

2ej



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ZARAGOZA

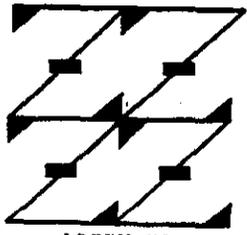
Implementación de Un Sistema de Control  
de Horas-Hombre, para El Desarrollo  
de La Ingeniería de Proyectos

T E S I S

Que para obtener el título de  
INGENIERO QUIMICO  
presenta

JORGE HERNANDEZ GUZMAN

U N A M  
F E S  
ZARAGOZA



LO HUMANO  
EJE  
DE NUESTRA REFLEXION

A s e s o r:

Ing. René de La Mora Medina

México, D. F.

1999

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

275130



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



**FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES  
\*ZARAGOZA\***

**JEFATURA DE LA CARRERA  
DE INGENIERIA QUIMICA**

**OFICIO: FESZ/JCIQ/194/99.**

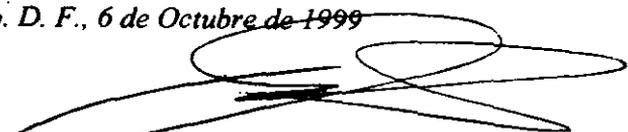
**ALUMNO: JORGE HERNANDEZ GUZMAN**  
**Presente.**

*En respuesta a su solicitud de asignación de jurado, la jefatura a mi cargo, ha  
propuesto a los siguientes sinodales:*

<b>Presidente:</b>	<b>I.Q. René de la Mora Medina</b>
<b>Vocal:</b>	<b>I.Q.I. Juan Manuel Acosta Ramírez</b>
<b>Secretario:</b>	<b>I.Q. Arturo E. Méndez Gutiérrez</b>
<b>Suplente:</b>	<b>I.Q. José Maciel Ortíz</b>
<b>Suplente:</b>	<b>M. en C. Pablo Eduardo Valero Tejeda</b>

*Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.*

**A T E N T A M E N T E**  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**  
México, D. F., 6 de Octubre de 1999



**ING. ARTURO E. MENDEZ GUTIERREZ**  
**JEFE DE LA CARRERA**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA  
DE CONTROL DE HORAS-HOMBRE,  
PARA EL DESARROLLO DE LA  
INGENIERÍA DE PROYECTOS**

### **A DIOS**

Por las pruebas y tropiezos que hicieron que sintiera su presencia tan cerca de mí y en todo momento.

### **A JOSEFA Y FERNANDO (MIS PADRES)**

Por el apoyo, cariño y confianza que depositaron en mí para que culminara este trabajo, que también es un logro y alegría para ellos.

### **A FERNANDO, OSCAR, JUAN Y JOSEFINA (MIS HERMANOS)**

Por la ayuda moral y apoyo en la elaboración del presente trabajo, pero sobre todo a la gran hermandad que existe entre nosotros.

### **A CARLOS LEONEL (MI SOBRINO)**

Por la fuerza, coraje y alegría de salir adelante en la vida, aunque existan contratiempos.

### **A MIS TIOS Y PRIMOS**

Por su interés y comentarios.

### **AL INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO**

Por el apoyo, ayuda y facilidades otorgadas para la realización de este trabajo, muy en especial al Ing. René de la Mora Medina y al Ing. Juan Manuel Acoata Ramírez

### **A MIS AMIGOS**

Por los momentos que compartimos y las experiencias vividas que me motivaron a seguir y a finalizar.

**POR LO QUE APORTO CADA PERSONA EN MI VIDA.**

**MUCHAS GRACIAS**

**JORGE HERNÁNDEZ GUZMÁN**

INDICE

---

---

Introducción	1
<b>Capítulo I</b>	
<b>Generalidades</b>	
1.1 Definición de proyecto	4
1.1.1 Características de un proyecto	4
1.1.1.1 Identificación de necesidades	8
1.1.1.2 Recopilación de información apropiada	8
1.1.1.3 Formulación de las soluciones posibles	8
1.1.1.4 Análisis de las soluciones	9
1.1.1.4.1 Valuación física y económica de las soluciones	9
1.1.1.4.2 Optimización de soluciones	9
1.1.1.5 Diseño del sistema	9
1.1.1.6 Evaluación en el campo	10
1.1.1.7 Proyecto por evolución	10
1.1.1.8 Tipos de proyectos	10
1.1.1.8.1 Proyectos gubernamentales	11
1.1.1.8.2 Proyectos de desarrollo de nuevos productos	11
1.1.1.8.3 Proyectos comerciales	11
1.1.1.8.4 Proyectos de sistemas de información	12
1.2 Definición de administración	12
1.2.1 Historia de la administración	13
1.2.2 Administración científica	15
1.2.2.1 Objetivos de la administración científica	17
<b>Capítulo II</b>	
<b>Ingeniería de proyectos</b>	
2.1 Definición de ingeniería de proyectos	18
2.1.1 Evaluación de proyectos	18
2.1.1.1 Estudio de mercado	19
2.1.1.2 Estimación del costo	19
2.1.1.3 Estudios de factibilidad económica	20
2.1.2 Selección del proceso	22
2.1.3 Ingeniería básica	23
2.1.3.1 Diseño de proceso	24
2.1.3.2 Diseño de sistemas e instrumentación	25
2.1.4 Ingeniería de detalle	26
2.1.4.1 Ingeniería de procesos	27
2.1.4.2 Ingeniería de sistemas	27
2.1.4.3 Ingeniería de diseño de instrumentos	28
2.1.4.4 Ingeniería de diseño de tuberías	28
2.1.4.5 Ingeniería de diseño de análisis de esfuerzos	29
2.1.4.6 Ingeniería de equipo de transferencia de calor	29

---

---

INDICE

---

---

2.1.4.7 Ingeniería de diseño de recipientes	29
2.1.4.8 Ingeniería de diseño civil	30
2.1.4.9 Ingeniería de diseño eléctrico	30
2.1.4.10 Ingeniería de diseño mecánico	31
2.1.4.11 Diseño arquitectónico	31
2.1.4.12 Ingeniería de procura	32
2.1.5 Construcción y supervisión de obra	33
2.1.6 Pruebas y puesta en operación	33

**Capítulo III**

**Administración de proyectos**

3.1 Administración de proyectos	35
3.1.1 Tipos de contratos en ingeniería	37
3.1.1.1 Contrato por administración	37
3.1.1.1.1 Administración pura	37
3.1.1.1.2 Administración con utilidad fija	37
3.1.1.1.3 Administración con máximo garantizado	37
3.1.1.2 Contrato a precio fijo	37
3.1.1.2.1 Precios unitarios	38
3.1.2 Planeación	38
3.1.3 Organización	43
3.1.3.1 Tipos de organización	43
3.1.3.1.1 La organización funcional o departamental	44
3.1.3.1.2 Organización proyectada o task force	46
3.1.3.1.3 Organización matricial	47
3.1.3.1.4 Factores para decidir el tipo de organización	51
3.1.4 Dirección	52
3.1.5 Control del proyecto	52

**Capítulo IV**

**Estimación y control de Horas-Hombre**

4.1 Estimación de Horas-Hombre	54
4.1.1 Procedimiento técnico	55
4.1.2 Procedimiento administrativo	61
4.1.2.1 Estimado de orden de magnitud	62
4.1.2.1.1 Estimado de horas-hombre por equipo de servicio	62
4.1.2.1.2 Estimado de horas-hombre por equipo total	62
4.1.2.2 Estimado de horas-hombre detalladas	63
4.1.3 Ejemplo de aplicación	63
4.1.3.1 Descripción técnica de la planta	64
4.1.3.2 Descripción del proceso	66
4.1.3.3 Estimación detallada	70

---

---

**INDICE**

---

---

4.1.3.4 Estimación por orden de magnitud	73
4.1.3.4.1 estimación de H-H por equipo de servicio	73
4.1.3.4.2 Estimación de H-H por equipo total	73
4.1.4 Control de Horas-Hombre	74
<b>Capítulo V</b>	
<b>Implementación de la base de datos</b>	
5.1 Requerimientos que se desean del sistema	78
5.2 Definición de base de datos	79
5.3 descripción de la base de datos access	80
5.3.1 Partes principales de access	81
5.4 Implementación del sistema de control de Horas-Hombre	83
5.4.1 Información necesaria para el sistema	83
5.4.2 Manejo de la información	88
5.4.3 Presentación de la información	89
<b>Conclusiones</b>	98
<b>Anexo A</b>	101
<b>Bibliografía</b>	147

## **RESUMEN**

En el presente trabajos e abordo las definiciones que encierran los términos de Ingeniería de Proyectos y Administración de Proyectos, para que se pueda apreciar un panorama general de las actividades que se desarrollan en la realización de un proyecto.

Se describen dos tipos de calculo de Horas-Hombre; que sirvan para estimar la monto de la realización de un proyecto, los cuales son: estimado de orden de magnitud y estimado detallado, en donde estos están basados en datos estadísticos que se recopilación de proyectos semejantes. Se realizo un calculo de H-H de una planta estabilizadora de Naftas a manera de ejemplo, usando como guía los datos recopilados por Instituto Mexicano Petróleo.

Se elaboro una base de datos en Access que permite el seguimiento del conteó de las H-H para determinar el avance de un proyecto en desarrollo. Esto para, que sirva, tanto los datos estadísticos como la metodología del desarrollo de la base de datos como una aportación para realización futuras de cálculos de esta índole y un sistema de control en proyectos de plantas químicas, refinación y especiales.

## INTRODUCCIÓN

La ingeniería de proyectos abarca diversas actividades a desarrollar para poder realizar un proyecto en forma adecuada y exitosa. Una de las especialidades que esta englobada dentro de ella es la Administración de proyectos en donde están incluidas:

- La planeación
- La programación
- La organización
- El control
- Dirección

Cada uno de los puntos antes mencionados involucra una serie de actividades, las cuales al ser desarrolladas adecuadamente y sin dejar de darle su importancia respectiva a cada una de ellas dan como resultado la finalización del trabajo eficientemente. Como ejemplo a grandes rasgos, se puede decir que la planeación de las actividades que involucran un proyecto sin dejar de excluir alguna, permiten que la programación de estas se lleve a cabo ordenadamente, esto se realiza con la ayuda de la organización y en donde la dirección nos permite seguir el camino para lograr el objetivo principal del proyecto, que es la finalización del mismo en un tiempo estipulado, con un costo mínimo y con una alta calidad. La actividad del control nos ayuda a llevar un seguimiento y tomar una acción correctiva o preventiva en el caso en que se detectaran desviaciones del objetivo principal.

Actualmente la administración de proyectos es un tema de creciente importancia en el mundo de los negocios, al volverse cada vez más complejos los proyectos, se vuelve más difícil manejar el tiempo y los recursos disponibles así mismo están sujetos cada vez más a la presión de la competencia, por lo que las organizaciones han estado buscando métodos más efectivos para administrar sus proyectos

Por la diversidad que encierra un proyecto, los puntos que siempre se deben de cuidar o controlar son: la asignación de recursos, los avances del mismo y cuidar que la calidad de cada etapa de desarrollo se verifique, para llegar al término sin exceder el tiempo, ni el presupuesto convenido.

Dentro de los proyectos y las actividades que involucran el desarrollo del mismo se requiere de mano de obra, tanto obreros, secretarias, ingenieros, directores, etc., los cuales deben de cumplir con ciertas horas requeridas para realizar el proyecto, esto nos indica el avance y en donde, se le asignan ciertos recursos.

---

Por lo tanto, el seguimiento y control de las horas hombre en un proyecto es importante para llevar un control adecuado y no entorpecer los objetivos del logro del proyecto. Este fin sirve como se menciona anteriormente, para poder avanzar en el logro del mismo, ya que las actividades en su mayoría necesitan de personal asignado a una tarea, dependiendo de su capacidad, profesión o inquietud. Este control por tal, debe de seguirse detenidamente y eficazmente para el control del proyecto, ya que la mano de obra de las personas contratadas, son las que asignadas y organizadas adecuadamente ayudan a seguir un camino de eficiencia y a una marcha constante.

El cálculo de las horas-hombre requeridas para un proyecto varían dependiendo de la magnitud del mismo, de hecho, el requerimiento de estas va en proporción de las actividades a realizar dentro del proyecto.

Las horas-hombres, son la base del cálculo de la obtención de los costos por mano de obra, pero en las empresas dedicadas a prestar servicio para el logro de algún proyecto como las firmas de ingeniería, son la base de su ganancia, ya que estos alquilan a su personal de ciertas características para formar parte del equipo que desarrollará el proyecto. También estas firmas en su mayoría realizan varios proyectos al mismo tiempo con el mismo personal. Por tal razón, el control de las horas-hombre es importante para saber las utilidades que tiene la empresa en sus diferentes proyectos que realiza para obtener las facturaciones adecuadas, el cobro de las mismas y un mejor control. Por lo antes dicho, se propone realizar una implementación para el control de las horas-hombre para aumentar la eficiencia del manejo de las mismas, más específicamente en las firmas de ingeniería.

En la actualidad no se cuenta con mucha información ó datos estadísticos para el desarrollo del estimado de horas-hombre, ya que para la mayoría de las empresas que cuentan con dicha información los han recopilado a lo largo del desarrollo de varios proyectos, dando con esto un manejo confidencial de la información.

Por consiguiente, el presente trabajo da la posibilidad de profundizar en el cálculo de las Horas-Hombre, muestra la implementación de un sistema de control de las mismas, todo esto con el fin de auxiliar en el desarrollo de la ingeniería de proyectos.

La estructura global del trabajo desarrollado es la siguiente:

En el capítulo 1 se menciona la terminología general que involucra la administración y los proyectos.

El capítulo 2, desglosa las actividades y definiciones que encierra la ingeniería de proyectos y en

El capítulo 3 se menciona las actividades y definiciones que encierra la administración de proyectos.

El capítulo 4, presenta el cálculo de las Horas-Hombre en base a un anexo en donde se enlista las diferentes especialidades, con el desglose de sus actividades que contiene sus respectivos consumos de H-H máximo, promedio y mínimo, con un ejemplo del cálculo de las mismas.

Finalmente en el capítulo 5 presenta la implementación del sistema de control de H-H, que se realizó basándose en los requerimientos del Instituto Mexicano del Petróleo, Subdirección de ingeniería de proyectos de explotación, en el departamento de programación de proyectos, adaptándolo para poder ser utilizado por firmas de ingeniería, y generalizando sus componentes para ser tomado como una metodología para poderlo emplear por otras empresas que deseen desarrollar el sistema de control.

Los objetivos que se persiguen a lo largo de este trabajo son los siguientes:

- Definir el cálculo de las Horas-Hombre para diferentes proyectos de ingeniería, con la finalidad de que se pueda utilizar esta información como un procedimiento accesible, al que lo requiera consultar.
- Analizar la información originada de las H-H para su evaluación y control de recursos.
- Implementación de un sistema de control de H-H, para ser utilizado como una base de datos, en donde se pueda manejar de una manera más automatizada el control de las mismas, para uno o más proyectos que se desarrollen simultáneamente.

## 1.1 DEFINICIÓN DE PROYECTO

La definición de un proyecto podría ser un concepto que ha adquirido muchos significados a través del tiempo, el cuál, se ha utilizado sin propiedad en muchas actividades, por ello existen diversas opiniones sobre esta palabra. Se puede decir que; " un proyecto puede ser una metodología racional para encontrar una solución detallada a algún conjunto de necesidades establecidas en un estudio realizado con anticipación". Podríamos citar otra definición de lo que es un proyecto, la cual sería; "una secuencia de actividades y eventos existentes entre los conocimientos de un problema por resolver y la completa satisfacción del mismo dentro de especificaciones funcionales y económicas, por parte de la solución lograda a dicho problema". Pero una definición que puede ser simple, clara y sencilla es que; "un proyecto es una serie de actividades, el cual, surge de un deseo, requerimiento o necesidad que permitan realizar o alcanzar un objetivo".

Un proyecto puede ser de considerable magnitud, el cual, debe de culminar dentro de un presupuesto y un tiempo determinado. Un proyecto normalmente, aunque no siempre, se lleva a cabo sólo una vez. Desde el punto de vista de la industria química, podría definirse de una manera en donde, esa idea, deseos, requerimiento o necesidad sea encaminado a ser implementada para fines comerciales, de fabricación, distribución y venta del producto o servicio.

Estos fines se logran con una implementación de un sistema de calidad, el contratista debe de implementar este sistema específico para cada proyecto. Este sistema de calidad deberá incluir todas las actividades y abarcar todas las áreas de organización del contratista.

### 1.1.1 CARACTERÍSTICAS DE UN PROYECTO

Las características comunes que presenta la realización de un proyecto son:

- Son esfuerzos complejos, orientados a obtener resultados específicos en un tiempo determinado con un presupuesto establecido y requieren de actividades multidisciplinarias, muchas veces conflictivas.
- Un proyecto puede ser visto como el proceso total requerido para la elaboración de un nuevo producto, una nueva planta o sistema.
- Son únicos y no completamente repetitivos de alguno realizado anteriormente.

- Los proyectos tienen ciertas limitaciones como son: tiempo, costo, recursos, sistemas y procedimientos.
- Se debe implementar un sistema de calidad basado en rutinas y prácticas de trabajo ya demostradas y existentes, en donde será descrito en un manual de aseguramiento de calidad aprobado. Por el propietario, que refleje los procedimientos planeados y sistemáticos junto con sus formatos, para alcanzar y mantener la calidad requerida para el desarrollo exitoso de las obras. Así mismo, deberá especificar las fechas y los intervalos definidos en donde verifica su sistema de calidad.
- También se tienen etapas conflictivas como son: sobrecargas de trabajo, terminaciones tardías, baja calidad, incumplimiento de algunos objetivos, inicio tardío de actividades, mala planeación de actividades, etc. Los conflictos aumentan conforme el proyecto se acerca a su etapa de terminación.
- El ciclo de vida de un proyecto tiene un comienzo y un final establecidos, los cuales pueden asociarse a una escala de tiempo. El proyecto pasa a través de varias etapas conforme avanza, lo cual se ilustra en la figura 1.1.

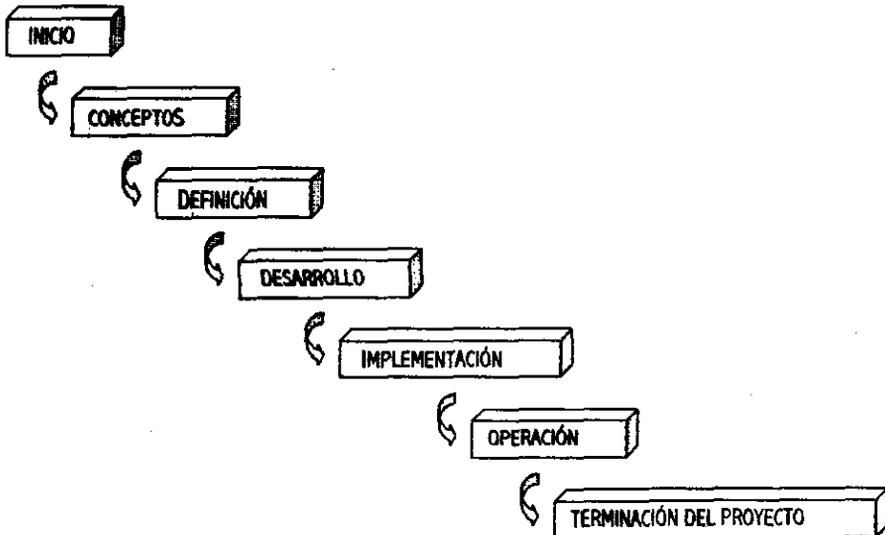


FIGURA 1.1. Fase del ciclo de vida de un proyecto.

En las etapas del proyecto están involucradas las siguientes actividades:

**INICIO.** En esta etapa se realizan las actividades de los trabajos preliminares y en donde se parte con los requerimientos del cliente, presentando sus necesidades, las cuales deben de satisfacerse por parte del realizador del proyecto.

**CONCEPTOS.** La actividad que predomina en esta etapa es la de juntas de aclaración de los ingenieros de proyectos al cliente, para exponer si el proyecto es factible o no; aquí es donde se realiza el estudio de mercado; técnico y financiero, si es posible alcanza los objetivos que se plantearon al inicio, o si se cambiará los puntos de partida para poderlo realizar.

**DEFINICIÓN.** En esta etapa el ingeniero de proyectos requiere establecer de una manera más formal, toda la información necesaria que servirá de retroalimentación para el desarrollo del proyecto. Para llevar a cabo la planeación de actividades de manera específica y la realización de las bases de diseño.

**DESARROLLO.** Aquí se realiza la Ingeniería Básica, de Detalle y de Procura, para poder seguir con la implementación.

**IMPLEMENTACIÓN.** En esta etapa se comienza con el acondicionamiento de algunas zonas o áreas de la construcción, antes de concluir con la Ingeniería de Detalle, así mismo, con el desarrollo de todas las actividades para poder arrancar la planta o poder lograr el fin del proyecto.

**OPERACIÓN.** Diferentes pruebas se realizan a los componentes del arranque y ajuste de fallas en donde se detecten, otra de las actividades importantes es la elaboración del Manual de Operación, donde describe los puntos importantes para la operación adecuada de la planta.

**TERMINACIÓN DEL PROYECTO.** En esta etapa se culmina el proyecto, se capacita al personal y se aclaran las inquietudes del cliente.

- Las características del proyecto cambian en cada fase del ciclo. En cada fase sucesiva del proyecto se crean nuevos y/o diferentes resultados intermedios. La velocidad con que se utilizan los recursos suele cambiar, incrementándose usualmente conforme avanza el proyecto, aunque disminuye cuando éste se acerca a su terminación. En la terminación de cada una de las etapas del proyecto se prevé una revisión con objeto de determinar si se continúa con la siguiente etapa, o bien, se modifica la etapa anterior o inclusive la cancelación del proyecto.

- La incertidumbre con la relación al tiempo y costo de terminación disminuye conforme avanza el proyecto, y esto, será más predecible conforme mejor organización, dirección se tenga. Este comportamiento de incertidumbre se muestra en la figura 1.2.

Todas las características antes mencionadas, surgen de las actividades en las cuales un proyecto, esta basado en una elaboración ordenada y lógica. Se puede considerar que las características básicas en las que puede ser engloba un proyecto son las siguientes:

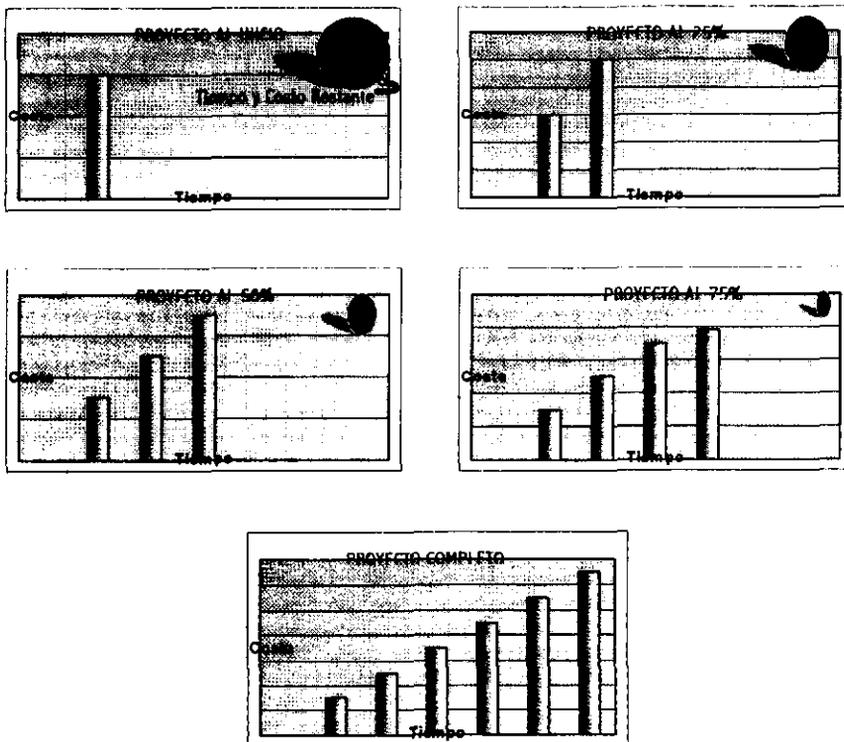


FIGURA 1.2. Incertidumbre de tiempo y costo durante el ciclo de vida de un proyecto.

### 1.1.1.1 IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES

Esto es el punto más importante y el primero para que pueda surgir un proyecto, ya que, al localizar alguna necesidad, esta sirve de partida para satisfacer la misma completa y eficazmente.

Esta necesidad puede tener un carácter social o económico. Si se desea utilidades con la solución o el producto final, de la cual surgió la necesidad planteada desde un inicio, tendría un carácter económico. Por otra parte, el social es aquel, en el cual, la solución es un beneficio comunitario, o que sirve para ayudar al progreso de una sociedad.

El resultado del análisis y solución de la necesidad, se puede globalizar en:

**Producción de bienes:** Que puede ser de tipo industrial, agrícola, minero, etc.

**Infraestructura :** De los cuales tenemos, el abastecimiento de energía eléctrica, transporte, comunicaciones, etc.

**Social :** En los cuales podemos mencionar, vivienda, educación, salud, etc.

Siempre que la necesidad sea de carácter económico se debe realizar un estudio de mercado de ese producto, para comprobar que se puede tener una demanda del mismo, ya que, un criterio económico y una falsa identificación pueden traer consigo soluciones que no satisfagan las necesidades reales del consumidor; en el caso que existan, dando como resultado un fracaso económico.

### 1.1.1.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN APROPIADA

La información acumulada del contratista permitirá desarrollar válidamente un proyecto, siempre que la misma sea útil. Esta etapa no es en algunos casos fácil, ya que, la búsqueda de información de algunos temas, puede dar como resultado un mal enfoque o soluciones erróneas, de igual manera, una recopilación de información raquítica.

### 1.1.1.3 FORMULACIÓN DE LAS SOLUCIONES POSIBLES

La tendencia a proporcionar una solución riesgosa única a un problema determinado es, por lo general, muy. Esta tendencia, sin embargo, debe evitarse, mediante la formulación de múