramientas usadas para tal fin, así como los conceptos claves que deben considerarse para el buen desarrollo de un proyecto.

GENERALIDADES

La ingeniería de proyecto es una actividad interdisciplinaria, cuya meta es optimizar la realización de proyectos industriales en los que la ingeniería se debe desarrollar en el menor tiempo menor costo y alta calidad, lo que redundará en el mejor aprovechamiento de los recursos humanos y materiales asignados. Por lo que para lograr alcanzar las metas establecidas, dentro de las limitaciones de recursos humanos y materiales, debe existir una entidad que se avoque a coordinar todos los esfuerzos hacia el logro de los objetivos de tal manera que se cumpla con las premisas mencionadas anteriormente. La entidad cuya función dentro del proyecto es "administrar" los recursos y "coordinar" todas las actividades, constituye el grupo de administración de proyecto, el cual independientemente de cómo se integre tendrá como responsable al administrador de proyecto.

Un proyecto tiene un período de vida finito y bien definido, que incluye en términos generales diversas fases, las cuales se muestran en la figura 1. Estas fases definen lo que es el ciclo de vida de un proyecto; por lo que no se trata de una actividad que continuará como parte normal de una organización.

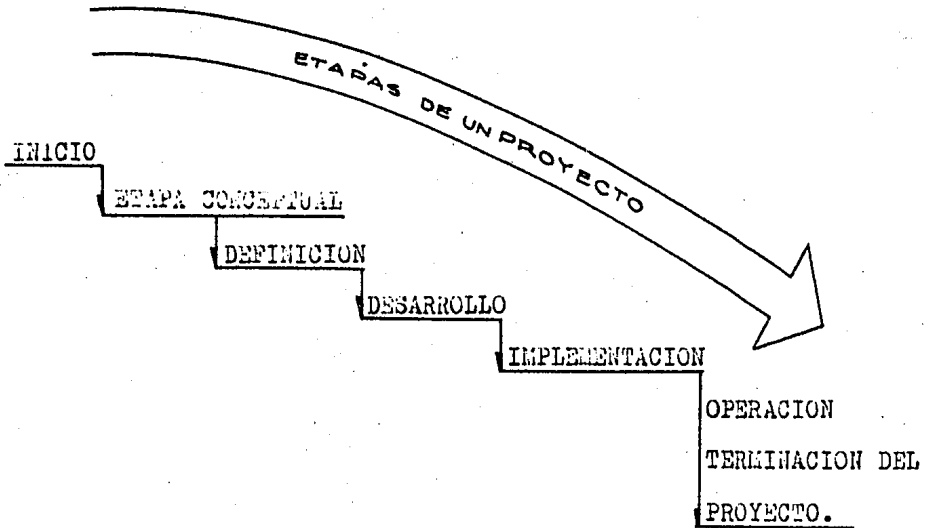


figura 1.

A continuación se desglosa en forma breve las etapas de un proyecto.

-INICIO.

Ya que el cliente ha determinado la necesidad de una nueva instalación industrial, o una ampliación a alguna ya existente, establecerá las bases de sus necesidades y emitirá una solicitud de cotización para seleccionar a la firma de ingeniería que desarrollará el proyecto. Para lo cual la firma de ingeniería prepara una propuesta para enviarla al cliente.

El objetivo del proyecto debe ser bastante claro desde que surge la necesidad del cliente, ya que depende de la claridad de los objetivos el buen planteamiento y organización que se haga del proyecto.

-ETAPA CONCEPTUAL.

El concepto dentro de las fases del proyecto, es la etapa en la que después de definirse los objetivos, el administrador de

proyecto deberá establecer las bases tecnológicas adecuadas, que le permitan llevar a cabo la consecución de sus objetivos y efectuar el estudio de factibilidad que le permitan hacer un análisis técnico-económico del proyecto.

-DEFINICION.

En esta etapa es donde el administrador de proyecto requiere establecer ya de una manera formal la información necesaria que servirá de retroalimentación para el desarrollo del proyecto, y es donde se lleva a cabo la planeación de actividades en forma específica para entrar de lleno a la etapa de desarrollo del proyecto lo que le permitirá establecer las bases técnicas que permitan cumplir con los requisitos del proyecto.

-DESARROLLO.

El desarrollo del proyecto implica llevar a cabo todas las actividades técnicas del proyecto por parte de los departamentos funcionales. En esta etapa el administrador de proyecto va a estar administrando en forma continua su proyecto, vigilando la buena marcha del mismo, coordinando actividades, evaluando y controlando, para que vayan cumpliendo objetivos de acuerdo a lo programado o - en su defecto, tomando medidas correctivas para cumplir con el programa.

-IMPLEMENTACION.

La implementación constituye la realización física del proyecto, lo cual será posible a partir de los resultados e información con que se cuente de las etapas predecesoras.

Esta fase incluye la construcción, el arranque y el ajuste, prueba de garantía de la instalación industrial que se proyecta.

t6.

-OPERACION.

Una vez que la instalación industrial ha operado por el tiempo de garantía, el administrador de proyecto dá por terminado el proyecto, con lo cual se cumplieron los objetivos del proyecto.

Los enfoques que se le den a la administración de proyectos, dependen del tamaño de la empresa, independientemente del tipo de organización adoptado, es función del administrador del proyecto conjuntar todas las actividades que se interrelacionan y se desarrollan para que no haya interferencias entre sí.

Para poder establecer el tipo organizativo que permita llevar a cabo en forma adecuada el desarrollo del proyecto, se propone seguir las funciones mencionadas en la figura 2, en las cuales se desarrolla la administración de proyectos.

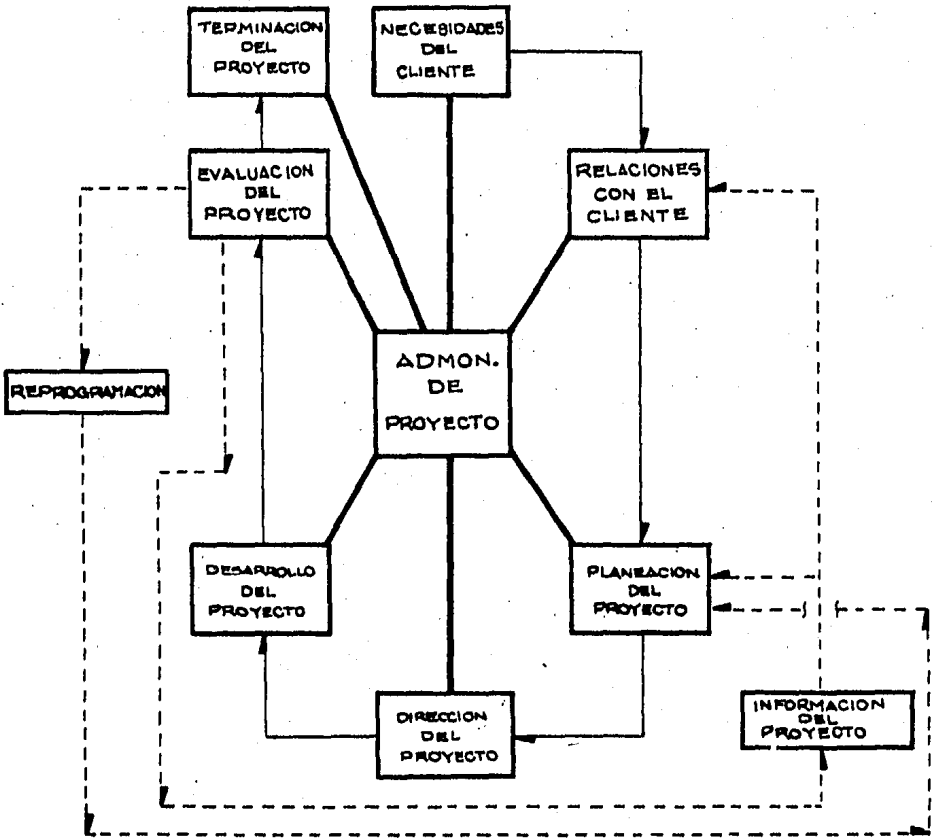


FIGURA 2

C A P I T U L O I

TIPOS DE ORGANIZACION DE UN GRUPO DE PROYECTO

1.- Organigramas.

1.1.- Organización funcional.

La organización funcional es una estructura básicamente jerárquica (figura 1). Este tipo de organización cuenta con una cima administrativa, teniendo diferentes niveles y departamentos funcionales, los cuales son el punto focal de todas las actividades durante el desarrollo del proyecto, mantiene y desarrolla los planes de trabajo para el cumplimiento del mismo y establece técnicas de trabajo, tales departamentos son los de ingeniería, proceso, compras, administración, operación y contabilidad.

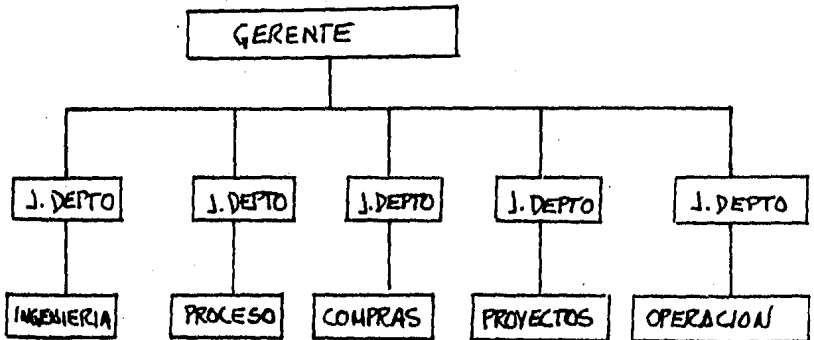


FIGURA 1

La estructura jerárquica rige éste tipo de organización, la cual está basada en las teorías administrativas de especialización, relaciones y líneas de apoyo, autoridad, responsabilidad e intervalos de control.

La mayoría de subunidades funcionales son apoyadas por - disciplinas tales como ingeniería o contabilidad. Lo anterior es considerado sencillo para los administradores funcionales si ellos son agrupados juntos y si el jefe - del departamento funcional tiene capacidad y experiencia en dicha disciplina en particular.

Las ventajas de la organización funcional son las siguientes:

- Centralización de recursos similares.
- Seguridad del personal en su trabajo.
- Capacitación del personal técnico de cada departamento.
- Definición de oportunidades y desarrollo propio del personal técnico en su especialidad.

Las desventajas de la organización funcional son las siguientes:

- Cuando una persona trabaja en un proyecto, y lo transfieren a trabajar en otro proyecto diferente, no encuentra un balance de objetivos hacia los demás departamentos o proyectos que se desarrollen dentro de la compañía considerando que sólo sus proyectos son prioritarios.
- Falta de motivación del personal en los departamentos funcionales, ya que al encontrarse el personal ante una

- cúspide organizacional, éste se siente relegado por personal con más tiempo.
- Por falta de motivación, el personal desarrolla su trabajo como autómatas.
 - Se hace difícil integrar las actividades interdisciplinarias en el desarrollo de la ingeniería de detalle.
 - Monopolización administrativa o de decisiones en la pirámide organizacional (vértice).
 - Falta de información interdepartamental (comunicación horizontal).
 - Difícil manejo de grandes volúmenes de información técnica relacionada con la información de diferentes proyectos.
 - En este tipo de organizaciones los cambios en los proyectos no se llevan a cabo rápidamente debido a la verticalidad administrativa de la misma.
 - Frecuentemente el personal que trabaja en este tipo de organización, se interesa en su propia capacitación y no centra su interés en los objetivos y metas de los proyectos.

1.2.- Organización proyectizada.

En una organización proyectizada, la totalidad de recursos son empleados para el cumplimiento de un objetivo en específico, en este tipo de organización, el grupo es separado de la estructura organizacional de la compañía y

constituido como una unidad independiente encabezada por un administrador de proyecto.

El administrador de proyecto cuenta con autoridad suficiente sobre el personal que trabaja en el proyecto y - adquiere recursos tanto internos como externos. Todo el personal en el proyecto está bajo la autoridad directa del administrador de proyecto durante la duración del - proyecto. En una compañía grande se establece una pequeña estructura especial temporalmente para el cumplimiento de un objetivo específico. Es interesante hacer notar que en la integración del grupo de proyecto, este es dividido en varias áreas funcionales (figura 2), no dejando de formar en sí un grupo interdisciplinario cuya única línea de mando la establece el administrador de proyecto.

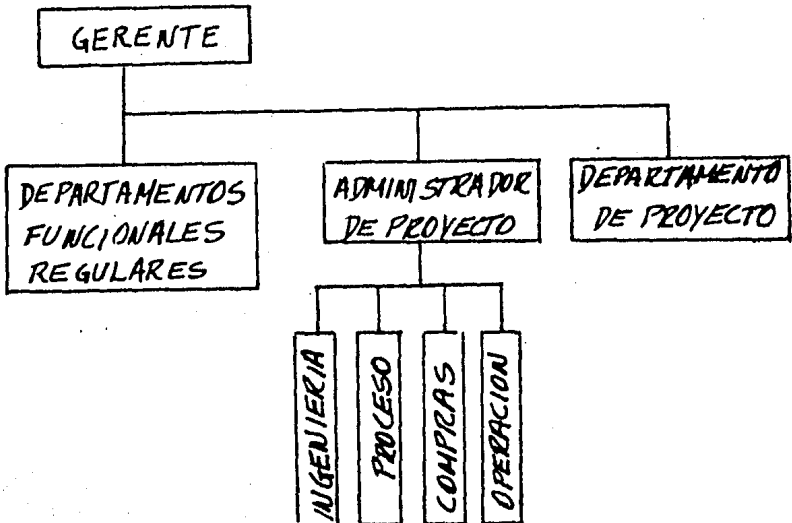


FIGURA 2

Las ventajas de este tipo de organización residen en lo siguiente:

- entendimiento claro y conciso de los objetivos del proyecto.
- Sentimiento de grupo para el desarrollo del proyecto.
- Facilidad de comunicación con los integrantes del grupo.
- Control directo que ejerce el grupo de proyecto sobre el desarrollo del mismo.
- facilidad de coordinación entre actividades.
- independencia del grupo dentro de la organización.
- una organización grande, establece grupos especiales - que normalmente se encuentran integrados durante el tiempo de vida del proyecto para la realización de objetivos específicos.

Como se puede observar, este tipo de organización tiene ventajas que facilitan el desarrollo de un proyecto, sin embargo no es una solución a la diversidad de problemas administrativos de los proyectos, ya que como desventajas se pueden mencionar las siguientes:

- Sentimiento de inseguridad por cambiarlo del grupo al que está integrado a un grupo en el que va a ser independiente y consultará a sus superiores sólo para pedir asesoría en casos en los que el personal asignado a éste tipo de organización los considere necesario.
- Duplicidad de recursos en caso de enviar a estos grupos personas que no cuenten con suficiente experiencia.

- Utilización ineficiente de los recursos mientras esté formado el grupo.
- No se balancean los objetivos hacia la compañía o a otros departamentos.
- El grupo de trabajo no vé por el mejoramiento académico de su personal.
- Problemas administrativos que causa este tipo de organización a la estructura general de la empresa.

1.3.- Organización Matricial.

La organización matricial es una estructura multidimensional que trata de optimizar las ventajas y minimizar las desventajas de las organizaciones funcional y proyectizada. Esta estructura organizacional, combina las estructuras jerárquicas verticales convencionales con la comunicación horizontal o lateral con coordinadores de proyecto (figura 3).

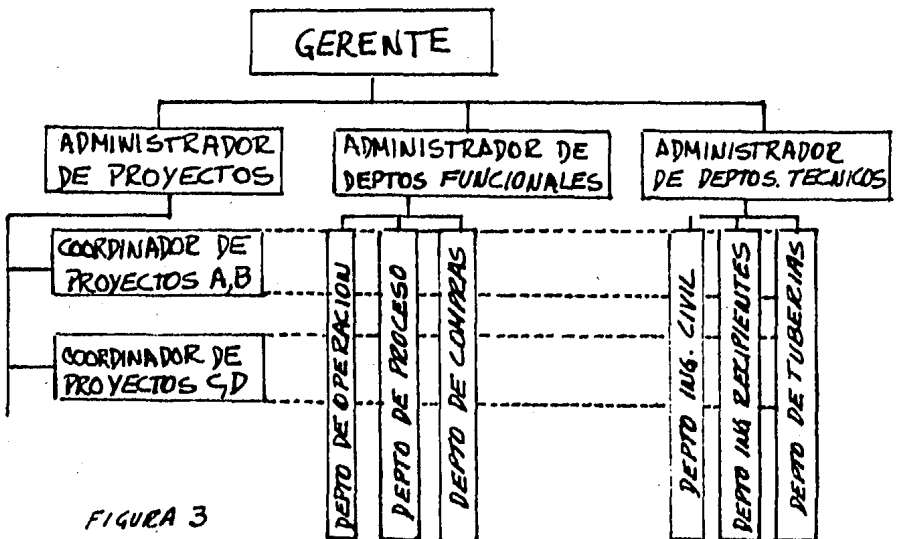


FIGURA 3

Los principales beneficios de este tipo de organización son los siguientes:

- Adecuado balance de objetivos técnicos a través de líneas departamentales y los objetivos del proyecto a través de la experiencia multidisciplinaria de las oficinas de coordinación de proyectos.
- Excelente integración del trabajo a través del administrador de proyecto.
- Flexibilidad del personal.
- Capacitación del personal.
- Comunicación horizontal a través del administrador de proyecto.
- Sentimiento de seguridad que dá este tipo de organización.
- Control adecuado sobre el proyecto para cumplir los objetivos del mismo en cuanto a tiempo, costo y calidad.
- Se pueden manejar grandes volúmenes de información.
- Eficiente asignación de recursos.

Las desventajas de este tipo de organización son las siguientes:

- Prioridades.
- Difícil y larga implementación del proyecto.
- Requiere de una planeación bastante cuidadosa a largo y corto plazo.
- Actualización constante de documentos.

- El personal del departamento funcional está trabajando para dos jefes, ya que verticalmente él reporta al jefe del departamento funcional y en forma horizontal al administrador de proyecto.

En este tipo de organización, el administrador de proyecto tiene la sensación que él tiene poca autoridad con respecto a los departamentos funcionales y el administrador funcional frecuentemente tiene la sensación que el administrador de proyecto está interfiriendo en sus actividades. La solución a éste problema es el de definir claramente los papeles, responsabilidad de cada uno de los integrantes. El administrador de proyecto especifica qué se debe hacer y el departamento funcional es responsable de cómo se hace (figura 4).

1.3.1.- Matriz Débil a Matriz Fuerte.

La organización matricial incluye una gran variedad de estructuras que abarcan desde una matriz débil cuando se tiende a trabajar en una organización funcional, hasta una matriz fuerte que es cuando se tiende a una organización proyectizada. Lo anterior se puede presentar en una secuencia continua de la organización funcional a la proyectizada en la figura 5.

La continuidad en la figura 5, está basada en el

por ciento de personal que trabaja en su propio departamento contra el por ciento de personal que es miembro de tiempo completo del grupo de proyecto. Se puede observar que en una organización funcional no hay personal en el grupo de proyecto. La diferencia entre la organización funcional y la organización matricial se puede observar cuando algunos individuos son designados con una parte de su tiempo responsables para coordinar a través de líneas de departamentos funcionales.

La parte baja de la figura 5, muestra que una matriz débil tiene un coordinador parte del tiempo y a medida que se acerca a la matriz fuerte como se puede observar tiene un coordinador de tiempo completo y finalmente una oficina de proyecto - que debe incluir personal de ingeniería, analistas de costos y de programas. La diferencia entre un coordinador y un administrador, está en formar la integración y tomar decisiones contraactuales. En el lado derecho de la figura 5, tenemos la organización proyectizada. Ordinariamente, hay una distinción clara entre una matriz fuerte en la cual la mayoría del trabajo se desarrolla fácilmente en los departamentos funcionales contrastando con una organización proyectizada donde la mayoría del personal está integrado al grupo de

proyecto.

Es raro que una organización proyectizada deba tener a todo el personal en su grupo. Usualmente - algunas funciones tales como procedimientos, actualizaciones, estudios especiales, estimados, - etc., deban ser desarrollados por la estructura funcional.

Una matriz fuerte viene de un balance de fuerza entre los departamentos funcionales y las oficinas de proyecto, las cuales deben ser concretas en algunas decisiones pero no en todas las situaciones.

La matriz fuerte y debil no es la comparacion de una buena y mala organizacion. sin embargo, estas tienen como objetivo nivelar las funciones integrales de los administradores de proyecto y funcionales en la organizacion matricial.

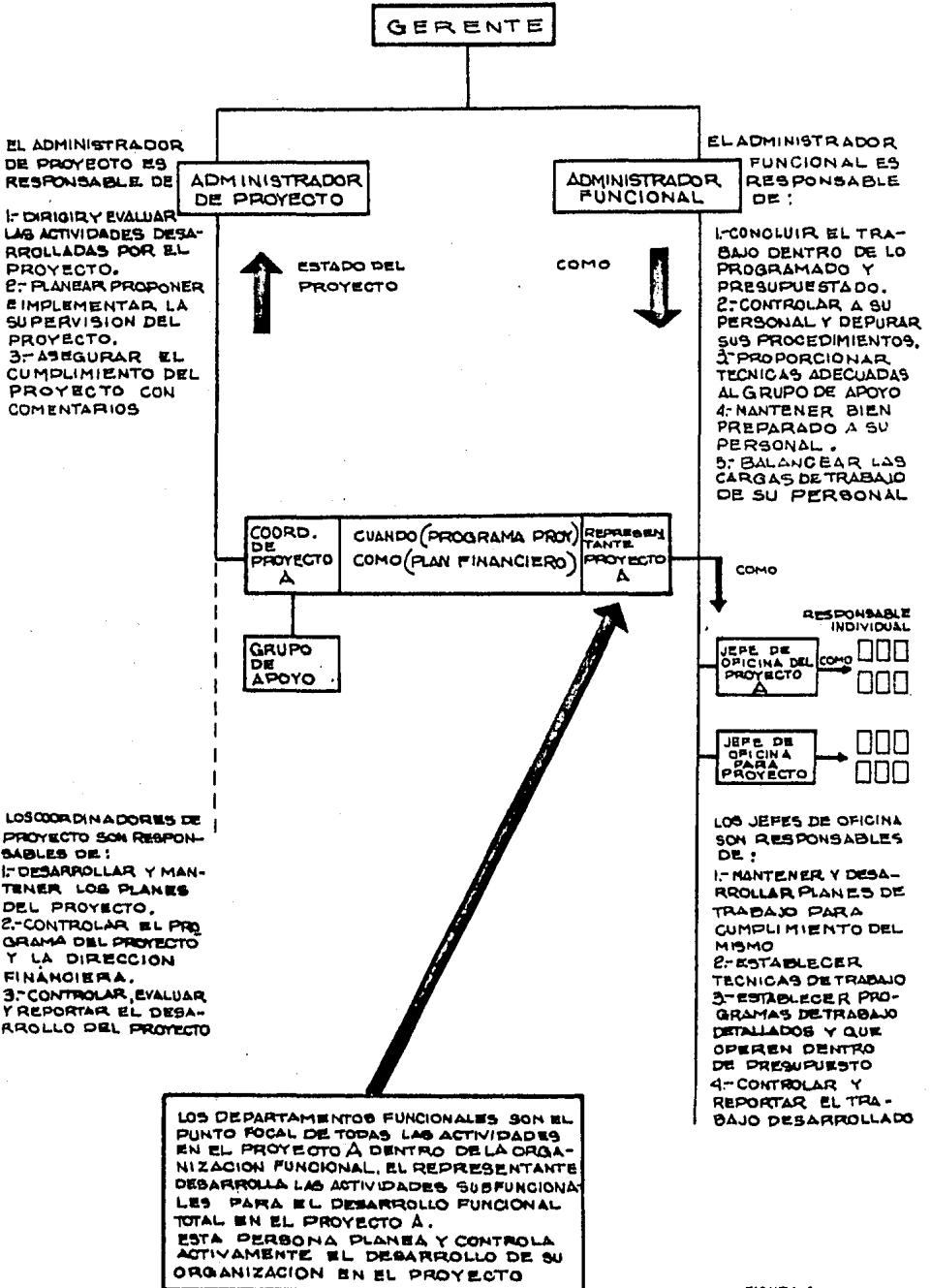


FIGURA 4

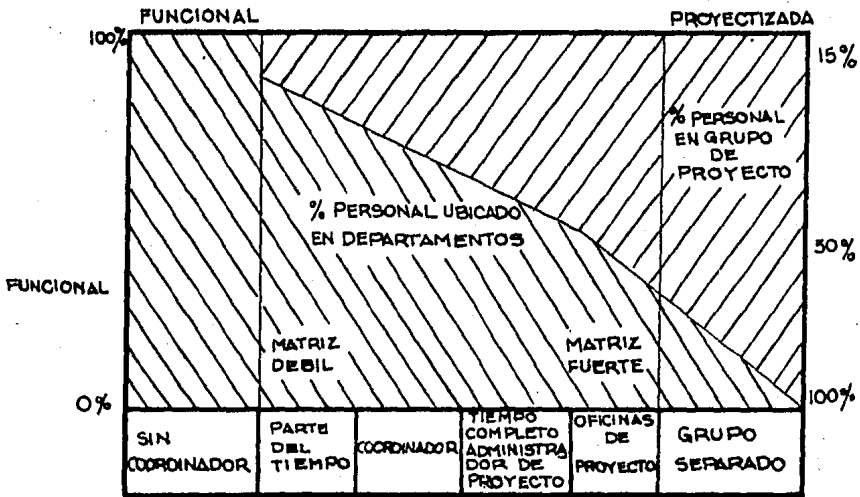


FIGURA 5

2.- Descripción de Funciones.

La necesidad de delegar autoridad y asignar responsabilidades origina dificultades conceptuales en la organización de un grupo de proyecto, ya que los problemas son inevitables en las estructuras organizacionales mencionadas anteriormente. A continuación mencionaremos algunas de las principales responsabilidades de los puestos que se originan en la formación de grupos de proyecto.

2.1.- Gerente.

El gerente es la persona que se encuentra en la cúspide de la organización de los grupos de proyecto y sus funciones principales son las siguientes:

- marcar las prioridades de los diversos proyectos de la compañía, las cuales cambian continuamente.
- Planear las actividades de los diferentes proyectos. - Simplificándolos en actividades diarias a desarrollar.
- Planear su control de actividades diarias.
- Desarrollar sus actividades prioritarias diariamente.
- Administrar su tiempo para desarrollar actividades de control de todos los proyectos.
- Reorganizar y planear estrictamente para evitar interrupciones o atrasos en los proyectos.
- Desarrollar los objetivos específicos de los proyectos de acuerdo a lo planeado con la calidad técnica esperada.

- Mantener un balance de los objetivos de la compañía con los objetivos del proyecto y del personal que trabaja en el desarrollo del mismo.
- Informar a sus superiores de la calidad técnica, el costo presupuestal y los objetivos programados haciendo notar cuando cualquiera de estos se salga de lo programado.
- Servir como enlace entre el cliente, la administración de la compañía y los administradores funcionales durante el desarrollo de los proyectos.
- Coordinar las actividades de los departamentos funcionales que intervienen en el desarrollo de los proyectos a fin de que se trabaje con los mismos criterios.

2.2.- Administrador de Proyecto.

El administrador de proyecto, tiene las mismas funciones que el gerente para los proyectos que tiene a su cargo. Dentro de la estructura organizacional, el administrador de proyecto es el asistente del gerente, para los proyectos que tiene asignados, ya que el administrador de proyecto resuelve los problemas que se le presenten de acuerdo a su criterio en su totalidad. En caso de no lograrlo acude con el gerente para informarle y que éste dé la solución. Para hacer esto, el administrador de proyecto debe reportar a su gerente las principales actividades que se desarrollen en el mismo, para poder marcar las priori

dades de la compañía y atacar los problemas a la brevedad para evitar pérdida de tiempo, lo cual repercutiría en el atraso del proyecto.

Una de las principales funciones del administrador de proyecto es que sirve de enlace entre los departamentos funcionales y la compañía y el cliente.

2.3.- Administrador Funcional.

El administrador funcional es el responsable de que el trabajo desarrollado durante el proyecto cumpla técnicamente con lo especificado en las normas y estándares y del cómo se va a realizar, siendo sus funciones las que se mencionan a continuación:

- Concluir el trabajo dentro de lo programado y presupuestado.
- Desarrollar una guía de procedimientos.
- Capacitar técnicamente al grupo funcional.
- Establecer técnicas de trabajo.
- Establecer programas detallados de trabajo que operen dentro del presupuesto establecido para el proyecto.
- Reportar el trabajo desarrollado al administrador de proyecto o al coordinador de proyecto.

3.- Recomendaciones.

Como se puede observar en los puntos anteriores, no existe una estructura organizacional perfecta para desarrollar la adminis

tración de proyectos de manera óptima. Las estructuras funcional proyectizada o cualquiera de las estructuras matriciales fuerte o débil presentan ventajas y desventajas.

La selección final depende de varios factores como son:

La naturaleza del proyecto, la organización de la compañía de ingeniería, los requerimientos del cliente, etc.

Es posible usar las tres estructuras administrativas dentro de la misma compañía para diferentes proyectos e incluso usar las mismas a diferentes niveles; por ejemplo, utilizar una estructura matricial para un proyecto completo, una subestructura funcional para la ingeniería y una organización proyectizada en otra sub-área.

A continuación se presenta la tabla 1 con los criterios para seleccionar una estructura organizacional dependiendo de la característica del proyecto.

T A B L A 1

CRITERIOS PARA SELECCIONAR UNA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

CARACTERISTICA DEL PROYECTO	FUNCIONAL	PROYECTIZADA	MATRICIAL
INCERTIDUMBRE	BAJA	ALTA	ALTA
TECNOLOGIA	ESTANDAR	NUEVA	COMPLICADA
COMPLEJIDAD	BAJA	ALTA	MEDIANA
DURACION	CORTA	ALTA	MEDIANA
TAMANO	PEQUEÑO	GRANDE	MEDIANO
IMPORFANCIA	BAJA	ALTA	MEDIANA
CLIENTES	DIVERSOS	UNO	POCOS
PRIORIDAD EN TIEMPO	BAJA	ALTA	MEDIANA

C A P I T U L O I I

P L A N E A C I O N D E L P R O Y E C T O

1.- Antecedentes.

La planeación es el conjunto de actividades que se desarrollan antes de iniciar cualquier proyecto, para garantizar que se cumplan los objetivos fijados dentro del tiempo fijado previamente, con el costo óptimo y la mejor calidad posible.

La planeación de un proyecto, básicamente está dividido en la determinación de las necesidades del cliente, donde éste define cuáles son los objetivos del proyecto, cuál es el producto final deseado y cuales serán las limitantes del proyecto, incluyendo los recursos disponibles, así mismo, durante el desarrollo de las actividades planeadas, se harán cumplir los objetivos del proyecto y se deberán realizar planes funcionales para la ejecución del mismo en forma detallada, los cuáles darán seguridad de que el proyecto se pueda realizar en el tiempo determinado y con el presupuesto establecido.

2.- Determinación de las necesidades del cliente.

Considerando que el trabajo de diseño de una planta tiene como objetivo satisfacer las necesidades del cliente, es importante que dichas necesidades se establezcan lo más exactas posible

antes de iniciar el desarrollo del proyecto.

En la determinación de las necesidades del cliente, se deben considerar tres variables que se manejarán durante el desarrollo del proyecto, las cuales son: funcionamiento, tiempo y costo. Las decisiones en cada etapa del proyecto se tomarán en función del análisis de las variables mencionadas.

El funcionamiento incluye la totalidad de las características técnicas del diseño. Bajo esta variable, se deberá plantear qué es lo que se desea cuando el diseño termine y entre en operación.

El tiempo es la variable con la que se deberán determinar aspectos como ¿cuándo se inicia el proyecto?, ¿cuándo se requiere la planta?, ¿cuándo debe entrar en operación?

El costo incluye aspectos monetarios de diseño y construcción de una planta, como son: el costo de la mano de obra, equipo y materiales, recursos requeridos, etc.

Es importante que la compañía de ingeniería dé a conocer al cliente cuál es su punto de vista en cuanto a las necesidades que tiene y así llegar a una conclusión final que será el punto de partida para iniciar el desarrollo del proyecto.

En el caso de una planta de proceso la mayoría de las necesidades se fijarán en la definición del proyecto.

3.- Definición del Proyecto.

Debido a que un proyecto puede ser un estudio de factibilidad, desarrollo de ingeniería de detalle, construcción o arranque de

una planta de proceso, para un proyecto en específico debe definirse qué fases se desarrollarán y qué actividades involucrará cada una de ellas, para lo cual se debe definir el Alcance y las Bases de Diseño, las cuales se describen a continuación:

3.1.- Alcance.

Al iniciar la planeación de un proyecto, es fundamental haber establecido previamente el alcance del mismo. En el Alcance del proyecto el cliente debe definir con exactitud las actividades que desarrollará la compañía de ingeniería, además deberá indicarse el límite de responsabilidad, ya que pueden existir actividades que la compañía de ingeniería o el cliente controlen.

En el desarrollo del proyecto de una planta de proceso, el alcance debe incluir los siguientes puntos:

3.1.1.- Ingeniería Básica.

Se debe definir si el paquete de ingeniería básica lo va a proporcionar un licenciador en específico o si la compañía de ingeniería va a ser responsable de adquirirla o desarrollarla. En caso de que la firma de ingeniería suministre el paquete de ingeniería básica, se deberá elaborar el desglose de la información que incluirá el paquete mencionado.

3.1.2.- Ingeniería de Detalle.

Haciendo referencia al paquete de ingeniería básica, se iniciará la fase correspondiente a la -

ingeniería de detalle, en la cual se comienza el diseño de los planos constructivos de las diferentes especialidades, como son: Diagramas de Tubería e Instrumentos, diseño mecánico de recipientes, diseño térmico y mecánico de cambiadores de calor, ingeniería eléctrica, diseño de tuberías, diagramas de servicios auxiliares, definiendo el alcance que tenga cada departamento funcional.

3.1.3.- Adquisición de Equipo y Materiales.

En los casos en que la compañía de ingeniería intervenga en la adquisición de equipo y materiales que se utilizan en la etapa de construcción, se definirá cuál será la responsabilidad de la compañía en lo referente a la emisión de requisiciones para concurso, selección del fabricante, expedición de dibujos, dibujos de taller, inspección y embarque.

3.1.4.- Asistencia Técnica de la Construcción y Arranque.

Durante esta fase, es de vital importancia la intervención de la compañía de ingeniería para la planeación de la construcción, la entrega del equipo de proceso en campo, dificultades con el subcontratista encargado de la construcción y las necesidades de tiempo incierto constantes del monitoreo de programas y costos con reevaluaciones temporales.

Con la asistencia de personal de la compañía de ingeniería se verifican las condiciones de la planta y el estado de construcción, si ya se hicieron pruebas hidrostáticas al equipo y tubería de la planta, se inicia el arranque con supervisores del cliente hasta que se obtiene el producto dentro de las especificaciones que se marcan en las bases de diseño correspondientes, una vez realizado esto el grupo de operación del cliente verifica las especificaciones de los productos de la planta y si cumple con lo especificado éste grupo toma a su custodia la planta y finaliza la responsabilidad de la compañía de ingeniería.

3.2.- Bases de Diseño.

El documento de Bases de Diseño, es la fuente de información más importante que proporciona el cliente a la compañía de ingeniería para que ésta pueda realizar el diseño de una planta o en el caso de comprar el Paquete de Ingeniería Básica, el cual contiene los lineamientos o especificaciones del proceso, los cuales sirven como punto de referencia para establecer las garantías que la compañía licenciadora deberá ofrecer al cliente.

Las bases de diseño incluyen la siguiente información: Capacidad, tipo de proceso, rendimiento, flexibilidad, especificaciones de alimentación de materia prima y productos, rendimiento, etc., además de la información para rea

lizar la ingeniería de detalle, como la eliminación de -
desechos, instalaciones requeridas de almacenamiento, ser-
vicios auxiliares, sistemas de seguridad, localización -
de la planta, condiciones climatológicas, etc.

Así mismo, es el documento que avala al proyecto al fina-
lizar éste, ya que contiene los fundamentos de diseño que
utilizó la compañía de ingeniería durante el desarrollo
del proyecto.

De lo anterior se concluye que además de fijar los requere-
mientos del proceso, es un documento que puede ser útil
desde el punto de vista legal.

3.3.- Políticas del Proyecto.

Cada compañía de ingeniería tiene ciertas políticas y -
procedimientos normales de trabajo, los cuales están su-
jetos a modificación dependiendo de los requerimientos -
del cliente y condiciones de trabajo.

4.- Programa General del Proyecto.

La elaboración del programa general del proyecto, afecta las de-
cisiones tomadas desde el inicio hasta el arranque de una plan-
ta, por esto debe elaborarse un programa en el que aparezcan -
las fechas clave del proyecto, las cuales establecen las eta-
pas del proyecto más importantes del mismo, éstas fechas son:
terminación de bases de diseño, terminación de ingeniería básic-
a, terminación de ingeniería de detalle, cierre a la ingeniería

de proyecto, recepción de equipo crítico en campo, recepción de materiales críticos en campo, recepción de mecánica de suelos, información para el inicio de la construcción, final de la construcción, de acuerdo al alcance establecido.

Generalmente el programa general del proyecto, se representa en diagramas de barras o la red general del proyecto.

El diagrama de barras, muestra para cada actividad el inicio, período en el que se desarrolla el trabajo y la terminación. Todo lo anterior dentro de un calendario, lo cual es una ventaja: sin embargo no muestra claramente la relación entre ellas.

La red tiene la ventaja que se aprecia una secuencia de eventos así como las actividades que se pueden realizar en paralelo y en general las ventajas se mencionarán en el siguiente inciso.

4.1.- Red Condensada.

Una red es una forma gráfica para representar la secuencia de actividades que se desarrollan en un proyecto; ésta información es la que necesita manejar un administrador de proyecto en el inicio y desarrollo del proyecto - con la finalidad de tomar decisiones rápidas y correctas. En la construcción de una red de actividades se emplean las técnicas de control denominadas Investigación por Operaciones, que han sido empleadas para administrar proyectos. En casos especiales las universidades han establecido programas orientados a la administración de proyectos. Estas técnicas son el PERT (Program Evaluation and -

Review Techniques) y el CPM(Critical Path Method).

La aplicación del PERT/CPM en forma gráfica para elaborar una red y encontrar la ruta crítica puede producir beneficios si se elabora correctamente. Estos beneficios incluyen:

- La integración de todas las actividades con interfases y los eventos en un diagrama de barras.
- La reducción en la duración del proyecto improvisando parcialmente labores y actividades, donde sea factible y necesario.
- La identificación de los cambios de eventos y actividades atrazando la terminación del proyecto, las cuales forman la RUTA CRITICA. Estas son las actividades y eventos que, si atrazan su tiempo de duración, atrazarán la terminación del proyecto; y que, si se aceleran, se terminará antes el proyecto.
- Se puede evaluar mejor el avance del proyecto por todo el personal que trabaja en el proyecto.

Los elementos básicos en la elaboración de una red son:

EVENTOS: Indican el inicio o terminación de una o más actividades; se muestran gráficamente como un círculo, cuadro, u otro símbolo.

ACTIVIDADES: Indican el período en el que se desarrollan las labores o acciones, se representan como una línea con una flecha en la punta representando el flujo lógico del inicio a la terminación, como se muestra en la figu-

ra l.

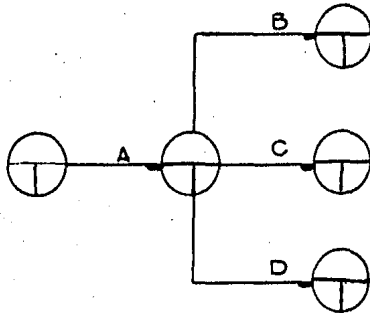


figura 1

La figura 1 indica que la actividad A debe ser concluída antes de que las actividades B, C o D puedan ser iniciadas simultáneamente.

En los eventos se deben considerar los tiempos que en la red se traducen en fechas, considerándo las siguientes definiciones:



T_E : Tiempo más próximo de iniciación de un evento, por lo que es la cifra mayor de la suma de tiempos predecesores de las diferentes actividades que llegan al evento. En el nodo inicial $T_E = 0$ y $T_L = 0$.

T_L : Tiempo más lejano de iniciación de un evento y es el que resulta de restar el tiempo límite menor del evento o eventos sucesores. En el evento final de la red

$$T_L = T_E.$$

Todos los eventos en los que $T_L = T_E$ sã encuentran en la ruta crítica, lo anterior quiere decir que en el momento de terminar la última actividad predecesora a un evento, las actividades que le suceden deben iniciar inmediatamente. Las actividades críticas no cuentan con holgura.

HOLGURA. Este término se emplea a las actividades que cuentan con más tiempo disponible entre los eventos que el que requiere determinada actividad para terminar.

HOLGURA TOTAL. Este tipo de holgura indica el tiempo que la actividad puede atrasarse sin afectar la terminación del proyecto total.

HOLGURA LIBRE. La holgura libre, indica el tiempo en el cual una actividad puede atrasarse sin afectar el tiempo más próximo de iniciación de las actividades sucesoras.

A continuación, se presenta la secuencia para elaborar una red, así como el cálculo de la ruta crítica de la misma:

- 1.- Elaborar la lista de actividades.
- 2.- Definir el alcance de cada actividad.
- 3.- Estimar los tiempos consumidos por cada actividad.
- 4.- Determinar las actividades predecesoras para cada actividad -
analizada, construyendo la matriz correspondiente.
- 5.- Construir la red numerando los eventos.
- 6.- Calcular la holgura libre y total para cada actividad.
- 7.- Determinar la ruta crítica y las actividades que se encuentren
en ella.

Lista de Actividades.

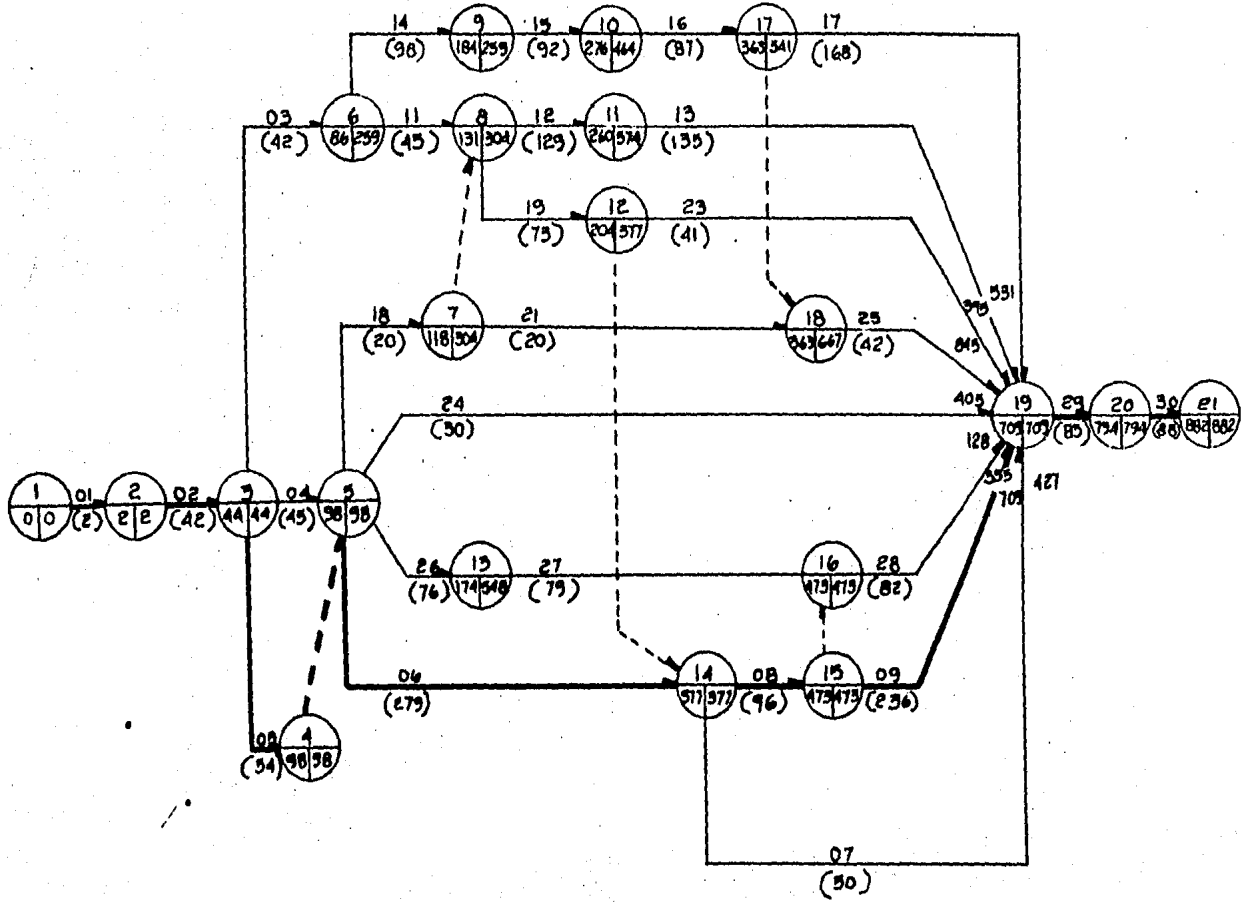
Actividad	Días de Duración
01 Junta de Arranque	2
02 Diagramas de Flujo de Proceso	42
03 Hojas de Datos de Equipo	42
04 Plano de Localización General de Equipo	45
05 Diagramas de Tubería e Instrumentos	54
06 Estudios de Tubería Aérea	279
07 Planos de Tubería	50
08 Isométricos de Tubería	96
09 Lista de Materiales	236
11 Diseño Mecánico de Recipientes	45
12 Adquisición de Recipientes	129
13 Fabricación de Recipientes	135
14 Selección de Equipo Mecánico	98
15 Adquisición de Equipo Mecánico	92
16 Recepción de Información del Fabricante de Equipo Mecánico	387
17 Fabricación de Equipo Mecánico	168
18 Estudios de Mecánica de Suelos	20
19 Diseño de Cimentaciones	73
21 Diseño de Edificios	20
23 Distribución de Fuerza	41

Actividad	Días de Duración
24 Planos Eléctricos	30
25 Diseño de Cimentaciones Finales	42
26 Hojas de Datos, Diagramas e Índice de Instrumentos	76
27 Adquisición de la Instrumentación de la Planta	79
28 Diseño de la Ingeniería de Instrumentos	82
29 Integración de la Información Generada (Libro de Proyecto)	85
30 Terminación del Proyecto	88

Lista de Actividades Predecesoras

Actividades Predecesoras	Actividades Sucesoras
Inicio del Proyecto	01
01 Junta de Arranque	02
02 Diagramas de Flujo de Proceso	03/04/05
03 Hojas de Datos de Equipos	11/14
04 Plano de Localización General	06/18/24/26
05 Diagramas de Tubería e Instrumentos	06/26
06 Estudios de Tubería	07/08
07 Planos de Tubería	29
08 Isométricos de Tubería	09/28
09 Lista de Materiales	29
11 Diseño Mecánico de Recipientes	12/19
12 Adquisición de Recipientes	13
13 Fabricación de Recipientes	29
14 Selección de Equipo Mecánico	15
15 Adquisición de Equipo Mecánico	16
16 Recepción de la Información del Fabricante de Equipo Mecánico	17/25
17 Fabricación del Equipo Mecánico	29
18 Estudios de Mecánica de Suelos	19/21
19 Diseño de Cimentaciones	07/23
21 Diseño de Edificios	25

Actividades Predecesoras	Actividades Sucesoras
23 Distribución de Fuerza	29
24 Planos Eléctricos	29
25 Diseño de Cimentaciones Finales	29
26 Hojas de Especificación, Diagramas e Índice de Instrumentos	27
27 Adquisición de la Instrumentación de la Planta	28
28 Diseño de la Ingeniería de Instrumentos	29
29 Integración de la Información Generada (Libro del Proyecto)	30
30 Terminación del Proyecto	--



4.2.- Diagrama de Gantt.

Se emplea con el fin de contar con las fechas calendario del proyecto. Son gráficas en las cuales la duración de cada actividad se representa por una barra localizada en el tiempo. Es conveniente agrupar las actividades referentes a un mismo plano, equipo, requisición del equipo en una misma línea, ya que al hacer esto tendremos anotado el tiempo para el cálculo, diseño, aprobación por el cliente, elaboración de la requisición, recepción del equipo en campo, etc.

Generalmente en el eje horizontal se grafican unidades de tiempo y en el eje vertical las actividades.

La construcción del Diagrama de Gantt sigue los criterios similares a los que se emplean en la construcción de una red.

5.- Estimado de horas-hombre.

El estimado de horas-hombre constituye uno de los aspectos más importantes de la planeación, ya que con éste estudio se determinarán los recursos que deben asignarse a cada actividad.

El estimado de horas-hombre, se clasifica de acuerdo a la información disponible para elaborarlo y de lo anterior depende el grado de precisión, por lo que se considera, la siguiente clasificación de estimados de horas-hombre:

5.1.- Estimado de orden de magnitud.

5.2.- Estimado preliminar.

5.3.- Estimado detallado.

5.1.- Estimado de orden de magnitud.

Este estimado proporciona una idea de la magnitud de las horas-hombre requeridas para desarrollar un proyecto.

La exactitud de este estimado varía entre $\pm 30\%$ y es necesario contar con datos de plantas similares de la misma capacidad de la nueva planta, en caso de que la capacidad sea diferente a la de datos existentes, se tendrá que incluir un factor de corrección que resulta del análisis de los datos estadísticos existentes.

La información necesaria para desarrollar este estimado es:

- Tipo de proceso.
- Capacidad de la planta.
- Localización.
- Diagrama de flujo.
- Alcance del proyecto.
- Programa del proyecto.

5.2.- Estimado preliminar.

El estimado preliminar se elabora después de haber elaborado el estimado de orden de magnitud.

La aproximación del estimado mencionado varía entre $\pm 15\%$ al $\pm 20\%$. El estimado puede elaborarse por medio del número de equipos o por planos, equipos y/o actividades.

Como se puede observar, algunas especialidades desarrollan su trabajo en función del número de equipos, por lo anterior el dato estadístico necesario es el consumo de horas-hombre/equipos.

La información necesaria para desarrollar el estimado preliminar es la siguiente:

- Diagrama de flujo de proceso.
- Lista de equipo considerando parte de repuesto.
- Alcance del proyecto.
- Programa del proyecto.

5.3.- Estimado detallado.

El procedimiento empleado es el mismo que para el estimado preliminar, sólo que el grado de aproximación varía entre el $\pm 5\%$ al $\pm 10\%$, debido a que la información es definitiva y es la siguiente:

- Lista de equipo definitiva.
- Programa general del proyecto detallado.
- Alcance del proyecto definitivo.
- Número de planos que elaborará cada especialidad.

6.- Estimado de costos.

El estimado de costos es una evaluación de la totalidad de los costos de los elementos de un proyecto con un alcance preestablecido por lo que se considera demasiado importante dentro de la planeación, ya que la decisión de realizar una inversión en

un proyecto determinado, depende en gran parte del análisis de los costos de ingeniería, construcción y operación.

En la preparación de un estimado, los costos deben clasificarse en costos directos y costos indirectos.

Los costos directos resultan de la instalación de los componentes físicos de un proyecto y comprenden el costo de equipo y materiales, fletes, impuestos, seguros y mano de obra para la ejecución de los siguientes puntos.

-Equipo mecánico.

-Instrumentos.

-Equipo eléctrico.

-Tubería de proceso y servicios auxiliares.

-Aislamiento para equipo y tubería.

-Estructuras, soportería para equipo, tuberías, etc.

- Oficinas, talleres de mantenimiento, protección contra incendio, laboratorios.

Los costos indirectos resultan de los servicios no permanentes que se requieren para la ejecución del proyecto, los cuales se mencionan a continuación:

- Estudios.

- Ingeniería básica.

- Ingeniería de detalle.

- Mantenimiento de equipo de construcción.

- Supervisión.

Renta de equipo de construcción.

- Vigilancia.

Estimado por número de equipos.

Para desarrollar este método, se requiere conocer el número de equipos de proceso que se instalarán en la planta considerando los de repuesto y en base a las horas-hombre totales que se consuman en el proyecto, se hace una distribución para cada una de las especialidades de ingeniería como % total del proyecto.

Esta distribución varía para cada compañía de ingeniería.

Estimado por planos, equipos y/o actividades.

En las diferentes especialidades que intervienen en el desarrollo de un proyecto, hay algunos en los que su principal trabajo es elaborar planos, por lo que dan un cierto avance al trabajo de ingeniería y otras especialidades aunque intervienen directamente en el proyecto no elaboran planos de ingeniería, por lo que, se utilizan los siguientes criterios.

$$\text{H-H ESTIMADAS PARA CORDINACION Y CONTROL} = \text{DURACION DE PROYECTO (MESES)} \\ \times \text{N}^{\circ} \text{ DE PERSONAS} \times \text{H-H PROMEDIO POR MES}$$

$$\text{H-H INGENIERIA DE PROCESO} = \left\{ \left(\text{N}^{\circ} \text{ DE EQUIPOS} \times \text{H-H/PLANO} \right) \right\} \times 1.1 \\ + \left\{ \left(\text{N}^{\circ} \text{ DE PLANOS} \times \text{H-H/PLANO} \right) \right\} \times 1.1$$

$$\text{H-H ESTIMADAS DE TRANSFERENCIA DE CALOR} = \left(\text{N}^{\circ} \text{ DE EQUIPOS} \times \text{H-H/EQUIPO} \right) \times 1.1$$

- Honorarios de contratista.

6.1.- Tipos de estimados.

Existen cinco tipos de estimados. La selección de uno y otro tipo depende de los siguientes factores:

- Objetivos del estimado de costo
- Información disponible.
- Disponibilidad de tiempo para efectuar el estimado.

6.1.1.- Estimado de orden de magnitud.

El estimado de orden de magnitud generalmente se prepara cuando aún no se cuenta con datos de ingeniería de detalle por lo que la información con la que se realiza, es el tipo de proceso, cantidades totales aproximadas de la alimentación o el producto que la planta va a manejar, precisar si el proceso es fluido-sólido o sólido, definir si la planta es nueva, un duplicado o una ampliación por lo que éste estimado tiene una desviación entre más 50% o menos 30%. El resultado dentro del límite de error es el resultado de la calidad de los datos proporcionados. El propósito de este estimado es para que se tomen decisiones sobre la factibilidad de un proyecto y se decida si se justifica un estudio más detallado.

6.1.2.- Estimado de estudio.

El estimado de estudio resulta de comparar varias alternativas, definiendo tentativamente la localización de la planta, requiere de mayor información que el de orden de magnitud y tiene una desviación con respecto al costo real de $\pm 30\%$.

6.1.3.- Estimado preliminar.

El estimado preliminar se prepara cuando se dispone de los diagramas de flujo y los detalles de equipo, necesidades estimadas de servicios auxiliares, un índice de instrumentación. El porcentaje de error es de $\pm 20\%$.

La finalidad de este estudio es poder utilizar los fondos asignados a un proyecto en específico.

6.1.4.- Estimado definitivo.

Para la preparación del estimado definitivo, se requiere tener definido el alcance de la ingeniería de detalle, las necesidades de servicios auxiliares, así mismo se debe contar con la lista de equipo completa y contar con planos preliminares para construcción.

Este estimado cuenta con un porcentaje de error de $\pm 10\%$, por lo que tiene como objetivo utilizarse en concertar un préstamo por un organismo fi-

nanciero local o internacional o establecer el precio de un contrato.

6.1.5.- Estimado detallado.

El estimado detallado normalmente se elabora cuando el avance del proyecto es sensible, es decir, se dispone de gran parte de ingeniería de detalle se cuenta con las hojas de cada equipo, diagrama de flujo, diagramas de tubería e instrumentos, - listas de materiales e índice de instrumentos.

6.2.- Métodos para la elaboración de un estimado.

Existen varias técnicas de estimación con distinto grado de exactitud que dependen del tipo de proceso a evaluar. A continuación se indican algunos de los métodos de estimación.

6.2.1.- Regla de los seis décimos.

Este método es uno de los más usados y se emplea básicamente en los estimados de orden de magnitud. Consiste en usar correlaciones de capacidades de diseño de equipo teniendo en cuenta los precios por presiones inflacionarias, sistemas de proceso y plantas de proceso completas.

Se basa en multiplicar el costo de un equipo de proceso o una planta por la relación de capacidad

des elevada a un exponente, la fórmula es la siguiente:

$$C_2 = C_1 \left(\frac{W_2}{W_1} \right)^n$$

C_1 : Costo total de la planta o equipo conocido.

C_2 : Costo de la planta o equipo propuesto.

W_1 : Capacidad de la planta o equipo de referencia

W_2 : Capacidad de la planta o equipo a evaluar.

n : factor de correlación.

Los valores de n pueden variar de 0.2 a 0.6, se recomienda usar el exponente específico para cada equipo o planta determinados en la literatura o determinados por experiencia, en caso de no contar con dicho exponente el valor que se puede usar es 0.6.

6.2.2.- Método de Factor de Lang.

Este método se basa en correlaciones de costo total de equipo, el cual varía según la naturaleza de los fluidos procesados.

$$Ct = FL \times \bar{Z}E$$

CT: COSTO TOTAL

FL: FACTOR DE LANG

$\bar{Z}E$: COSTO DE MANTENIMIENTO

Factores de Lang:

Procesamiento de sólidos	3.10
Procesamiento de sólidos y fluidos	3.63
Procesamiento de fluidos	4.74

6.2.3.- Método de detalle.

Se emplea para estimados definitivos o detallados cuyas variaciones son del $\pm 10\%$ a $\pm 15\%$ respectivamente.

Para llevar a cabo el estimado se debe desglosar de la siguiente información:

- Se debe contar con las cotizaciones de equipo preliminares o definitiva de los proveedores.
- Se debe contar con la información de cantidades aproximadas de materiales y se valúan los precios unitarios de acuerdo a la información de la compañía.
- Se obtienen las cantidades aproximadas de concreto, acero estructural, acabados, etc., y se valúan los precios unitarios.

7.- Tipos de contrato.

Los servicios que puede presentar una compañía de ingeniería - contratada son básicamente:

- a.- Ingeniería básica.
- b.- Evaluación del proyecto.
- c.- Ingeniería de detalle.
- d.- Adquisición, expeditación e inspección de equipo y/o materiales.
- e.- Administración del proyecto.

La firma de ingeniería puede desarrollar uno o varios de los - servicios enumerados anteriormente, por lo que la selección del tipo de contrato depende de los factores que se mencionan a continuación: tipo de instalación, localización, capacidad financiera, confidencialidad, grado de definición del trabajo a desarrollar, capacidad del personal técnico y administrativo de la firma de ingeniería y del contratista que van a participar en el proyecto, grado de participación del contratista en la - ejecución del proyecto, tiempo y costos requeridos, etc. Muchas de las decisiones tomadas durante el proyecto están ligadas a las obligaciones legales involucradas en las condiciones del - contrato, la organización del proyecto y a los procedimientos de trabajo.

En general, los contratos se clasifican de acuerdo con el reembolso, por lo que se puede decir que existen dos tipos de contratos básicos cuyas características son opuestas, los cuales se mencionan a continuación y todos los demás son combinaciones

de las características de uno y de otro.

7.1.- Contrato a precio fijo (Lump Sum).

Este es el más rígido de los contratos y es aquel en el que se acuerda que la compañía de ingeniería desarrollará un proyecto por cierta cantidad presupuestada, de tal forma que si ésta se excede o resulta menor, la firma de ingeniería absorberá el 100% de los faltantes o sobrantes. Sólo se usará cuando han sido especificados cuidadosamente los servicios ofrecidos, ya que se basa en dibujos y especificaciones completamente definidos; de esta forma la firma de ingeniería envía un estimado detallado. El presupuesto se hace después que se han estudiado cuidadosamente los derechos y obligaciones de ambas partes, así como los servicios ofrecidos y se dispone de una relación completa de equipo y materiales involucrados en el proyecto al cual va asociado el estimado.

Este tipo de contrato involucra que la firma de ingeniería sea una compañía de reconocida reputación y experiencia en proyectos similares y que el personal empleado en el estimado y en el proyecto sea altamente competente y eficiente ya que esto permite que la garantía del programa y del proyecto así como del desarrollo del mismo se lleven a cabo con el mínimo de riesgo.

Como este tipo de contrato se presta a contener cláusulas de penalización por tiempo, la firma de ingeniería es li-

bre de seguir las políticas de trabajo que más le convengan y que implican el empleo de procedimientos eficaces. De esta forma la firma de ingeniería opta por emplear métodos de trabajo internos, tales como el trabajo de horas extras, comisiones al personal por rápida ejecución del trabajo, etc.

Dadas las características del contrato, el cliente está limitado en cuanto a la intervención en aspectos técnicos y económicos del proyecto, el control de tiempo, costo y calidad técnica lo efectúa la firma de ingeniería y la participación del cliente es mínima debido a la rigidez del contrato y al riesgo que presenta para el contratista.

A continuación se presentan algunas ventajas y desventajas tanto para el cliente como para la firma de ingeniería al usar éste tipo de contrato:

Ventajas.

1.- Cliente.

- Precios firmes. Facilidad de obtener financiamiento
- Ingeniería competente.
- Rápida ejecución del trabajo.
- Responsabilidad y autoridad en manos de una sola organización.

2.- Firma de ingeniería.

- Control de tiempo, costo y calidad técnica.
- Oportunidad de obtener ganancias empleando alta -

eficiencia.

Desventajas.

1.- Cliente.

- Poca participación.
- Afán de la firma de ingeniería de obtener ganancias sacrificando la calidad del trabajo.

2.- Firma de ingeniería.

- Excesivo costo en la preparación de la cotización.
- Riesgos producidos por deficiencia en la propuesta.

7.2.- Contrato por administración.

Es aquel en el que la firma de ingeniería recibe el monto de todos sus gastos (incluyendo la preparación de la propuesta, depreciación, administración, etc.) mas un porcentaje de ellos como retorno de la inversión.

Una modificación es aquella en la que no recibe el porcentaje de los costos directos sino el cargo fijo especificado en el contrato independientemente del costo del proyecto, lo cual lo motiva a llevar un cierto control de costos.

Esté es el más flexible de todos los tipos de contratos, ya que se hace cuando no existe una completa especificación del trabajo, obligaciones y responsabilidades debido a la magnitud o desconocimiento de los detalles de los servicios ofrecidos, como sería el caso de una planta que se va a diseñar por primera vez o una refinería completa

en donde la definición de las actividades y la evaluación del proyecto hacen difícil acordar un contrato de tipo - fijo.

Como se requiere de una estricta definición de los servicios, la negociación es rápida y éstos pueden especificar se en el desarrollo del proyecto. Bajo éstos términos, el cliente se reserva el derecho de intervenir en el proyegto, ejerciendo la opción de aprobar el trabajo desarrollado. Obviamente ésto último está condicionado en ocasiones, a que la firma de ingeniería acepte modificaciones o cambios producidos por el cliente, que pueden generar un diseño poco confiable o que vayan en contra de las prácticas de ingeniería seguidas por la firma de ingeniería, inclu-yéndose una cláusula al respecto en el contrato. Desde - luego, a menos que se indique lo contrario, el cliente - puede implantar sus especificaciones de diseño para el - desarrollo del proyecto.

Aquí claramente el contratista desarrolla parte del control técnico y programa de trabajo y casi nada del control de costos, ya que la ingeniería y adquisición de equipo y materiales está condicionada a la intervencción del cliente.

Ventajas.

1.- Cliente.

- No requiere definición precisa de los servicios.
- Máximo control por el cliente.
- Negociación rápida.
- Alta calidad en el trabajo desarrollado.

2.- Firma de ingeniería.

- Flexibilidad en el desarrollo del proyecto.
- Mínimo riesgo por pérdidas.
- Oportunidad de emplear procedimientos de ingeniería.

Desventajas.

1.- Cliente.

- Poca eficiencia.
- Pobre estimación del capital.
- División de responsabilidades.

2.- Firma de ingeniería

- No hay incentivo para control de costos.
- Como el cliente ejerce auditoría en la firma de ingeniería, éste pasa a ser un departamento de la compañía.

C A P I T U L O I I I

D E S A R R O L L O D E L P R O Y E C T O

El desarrollo del proyecto, implica llevar a cabo en su totalidad las actividades técnicas del mismo por parte de los departamentos funcionales para la consecución de las metas fijadas por los objetivos del proyecto.

El desarrollo del proyecto se puede dividir en diferentes etapas, de acuerdo al tipo de proyecto por desarrollar, sin embargo en proyectos de instalaciones industriales se pueden establecer básicamente las siguientes etapas:

- 1.- Estudio de factibilidad del proyecto.
- 2.- Desarrollo de la ingeniería básica.
- 3.- Desarrollo de la ingeniería de detalle.
- 4.- Desarrollo de la ingeniería de procura.
- 5.- Construcción.
- 6.- Pruebas y arranque de la planta.

El desarrollo de la ingeniería de detalle y la ingeniería de procura son actividades que se desarrollan simultáneamente.

La actividad de coordinación, evaluación y control que es la parte administrativa del proyecto adquiere en la etapa de desarrollo del proyecto una relevante importancia, ya que es la etapa prácticamente medular de lo que es en sí el proyecto, es en el de-

desarrollo del proyecto donde el administrador de proyecto va a estar administrando en forma continua su proyecto, vigilando la buena marcha del mismo, coordinando actividades, evaluando y controlando para que se vayan cumpliendo objetivos de acuerdo a lo programado o tomando medidas correctivas y/o preventivas para cumplir con el programa.

1.- Estudio de factibilidad del proyecto.

El estudio de factibilidad se desarrolla para determinar la conveniencia técnico-económica de elaborar un producto, para lo cual se requiere desarrollar el estudio de mercado, el costo de la planta, costo de producción, precio de venta, determinación de la capacidad de la planta, selección de la tecnología a usar y selección de la localización de la planta, características de las materias primas y el producto.

2.- Desarrollo de la ingeniería básica.

La ingeniería básica de proceso es aquella ingeniería que se refiere a saber cómo se elabora un producto (Know-How), esta ingeniería se adquiere por diferentes medios, los cuales se mencionan a continuación.

a.- Cuando se trata de procesos de dominio público puede contratarse con una firma de ingeniería o desarrollarse directamente por el cliente.

b.- Cuando se trata de procesos que requieren regalías por el uso de una determinada patente, normalmente se acude a -

licenciadores nacionales o extranjeros, debido a que el desarrollo de la ingeniería básica de procesos es una labor difícil y costosa, corresponde al ingeniero químico su desarrollo.

En la selección del proceso, si esta patente se puede adquirir en el extranjero se efectúa un concurso internacional.

Si las condiciones comerciales son atractivas, tratándose de un proceso en el cual se cuente con buena experiencia, la selección es sencilla, si no existen las condiciones anteriores o se trata de la fabricación de un nuevo producto, la selección se lleva a cabo realizando en base a las ofertas obtenidas, un estudio técnico-económico para determinar la inversión inicial, los gastos de operación y las conveniencias técnicas en cada caso. El factor más importante para la selección de un proceso es la confiabilidad de operación de la unidad.

Para constatar las ventajas técnicas se efectúa una investigación directa por medio de visitas a unidades similares en operación que el licenciador preseleccionado haya vendido.

En caso de contar con tiempo, personal calificado y dinero para una determinada inversión, se inicia el desarrollo de un trabajo de investigación en laboratorios, si éste es satisfactorio se desarrolla en plantas piloto y se toman datos para elaborar el paquete de Ingeniería Básica a nivel industrial.

2.1.- Paquete de ingeniería básica.

A continuación se presenta un contenido tipo de un paquete de ingeniería básica, el cual varía de acuerdo al li-

cenciador seleccionado y al alcance fijado por el cliente, básicamente se puede incluir la siguiente información.

- Procedimientos generales.
- Bases de diseño.
- Descripción del proceso.
- Diagramas de flujo de proceso.
- Diagramas de tubería e instrumentos.
- Balance de materia y energía.
- Sumario de servicios auxiliares.
- Sumario de catalizadores, materias primas y reactivos químicos.
- Sumarios de subproductos laterales y corrientes de desecho.
- Sistema de drenaje sugerido.
- Datos básicos para el diseño de tratamiento de efluentes de la planta.
- Lista de equipo.
- Hojas de datos de equipo.
- Arreglo de equipo básico y consideraciones especiales.
- Plano de localización general de equipo.
- Descripción de la planta.
- Pruebas y preparación para el arranque.
- Procedimiento de arranque.
- Procedimiento de paro normal.
- Procedimiento de paro de emergencia.
- Operación normal.

- Mantenimiento de la planta
- Instrumentación (alarmas y paros de seguridad).
- Regulaciones de seguridad.
- Métodos analíticos para el control de la planta.
- Técnicas de muestreo.
- Equipo analítico necesario.
- Diagrama de los circuitos de protección de la planta.
- Hojas de datos de los analizadores.

Durante el desarrollo de la ingeniería básica, normalmente el cliente envía un representante denominado residente a las oficinas del licenciador, quien sirve de coordinador entre el cliente y el licenciador, el cual verifica que la información suministrada por el licenciador sea clara y completa para el desarrollo posterior de la ingeniería de detalle.

Si se desarrolla una tecnología propia, la compañía nombra a un coordinador, el cual va a ser responsable de que el proyecto, se desarrolle correctamente.

3.- Desarrollo de la ingeniería de detalle.

La ingeniería de detalle se puede definir como la parte de la ingeniería de proyecto en la cual se desarrollan las especificaciones de los equipos, se elaboran los dibujos y documentos de ingeniería con los cuales es posible adquirir los equipos y materiales requeridos para llevar a cabo la construcción de la planta y las instalaciones auxiliares requeridas.

El desarrollo de la ingeniería de detalle en un proyecto, es lo que va a permitir elaborar el diseño de la construcción de la instalación industrial y sus servicios auxiliares, siendo en esta fase donde intervienen ingenieros de diversas especialidades, entre los que podemos mencionar a los ingenieros químicos, mecánicos, civiles, eléctricos, etc.

La dirección y coordinación de todas las especialidades antes mencionadas, requieren de una persona de basta experiencia y de tales conocimientos sobre proyectos que le permita formarse - criterios verdaderamente correctos, por lo que siempre se debe encontrar en posibilidades de emitir juicios que lleven al proyecto a conclusiones convenientes.

El administrador de proyecto de la ingeniería de detalle, debe saber tomar decisiones a tiempo, algunas de sus principales - funciones son: Hacer cumplir el programa del proyecto, obtener un costo de éste dentro del estimado establecido, y en cuanto a la ingeniería, ésta debe ser de la calidad necesaria para minimizar los problemas de construcción, operación y mantenimiento de la planta.

3.1.- Información fundamental requerida para el desarrollo de la ingeniería de detalle.

El desarrollo de la ingeniería de detalle está fundamentado en el paquete de ingeniería básica de proceso, en las normas y en las bases de diseño.

3.1.1.- Normas:

En uno de los puntos anteriores, mencionamos en qué consiste y qué contiene el paquete de ingeniería básica de proceso, ahora hablaremos de las Normas. Una Norma es una serie de reglas, con ciertos y procedimientos que se establecen en base a los códigos, los requisitos mínimos de la calidad de los elementos que integran un proyecto, definiendo a la vez cómo alcanzar y comprobar la calidad establecida como requisito mínimo.

Los códigos son normas a nivel nacional que han establecido los países altamente desarrollados. También definen los requisitos mínimos de calidad de equipo y materiales, establecen los procedimientos de pruebas de calidad, clasifican los diferentes materiales de construcción por sus características físicas y químicas, definen y clasifican los diferentes tipos de equipo por sus diseños, establecen en cada caso las ecuaciones y factores de seguridad que se deben considerar para el diseño de equipos o elementos de construcción. Los códigos se revisan constantemente y son modificados de acuerdo a la experiencia obtenida o las investigaciones efectuadas a los diferentes tipos y clases de materiales, modificándose las ecuaciones, factores de seguridad o bien inclu-

yendo o restringiendo el uso de algunos materiales.

Los códigos son establecidos por los gobiernos, por los institutos de ingenieros o las asociaciones de fabricantes de equipo y materiales en los diferentes países.

En el uso de códigos, se deben hacer las consideraciones pertinentes al aplicarlos en las normas y especificaciones que se usarán en el desarrollo de la ingeniería de detalle.

Algunos de los códigos empleados son:

API American Petroleum Institute.

ASME American Society of Mechanical Engineers.

TEMA Tubular Exchanger Manufacturers Association.

NEMA National Electrical Manufacturers Association.

UBC Uniform Building Code.

ASTM American Society for Testing Materials.

ANSI American National Standard Institute.

NFPA National Fire Protection Association.

Los estándares son parte de las normas, las cuales se refieren a dibujos típicos de partes de proyecto, tales como detalles de instalación de los instrumentos, separaciones entre equipos, dibujos de plataformas o escaleras, etc. Cabe mencionar que la calidad y número de estándares está en razón directa a la experiencia y calidad de la

firma de ingeniería.

3.1.2.- Bases de diseño.

La definición de las Bases de diseño se inicia - en el momento que se inicia el estudio de factibilidad, éste es el caso de la capacidad de la - planta, las características del producto y materias primas, así como la localización de ésta. Durante el desarrollo del proceso se requiere de datos de la presión atmosférica y la temperatura ambiente, las cuales forman parte de las bases de diseño.

En la ingeniería de detalle, se definen cada uno de los datos que forman las bases de diseño y que se agrupan en los siguientes conceptos.

a.- Consideraciones generales al diseño de la - planta.

b.- Características de los datos del lugar.

c.- Características de los servicios auxiliares.

d.- Características de las construcciones dentro de la planta.

a.- Consideraciones generales al diseño de la - planta.

aquí nuevamente se define la capacidad de la planta, la flexibilidad de operación deseada definiendo el factor de servicio de la unidad en horas por año. Se establece en que condi-

ciones de falta de los servicios auxiliares debe seguir operando la planta.

Se define la necesidad de futuras expansiones, se establece nuevamente las especificaciones de los productos y materias primas, - las condiciones de presión, temperatura, estado físico y gasto que se entregarán al diseñador en límites de batería. Se establecen las leyes o reglamentos a los que debe sujetarse el diseño de la planta en lo referente a contaminación ambiental. Se definen algunas características que debe tener la planta como son el tipo de instrumentos que se emplearán, requerimientos del tablero de control, se definen el sobrediseño del equipo mecánico y todas aquellas preferencias del usuario.

b.- Características de los datos del lugar.

Para poder diseñar apropiadamente una planta, es fundamental establecer las condiciones de diseño, una parte de estas condiciones las da el propio proceso, pero en otras son función de los datos del lugar.

Los datos del lugar se pueden clasificar en:

b.1.- Condiciones climatológicas.

b.2.- Condiciones del suelo.

b.3.- Factor sísmico.

b.1.- Condiciones climatológicas.

Las condiciones climatológicas requeridas para el diseño son: presión atmosférica, temperatura ambiente máxima promedio, temperatura mínima promedio, temperatura de búlbo húmedo, humedad atmosférica, velocidad máxima del viento, vientos reinantes, vientos dominantes, y precipitación pluvial máxima en una hora o 24 horas.

Muchas de estas condiciones influyen directamente en el diseño de los equipos, tal es el caso de la presión atmosférica, que se requiere para la selección de sopladores de aire o bien para determinar el NPSH disponible de equipo de bombeo que succiona producto de un tanque atmosférico. La temperatura ambiente es indispensable para el cálculo de enfriadores de aire, o el aislamiento de cambiadores de calor.

b.2.- Condiciones del suelo.

Las condiciones del suelo son definidas por el estudio de mecánica de suelos y el factor sísmico, datos característi-

cos de cada lugar y que definen los có
digos para diseño y construcción de edi
ficios.

b.3.- Factor sísmico.

La información sobre precipitación plu
vial se requiere para diseñar el siste
ma de drenajes, la velocidad máxima de
viento, la zona sísmica y el estudio de
mecánica de suelos son indispensables
para el diseño de las estructuras, ci
mentaciones y espesor de faldones de -
recipientes en algunos casos.

c.- Características de los servicios auxiliares.

Para iniciar la ingeniería de detalle de la
planta es necesario definir las característi
cas de los servicios auxiliares que se emplea
rán en la planta, los cuales se mencionarán
a continuación.

c.1.- Niveles y características de la corrien
te eléctrica, confiabilidad y disponibi
lidad.

c.2.- Niveles, características del vapor y -
disponibilidad del mismo.

c.3.- Características del agua de enfriamien
to, agua contra incendio, agua para be-

ber, agua para proceso y para servicios sanitarios.

c.4.- Fuente de suministro y análisis de agua cruda.

c.5.- Disponibilidades y características de combustibles.

c.6.- Características del aire de instrumentos, aire de planta o gas inerte.

d.- Características de las construcciones dentro de la planta.

Es de mucho interés conocer la disponibilidad y características de las obras de infraestructura tales como carreteras, vías de ferrocarril, puertos, etc., las cuales quedan definidas en las Bases de Diseño.

Es de mucho interés conocer la disponibilidad y características de las obras realizadas dentro de la planta como es el diseño estructural del cuarto de control, casa de compresoras, estructuras de condensadores, los cuales quedan definidas en las Bases de Diseño.

3.2.- Diseño Básico.

Con el paquete de ingeniería básica de proceso, las normas de diseño y las bases de diseño, es posible definir

la siguiente información:

- 3.2.1.- Especificaciones del proyecto.
- 3.2.2.- Diagrama de flujo de proceso.
- 3.2.3.- Determinación de las características del equipo.
- 3.2.4.- Diagrama de tubería e instrumentos y diagramas de servicios auxiliares.
- 3.2.5.- Plano de localización general de equipo.

3.2.1.- Especificaciones del proyecto.

Las especificaciones del proyecto, son normas - donde se establecen las condiciones específicas para el proyecto de que se trate, en otras palabras, es una adaptación de las normas a los requerimientos específicos del proyecto. Para llevar a cabo tal adaptación es necesario conocer las bases de diseño donde se establecen los datos del lugar, leyes locales, las preferencias del cliente y la disponibilidad de equipos y materiales en el mercado nacional.

Frecuentemente, el cliente obliga a la compañía de ingeniería a usar las especificaciones generales desarrolladas por él mismo. Esto tiene la ventaja de que las instalaciones del usuario estarán siempre diseñadas bajo el mismo criterio de diseño y la ventaja del costo de ingeniería ya que la compañía de ingeniería consumirá horas-hombre

en el estudio y aprendizaje de las especificaciones del cliente.

3.2.2.- Diagrama de flujo de proceso.

El grupo funcional de ingeniería de proceso, utiliza los diagramas de flujo de proceso, para mostrar la secuencia seguida en el proceso, las operaciones unitarias que en él se efectúan y la cantidad de materia y energía que se transfiere.

Generalmente el diagrama se elabora en la fase de ingeniería básica de un proyecto.

El diagrama de flujo de proceso, es el mejor medio de transmisión de datos de ingeniería en forma completa y precisa, debido a que es una representación gráfica de todo el sistema en la que se describe el proceso, se proporcionan datos de las entradas y salidas de materia y energía y se da la información de los equipos que lo constituyen.

El diagrama de flujo de proceso prácticamente da información a todo el personal involucrado en el proyecto, directivos, jefes de departamento, funcionales, ingenieros de proyecto, diseñadores, fabricantes de equipo, superintendentes de planta, y personal de operación. Debe tomarse en consideración que de los datos transmitidos en los día

gramas de flujo de proceso, personas de diferentes especialidades desarrollarán diagramas y documentos subsecuentes como son: los diagramas de tubería e instrumentos, el plano de localización general de equipo, las hojas de datos de equipo y especificaciones de equipo, los diagramas de instrumentación, los estimados de costos, los manuales de operación, etc.

a.- Criterios para elaborar diagramas de flujo de proceso.

Los siguientes criterios deben tomarse en cuenta cuando se elabora un diagrama de flujo de proceso:

a.1.- El diagrama de flujo únicamente debe contener el equipo de proceso y mostrar la interrelación de estos equipos de acuerdo a la secuencia del flujo de materia, tal como será desarrollado en el balance de materia y energía.

En general el trazo del diagrama se empezará en el lado izquierdo del plano y se terminará en el lado derecho.

a.2.- Es importante generar diferentes alternativas de dibujo de modo que se eliminen al máximo los cruces entre las líneas y se minimicen los cambios en di-

rección de éstos.

El no tener un buen diagrama desde un principio, origina que los diagramas - subsecuentes, que son más detallados - se compliquen en forma exagerada.

a.3.- Es importante utilizar una simbología para los equipos de proceso que se adecúe a un estándar, o bien que sea lo suficientemente general como para que - sean fácilmente reconocidos los equi-
pos.

a.4.- La forma de identificación de los equi-
pos dependerá de la compañía de ingenie-
ría

Una de las formas es identificar al e-
quipo con una clave que esté formada -
por dos letras y un número. Las letras
indicarán el tipo de equipo y el número
dá la secuencia del equipo en la planta,
dentro de un mismo tipo de equipos en
la planta. En éste número da la secuen-
cia del equipo en la planta, dentro un
mismo tipo de equipos. En este número
se podrá tener un dígito, que indique
la sección de la planta en que se encon-
trará el equipo localizado. De esta for-

ma, el décimo recipiente a presión, localizado en la segunda sección de la planta - tendrá la clave FA- 210. A continuación se encuentra la clave de identificación de - equipo para una planta de proceso:

CLAVE	NOMBRE
BA	calentadores a fuego directo.
DA	torres (empacadas, platos, ad sorbedores)
DC	reactores.
EA	cambiadores de calor.
EB	serpentín.
EC	soloaires.
EE	eyector de vacío.
FA	recipientes.
FB	tanque de almacenamiento.
FC	separadores ciclónicos.
FD	filtro.
FE	fosas y depósitos.
GA	bombas.
GB	compresores.
GC	expansores.
GD	agitadores.

a.5.- La información de la corriente de proceso identificada en el diagrama se presenta en un cuadro de balance conteniendo

do los siguientes datos: número de corriente, flujo, propiedades físicas, presión y temperatura.

a.6.- Únicamente se deben mostrar los controles básicos del proceso. El tipo de control se indicará de acuerdo a una simbología estándar.

3.2.3.- Determinación de las características del equipo.

En base a las especificaciones del proyecto, el diagrama de flujo de proceso y las bases de diseño, el departamento funcional de ingeniería de proceso inicia la determinación de las características del equipo crítico en la operación de la unidad, en el caso de que el paquete de ingeniería básica sea adquirido a un licenciador, se le exige a éste los dibujos y especificaciones correspondientes.

En el caso de recipientes, columnas de fraccionamiento, absorbedores, acumuladores, etc., se exige a quien esté desarrollando la ingeniería básica, las dimensiones de los equipos, materiales de construcción, tipo, clase de materiales y número de platos, o características y altura de empaque. En la ingeniería de detalle se determinan los espesores del cuerpo y tapas del recipient

tes, tamaño, tipo, número y orientación de boquillas, se diseña el faldón o sportes de recipientes, soporte de platos, soporte de aislamiento y se especifican los requerimientos de relevado de esfuerzo y radiografiado de soldaduras.

Los datos mínimos que debe proporcionar el licenciador o el departamento que desarrolla la ingeniería de proceso para los equipos de transferencia de calor son: la carga térmica, las características físicas de las corrientes manejadas, los materiales de construcción requeridos y cuando se trata de corrientes cuyo factor de ensuciamiento es definido difícilmente, el licenciador o firma de ingeniería o el grupo de ingeniería de proceso debe proporcionar este dato.

El grupo que desarrolla la ingeniería de detalle debe determinar otra parte de la información, tal como: temperaturas de entrada y salida de las corrientes que intercambian calor, caída de presión permisible, factor de ensuciamiento cuando las corrientes son productos conocidos, se debe especificar tipo y longitud del cambiador, arreglo de tubos y espesores de estos, el coeficiente total de transmisión de calor y la superficie requerida de acuerdo con su diseño estándar, el diseño mecánico de la unidad, ya que en algunos casos el

fabricante determina la superficie y efectúa el diseño mecánico del cambiador. En algunos casos las firmas de ingeniería no cuentan con divisiones encargadas de hacer el diseño termodinámico y mecánico de los equipos de transferencia de calor, cuando se presenta ésta situación los fabricantes al cotizar determinan el coeficiente total de transmisión de calor y la superficie requerida de acuerdo con su diseño estándar.

Las hojas de datos de equipo de bombeo, deben contener cuando menos la siguiente información de parte del grupo de proceso cuando se desarrolla la ingeniería básica o de parte del licenciador según sea el caso: costo, materiales de construcción, tipo de bomba, presión de operación.

En la ingeniería de detalle se determina la presión diferencial, el NPSH disponible, la potencia al freno suponiendo una eficiencia mínima, se especifica la potencia y tipo de accionador, dándose las características de la corriente eléctrica, del vapor o el combustible, se especifica si se requiere sello mecánico, el tipo de acoplamiento. El vendedor al cotizar proporciona la eficiencia el NPSH requerido de la bomba, las curvas de operación de la unidad cotizada, la RPM, la potencia del accionador y la información mecánica bá-

sica, tal como tipo de apoyos, tipo de impulsor, sistema de lubricación, etc.

En la hoja de datos de compresores, el grupo de proceso que desarrolla la ingeniería básica define el tipo, características del gas manejado, condiciones del gas manejado y operación del compresor, así como los materiales de construcción. En la ingeniería de detalle se determina el número de unidades requeridas para manejar el gasto y relevo, tipo de accionador, sistema de lubricación, tipo de acoplamiento y pruebas requeridas. El fabricante define el resto de la información, tal como curvas de operación, potencia máxima requerida, velocidades de operación, velocidad crítica, diámetros de impulsores, tamaño y especificación de las boquillas, etc.

3.2.4.- Diagramas de tubería e instrumentos y diagramas de servicios auxiliares.

Los diagramas de flujo de proceso muestran balances de materia y energía, condiciones de operación como temperatura, presiones, propiedades físicas y flujos, los equipos básicos de proceso y la instrumentación fundamental.

Los diagramas de tubería e instrumentos, también denominados diagramas mecánicos, muestran mucho

más detalles de la planta en forma diagramática, pero no indica ni balances, ni condiciones de operación.

Un diagrama de tubería e instrumentos debe contener:

- a.- Todos los equipos de proceso incluyendo los relevos e indicando las características fundamentales de estos.
- b.- Todos los instrumentos, desde el elemento primario hasta la válvula de control y alarmas.
- c.- Todas las tuberías de proceso y válvulas, indicando el diámetro y la especificación correspondiente. De las tuberías de servicios auxiliares, sólo se muestra la parte que esté íntimamente relacionada con el proceso.

Los diagramas de servicios auxiliares deben contener todos los detalles que se muestran en un diagrama de tubería e instrumentos y se indica todo el equipo de servicios auxiliares y el de proceso que produce o consume los servicios auxiliares de que se trate.

La parte eléctrica, no obstante de ser parte de los servicios auxiliares, se presenta por medio diagramas especiales, estos son los diagramas unifilares donde con símbolos se indican los transformadores, los interruptores, los centros de dis

tribución y los centros de control de motores, -
indicando el ciclaje, los voltajes y amperajes -
en varios puntos del sistema.

3.2.5.- Plano de localización general de equipo.

Un plano de localización general de equipo es un dibujo de la unidad en planta, en el cual se encuentran perfectamente localizados todos y cada uno de los equipos, las estructuras y los edificios que componen la unidad.

En los planos de localización general de equipo se limita el área de la unidad por líneas claramente definidas y son llamadas "límites de batería" de la unidad.

La orientación en un plano de localización general de equipo se indica marcando sobre el dibujo el norte de construcción y el norte geográfico, los cuales pocas veces coinciden. En lugar del norte de construcción a menudo se dan en los límites de batería las coordenadas en las que se encuentra localizada la unidad. Estas coordenadas son referenciadas a un banco de coordenadas del complejo.

Dentro de la planta, los equipos, estructuras, -
etc., son localizadas acotando el equipo general
mente a centro de líneas de los principales equi

pos y de las estructuras frecuentemente en lugar de cotas se indican coordenadas. Para simplificar dentro de la planta la localización de los equipos, se toma la esquina inferior izquierda como cero-cero y se desarrolla un sistema de coordenadas internas.

El nivel de piso, es otro de los datos que deben indicarse en el plano de localización general de equipo, normalmente este dato se refiere a un banco de nivel previamente fijado dentro del complejo. Para simplificar el uso de los niveles dentro de la planta, normalmente en un punto bajo de ésta se hace una igualación de niveles, entre el nivel de referencia del complejo con nivel 100, que se usará de allí en adelante dentro de los límites de batería.

La dirección de los vientos es un factor importante que debe tomarse en cuenta cuando se establece el plano de localización general de equipos, poder conocer hacia a dónde pueden ser enviados los vapores por el viento cuando existe una fuga o simplemente un venteo es de suma importancia, para lo cual se debe disponer de la velocidad de los vientos, la dirección y el porcentaje por año que sopla en cada una de las direcciones o simplemente conocer cuáles son los vientos -

reinantes y dominantes. También se requiere del plano de configuración topográfica, tomando en cuenta los movimientos de tierra, de tal forma que sean los mínimos posibles, sobre todo los rellenos ya que éstos requieren de trabajos lentos y cosotosos, pues las especificaciones de compactación de terracerías y su control debe ser muy estricto, una mala compactación puede ocasionar asentamientos en los equipos y problemas principalmente en tuberías, por tal motivo si el proceso lo permite, se debe evitar que los equipos pesados o que vibran, estén localizados en áreas de relleno.

3.3.- Diseño de Detalle.

En el desarrollo de diseño de detalle, se requiere la intervención de los departamentos funcionales, los cuales en base a los diagramas de flujo de proceso, diagramas de tubería e instrumentos de proceso y servicios auxiliares, al plano de localización general de equipos y a las especificaciones del proyecto principalmente, deben elaborar los dibujos, maqueta o dibujos de plantas y elevaciones, y documentos de compra requeridos para llevar a cabo la construcción de la planta. En este momento es cuando se requiere de un mayor esfuerzo de parte del administrador de proyecto, debido a que la cantidad de personal que in

terviene es el más numeroso durante todo el desarrollo del proyecto.

Los departamentos funcionales que intervienen en esta fase son:

3.3.1.- Departamento civil.

3.3.2.- Departamento eléctrico.

3.3.3.- Departamento de instrumentos.

3.3.4.- Departamento de tuberías.

3.3.1.- Departamento civil.

El departamento civil es responsable del diseño de cimentaciones y estructuras de concreto y acero. Este departamento requiere como información básica el plano de localización general de equipos, las especificaciones civiles del proyecto, los dibujos del fabricante, ya con esta información el departamento civil desarrolla la requisición de mecánica de suelos, indicando en un plano de localización general de equipos, dónde deben hacerse los sondeos y qué información requiere, dando en el caso de equipos pesados o vibratorios el peso, la altura o cualquier otra información que juzgue conveniente para que el ingeniero que desarrolle el estudio correspondiente le pueda orientar a dar una recomendación, la que deben -

analizar en conjunto para tomar una determinación del tipo de cimentación a usar.

a.- Diseño de cimentaciones y estructuras.

La información que se requiere para llevar a cabo el diseño de cimentaciones es: los dibujos de fabricante de equipo rotatorio, los dibujos desarrollados por la firma de ingeniería cuando se trata de recipientes y cambiadores de calor en caso de que el diseño mecánico de éstos sea desarrollado por la misma firma de ingeniería, si no se hace necesario esperar - los dibujos del fabricante, la velocidad máxima del viento, la zona sísmica, la mecánica de suelos y los datos de carga de viento y carga sísmica.

Dependiendo de la capacidad de carga del suelo, las cimentaciones pueden ser:

- Cimentaciones por superficie cuando el suelo tiene alta capacidad de carga.
- Cimentaciones por sustitución cuando ésta es mediana.
- Por pilotes o precarga cuando es mala.

Hay zonas en donde el uso de pilotes es muy frecuente, este procedimiento es muy costoso cuando se trata de tanques de gran capacidad,

en esos casos es más conveniente el uso de precarga con arena o material disponible en el lugar. Este sistema consiste en hacer montículos de material seleccionado en el lugar donde se cimentará el tanque de tal forma que el peso de éste sea igual al peso del tanque lleno de agua, la precarga se hace lentamente midiendo la presión interna del suelo para controlar la expulsión del agua de la arcilla. Los materiales de construcción usados para las estructuras son generalmente elementos precolados de concreto o perfiles de acero. En estructuras pesadas los elementos de concreto precolados son más económicos y su mantenimiento se reduce prácticamente a cero. La limitación en cuanto a dimensiones de los elementos precolados depende del equipo ligero de erección con que se cuente, se considera que elementos que no rebasen las 50 toneladas son satisfactorios. Las estructuras ligeras son construídas normalmente de acero, éstas son por lo general diseños estándar que forman parte de las especificaciones de la firma de ingeniería, y es el caso de las escaleras, barandales, pasarelas, cobertizos y techumbres principal-

mente.

Para diseñar las cimentaciones de las estructuras es necesario primeramente diseñar éstas ya que se deben conocer las cargas que originan.

3.3.2.- Departamento eléctrico.

El grupo de diseño eléctrico, debe iniciar su trabajo elaborando un Diagrama Unifilar.

Este grupo debe trabajar una vez que cuente con la información del grupo mecánico de las necesidades de motores eléctricos requeridos como accionadores de equipo rotatorio, después deberá revisar otras cargas de resistencias calefactoras, debe solicitar al departamento de instrumentos la carga para éstos y calcular la carga para el alumbrado.

Con la información de las cargas, desarrolla el diagrama unifilar eléctrico, el cuál es la representación diagramática de todo el sistema eléctrico.

La parte más crítica en cuanto a alimentación eléctrica se refiere, es sin duda la de instrumentos y dispositivos de seguridad de la planta, ya que pequeñas variaciones en el voltaje pueden ocasionar paros de planta, que representan un al

to costo y daños al equipo, principalmente tratándose de calentadores a fuego directo y calderas, debido a enfriamiento súbito de éstos, por lo que este sistema se ha protegido con una fuente de corriente directa, generalmente baterías alcalinas con cargador y un inversor que transforma la corriente directa en alterna, con un switch de transferencia automático de una u otra de las fuentes.

Una vez establecido el diagrama unifilar, se desarrolla la cédula de conductores que es un listado de cada uno de los conductores de la planta, perfectamente identificados. Después sobre el plano de localización general de equipo a escala apropiada, o en el que será dibujada la instalación subterránea, se dibujan las rutas de ductos eléctricos. Para poder construir los ductos eléctricos se desarrollan cortes de éstos en varios puntos donde se muestra el número de tubos conduits y el arreglo de éstos.

En la mayoría de plantas industriales la alimentación eléctrica dentro de plantas es normalmente subterránea, pero en algunos casos excepcionales es aérea; estos casos se presentan cuando en la planta se manejan productos químicos corrosivos que pueden en un momento dado fugarse y llegar

hasta los ductos y destruirlos.

El grupo eléctrico debe preparar la información necesaria para la adquisición de todos los equipos eléctricos requeridos, tales como: transformadores, interruptores, centro de distribución, centros de control de motores, estaciones de botones, luminarias, tubo conduit y cable principalmente.

3.3.3.- Diseño de instrumentos.

La forma de control de una planta en cada uno de los equipos o sistemas que requieren de algún tipo de control, se define en el diagrama de flujo de proceso, éstos son detallados en los diagramas de tubería e instrumentos, adicionándose controles secundarios.

El grupo encargado del diseño de instrumentos desarrolla los sistemas de control que se usarán en cada una de las piezas de equipo o circuito de la planta. Este grupo enlista y especifica todos los instrumentos requeridos y desarrolla toda la información que se requiere para que los fabricantes de instrumentos puedan cotizar, llenando las hojas de datos de controladores, registradores, indicadores, válvulas de control, válvulas de relevo, alarmas, termopozos, placas de orificio, transmisores, etc., así también debe elaborar ta

bulaciones cuando se reciben cotizaciones. La -
instalación de los instrumentos normalmente está
definida en dibujos típicos. El grupo de diseño -
de instrumentos debe desarrollar el diseño del -
tablero de control y en conjunto con el grupo de
tuberías y eléctrico, debe preparar los diagra-
mas de los circuitos de instrumentación.

3.3.4.- Diseño de tuberías.

El diseño de tuberías tiene dos modalidades en su
desarrollo, pueden prepararse dibujos de plantas
y elevaciones y en base a éstos, desarrollar los
dibujos isométricos o bien si así se considera -
conveniente se construye una maqueta de la planta
a rigurosa escala y en base a ésta se dibujan los
isométricos. El diseño de tubería es ejecutado -
normalmente por subprofesionales con caracterís-
ticas especiales, ya que requieren ser buenos di-
bujantes, tener imaginación, conocimientos de los
materiales de tubería y saber interpretar los -
diagramas de tubería e instrumentos y los planos
de localización general de equipos.

Los sistemas de tubería no deben de transmitir -
esfuerzos a los equipos.

El diseño de tubería de plantas de proceso requie-
ren de la mayor cantidad de personal y frecuente-

mente es la actividad crítica de la terminación de un proyecto.

El grupo encargado de diseñar tubería debe elaborar la lista de material o requisiciones generales que cubren todo el material necesario. Generalmente una planta requiere de varios miles de componentes que se deben requisitar.

Otra de las funciones del grupo de tuberías es el cálculo y diseño de los drenajes (tubería subterránea), para lo cual se requiere del conocimiento de las áreas fuera del área propia de la planta o bien que se le indique hacia dónde debe drenar ésta. También requiere conocer los gastos y características de los efluentes que se definen en las bases de diseño o que deben definir el grupo de proceso.

Los sistemas de drenaje que normalmente se diseñan para una planta industrial son los drenajes pluviales, aceitoso, químico, aguas negras, contaminado, químico cerrado.

Los materiales empleados en los sistemas de drenajes son muy variados, pueden ser tubos de asbesto-cemento, fierro fundido, barro vitrificado, poliester reforzado con fibra de vidrio hasta materiales muy costosos como acero inoxidable, titanio y otros. El seleccionar los materiales para

los drenajes y los tratamientos adecuados, es la labor importante por lo que deben hacerse pruebas en laboratorios para asegurar una operación correcta o exigirle al licenciador del proceso que incluya este dato en el paquete de ingeniería básica.

En los drenajes pluviales, la aportación de agua cuando opera el sistema contra incendio y el dato de precipitación pluvial, es básico para el cálculo apropiado del diámetro.

Los drenajes por regla general son enterrados, - sin embargo en algunos casos se requiere de trincheras o se bombean por tuberías colocadas sobre la soportería de la planta, esto sucede principalmente con drenajes químicos.

Los drenajes enterrados son parte de las instalaciones bajo el piso y requiere de una coordinación muy estrecha entre ingenieros civiles que diseñan cimentaciones, ingenieros electricistas que diseñan los ductos eléctricos y los especialistas de tubería que diseñan el sistema contra incendio.

4.- Desarrollo de la ingeniería de procura.

La adquisición de los componentes de una planta, está dividida en dos grandes grupos, estos son el de los equipos y el de los

materiales.

Esta división obedece al hecho de que los equipos son determinantes en el proceso, pues el funcionamiento de ellos depende el alcanzar las condiciones de operación y por lo tanto, los rendimientos de que la unidad se esperan, siendo así, la adquisición de los equipos se convierte en un problema técnico-económico más que un problema comercial, si a esto adicionamos que los equipos son por lo general piezas de diseño complejo y de fabricación especial, tenemos que estos deben ser seleccionados por personal especializado del grupo de ingeniería.

La adquisición de materiales tiene otro tipo de problemas, que se refieren principalmente al control de ellos dentro del proyecto, debido a que las cantidades de material adquirido hay que estarlas vigilando durante la adquisición y entrega ya que son muy numerosos.

La adquisición de equipos y materiales denominado con frecuencia procura, está dividido en cuatro fases, que son las siguientes:

- 4.1.- Compra de equipo y materiales.
- 4.2.- Inspección.
- 4.3.- Expedición.
- 4.4.- Tráfico.

4.1.- Compra de equipo y materiales.

Las actividades de compra de equipos y materiales son las siguientes:

4.1.1.- Solicitud de cotización.

La solicitud de cotización está formada de los siguientes documentos:

- a.- Lista de proveedores.
- b.- Requisición de equipo y materiales.
- c.- Dibujos y especificaciones de equipo y materiales.
- d.- Términos y condiciones generales de compra.

a.- Lista de proveedores.

La lista de proveedores se hace en base a un catálogo de fabricantes donde se clasifican dependiendo del producto que fabrican y donde se especifica claramente las facilidades con las que se cuenta, en cuanto a maquinaria, - ingeniería, cantidad de personal, capital, - etc., también se describe el tamaño del equipo que están en posibilidades de fabricar. En base a esta información, la firma de ingeniería, puede seleccionar los proveedores que deberán concursar. Aquí se fija el día de cierre de concurso, o sea la fecha que el proveedor debe entregar su cotización al departamento de compras.

b.- Requisición de equipo y materiales.

La requisición de equipo y materiales es un

documento donde se describe claramente lo que se desea adquirir, dando las especificaciones necesarias, además se debe proporcionar la siguiente información:

Nombre de la obra, número de proyecto, número de partida presupuestal, número de partida de cada material y equipo, cantidad solicitada, destino final, referencias de los dibujos donde se indica la aplicación de los materiales o dibujos y especificaciones del equipo a fabricar.

Este documento es preparado por los departamentos funcionales

c.- Dibujos y especificaciones de los equipos y materiales.

Se deben anexar a la solicitud de cotización todos los dibujos, hojas de datos, especificaciones del proyecto correspondientes y cualquier información técnica que se considere necesaria para que el proveedor pueda presentar su oferta correctamente. En el caso de recipientes y equipos voluminosos o muy pesados, se deben proporcionar las rutas y rabiños de ferrocarril o las limitaciones de diámetro, longitud y peso que se tienen que

transportar.

d.- Términos y condiciones generales de compra.

Este es un impreso donde aparecen las condiciones de pago, si se otorgan anticipos, cómo se pagará la mercancía después de la entrega y qué documentos se requieren presentar para su pago. En caso de haber financiamiento cuales son las condiciones y términos a los que deberá sujetarse el proveedor. Se fija el lugar de entrega de la mercancía, el tipo de embarque requerido y la cantidad de dibujos e instructivos necesarios para la revisión y aprobación así como la cantidad de éstos aprobados y certificados que se deberán entregar y cualquier condición que pueda influir en el costo de los equipos o materiales a cotizar.

4.1.2.- Preparación de tablas comparativas.

Las tablas comparativas o tabulación de cotizaciones es un documento que en el caso de equipos es preparado para comparar las características técnicas y económicas de cada proveedor.

En las tablas comparativas deben considerarse los siguientes conceptos de costo, con el propó-

sito de hacer una evaluación correcta:

- a.- Precio total en la moneda cotizada.
- b.- Precio equivalente en pesos mexicanos.
- c.- Costo de empaques y fletes a puerto mexicano de entrada o al lugar de la obra.
- d.- Ajuste al precio por escalación, desviaciones y omisiones de parte del proveedor, así como por condiciones de pago si éstas son diferentes a las estipuladas en la solicitud de cotización.
- e.- Costo de operación a valor presente, basado en los precios de servicios auxiliares dados en las bases de diseño.
- f.- Tiempo de entrega.
- g.- Se debe indicar si se aplica y está aceptado por parte del proveedor, financiamiento en caso de existir.

Analizando la información que se establece en la tabulación técnica, se puede decidir cual de los fabricantes presenta mayores ventajas técnicas y se apega más al equipo solicitado; posteriormente, con la evaluación económica se podrá tomar la decisión más conveniente para el cliente.

4.1.3.- Preparación de documentos de compra.

En cuanto se tiene la selección del equipo que

se comprará, se deben preparar los documentos de compra, éstos son cartas o telex de intento, que es un compromiso formal con el proveedor para que inicie los trabajos de ingeniería y colocación de subórdenes a proveedores que le suministrarán los insumos que requiere para la fabricación del equipo o de los materiales. Posteriormente se elabora el pedido que sustituye a la carta de intento.

4.2.- Inspección.

Esta actividad debe estar en manos de ingenieros especialistas con conocimientos profundos en códigos, normas, especificaciones y procedimientos de fabricación en las diferentes clases de equipo. La función de este grupo es asegurar que el fabricante cumpla con los requerimientos mínimos de calidad que se establecen en los documentos de ingeniería. Este grupo no está autorizado para aceptar cambios sugeridos por los fabricantes; cualquier modificación tiene que ser consultada con la firma de ingeniería correspondiente.

Hay firmas de ingeniería que no sólo efectúan la inspección al fabricante contratado, sino se extiende a los fabricantes de materias primas, con lo cual se logra un mejor control de calidad.

4.3.- Expeditación.

La expeditación de la fabricación de los equipos y materiales frecuentemente se lleva a cabo con el mismo grupo de inspección, el cual vigila que la fabricación se desarrolle de acuerdo al programa previamente establecido.

En muchos casos las funciones de inspección y expeditación se contradicen, ya que el grupo que desarrolla la inspección no aceptará un equipo si éste no cumple con las normas establecidas, sin importar si dicho equipo tiene vencida la fecha de entrega acordada. La calidad de los equipos de ninguna manera debe ser sacrificada por cumplir con una fecha de entrega.

4.4.- Tráfico.

El departamento de tráfico será encargado de hacer los arreglos y supervisión de los embarques de los equipos y materiales, una vez aceptados por el departamento de inspección.

5.- Construcción.

Cuando comienza la construcción, el trabajo del administrador de proyecto ha quedado prácticamente terminado y la terminación del proyecto depende del departamento de construcción. Sin embargo el administrador de proyecto no debe quedar desligado de los problemas y técnicas de construcción, por el contrario, debe tener ciertos conocimientos de los métodos de construcción,

de tal manera que pueda preveer y advertir posibles dificultades de construcción cuando el desarrollo del proyecto se encuentre aún en cualquiera de las etapas de diseño.

La característica mas importante del grupo supervisor de la construcción es la capacidad técnica requerida, para poder revisar la obra ejecutada, vigilar celosamente y exigirle al contratista desde un principio, el apego a las especificaciones y dibujos correspondientes, pero debe ser lo suficientemente flexible para permitir algunas desviaciones a éstos, cuando lo considere ventajoso al proyecto.

Los elementos básicos suministrados para desarrollar la construcción de una planta de proceso son:

- Diagramas de flujo de proceso.
- Diagramas de tubería e instrumentos.
- Plano de localización general de equipo.
- Dibujos y especificaciones de construcción.
- Manual de datos de proceso.
- Manual de datos de fabricante.
- Instrucciones para montaje de equipo.
- Lista de materiales.
- Requisiciones y órdenes de compra.
- Fechas de entrega de equipo crítico en campo.
- Libro de especificaciones.
- Maqueta constructiva.

5.1.- Organización de un grupo supervisor de obra.

La organización dentro de un grupo supervisor de construcción, es fundamental, pues de él dependen muchos aspectos como son la coordinación entre la construcción y la ingeniería y la construcción y el suministro de materiales, por lo que este grupo debe estar enterado de los avances de ingeniería y de los problemas relevantes de ésta, así como del avance de fabricación y transporte de los equipos y materiales al campo, estar preparados para la recepción de equipo pesado o materiales que requieren de cuidados especiales, llevar un control adecuado de los almacenes, además de planear el montaje de equipo y hacer las estimaciones de obra.

Los grupos de construcción generalmente están organizados en dos secciones, uno encargado de la parte administrativa y el otro de la parte técnica de la construcción.

El grupo administrativo será responsable de las siguientes actividades:

- a.- Almacén, con todos sus controles, tráfico, entrega y activaciones.
- b.- Volúmenes de obra, llevar al día los datos específicos para el avance y control de pagos.
- c.- Precios unitarios, le corresponde hacer el análisis para determinar rendimientos, procedimientos y costos de materiales para las obras contratadas en base a precios unitarios.

d.- Mecánica de suelos y laboratorios, se encargará de -
la medición y control de calidad de construcción, -
compactación, materiales de albañilería, control de
radiografías, calidad de varillas, verificación de -
calidades de tubería, etc.

e.- Control de equipo, esta unidad se encarga de verifi-
car la entrega, mantenimiento y empleo de todos los
equipos tanto de la compañía subcontratista como los
propios.

Por otro lado, el grupo técnico de construcción, tiene a
su cargo la supervisión completa de una obra desde su lo-
calización y trazo, hasta las pruebas y puesta en marcha
de la planta.

Los grupos encargados de la supervisión de obra, por sí
solos explican sus actividades específicas, las cuales -
son:

- 1.- Mecánica de suelos.
- 2.- Electricidad.
- 3.- Edificios, cimentaciones, pavimento, drenaje, pintu-
ras.
- 4.- Montaje de equipo, maniobras, estructuras metálicas.
- 5.- Tuberías, tanques, calderas.
- 6.- Instrumentos.

Esta descripción de personal cubre los requerimientos -
para la correcta construcción y control de las plantas y
su número varía de acuerdo al volumen de obra y urgencia

de su entrega.

5.2.- Etapas de construcción.

En las etapas de construcción, además de los problemas técnico-administrativos inherentes a ésta, repercuten las omisiones, errores y atrasos de las actividades que le anteceden, por lo que se convierte en una necesidad primordial la coordinación adecuada de las actividades realizadas por la compañía de ingeniería y el suministro de materiales con el de construcción.

El cumplimiento de los programas de construcción dependen principalmente de los siguientes factores:

- Asignación de recursos financieros destinados a la obra.
- Calidad de la ingeniería.
- Control de calidad de los equipos y materiales.
- Cumplimiento de los programas de ingeniería de detalle.
- Cumplimiento de los programas de abastecimiento de los materiales.
- Capacidad del contratista de la obra.
- Capacidad del grupo supervisor de la construcción.

Una vez asignados los recursos financieros se comienza a desarrollar la operación de construcción, la cual consta de los siguientes puntos:

5.2.1.- Preparación del terreno.

El terreno puede estar lleno de árboles, matorrales y piedras grandes. Después de que los topógrafos trazan los linderos de la planta y los puntos de referencia, entran grandes máquinas para mover la tierra, palas mecánicas para arrancar árboles y nivelar el terreno hasta que se forme una plataforma, posteriormente se quita la tierra vegetal abajo de la elevación proyectada de piso homogéneo.

5.2.2.- Trabajos de cimentación.

Dependiendo de la capacidad de carga del suelo, las cimentaciones pueden ser:

- Cimentaciones por superficie, cuando el suelo tiene alta capacidad de carga.
 - Cimentación por sustitución, cuando ésta es mediana.
 - Cimentaciones por pilotes o precarga, cuando el suelo es malo; las cuales deben comenzar tan pronto como sea posible para que pueda terminarse el trabajo de cimentación total de la planta.
- Los cimientos grandes requieren varios colados y el cliente o el contratista, en un solo cimiento puede durar una semana o más. Una vez que ha comenzado un colado de concreto, debe

continuarse sin interrupción. Por tanto, el - esfuerzo mayor de las fuerzas de construcción y supervisión lo hacen en las operaciones de - colado.

5.2.3.- Instalación de servicios.

Durante el desarrollo de la construcción, el número de trabajadores y la entrega de equipo varía de acuerdo al volúmen de obra a realizar en el proyecto, por lo que es necesario la instalación de los siguientes servicios:

- Edificios provisionales.

Es necesaria la construcción de edificios para alojar la afluencia de personas y equipo. Estos edificios son provisionales y deben cambiarse de lugar o tirarse al terminar la obra, pero - deberán ser adecuadas para las necesidades de ésta, el número de edificios varía con el tipo de obra.

Varios edificios grandes que tengan espacio pa ra alojar varias dependencias (bodegas y ofici nas) resultan por lo general más baratos que - muchos edificios separados. Muchos contratistas han encontrado más económico los edificios portátiles de acero, especialmente cuando los espacios necesarios son pequeños.

- Abastecimiento provisional de agua.

Antes que se construya el servicio de agua permanente de la planta, se instala un servicio provisional casi al empujar la obra, para poder disponer de agua para beber, agua para cimentaciones de concreto, para abastecer el equipo operado con vapor de agua y para protección contra-incendio.

- Trazo de carreteras y vías de ferrocarril.

Cuando se están construyendo los edificios provisionales, en paralelo se construyen vías de ferrocarril para llevar el equipo grande a la obra y calles para dar acceso a todas las partes de la obra a camiones y equipo de construcción.

Si no es necesaria una vía permanente de ferrocarril para la planta, con frecuencia se construye una temporal cuando se va a enviar el equipo grande por ferrocarril. Empleando éste método, puede levantarse el equipo directamente del carro de carga e instalarse.

5.2.4.- Excavaciones.

Una vez que se han construido los servicios, el siguiente paso es completar en lo posible las excavaciones, porque los servicios subterráneos

se construyen más cómodamente antes de comenzar otros trabajos.

Los topógrafos trazan las excavaciones y se cuenta la mayor parte del esfuerzo en hacerlas. Durante y después de la excavación, la tierra extraída que no se pueda usar para rellenos se lleva fuera del lugar, para que quede éste tan despejado como sea posible y listo para la instalación de los servicios subterráneos.

5.2.5.- Instalaciones de los servicios subterráneos.

Al completar las zanjas, se comienza a instalar la tubería subterránea, conduits y cable subterráneo. El método de instalación de las tuberías subterráneas varía con el tipo de tubería a usarse. Los drenes y alcantarillados de los procesos, se tienden sobre una cama de arena para asegurarles un apoyo continuo, se compacta un suelo firme alrededor de la mitad inferior del tubo, la zanja se rellena y el suelo se apisona.

La instalación de ductos eléctricos es similar al que se sigue en la instalación de tubería subterránea a diferencia que estos ductos son rectangulares. Antes de rellenar y apisonar la zanja, se introduce el cable en el ducto eléctrico entre los registros (cajas de paso) por medio de

malacates movidos con aire comprimido o a mano - usando un lubricante para reducir los rozamientos posteriormente se prueba el aislamiento con un - instrumento que aplica voltajes elevados a través del aislamiento, que indican la resistencia del mismo.

Se vierte color rojo al concreto, se rellena la zanja y se apisona. El color rojo es muy visible y sirve para advertir a los trabajadores cuando se hacen excavaciones alrededor del ducto eléctrico.

El único trabajo eléctrico adicional que se hace en esta etapa de construcción, consiste en la instalación de sistemas de conexión a tierra y de protección catódica. El cable desnudo para tierras, ya sea sólido de alambre trenzado, se tiende directamente en el terreno y se lleva a la superficie en puntos predeterminados para conectarlo a los equipos. El alambre aislado que se usa para protección catódica se conecta eléctricamente al tubo subterráneo que va a protegerse y se lleva a la superficie para conectarlo al sistema de protección catódica.

5.2.6.- Cimentaciones de equipo ligero.

Los cimientos de equipo ligero se vuelan luego -

que la tubería subterránea y los ductos eléctricos se han completado en sus inmediaciones.

5.2.7.- Montaje de estructuras de concreto reforzado elegidas y de acero estructural.

Antes de que pueda instalarse la mayor parte del equipo deben completarse las estructuras principales. En éstos están incluidas los de concreto reforzado, que se construyen en forma semejante a las cimentaciones haciendo colados sucesivos, y las estructuras de acero.

Las piezas de acero se identifican con frecuencia por colores que indican el área en la que se va a usar el acero, los cuales se suben a su lugar por medio de una pluma con tirantes o de una grúa grande. La estructura se arma con tornillos de montaje provisionales hasta que se hacen conexiones permanentes. Cuando se han montado partes de la estructura suficientes para que den estabilidad a ésta, se alinea y se nivela con un tránsito y un nivel y se sostiene en su posición correcta por medio de cables hasta que se completan las conexiones permanentes.

Para las conexiones permanentes se emplean los remaches y tornillos en acero estructural o soldadura en superficies planas de los perfiles es-

estructurales de acero.

5.2.8.- Montaje del equipo principal.

Después de que se montan las estructuras de apoyo empieza la instalación del equipo principal denominada armado.

El equipo que se va a levantar se sostiene por medio de eslingas de alambre de acero según la carga, una grúa de oruga, una pluma montada, plumas de poste, varias grúas portátiles montadas en camiones y aún diferenciales de cadena pueden usarse para levantar.

La maniobra de levantar equipo pesado requiere de operadores y ayudantes muy hábiles para levantar y colocar con precisión una pieza de 200 toneladas de un equipo. El operador de la máquina elevadora controla su grúa por medio de señales hechas a mano por un ayudante parado cerca de la carga. Estas señales, lo mismo que todas las fases de la operación de la grúa, los ha uniformizado la American Standards Association (ASA) porque las malas interpretaciones pueden resultar costosas y peligrosas.

5.2.9.- Instalación de tuberías.

Cada unidad separada de tubería fabricada en ta-

lleva un número de proyecto y un número de pieza en los dibujos originales, éstos números se usan como identificación y se pintan y estampan en el tubo fabricado, posteriormente se usan los dibujos originales del proyecto como planos de montaje.

El montaje de las tuberías aéreas comienza después que se instala el equipo principal y continúa durante todo el período de construcción.

La mayoría de las tuberías de las plantas de proceso se conecta con bridas y soldadura. Los conjuntos de tubería y los tramos rectos se levantan para colocarlos en un lugar por medio de diferencias de cadena o con eslingas atadas a las grúas.

Las partes costosas, como las válvulas, deben manejarse con cuidado. Deberán estar bien sostenidas todo el tiempo durante el montaje y sus caras deberán protegerse para que no se dañen.

Cuando se termina la instalación de tramos de tubería, se lava con agua y con ácido, se prueba a presión, se limpia, se pinta y se sella para evitar ensuciamiento y se aísla si lo requieren las condiciones de proceso, la pintura del tubo aislado depende de las condiciones que imponga el proceso.

5.2.10.- Aislamiento.

Cuando ya se ha limpiado la tubería, se prueba a presión, se sella y si lo requiere el proceso se aísla. El aislamiento lo realice un subcontratista con personal especializado en esa labor. Estos trabajadores empiezan el aislamiento de los equipos casi al mismo tiempo que el de la tubería.

5.2.11.- Edificios.

Los edificios de oficina, bodegas y los edificios de talleres para las máquinas se construyen en cualquier período de la construcción de la obra, conforme se disponga de personal.

Los edificios para los cuartos de control de instrumentos y cuarto de control de motores, así como edificios de compresores, se construyen después que se han instalado los equipos principales y las tuberías grandes.

5.2.12.- Instalación de instrumentos.

Cuando se encuentra colocado en su totalidad el equipo principal, se instala el equipo menor que se apoya en los aparatos más grandes. Los materiales frágiles como instrumentos, aparatos eléctricos y tuberías menores de 2" ϕ se insta

lan también en las etapas finales para disminuir la posibilidad de que se dañen.

Las últimas semanas de una obra de construcción son muy agitadas ya que el equipo se prueba a presión se hacen pruebas de operación a los equipos, el lugar se limpia y se pone en orden, se desmontan equipos provisionales.

Durante la etapa de construcción pueden haberse mejorado muchas partes del proyecto y se pueden criticar con facilidad algunas partes de la planta, por fallas en el diseño los que se pueden corregir con ayuda del administrador de proyecto los errores que ocurren en los dibujos y datos. Improvisando cuanto sea necesario, para terminar la obra a tiempo.

6.- Pruebas y arranque de la planta.

El arranque o puesta en marcha de una nueva planta de proceso, representa la culminación de las etapas de investigación, evaluación, diseño y construcción y es en esta parte donde surgen los errores y omisiones originados en la ingeniería de detalle, fabricación de equipos y materiales y construcción, así como los propios de arranque.

Para disminuir los problemas en el arranque, independientemente de las medidas que deben tomarse en cada actividad durante su desarrollo, debe tomarse otra serie de medidas tendientes a de

tectar los errores y omisiones con la mayor anticipación al arranque. Estas medidas son:

- a.- Nombramiento con suficiente tiempo del personal de pruebas y arranque de operación y de mantenimiento de la planta.
- b.- Estudio de la información del proyecto por parte de los grupos mencionados.
- c.- El grupo de pruebas y arranque debe permanecer en la obra desde que se inicia el montaje del equipo e iniciar las pruebas de estos.
- d.- La entrega de los equipos de la planta, del grupo de construcción al de arranque, debe hacerse cuando la construcción lo permita, pero el grupo de construcción debe estar pendiente de los problemas que se presenten para asistir al de operación. La entrega de una planta no debe llevarse a cabo de un día para otro, sino ésta operación debe hacerse paulatinamente.
- e.- La entrega de refacciones por parte de construcción y la revisión y ordenamiento de ellas por el personal de mantenimiento, deben hacerse con anticipación a la puesta en marcha.
- f.- La relación de modificaciones y cambios a la planta, debe minimizarse por parte del grupo de operación y ésta debe autorizarse con un mínimo de seis meses antes de la fecha de arranque, para que el grupo constructor pueda llevarlas a cabo.
- g.- Las pruebas y puesta en marcha de los equipos deben efect-

tuarse de acuerdo con las indicaciones de los instructivos de fabricante.

6.1.- Inicio de actividades del grupo de arranque.

Las actividades del grupo de pruebas y arranque se inician con el estudio del proyecto, este estudio consiste en entender los diagramas de flujo de proceso, los diagramas de tubería e instrumentos y el plano de localización general de equipos, completando este último conocimiento con visitas frecuentes a la planta para identificar cada uno de los equipos, hasta familiarizarse con ésta.

Una de las herramientas principales del grupo de pruebas y arranque es el manual de operación y el manual de datos de fabricante, información generada por la compañía de ingeniería o el licenciador si la planta fué comprada como paquete de ingeniería básica.

El manual de datos del fabricante contiene la información ordenada y debidamente clasificada que a lo largo del proyecto se recibió de los fabricantes de equipo, la cual - fué revisada y aprobada por el administrador de proyecto.

El manual de operación puede contener las siguientes secciones:

Sección 1. Descripción general.

Esta sección contiene las especificaciones de la carga, de los productos y subproductos de la planta y una des-

cripción detallada de la planta.

Sección 2. Condiciones de operación y control.

En esta sección se describen los efectos en la operación de las variables de proceso, y se describen los dispositivos especiales de control y operación de la planta.

Sección 3. Preparación de la unidad para arranque.

Se describen todos los procedimientos a los que se deben sujetar los equipos y los sistemas de la planta antes del arranque.

Sección 4. Arranque de la planta.

Se detalla el procedimiento de arranque de la planta.

Sección 5. Paro normal de la planta.

Se describe el procedimiento de paro programado de la unidad, incluyendo la limpieza e inspección de los equipos y sistemas y la preparación para el mantenimiento.

Sección 6. Paro de emergencia.

Aquí se dá el procedimiento de paro en caso de falla de corriente eléctrica, incendio o falla mecánica de equipo.

Sección 7. Medidas de seguridad.

Se describe el equipo y sistemas de seguridad así como las medidas de seguridad para el manejo de productos inflamables y tóxicos.

Sección 8. Diagramas de flujo.

Contiene una copia de los diagramas de flujo de proceso y de diagramas de tubería e instrumentos.

Sección 9. Pruebas y control de laboratorio.

Contiene los procedimientos de análisis y pruebas de la-

boratorio requeridas para el control y operación normal de la planta.

Sección 10. Apéndice.

Donde se incluyen propiedades físicas de los productos químicos de las corrientes que se manejan en la planta.

6.2.- Pruebas y limpieza de la planta.

Desde que se inicia el montaje de los equipos de la planta se deben iniciar las pruebas y limpieza de los mismos, de tal forma que los defectos que se detectan en esta operación, sean reparados con anticipación a la puesta en marcha. En cuanto al sistema de tubería se deben limpiar y probar en tramos de tal forma que esta operación termine pocas horas después que la construcción haya terminado con sus actividades de tubería.

Se debe poner atención especial en los sistemas de agua cruda, agua tratada y generación de vapor, así como al sistema eléctrico, esto es con el objeto de probar los motores eléctricos y turbinas de vapor que accionan los equipos mecánicos rotatorios donde existe el mayor número de fallas que se deben detectar con la mayor anticipación posible. La mayoría de las tuberías deben lavarse con agua, para lo cual primeramente se desmontan las placas de orificio, termopozos, válvulas de control, válvulas de relevo y cualquier dispositivo montado sobre la tubería que interfiera con la limpieza o que pueda ser dañado -

por el lavado, el óxido de fierro, rebabas o electrodos de soldadura que frecuentemente los soldadores abandonan en su interior.

En algunos casos no es aconsejable lavar la tubería y los equipos con agua, pues pueden dañar los materiales de construcción, en este caso los equipos o las líneas se soplan con aire seco.

Los equipos y las tuberías despues del lavado son probados hidrostáticamente, a la presión de prueba que se determina de acuerdo a las presiones de operación del equipo o del circuito de tubería. Los equipos y tuberías que no pueden ser probados con agua se prueban con aire seco y en caso de no ser recomendado el uso del aire, se usará nitrógeno o cualquier otro gas inerte.

6.3.- Inspección de equipos y tuberías antes del arranque.

Antes del arranque se deben inspeccionar concienzudamente los equipos y las líneas, esta inspección detallada se hace en base a los diagramas de tubería e instrumentos debiéndose poner especial atención a lo siguiente:

- a.- Revisar que no haya trabajos pendientes de soldadura.
- b.- Revisar que todas las bridas estén correctamente atorilladas.
- c.- Revisar que todas las bombas y compresores tengan colocadas en las succiones, las coladeras temporales con lo cual se evita que el óxido y el polvo puedan

dañarlos al operar.

- d.- Inspeccionar todos los recipientes internamente para asegurarse que estén limpios y en orden.
- e.- Revisar cada una de las válvulas de relevo para asegurarse que no están bloqueadas con juntas ciegas. Las válvulas de relevo se calibran antes de colocarlas.
- f.- Revisar que las válvulas de purga y de venteo estén cerradas.

Una vez revisado todo lo anterior, se debe iniciar la puesta en marcha de la unidad, siguiendo las instrucciones del manual correspondiente. Es importante la presencia de expertos del fabricante, principalmente de compresores o unidades de equipo especial.

En este momento, se requiere de una cooperación muy estrecha entre los ingenieros de construcción, arranque, operación y el personal de adquisiciones para conseguir el éxito esperado.

CAPITULO IV

COORDINACION, EVALUACION Y CONTROL

Estas actividades son las que representan la mayor parte del trabajo que desarrolla el administrador de proyecto y que constituyen el mayor porcentaje de las actividades administrativas del mismo, las cuales tienen vital importancia para el proyecto, ya que son estas actividades en las que se sustentan:

- a.- El que todos los departamentos funcionales cuenten a tiempo con toda la información necesaria para el desarrollo del proyecto.
- b.- El que no haya interferencias que retrasen las actividades.
- c.- El cumplimiento de las fechas programadas de acuerdo al programa general del proyecto y matriz de precedencias.
- d.- La prevención de desviaciones al programa y la toma de medidas preventivas y/o correctivas que permitan el logro de objetivos dentro de lo programado y lo presupuestado.

I.- Coordinación.

Para efectuar una adecuada coordinación, el administrador de proyecto debe poder interpretar perfectamente las bases de diseño establecidas con el cliente, tener un profundo conocimiento, sin llegar a ser necesariamente un experto de todas y cada

una de las actividades que se van a desarrollar, de tal manera que este conocimiento le permita participar en algunas de ellas así como revisar y comentar documentos generados por los diferentes departamentos funcionales.

El administrador de proyecto, además de revisar documentos técnicos, es el enlace entre los departamentos funcionales entre sí y el cliente, teniendo una mayor o menor jerarquía según el tipo de organización que se establezca en la organización del grupo de proyecto que se administre.

1.1.- Revisión de documentos técnicos.

a.- Diagrama de flujo de proceso.

Este diagrama se emplea en las fases iniciales de diseño de una planta y es a partir de él que se desarrolla el diagrama de tubería e instrumentos, el cual constituye la fuente central de información para todos los departamentos funcionales. En este diagrama se deben tomar en cuenta factores como: seguridad de operación, facilidades de construcción, operación y mantenimiento, así como espacio disponible para la planta.

La revisión del diagrama de flujo de proceso parte desde los comentarios a las bases de diseño, en los siguientes puntos:

- Capacidad, rendimiento y flexibilidad.

- Especificaciones de las alimentaciones y productos.
- Condiciones de alimentación en límites de batería.
- Condiciones de productos en límites de batería.
- Eliminación de desechos.
- Almacenamiento.
- Servicios auxiliares.
- Sistemas de seguridad.
- Condiciones climatológicas.
- Localización de la planta.
- Normas, códigos y especificaciones.

Posteriormente, los criterios de diseño son revisados tanto para el proceso como para el equipo y se comenta el balance de materia haciendo énfasis en la composición de todas las corrientes de proceso.

El balance de materia es esencial para denunciar la filosofía básica de operación incluyéndolo las variables de operación y proceso, analizando específicamente - las siguientes situaciones: arranque, paro normal, - paro de emergencia, así como alguna operación inicial

El diagrama de flujo de proceso es revisado analizando condiciones de presión, flujo y temperatura, relacionados con el equipo y los sistemas de control con el fin de evitar problemas posteriores de mantenimiento, ambientales y de operación. Con las características de las corrientes se definen los materiales utilizados en tuberías y accesorios.

b.- Plano de localización general.

Para que el plano cumpla con los objetivos de diseño, construcción y operación es necesario que en su elaboración participen todos los departamentos funcionales y a su vez, el administrador de proyecto ejerza estrecha vigilancia de la cantidad y calidad de la información en él mostrada en cada revisión, así como verificar que aparezca todo aquello para lo cual existan datos confiables o servir como medio para conseguir del cliente o del fabricante aquella información faltante para continuar con el desarrollo de la ingeniería.

El administrador de proyecto debe revisar minuciosamente que se indiquen claramente las coordenadas de todos y cada uno de los equipos y edificios antes de enviarlo al cliente para aprobación y/o revisión, antes de distribuirlo internamente y al personal de construcción. Es obvio que durante las primeras ediciones del plano la revisión es completa y detallada y que en las revisiones posteriores solamente es necesario verificar aquella información que haya sido adicionada o modificada e igualmente se acompañe al margen una lista de equipo actualizada.

En todo momento el administrador de proyecto, deberá verificar que tanto las necesidades del cliente como las recomendaciones y códigos aplicables están siendo observados correctamente.

En lo particular debe revisarse:

- b.1.- que se indique el origen de coordenadas incluyendo los límites de batería y las coordenadas particulares del cliente.
- b.2.- Que aparezca la indicación del norte geográfico de la planta y la dirección de los vientos.
- b.3.- Para cada equipo se indicará la clave de identificación de acuerdo con la lista de equipo.
- b.4.- El trazo de la soportería de la tubería deberá estar de acuerdo con los puntos de entrada y salida.
- b.5.- El acomodo de los equipos de proceso debe ir de acuerdo con el diagrama de flujo de proceso y la localización de los equipos de servicios auxiliares sea la más conveniente por su cercanía al área de proceso a que pertenezcan.
- b.6.- Los equipos y edificios que se representen en el plano deben tener las dimensiones correctas a la escala del plano. Checar contra hojas de datos, dibujos de diseño, planos arquitectónicos y dibujos de fabricante.
- b.7.- Para los equipos paquete de los cuales exista información de sus partes mayores, ver que sea indicada en el plano, verificando que la orientación del paquete sea la adecuada para la interconexión del mismo con el equipo o paquetes

adyacentes según la orientación particular de las boquillas.

b.8.- Verificar que se muestre la totalidad de los equipos, revisando contra lista de equipo y diagramas de tubería e instrumentos.

c.- Diagramas de tubería e instrumentos.

De proceso.

A estos diagramas el administrador de proyecto debe revisar que se encuentren incluidos en el diagrama - todos los equipos de la planta y se indiquen las características de los mismos, con las interconexiones de tubería correspondientes. Verificar los sistemas de control requeridos por el proceso, toda la instrumentación adicional como manómetros, termómetros, válvulas de control, etc., y si el control se hará desde el tablero principal de control o localmente.

Asi mismo se revisará el diámetro, especificación y número de todas las líneas de proceso y servicios auxiliares que llegan a los equipos.

De servicios auxiliares.

Se revisarán de la misma manera que los diagramas de tubería e instrumentos de proceso, adicionando a la - revisión los cabezales y ramales de todas las líneas de servicios auxiliares de la planta.

a.- Revisión de hojas de datos de equipo.

El objetivo de revisar las hojas de datos, es establecer los conceptos mínimos que deberán ser revisados por el administrador de proyecto, prestando especial atención en condiciones (temperatura y presión) de operación y diseño, tipo de fluido a manejar, dimensiones, tipo de material a usarse, diámetro de boquillas etc.

Los conceptos que se analizan son muy variados. En las hojas de datos que se presentan a continuación, se muestran los conceptos mínimos que deben ser revisados por el administrador de proyecto y los datos proporcionados por el departamento funcional originador de dicha hoja:

x: Datos proporcionados por el departamento funcional originador.

3: Conceptos a revisar por el administrador de proyecto.

RECIPIENTE

	x	1	
	x	1/2	
	x	1/4	
	x	1/8	
	x	1/16	
	x	1/32	
	x	1/64	
	x	1/128	
	x	1/256	
	x	1/512	
	x	1/1024	
	x	1/2048	
	x	1/4096	
	x	1/8192	
	x	1/16384	
	x	1/32768	
	x	1/65536	
	x	1/131072	
	x	1/262144	
	x	1/524288	
	x	1/1048576	
	x	1/2097152	
	x	1/4194304	
	x	1/8388608	
	x	1/16777216	
	x	1/33554432	
	x	1/67108864	
	x	1/134217728	
	x	1/268435456	
	x	1/536870912	
	x	1/1073741824	
	x	1/2147483648	
	x	1/4294967296	
	x	1/8589934592	
	x	1/17179869184	
	x	1/34359738368	
	x	1/68719476736	
	x	1/137438953472	
	x	1/274877906944	
	x	1/549755813888	
	x	1/1099511627776	
	x	1/2199023255552	
	x	1/4398046511104	
	x	1/8796093022208	
	x	1/17592186044416	
	x	1/35184372088832	
	x	1/70368744177664	
	x	1/140737488355328	
	x	1/281474976710656	
	x	1/562949953421312	
	x	1/1125899906842624	
	x	1/2251799813685248	
	x	1/4503599627370496	
	x	1/9007199254740992	
	x	1/18014398509481984	
	x	1/36028797018963968	
	x	1/72057594037927936	
	x	1/144115188075855872	
	x	1/288230376151711744	
	x	1/576460752303423488	
	x	1/1152921504606846976	
	x	1/2305843009213693952	
	x	1/4611686018427387904	
	x	1/9223372036854775808	
	x	1/18446744073709551616	
	x	1/36893488147419103232	
	x	1/73786976294838206464	
	x	1/147573952589676412928	
	x	1/295147905179352825856	
	x	1/590295810358705651712	
	x	1/1180591620717411303424	
	x	1/2361183241434822606848	
	x	1/4722366482869645213696	
	x	1/9444732965739290427392	
	x	1/18889465931478580854784	
	x	1/37778931862957161709568	
	x	1/75557863725914323419136	
	x	1/151115727451828646838272	
	x	1/302231454903657293676544	
	x	1/604462909807314587353088	
	x	1/1208925819614629174706176	
	x	1/2417851639229258349412352	
	x	1/4835703278458516698824704	
	x	1/9671406556917033397649408	
	x	1/19342813113834066795298816	
	x	1/38685626227668133590597632	
	x	1/77371252455336267181195264	
	x	1/154742504910672534362390528	
	x	1/309485009821345068724781056	
	x	1/618970019642690137449562112	
	x	1/1237940039285380274899124224	
	x	1/2475880078570760549798248448	
	x	1/4951760157141521099596496896	
	x	1/9903520314283042199192993792	
	x	1/19807040628566084398385987584	
	x	1/39614081257132168796771975168	
	x	1/79228162514264337593543950336	
	x	1/158456325028528675187087900672	
	x	1/316912650057057350374175801344	
	x	1/633825300114114700748351602688	
	x	1/1267650600228229401496703205376	
	x	1/2535301200456458802993406410752	
	x	1/5070602400912917605986812821504	
	x	1/10141204801825835211973625643008	
	x	1/20282409603651670423947251286016	
	x	1/40564819207303340847894502572032	
	x	1/81129638414606681695789005144064	
	x	1/162259276829213363391578010288128	
	x	1/324518553658426726783156020576256	
	x	1/649037107316853453566312041152512	
	x	1/1298074214633706907132624082305024	
	x	1/2596148429267413814265248164610048	
	x	1/5192296858534827628530496329220096	
	x	1/10384593717069655257060992658440192	
	x	1/20769187434139310514121985316880384	
	x	1/41538374868278621028243970633760768	
	x	1/83076749736557242056487941267521536	
	x	1/166153499473114484112975882535043072	
	x	1/332306998946228968225951765070086144	
	x	1/664613997892457936451903530140172288	
	x	1/1329227995784915872903807060280344576	
	x	1/2658455991569831745807614120560689152	
	x	1/5316911983139663491615228241121378304	
	x	1/10633823966279326983230456482242756608	
	x	1/21267647932558653966460912964485513216	
	x	1/42535295865117307932921825928971026432	
	x	1/85070591730234615865843651857942052864	
	x	1/170141183460469231731687303715884105728	
	x	1/340282366920938463463374607431768211456	
	x	1/680564733841876926926749214863536422912	
	x	1/1361129467683753853853498429727072845824	
	x	1/2722258935367507707706996859454145691648	
	x	1/5444517870735015415413993718908291383296	
	x	1/10889035741470030830827987437816582766592	
	x	1/21778071482940061661655974875633165533184	
	x	1/43556142965880123323311949751266331066368	
	x	1/87112285931760246646623899502532662132736	
	x	1/174224571863520493293247799005065244265472	
	x	1/348449143727040986586495598010130488530944	
	x	1/696898287454081973172991196020260977061888	
	x	1/1393796574908163946345982392040521954123776	
	x	1/2787593149816327892691964784081043908247552	
	x	1/5575186299632655785383929568162087816495104	
	x	1/11150372599265311570767859136324175632990208	
	x	1/22300745198530623141535718272648351265980416	
	x	1/44601490397061246283071436545216702531960832	
	x	1/89202980794122492566142873090433405063921664	
	x	1/178405961588244985132285746180866810127843328	
	x	1/356811923176489970264571492361733620255686656	
	x	1/713623846352979940529142984723467240511373312	
	x	1/1427247692705959881058285969446934481022746624	
	x	1/2854495385411919762116571938893868962045493248	
	x	1/5708990770823839524233143877787737924090986496	
	x	1/11417981541647679048466287755575475848181972992	
	x	1/22835963083295358096932575511150951696363945984	
	x	1/45671926166590716193865151022301903392727891968	
	x	1/91343852333181432387730302044603806785455783936	
	x	1/182687704666362864775460604089207613570911567872	
	x	1/365375409332725729550921208178415227141823135744	
	x	1/730750818665451459101842416356830454283646271488	
	x	1/1461501637330902918203684832713660908567292542976	
	x	1/2923003274661805836407369665427321817134585085952	
	x	1/5846006549323611672814739330854643634269170171904	
	x	1/11692013098647223345629478661709287268538340343808	
	x	1/23384026197294446691258957323418574537076680687616	
	x	1/46768052394588893382517914646837149074153361375232	
	x	1/93536104789177786765035829293674298148306722750464	
	x	1/187072209578355573530071658587348596296613445500928	
	x	1/374144419156711147060143317174697192593226891001856	
	x	1/748288838313422294120286634349394385186453782003712	
	x	1/1496577676626844588240573268698788770372907564007424	
	x	1/2993155353253689176481146537397577540745815128014848	
	x	1/5986310706507378352962293074795155081491630256029696	
	x	1/11972621413014756705924586149590310162983260512059392	
	x	1/23945242826029513411849172299180620325966521024118784	
	x	1/47890485652059026823698344598361240651933042048237568	
	x	1/95780971304118053647396689196722481303866084096475136	
	x	1/19156194260823610729479338399344496260773216119295232	
	x	1/38312388521647221458958676798688992521546432238590464	
	x	1/76624777043294442917917353597377985043092864477180928	
	x	1/153249554086588885835834707194755970086185689554361856	
	x	1/306499108173177771671669414389511940172371379108723712	
	x	1/612998216346355543343338828779023880344742758217447424	
	x	1/1225996432692711086686677657558047760689485516434894848	
	x	1/2451992865385422173373355315116095521378971032869789792	
	x	1/4903985730770844346746710630232191042757942065739579584	
	x	1/9807971461541688693493421260464382085515884131479159168	
	x	1/19615942923083377386986842520928764171031768262958318336	
	x	1/39231885846166754773973685041857528342063536525916636736	
	x	1/78463771692333509547947370083715056684127073051833273472	
	x	1/156927543384667019095894740167430113368254146103666546944	
	x	1/313855086769334038191789480334860226736508292207333093888	
	x	1/627710173538668076383578960669720453473016584414666187776	
	x	1/1255420347077336152767157921339440906946033168829332375552	
	x	1/251084069415467230553431584267888181389206633765866475104	
	x	1/502168138830934461106863168535776362778413267531732950208	
	x	1/1004336277661868922213726337071552725556826535063465900416	
	x	1/2008672555323737844427452674143105451113653070126931800832	
	x	1/4017345110647475688854905348286210902227306140253863601664	
	x	1/8034690221294951377709810696572421804454612280507727203328	
	x	1/16069380442589902755419621393144843608909224561015454406656	
	x	1/32138760885179805510839242786289687217818449122030908813312	
	x	1/64277521770359611021678485572579374435636898244061817626624	
	x	1/128555043540719222043356971145158748871273796488123635253248	
	x	1/257110087081438444086713942290317497742547592976247270506496	
	x	1/514220174162876888173427884580634995485095185952494541012992	
	x	1/102844034832575377634685576916126999097019037190498908025984	
	x	1/205688069665150755269371153832253998194038074380997816051968	
	x	1/411376139330301510538742307664507996388076148761995632103936	
	x	1/822752278660603021077484615329015992776152297523991264207872	
	x	1/1645504557321206042154969230658031955552304595047982528415744	
	x	1/3291009114642412084309938461316063911104609190095965056831488	
	x	1/6582018229284824168619876922632127822209218380191930113662976	
	x	1/13164036458569648337239753845264255644418376760383860227325952	
	x	1/26328072917139296674479507690528511288	

PLATOS
HOJA DE DATOS

PLANTA	X	%	HOJA	X	%	DE	X	%
LOCALIZACIÓN	X	%	REVISIÓN	X	%			
CONTRATO N°	X	%	REGNA	X				
CLAVE	X	%	POR			AP.		

CLAVE DE LA TORRE		X	%			
SERVICIO		X	%			
SECCION (PLATO N°)		X				
TIPO DE PLATO		X	%			
N° DE PLATOS		X				
ESP. NORMAL ENTRE PLATOS (mm)		X				
DIAMETRO INT. TORRE (mm)		X	%			
N° DE PASOS		X				
TIPO DE FLUIDO		X				
PRESION DE OPERACION (Kg/cm ²)		X				
G O S O S	TEMPERATURA (°C)	X				
	FLUJO HOR (Kg/h)	X				
	MAX (Kg/h)	X				
	MIN (Kg/h)	X				
	DENSIDAD (Kg/m ³)	X				
PESO MOLECULAR (Kg/kmol)		X				
O S I G U I D O	TEMPERATURA (°C)	X				
	FLUJO HOR (Kg/h)	X				
	MAX (Kg/h)	X				
	MIN (Kg/h)	X				
	DENSIDAD (Kg/m ³)	X				
	PESO MOLECULAR (Kg/kmol)		X			
	TENSION SUPERFICIAL (DIN/cm)		X			
VISCOSIDAD (C.P.)		X				
POLIMERIZACION		X				
AP PERMISIBLE POR PLATO (mm Hg)		X				
CORROSION PERMISIBLE		X	%			
% DE INUNDACION MAXIMO		X				
TENDENCIA A ESPUMADO		X				
M A T E R I A L E S	PLATO	X				
	BAJANTES					
	ANILAS DE SOPORTE					
	VALVULAS					
	ACCESORIOS					
EMPAQUES						
EFICIENCIA (%)		X				
NOTAS						

HOJA DE DATOS

%
 %
 %
 %

% X X
 X X X

DESCRIPCION	CANTIDAD
MATERIA PRIMA	
MATERIA PRIMA A	X
MATERIA PRIMA B	X
MATERIA PRIMA C	X
MATERIA PRIMA D	X
MATERIA PRIMA E	X
MATERIA PRIMA F	X
MATERIA PRIMA G	X
MATERIA PRIMA H	X
MATERIA PRIMA I	X
MATERIA PRIMA J	X
MATERIA PRIMA K	X
MATERIA PRIMA L	X
MATERIA PRIMA M	X
MATERIA PRIMA N	X
MATERIA PRIMA O	X
MATERIA PRIMA P	X
MATERIA PRIMA Q	X
MATERIA PRIMA R	X
MATERIA PRIMA S	X
MATERIA PRIMA T	X
MATERIA PRIMA U	X
MATERIA PRIMA V	X
MATERIA PRIMA W	X
MATERIA PRIMA X	X
MATERIA PRIMA Y	X
MATERIA PRIMA Z	X
MATERIA PRIMA AA	X
MATERIA PRIMA AB	X
MATERIA PRIMA AC	X
MATERIA PRIMA AD	X
MATERIA PRIMA AE	X
MATERIA PRIMA AF	X
MATERIA PRIMA AG	X

e.- Requisitos específicos del proyecto.

Se deben verificar las modificaciones y/o adiciones a la sección denominada especificación general. Estas modificaciones no son más que información particular de cada proyecto en lo que se refiere a:

e.1.- Identificación de la planta.

La planta se identifica mediante los siguientes datos:

- Nombre.
- Localización.
- Firma operativa.
- Número de contrato.

e.2.- Datos de bases de diseño.

En base a la especificación general se seleccionan los datos de bases de diseño a incluirse en los requisitos específicos del proyecto.

A continuación se indican algunos ejemplos de lo que contienen los requisitos específicos del proyecto en algunas especificaciones.

ESPECIFICACION	DATOS REQUERIDOS DE BASES DE DISEÑO
turbinas de vapor	Calidad de vapor, presión y temperatura de suministro y

Motores

retorno en límites de batería.

Condiciones atmosféricas, tensión de distribución, clasificación de áreas.

Clasificación de áreas

Condiciones atmosféricas, características inflamables y/o explosivas de las sustancias manejadas en el proceso.

e.3.- Reglamentos locales que afectan la especificación.

En todos los casos donde se tengan reglamentos locales del sitio de ubicación de la planta que afecten el contenido de la especificación general, estos deberán señalarse dentro de los requisitos específicos del proyecto.

e.4.- Datos complementarios en el caso de equipos especiales.

Dentro de este concepto, se incluyen aspectos especiales o específicos de equipos que aún teniendo características similares a los comunes

y corrientes tienen algunas características especiales.

1.2.- Revisión de documentos de diseño.

a.- Diseño de ingeniería civil.

A continuación se mencionan aspectos de detalles generales que deben revisarse en los diferentes dibujos o planos de diseño de ingeniería civil.

- a.1.- Revisar nombre, número de dibujo, número de contrato, nombre de la planta, cuadro de descripción, así como firmas, edición y revisión.
- a.2.- Verificar interferencias entre cimentaciones.
- a.3.- Revisar norte de la planta.
- a.4.- Revisar coordenadas de límite de batería contra el plano de localización general.
- a.5.- Revisar tabla de notas generales.
- a.6.- Revisar que los cortes y detalles que se indican dentro del plano, sean representados en el mismo, o en el plano del cual se hace referencia.
- a.7.- Revisar dimensiones, localización, tipo y cantidad de anclas y apoyos contra dibujo de diseño y dibujo de fabricante.
- a.8.- Revisar elevaciones contra dibujo de diseño o dibujo de fabricante.

- a.9.- Revisar que la lista de materiales contenga la información indicada en el plano.
- a.10.- Coordinadas, número y clave de equipos contra plano de localización general de equipo.
- a.11.- El tipo de empaque requerido contra estándares civiles.
- a.12.- Que la información de las marcas de varillas sea congruente con las dimensiones de la cimentación.
- a.13.- El armado de varilla deberá ser congruente con el tipo indicado en la cimentación.

b.- Diseño eléctrico.

Los puntos a revisar a los dibujos generados por éste departamento funcional son:

- b.1.- Verificar que exista congruencia entre la clasificación de áreas peligrosas de la planta con la norma correspondiente del cliente, según los productos que se manejen en la planta.
- b.2.- Revisar que haya concordancia entre las zonas consideradas como peligrosas y la localización de drenes y venteos de la planta.
- b.3.- La localización del equipo y orientación de la planta, así como la indicación de la dirección de los vientos debe estar de acuerdo con la última revisión del plano de localización general de equipo.

- b.4.- Debén estar expresadas las alturas a las cuales una cierta clasificación aplica, relacionadas estas alturas a nivel de piso terminado o aquel que se use como referencia.
- b.5.- Tanto el número de alimentadores como las tensiones de alimentación y la capacidad interruptiva de corto circuito deben estar de acuerdo a lo especificado en las bases de diseño.
- b.6.- El número de cargas debe revisarse contra la lista de equipo y/o accionadores que requieren suministro de energía.
- b.7.- Ver que los transformadores estén seleccionados con un factor de servicio adecuado, con el objeto de que puedan cubrir la inclusión futura de cargas sin necesidad de reemplazo.
- b.8.- Ver que se muestren las cepas para los servicios más importantes de la planta, de acuerdo con las cargas conectadas en el diagrama unifilar.
- b.9.- Ver que estén numerados todos los puntos de la cepa en que existan cambios de dirección indicando para todos sus coordenadas, así como los niveles de desplante superior.
- b.10.- Deben estar conectados todos los equipos de acuerdo a lo indicado en el diagrama unifilar.
- b.11.- Ver que no haya interferencia de fuerza con

tubería subterránea o cimentaciones.

- b.12.- Verificar que todos los equipos, estructuras, puentes de tubería y edificios estén conectados a tierra.
- b.13.- Ver que todos los puentes y equipo tengan alumbrado.
- b.14.- El tipo de lámparas deberá estar de acuerdo con la clasificación de áreas.
- b.15.- El número, localización y orientación de alumbrado debe ser tal y como se indica en los planos de plataformas y escaleras del fabricante del equipo.

c.- Dibujos de ingeniería de instrumentación.

- c.1.- El tipo de tablero y el tipo de señal especificada originalmente debe concordar con lo expuesto en las bases de diseño expuestas por el cliente.
- c.2.- La distribución de instrumentos en el tablero principal de control debe compaginar con los diagramas de instrumentación.
- c.3.- El semigráfico deberá tener semejanza con los diagramas de tubería e instrumentos, ya que únicamente se representan los equipos y líneas importantes que tengan instrumentación a frente del tablero.

- c.4.- Preveer espacio libre para instrumentación futura en el tablero.
 - c.5.- Revisar que los diagramas de instrumentación estén agrupados por variable y que los circuitos estén de acuerdo a los diagramas de tubería e instrumentos y que coincidan con las claves de los instrumentos.
 - c.6.- Verificar que se indique claramente el suministro de aire y electricidad a los instrumentos y dispositivos locales que lo requieren.
 - c.7.- Revisar el índice de instrumentos contra los diagramas de instrumentación y los diagramas de tubería e instrumentos para corroborar que la información de los instrumentos del frente y parte posterior del tablero, así como los locales, sean parte de un circuito o independientes.
- d.- Dibujos de ingeniería de tuberías.
- Los puntos que se revisan a la información generada por este departamento funcional son:
- d.1.- Verificar contra la lista de líneas la información indicada en el isométrico (diámetro, número, especificación de la línea, presión y temperatura de prueba, relevado de esfuerzos, aislamiento).
 - d.2.- Revisar que se incluya la información de instru

- mentación y accesorios de tubería como se indica en el diagrama de tubería e instrumentos.
- d.3.- Revisar coordenadas y elevaciones de puntos intermedios, así como tramos rectos de tubería con la trayectoria de líneas.
 - d.4.- Analizar localización de venteos y drenes a fin de que estén localizados en los puntos adecuados.
 - d.5.- En líneas a límites de batería, verificar coordenadas y elevaciones contra el plano de entradas y salidas en límites de batería.
 - d.6.- Revisar la lista de materiales contra el isométrico y la especificación de materiales de tubería y accesorios.
 - d.7.- Revisar la continuidad de líneas entre diferentes isométricos, verificando que sean correctas las referencias entre estos.
 - d.8.- Revisar que estén todas las líneas que llevan venas de vapor contra la lista de líneas.
 - d.9.- Verificar contra bases de diseño, diagramas de tubería e instrumentos, el número y la localización de la planta.
 - d.10.- Revisar dimensiones y elevaciones de plataformas de operación de válvulas en límites de batería contra planos de soportería y estándares de conexiones.

d.12.- Revisar trayectorias y localización de registros y analizar que éstos cumplan para los casos de precipitación pluvial y agua contra incendio, utilizando los datos proporcionados por el cliente en las bases de diseño.

d.13.- Comparar contra el plano del sistema contra incendio, la localización de los monitores, hidrantes, etc.

d.14.- Verificar la localización y número de monitores e hidrantes contra bases de diseño y especificaciones revisando que toda la planta que de protegida por el sistema.

Quando el proyecto se va a realizar con maqueta constructiva se deben considerar los siguientes puntos para su revisión:

d.15.- Todos los equipos llevarán impresa su clave de acuerdo a la lista de equipo, debiéndose revisar dimensiones generales y localización de boquillas.

d.16.- Todas las líneas de 2" y mayores deberán estar representadas.

d.17.- Deberá acatarse el código de colores para las líneas según su servicio de acuerdo a lo acordado previamente.

d.18.- Deberán aparecer las estructuras de soporte de tubería, así como las plataformas y escaleras

en equipos y plataformas para operación de válvulas.

- d.19.- Revisar que se conserve la escala en todos los edificios, líneas y equipos representados.
- d.20.- Los límites de batería y orientación de la planta estarán perfectamente indicados.
- d.21.- La fabricación e instalación de las líneas se efectuará basándose en los isométricos de tubería correspondiente.
- d.22.- Verificar los trazos de tubería subterránea contra el plano correspondiente. Indicándose con líneas sobre la base de la maqueta.
- d.23.- Deberá constatarse que se indiquen los elementos concernientes a la instrumentación.
- d.24.- Comprobar que la localización y representación de los elementos que componen el sistema de alumbrado cumplen con lo indicado en los dibujos de detalle correspondiente.

e.- Dibujos de cambiadores de calor.

Los puntos que debe revisar el administrador de proyecto a los dibujos de diseño de cambiadores de calor son los siguientes:

- e.1.- Contra la hoja de datos (previamente revisada).
 - Clave y nombre del equipo.
 - Tipo de cambiador.

- Condiciones de operación y diseño.
 - Dimensiones generales.
 - Número de tubos, arreglo y espaciamiento.
- e.2.- Contra los diagramas de tubería e instrumentos. e isométricos de tubería.
- Localización de boquillas (rango, cara diámetro, proyecciones, etc.).
- e.3.- Contra dibujos de cimentaciones.
- Localización de apoyos, fijo y móvil.
 - Pernos de anclaje.
- e.4.- Notas generales, peso vacío y de operación.
- e.5.- Datos generales del plano.
- Número de dibujo.
 - Número de contrato.
 - Nombre de la planta y localización.
 - Revisión y cuadro de firmas.
- f.- Dibujos de recipientes.
- La información que se deberá revisar a los dibujos de diseño de recipientes, torres, reactores, es la siguiente:
- f.1.- Deberá verificarse que no existan errores y omisiones en el número de contrato, nombre, ubicación de la planta, edición, revisión de dibujos y firmas.
- f.2.- Se deberá cotejar contra la hoja de datos la -

siguiente información:

- Dimensiones generales, el diámetro del recipiente debe coincidir con estándares de fabricación.
- Identificación, diámetro y localización de cada una de las boquillas, cuidando que no existan omisiones.
- Dimensiones, localización y especificaciones de internos.
- Espesor de corrosión, materiales de construcción.
- Temperaturas y presiones de operación y diseño.
- Materiales de construcción.

f.3.- Verificar contra diagramas de tubería e instrumentos y especificaciones de tubería:

- Rango de las boquillas y registros.
- Tipo de cara de bridas.

f.4.- Deberá verificarse que esté incluida toda la información necesaria para el diseño de los departamentos de tubería y civil, la cual se menciona a continuación:

- Elevación del equipo.
- Localización de silletas y agujeros para anclas.
- Proyección de boquillas.

- Pesos.

- Identificación del apoyo fijo en recipientes horizontales.

f.5.- Deberá revisarse principalmente que haya sido correctamente asentada la orientación y localización de boquillas internas cotejando el dibujo contra el estudio originado por el departamento de tuberías.

1.- Evaluación y control.

Para efectuar la evaluación y control, el administrador de proyecto puede apoyarse en varias técnicas que le permitan mediante la recolección de datos e informes que se generan como actividades propias del proyecto para llevar a cabo la evaluación, hacer el diagnóstico del avance y en base a eso tomar las acciones necesarias para seguir dirigiendo adecuadamente su proyecto para evitar al máximo las desviaciones y así cumplir con los compromisos pactados con el cliente.

2.1.- Evaluación.

El procedimiento de evaluación, básicamente se fundamenta en lo siguiente:

- Determinar comparativamente el logro de los objetivos entre lo programado y lo presupuestado.
- Determinar el consumo de horas-hombre así como el cumplimiento del programa, entre lo presupuestado y lo consumido para el estimado de horas-hombre.

- Con respecto a las actividades que se desarrollaron - adecuadamente y cumplieron con sus objetivos dentro - de lo programado, habrá que determinar qué factores - contribuyeron a que esto así fuera.
- En las actividades en que no se cumplió con lo progra- mado, o hubo errores que alteraron el buen curso del - proyecto, hay que determinar cuales fueron las causas que motivaron el incumplimiento de acuerdo a lo estable cido.
- Después de que se llevó a cabo la recopilación de toda la información anterior se deberán desarrollar políti- cas a seguir así como cambios a los procedimientos es- tablecidos o implementación de nuevos procedimientos - que permitan evitar que los errores, fallas y olvidos no se repitan a lo largo del proyecto.
- Después de haber desarrollado lo anterior se procede a su correspondiente implementación a fin de no tener - atrazos en lo programado.

2.2.- Control.

a.- Conceptos a controlar.

Los conceptos a controlar durante el desarrollo de la ingeniería de proyectos son:

a.1.- Calidad de la ingeniería.

La calidad de la ingeniería es función de la - capacidad técnica del personal encargado de de

sarrollar ésta. La experiencia de cada uno de los especialistas de los departamentos funcionales en las distintas disciplinas y en los diferentes campos de ésta actividad y los cursos de entrenamiento especializado son fundamentales para mejorar la calidad del proyecto. La ingeniería de proyectos es una actividad de mano de obra, y por lo tanto, la capacitación de los recursos humanos es sumamente importante.

a.2.- Cumplimiento de los programas establecidos.

Este concepto es tan importante como el primero. El cumplimiento de los programas depende en gran parte del personal directivo del proyecto, los factores que influyen en el incumplimiento de los programas son:

- Programación deficiente.
- Deficiencias en la coordinación.
- Tiempos reales de tomas de decisiones mayores que los programados.
- Atrazos en la entrega de información de fabricante.

a.3.- Costo del proyecto.

El problema que surge al hablar del costo del proyecto, es que se debe tener un equilibrio entre la calidad de la ingeniería y el cumplimiento de los programas establecidos y se debe

tener bien definido el alcance de ingeniería.

b.- Documentos de control.

El objetivo de los documentos de control es cuidar - que las que las actividades inherentes en los proyectos, se desarrollen en el tiempo establecido con el personal adecuado y dentro del presupuesto autorizado, vigilando cumplir con la calidad especificada ya que ésta función es de la capacidad técnica del personal encargado de desarrollar ésta.

b.1.- Programas de proyecto.

Para desarrollar las actividades del proyecto en un tiempo mínimo se requiere de un buen control de tiempo, siendo el instrumento el programa del proyecto.

Además de una eficiente coordinación de la ingeniería, los programas proporcionan los elementos necesarios para anticipar los requerimientos de personal y tomar medidas de tipo preventivo o correctivo, ya que describe las etapas que comprende el desarrollo del proyecto, que consiste en la localización en el tiempo de las actividades a desarrollar por cada departamento funcional involucrado en la realización del - proyecto.

A continuación describiremos el tipo de programa

mas más comunes que se usan para la administración de proyectos:

- Programa general.

Presenta gráficamente el tiempo de todas las actividades a realizarse, en el proyecto desde el inicio de la ingeniería básica hasta - la llegada del último equipo en campo.

Información contenida:

- Calendario de trabajo de todas las actividades involucradas en el desarrollo del proyecto.
- Número de revisión y fecha.
- Autorizaciones correspondientes.
- Número, nombre y localización de la planta.
- Clave de actividades.
- Porcientos correspondientes a las partidas.
- Período de tiempo (días, meses).
- Número de descripción de partidas.

Controla:

- Las actividades a desarrollarse en el proyecto.
- Que las etapas de las actividades de ingeniería y adquisiciones a realizarse en el proyecto con su partida correspondiente.
- Las fechas clave del proyecto.
- Que aparezcan todas las actividades de in-

generaría y adquisiciones a realizarse en el proyecto con su partida correspondiente.

- Que la duración de las actividades estén de acuerdo a la cantidad de equipo y materiales, así como a la disponibilidad de personal.
- Se puede obtener la curva de avance del proyecto.

Ver figura 1 .

- Programa condensado de avance.

Este programa muestra en forma global el estado del proyecto, se observan cada una de las especialidades y los recursos utilizados hasta la fecha de actualización que corresponde a la misma del programa general del proyecto.

Información contenida:

- Enlista a cada una de las especialidades - participantes.
- El porcentaje de avance real.
- El porcentaje de avance programado.
- El porcentaje de horas-hombre consumidas.
- El porcentaje por especialidad o cuenta.
- Las fechas clave.

Utilización en control.

- Para controlar el consumo de horas-hombre con respecto al avance, tanto de los departamentos funcionales como del total.
- Para controlar la terminación de los departamentos funcionales y así como del proyecto.
- Controla los pronósticos de las fechas más tardías de terminación, de inicio o terminación de las fechas claves.

Ver figura 2.

- Fechas clave.

En cualquier proyecto, es necesario fijar ciertas actividades importantes en el desarrollo de un proyecto, que limitan las actividades de ingeniería y las hacen congruentes con las tareas de construcción. A estas actividades las llamaremos "Fechas Clave" de un proyecto, las cuales se pueden clasificar de la siguiente manera:

FECHA CLAVE 1.

Ingeniería básica.

Es la fase con la cual nos referimos a la información que servirá de bases para el desarrollo de la ingeniería de detalle, controlada por las siguientes actividades:

- Diagramas de flujo de proceso.
- Diagramas de tubería e instrumentos.
- Plano de localización general de equipos.
- Hojas de datos de equipo.

FECHA CLAVE 2.

Inicio de construcción.

Es la fase con la cual nos referimos a la información que servirá de base para el desarrollo de inicio de construcción, controlada por las siguientes actividades:

- Planos de detalles subterráneos como cimentaciones de equipo, tubería subterránea y ductos eléctricos.
- Entrega en campo de tubería para que ésta no falte en el tendido de líneas.

FECHA CLAVE 3.

Fin de la ingeniería de detalle.

Esta es la más importante dentro de la ingeniería de proyecto, ya que durante esta fase se elaborarán todos aquellos diagramas, planos, dibujos de detalle, que son necesarios para la fabricación, montaje y erección de equipo, por lo tanto controla el final del proyecto.

FECHA CLAVE 4.

Entrega de equipo crítico en campo.

Esta fecha clave depende de la fabricación de los equipos, es necesario conocer cuál será el último equipo en llegar al campo para preparar su montaje e interconexión, de los cuales generalmente se encuentra el equipo mayor.

FECHA CLAVE 5.

Entrega de materiales críticos en campo.

En todo el proyecto se requiere de esta información para prever las actividades de construcción, por lo que este evento ocurre con la entrega de instrumentos, materiales para aleación, etc.

FECHA CLAVE 6.

Final de construcción, pruebas y arranque.

b.2.- Control de dibujos.

Tiene como finalidad registrar todos los planos o dibujos que realizaron los departamentos funcionales en el desarrollo del proyecto, define en qué etapa se encuentran los dibujos, es decir en qué revisión, edición. aprobación.

Ver figura 3 .

Información contenida:

- Número asignado al dibujo o plano.
- Nombre del dibujo o plano.
- Fecha programada y real de inicio del dibujo o plano.

- Fecha programada y real de emisión para aprobación.
- Fecha programada y real de la emisión para construcción.
- Fecha de la emisión de la revisión.
- Avance en porciento.

Utilización en control.

- Para actualización del programa del proyecto.
- Controlar las horas-hombre consumidas del dibujo o plano con respecto a su avance para evitar cargos desmedidos a los mismos.

b.3.- Estimado de horas-hombre y cambios en el proyecto.

En un proyecto es muy importante el estimado de horas-hombre, por lo que se debe cuantificar el tiempo que se empleará en dibujos, cálculos, revisiones, diseño y actividades administrativas del mismo.

Para llevar a cabo ésta cuantificación se lleva el registro de las horas-hombre estimadas, así como los cambios que sufren durante el tiempo que dure el proyecto. (Ver figura 4).

Durante el desarrollo de un proyecto, se pueden originar cambios al mismo, antes de llevarlos a cabo se deben analizar las actividades involucradas con el cambio y visualizar si es o no

necesario efectuarlo. para lo cual se deben de terminar los departamentos funcionales y actividades afectadas, consecuencias en programa y costo de ingeniería.

Una vez que se ha decidido proceder con la ejecución de los cambios se elaborarán los siguientes documentos:

- Orden de Cambio.

La orden de cambio es la instrucción del administrador de proyecto a los departamentos funcionales afectados para que procedan con los cambios, ver figura 5 .

- Registro de cambios y consecuencias en el proyecto.

El registro de cambios y sus consecuencias en un proyecto, es el documento donde los departamentos funcionales señalan los cambios que tienen en un proyecto, indicando las causas que los provocaron así como sus consecuencias en costo y programa (ver figura 6).

Estos documentos son requeridos para cumplir con los siguientes objetivos:

- Tener control de actividades involucradas para cumplir con cada cambio y las horas-hombre requeridas.
- Indicar por escrito al cliente las consecuen

FIGURA 5

ORDEN DE CAMBIO AL PROYECTO		CLIENTE
		PLANTA
		LOCALIZACION
		REFERENCIAS
		PROYECTO N°
		FECHA
ESPECIALIDADES AFECTADAS	HORAS - HOMBRE ADICIONALES	DESCRIPCION DEL CAMBIO Y CAUSA:
ADMINISTRACION DE PROYECTOS	_____	
DISEÑO DE PROCESO	_____	
INGENIERIA ECONOMICA	_____	
INGENIERIA MECANICA	_____	
INGENIERIA DE RECIPIENTES	_____	
INGENIERIA DE TUBERIAS	_____	
INGENIERIA DE CONTROL	_____	
INGENIERIA ELECTRICA	_____	
INGENIERIA CIVIL CONCRETO	_____	
ARQUITECTURA	_____	
INGENIERIA DE PROCURA	_____	
ADMINISTRACION Y SERVICIOS	_____	
INGENIERIA DE HORNOS	_____	
ANALISIS DE ESFUERZOS	_____	
ING. DE CAMBIADORES DE CALOR	_____	
TERMINACION DE PROYECTOS	_____	
INGENIERIA DE SISTEMAS	_____	
INGENIERIA BASICA	_____	
INGENIERIA CIVIL ACERO	_____	
OPERACION	_____	
SERVICIOS TECNICOS	_____	
DINAMICA DE ROTORES	_____	
CONTINGENCIAS	_____	
TOTAL	_____	
SUBDIRECTOR DE PROYECTOS	ADMINISTRADOR DE PROYECTO	GERENTE DE PROYECTOS

- cias en programa y costo provocadas por un cambio generado por esta entidad.
- Amparar costos por trabajos adicionales, con secuencia de cambios.
- Mantener control de horas-hombre consumidas por cada especialidad.
- Registrar las causas que provocan retrasos en programa y consumos adicionales de horas-hombre.

b.4.- Control de equipo y materiales.

Este documento es elaborado para vigilar que se efectúe el control de los pasos de la adquisición de todo el equipo, materiales e instrumentos requeridos para la planta, de acuerdo a lo establecido en el programa general del proyecto, así como el estado de adquisición del proyecto.

La información que debe asentarse comprende las fechas programadas y reales en las que se efectúa cada una de las operaciones que constituyen el procedimiento y tipo de compras.

La elaboración del control de equipo y materiales se efectúa primero agrupando equipo, materiales e instrumentos en función del tipo de compras que se utilizará para su adquisición y segundo para todo equipo y materiales e instru

mentos cuya adquisición sea vía compras técnicas se deberá incluir la siguiente información:

- I.- Descripción. Para el caso de equipo, en este apartado se indica la clave y servicio del equipo de acuerdo a la lista de equipo, en el caso de materiales o instrumentos se debe indicar la descripción de éstos.
- II.- A continuación se deben indicar las fechas reales y programadas en las que se llevarán a cabo las siguientes actividades; mismas que deben estar de acuerdo y asentadas en forma de columnas.
 - Preparación de solicitud de cotización. Comprende la emisión por parte del departamento originador de la requisición y lista de proveedores.
 - Envío de cotización al cliente o a concurso.
 - Cierre de concurso técnico.
 - Cierre de concurso comercial.
 - Tabulación para aprobación.
 - Aprobación de la firma operativa.
 - Documento de intención de compra.
 - Orden de compra.
 - Recepción de dibujos para aprobación.

- Aprobación de dibujos.
- Recepción de dibujos certificados.
- Fecha de entrega en campo.

Ver figura .

b.5.- Matriz de precedencias.

La matriz de precedencias es un documento de gran utilidad para el administrador de proyecto ya que junto con el programa general de proyecto analiza las actividades que pueden iniciarse y de qué información necesita para poder activar a los diferentes grupos funcionales que intervienen en el desarrollo del proyecto. A continuación mostramos una serie de matrices de precedencias para diferentes departamentos funcionales con los criterios más elementales para llevar a cabo el control del proyecto.

TUBERIAS		ACTIVIDADES A REALIZAR		ACTIVIDADES PRECEDENTES	
		ANALISIS DE ESFUERZOS EN LINEAS CRITICAS			
		ESPECIFICACIONES DE TUBERIA			
		INDICE DE INSTRUMENTOS			
		DISTRIBUCION DE FUERZA			
		ESTRUCTURAS METALICAS			
		CASA DE COMPRESORES (CIVIL)			
		SOPORTERA PARA TUBERIA			
		PLATAFORMAS Y ESCALERAS			
		ESTRUCTURAS METALICAS (COND.)			
		PLANO CLAVE DE CIMENTACIONES			
		TUBERIA SUBTERRANEA			
		EDIFICIO COMPRESORES			
		FABRICACION EDIFICIO CONDENSADORES			
		PUNTE			
		TRUNDO DE 100 % LINEAS			
		70 %			
		100 %			
		ESTUDIO DE 70 % TUBERIA AEREA			
		40 %			
		20 %			
		OTROS EQUIPOS			
		COMPRESORES Y BOMBAS			
		CANBIADORES			
		RECIPIENTES Y TORRES			
		PLANO CLAVE DE MAQUETA			
		CASA DE COMPRESORES AEREA MEC.			
		TURBINA DE VAPOR			
		TURBINA DE GAS			
		BOMBAS			
		COMPRESORES DE AIRE DE PTA.			
		COMPRESORES DE PROCESO			
		DESAREADORES			
		SISTEMA DE VACIO			
		EXPANDORES DE AIRE			
		CANBIADORES			
		CALENTADORES			
		REACTORES			
		TORRES			
		RECIPIENTES			
		REVISION DE LINEAS CRITICAS			
		LISTA DE LINEAS DE SERV. AUXILIAR			
		LISTA DE LINEAS DE PROCESO			
		DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTOS DE SERVICIOS AUXILIARES			
		DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTOS DE PROCESO			
		PLANO DE LOCALIZACION GENERAL			
		REVISION DE LINEAS CRITICAS 20%			
		TORRES			
		REACTORES			
		RECIPIENTES			
		BASES DE DISEÑO			
		ACTIVIDADES PRECEDENTES			
		PLANO CLAVE DE MAQUETA			
		DIETIDOR PARA MAQUETA			
		RECIPIENTES Y TORRES			
		CANBIADORES			
		COMPRESORES Y BOMBAS			
		OTROS EQUIPOS			
		20 %			
		40 %			
		70 %			
		100 %			
		ESTUDIO DE LINEAS DE TUBERIA PARA ESCALAS Y TORRES			
		PLANTEO ESTUDIO			
		TUBERIA FABRICACION			
		ESTUDIO CONDENSADORES			
		EDIFICIO COMPRESORES			
		FABRICACION CONDENSADORES			
		FABRICACION COMPRESORES			
		RECIPIENTES Y TORRES			
		OTROS CANBIADORES			
		EDIFICIO COMPRESORES Y BOMBAS			
		OTROS EQUIPOS			
		PLANO DE LINEAS DE ENTRADA Y SALIDA			
		TRUNDO 0-70 %			
		DE LINEAS 70 %-100 %			
		REVISION 0-70 %			
		CRITICAS 70 %-100 %			
		TUBERIA SUBTERRANEA (PARA AGUAS Y DRENAJE FLUVAL)			
		BOMBAS COMPLEMENTARIAS			
		LINEAS PARA 0-70 % FABRICACION 70 %-100 %			

ING. ELECTRICA

ACTIVIDADES A REALIZAR	ALUMBRADO	TORRES	MORNOS	CASA COMPRESORES	CUARTO DE CONTROL	PLATAFORMAS Y ESCALERAS
ESPECIFICACIONES						
PLANO DE CLASIFICACION DE AREA						
DIAGRAMA UNIFILAR						
SUBESTACION						
ARREGLO DE EQUIPO ELECTRICO EN SUBST. Y CUARTO DE CONTROL						
TIERRAS Y APARTAZANOS						
DISTRIBUCION DE FUERZA						
DISTRIBUCION DE ALUMBRADO						
DIAGRAMAS DE CONTROL ELECTRICO						
ALUMBRADO EN TABLERO PRINCIPAL						
CONEXIONES ELECTRICAS P/ INSTRUM.						
COORDINACION DE PROTECCIONES						
COMUNICACIONES						
ALUMBRADO						
TORRES						
MORNOS						
CASA COMPRESORES						
CUARTO DE CONTROL						
PLATAFORMAS Y ESCALERAS						

ALUMBRADO DE ALUMBRADO
 ALUMBRADOS DE CONTROL
 VAL. P/ MORNOS Y BOMBAS
 D. BOMBAS
 VALVULAS DE CONTROL
 LE. SERVIDORES AUXILIARES
 T. DE BOMBAS
 ALMO DE LOCALIZACION CENTRAL
 ALMO DE CONTROL ELECTRICO
 CAS DE COMPRESORES
 DE ASUBDISTRIBUCION
 PLATAFORMAS Y ESCALERAS
 PROTECCIONES METALICAS
 IDENTIFICACION DE CONEXIONES
 NOMINALES
 ALMO CUARTO DE CUENTA CUENTA
 ALUMBRADO ESTABLECIDA PRINCIPAL
 ALUMBRADO DE CONTROL ELECTRICO
 ALMO DE EQ. ESTABLECIDA EN
 ALMO Y CUARTO DE CONTROL
 IDENTIFICACION
 ALUMBRADO UNIFILAR
 ALMO DE CLASIFICACION
 ALUMBRADO
 IDENTIFICACIONES
 ALUMBRADO DE TORRES PRINCIPAL
 ALMO DE CONTROL INSTRUM.
 ALMO DE INSTRUMENTOS
 ALUMBRADO DE INSTRUMENTOS
 ALMO SUBESTACION
 ALMO DE PUERAS EN
 ALMO 30 %
 ALMO DE FABRICANTES
 ALMO COMPRESORES
 ALMO DE COMPRESORES ALUMBRADO
 ALMO
 ALMO DE CUARTO DE COMPRESORES
 ALMO DE BOMBAS
 ALMO DE BOMBAS
 ALMO DE BOMBAS PRECEDENTES

3.- Terminación del proyecto:

Se considera a un proyecto en terminación, cuando en forma global el total de las actividades del programa general del proyecto han sido terminadas quedando aún por solucionar un paquete de actividades menores que impiden la terminación de los trabajos de construcción, pruebas de arranque y/o el mismo arranque de la planta.

La última etapa de un proyecto puede analizarse - considerándolo al proyecto en dos situaciones básicas:

- La compañías de ingeniería que diseña exclusivamente.
- La compañía de ingeniería que diseña y construye.

En ambos casos, independientemente del tipo de administración de proyecto que se tenga y debido al alto grado de detalle de las actividades finales, resulta inoperante el uso de programas generales de proyecto, de consumos de horas-hombre y otros tipos de controles que hayan sido previamente utilizados durante el desarrollo normal de las actividades.

Dentro de un dibujo de ingeniería, cualquiera que se elija, al considerarse aprobado para construcción, pueden encontrarse detalles pendientes que en algunos casos impiden la construcción de una -

área limitada de la planta, la prueba u operación de un sistema, etc.. El conjunto de estos detalles de carácter técnico, relacionado o sumado con aspectos similares en la compra de equipo al no resolverse, puede tomar crítica esta última etapa de un proyecto.

En términos generales, la estrategia a seguir para llegar libre de problemas a la terminación de cualquier proyecto consiste en lo siguiente:

- Determinar con detalle y anticipación qué actividades quedan pendientes.
- Generar una relación completa de dichas actividades.
- Programar la realización de actividades faltantes.
- Evitar cargos del proyecto que no sean los requeridos para el desarrollo de las actividades.

Analizando la información anterior, el administrador de proyecto debe elaborar durante el desarrollo del proyecto una relación de actividades pendientes por incluir, completándola antes de alcanzar la etapa de terminación, la cual debe estar hecha en conjunto con los departamentos funcionales responsables de la solución lo que enfatiza la determinación y plena justificación del tiempo y costo asociados. Así mismo, es necesario proce-

mar con el responsable la solución, el inicio y la terminación de las actividades. Es responsabilidad del administrador de proyecto, determinar qué cargos al proyecto proceden por concepto de los trabajos de terminación, ya que los objetivos que se tienen son dar por terminado totalmente el proyecto dentro del tiempo requerido, con la máxima calidad posible y sin inflar el costo total. Para la evaluación de los resultados de la administración de un proyecto, se puede tomar en cuenta como un factor importante el estado del proyecto cuando entra en la fase de terminación, esto es, se está evaluando la actitud del administrador respecto a los detalles que han surgido durante el desarrollo del proyecto y la cantidad y calidad de pendientes que se tienen al llegar a la fase de terminación.

Al considerar a una compañía de ingeniería que afecta la ingeniería de proyecto y la construcción el manejo de cierre del proyecto es en parte diferente ya que algunos asuntos pueden solucionarse en el campo durante la construcción en lugar de que se solucionen en gabinete, sin afectar el resultado final del trabajo, eliminando los cargos del grupo administrativo de gabinete.

CONCLUSIONES

Dentro de las etapas iniciales en el desarrollo de un proyecto, uno de los aspectos más importantes es la definición de la organización que tiene el grupo de proyecto, pues de esta etapa depende que se realice una mejor coordinación, evaluación y control de todas las actividades del proyecto.

Se encuentra que las organizaciones se clasifican en función de las interrelaciones que existen entre el administrador de proyecto y los diversos grupos que intervienen en el desarrollo de un proyecto refiriéndose principalmente a las líneas jerárquicas de mando y de acuerdo a esto, las más representativas son las organizaciones funcional, matricial y proyectizada.

Las organizaciones funcional y proyectizada son opuestas en función de la autoridad que ejerce el administrador de proyecto, lo que origina que se encuentren otro tipo de organizaciones que van desde la matriz fuerte a la matriz débil.

Todas las organizaciones estudiadas y que se han aplicado en diversos proyectos presentan ventajas y desventajas, la selección del tipo de organización depende de diversos factores como son la tecnología, la complejidad del proyecto, la duración requerida, la organización de la compañía de ingeniería y el tipo de cliente; de-

bido a lo anterior, no se puede hablar de una organización perfecta, ya que antes de su definición deberán analizarse los factores antes mencionados a fin de favorecer las ventajas y minimizar las desventajas.

Sin embargo, en este trabajo se hacen algunas recomendaciones en base a la experiencia que algunos autores han obtenido.

Un proyecto consta de diversas actividades que deben ejecutarse para alcanzar el objetivo u objetivos preestablecidos, usando los recursos humanos y materiales que normalmente están limitados y que deben administrarse en forma óptima, por esto se encuentra que la planeación juega un papel muy importante en el desarrollo de un proyecto.

La planeación está constituida por las actividades iniciales en las que se definen todos los aspectos relacionados con la calidad del proyecto, el tiempo de ejecución y el costo.

Se recomienda como aspecto de gran importancia dentro de la planeación, la definición minuciosa del alcance del proyecto, - con lo cual se logra que el programa general, el estimado de horas hombre y el estimado de costos sean lo más apegados a la realidad y se eviten modificaciones que afecten de manera importante el desarrollo del mismo.

Debido a que durante el proyecto siempre se presentan cambios, es necesario contar con el programa general del proyecto, el cual sirve como base para ejecutar y controlar todas las actividades.

Los recursos humanos y materiales que se utilizan normalmente se evalúan en número de horas-hombre y costo respectivamente, por lo cual su estimado debe hacerse en la etapa de planeación del proyecto y su exactitud depende de la información disponible, teniendo con esto diversos tipos de estimados que se irán ajustando en las diferentes etapas del proyecto.

Como un proyecto se lleva a cabo a solicitud de un cliente que lo requiere y un ejecutor, es de vital importancia normar las relaciones entre ambas partes, por lo cual es indispensable establecer un contrato en donde aparecen los derechos y obligaciones de cada participante. Existen diversos tipos de contratos que han sido establecidos y que dependen de los intereses del cliente y del ejecutor.

El desarrollo de los proyectos industriales consta de las etapas de estudio de factibilidad, ingeniería básica, ingeniería de detalle, ingeniería de procura, construcción, pruebas y arranque, pudiendo variar éstas de acuerdo con el alcance establecido.

La ejecución de éstas actividades o etapas está normada por el programa general del proyecto establecido.

El estudio de factibilidad, da como resultado la rentabilidad del proyecto, lo que origina que se inicie la ingeniería básica, etapa donde se originan las bases de diseño y se elaboran los diagramas y documentos que se utilizan para desarrollar la ingeniería de detalle, encontrándose entre los más importantes los diagramas de flujo de proceso, los diagramas de tubería e instrumentos,

el plano de localización general de equipos, se recomienda que al administrador de proyecto, conozca los criterios más importantes para elaborar cada uno de los documentos, ya que esto facilitará la coordinación de estas actividades, por lo que en éste trabajo se presentan los criterios de elaboración de los documentos mencionados.

En la ingeniería de detalle se elaboran todos los documentos y diagramas constructivos, tomando en cuenta las especificaciones recomendadas para el tipo de proyecto, el administrador de proyecto debe tener un conocimiento básico para cada una de las especialidades involucradas para facilitar la comunicación entre las especialidades. La ingeniería de procura se desarrolla en paralelo a la ingeniería de detalle y se elabora con los procedimientos establecidos por las necesidades del cliente.

La culminación de un proyecto industrial completo es la construcción y arranque de la planta, encontrándose dentro de las funciones del administrador de proyecto, coordinar la supervisión de éstas actividades con el objeto de asegurarse de que no existen variaciones con respecto a lo diseñado.

La coordinación del proyecto implica el conocimiento de todos los documentos técnicos emitidos, pudiendo identificar en cada uno de ellos, los puntos más importantes y que se interrelacionan con las diferentes disciplinas, esto quiere decir que el administrador de proyectos debe identificar las afectaciones en cada disciplina cuando se altere un dato en un documento determinado, por esta razón se ha hecho un análisis de toda la información emitida

para un proyecto industrial resumiendo en cada caso los puntos clave que deberá verificar y controlar el grupo de administración de proyectos.

La evaluación en cada una de las etapas de la vida del proyecto, representa una de las funciones más importantes del administrador de proyecto, quien debe apoyarse en las técnicas disponibles e implementar otras de acuerdo a sus necesidades para medir con la periodicidad adecuada si se están logrando los objetivos para tomar decisiones ya sea de carácter preventivo o correctivo.

El control de un proyecto, se enfoca a la calidad de la ingeniería, el cumplimiento de los programas establecidos y el costo del proyecto, para lo cual existen diversas técnicas y documentos que permitan alcanzar los objetivos deseados, en este trabajo se proponen los que se consideran por experiencia los más adecuados para este fin.

Se considera que este trabajo es una herramienta en la que se establecen las bases de los aspectos más importantes de la administración de proyecto y que podrá ser utilizada por quienes pretenden dedicarse a ésta disciplina.

B I B L I O G R A P H I A

DEVELOP PROJECT SCOPE EARLY

M. Datz, Brown & Root, Inc., Houston
Hydrocarbon Processing, September 1981
Page 161 - 177

MANAGE PROJECTS FOR RESULTS

Robert Kimmons, Arthur G. McKee & Co., Cleveland
Ohio
Hydrocarbon Processing, April 1979
Page 245 - 252

YOU CAN PLAN AND SCHEDULE BETTER

Richard J. Gilkeson, Bechtel, Inc., San Fco.
Hydrocarbon Processing, March 1977
Page 165 - 171

SELECT YOUR CONTRACTOR WISELY

Ivan E. Ines, Hallanger Engineers, Baton Rouge
Hydrocarbon Processing, February 1977

Page 137 - 142

CONTROL THE COST OF NEW PLANTS

John H. Hanna, American Bechtel, Inc., New York
Hydrocarbon Processing, July 1974

Page 185 - 188

MANAGING HIGH TECHNOLOGY PROGRAMS AND PROJECTS

Russell D. Archibald, Bendix Corporation
Wiley-Interscience, New York 1976

PROJECT MANAGEMENT AT FLUOR UTAH, INC.

Robert K. Duke, H. Frederick Wohlson, Douglas
R. Mitchel, Fluor Utah, Inc.

Project Management Institute, Project Management
Quarterly, Vol IV, No. 3

Page 33 - 42

PROJECT MANAGEMENT AND THE FUNCTIONAL MANAGER

James D. Coppack and Brian Fletcher

The Steel Company of Canada, October 1978

Page 1-c.1 - 1-c.18

WHAT IS A GOOD PROJECT MANAGER?

J. H. Hanna, American Bechtel, Inc., New York

Hydrocarbon Processing, February 1977

Page 173 - 177

THE ENGINEER AND CONSTRUCTION CONTROL

W. L. Elsbey

Thomas Telford Limited, 1981

Page 27 - 42

A SYSTEMS APPROACH

Cleland and King

Mc. Graw-Hill Book Co., 1972

Page 347

CONSTRUCTION PROJECT MANAGEMENT

Richard H. Clough

Wiley Interscience, New York 1972

INDICE

CONTENIDO

INTRODUCCION.

GENERALIDADES.

CAPITULO I: TIPOS DE ORGANIZACION DE UN GRUPO DE PROYECTO.

1.- Organigramas.

1.1.- Organización funcional.

1.2.- Organización proyectizada.

1.3.- Organización matricial.

1.3.1.- Matriz débil a matriz fuerte.

2.- Descripción de funciones.

2.1.- Gerente.

2.2.- Administrador de proyecto.

2.3.- Administrador funcional.

3.- Recomendaciones.

CAPITULO II: PLANEACION DEL PROYECTO.

1.- Antecedentes.

2.- Determinación de las necesidades del cliente.

3.- Definición del proyecto.

3.1.- Alcance.

- 3.1.1.- Ingeniería básica.
- 3.1.2.- Ingeniería de detalle.
- 3.1.3.- Adquisición de equipo y materiales.
- 3.1.4.- Asistencia técnica de la construcción y arranque.
- 3.2.- Bases de diseño.
- 3.3.- Políticas del proyecto.
- 4.- Programa general del proyecto.
 - 4.1.- Red condensada.
 - 4.2.- Diagrama de Gantt.
- 5.- Estimado de horas-hombre.
 - 5.1.- Estimado de orden de magnitud.
 - 5.2.- Estimado preliminar.
 - 5.3.- Estimado detallado.
- 6.- Estimado de costos.
 - 6.1.- Tipos de estimados.
 - 6.1.1.- Estimado de orden de magnitud.
 - 6.1.2.- Estimado de estudio.
 - 6.1.3.- Estimado preliminar.
 - 6.1.4.- Estimado definitivo.
 - 6.1.5.- Estimado detallado.
 - 6.2.- Métodos para la elaboración de un estimado.
 - 6.2.1.- Regla de los seis décimos.
 - 6.2.2.- Método de factor de Lang.
 - 6.2.3.- Método de detalle.
- 7.- Tipos de contrato.

7.1.- Contrato a precio fijo (Lump Sum).

7.2.- Contrato por administración.

CAPITULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO.

1.- Estudio de factibilidad del proyecto.

2.- Desarrollo de la ingeniería básica.

2.1.- Paquete de ingeniería básica.

3.- Desarrollo de la ingeniería de detalle.

3.1.- Información fundamental requerida para el desarrollo de la ingeniería de detalle.

3.1.1.- Normas.

3.1.2.- Bases de diseño

3.2.- Diseño básico.

3.2.1.- Especificaciones del proyecto.

3.2.2.- Diagrama de flujo de proceso.

3.2.3.- Determinación de las características del equipo.

3.2.4.- Diagramas de tubería e instrumentos y Diagramas de servicios auxiliares

3.2.5.- Plano de localización general de - equipo.

3.3.- Diseño de detalle.

3.3.1.- Departamento civil.

3.3.2.- Departamento eléctrico.

3.3.3.- Diseño de instrumentos.

3.3.4.- Diseño de tuberías.

4.- Desarrollo de la ingeniería de procura.

4.1.- Compra de equipo y materiales.

4.1.1.- Solicitud de cotización.

4.1.2.- Preparación de tablas comparativas.

4.1.3.- Preparación de documentos de compra.

4.2.- Inspección.

4.3.- Expeditación.

4.4.- Tráfico.

5.- Construcción.

5.1.- Organización del grupo supervisor de obra.

5.2.- Etapas de construcción.

5.2.1.- Preparación del terreno.

5.2.2.- Trabajos de cimentación.

5.2.3.- Instalación de servicios.

5.2.4.- Excavaciones.

5.2.5.- Instalaciones de los servicios sub-
terráneos.

5.2.6.- Cimentaciones de equipo ligero.

5.2.7.- Montaje de estructuras de concreto
reforzado, elevadas y de acero es-
tructural.

5.2.8.- Montaje del equipo principal.

5.2.9.- Instalación de tuberías.

5.2.10.- Aislamiento.

5.2.11.- Edificios.

5.2.12.- Instalación de instrumentos.

6.- Pruebas y arranque de la planta.

6.1.- Inicio de actividades del grupo de arranque.

6.2.- Pruebas y limpieza de la planta.

6.3.- Inspección de equipos y tubería antes del arranque.

CAPITULO IV: COORDINACION, EVALUACION Y CONTROL.

1.- Coordinación.

1.1.- Revisión de documentos técnicos.

a.- Diagrama de flujo de proceso.

b.- Plano de localización general.

c.- Diagramas de tubería e instrumentos.

d.- Revisión de hojas de datos de equipo.

e.- Requisitos específicos del proyecto.

1.2.- Revisión de documentos de diseño.

a.- Diseño de ingeniería civil.

b.- Diseño eléctrico.

c.- Dibujos de ingeniería de instrumentación.

d.- Dibujos de ingeniería de tuberías.

e.- Dibujos de cambiadores de calor.

f.- Dibujos de recipientes.

2.- Evaluación y control.

2.1.- Evaluación.

2.2.- Control.

a.- Conceptos a controlar.

b.- Documentos de control.

b.1.- Programas del proyecto.

- Programa general.

- Programa condensado de avances.

- Fechas clave.

b.2.- Control de dibujos.

b.3.- Estimado de horas-hombre y cambios
en el proyecto.

b.4.- Control de equipo y materiales.

b.5.- Matriz de precedencias.

3.- Terminación del Proyecto.

CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA.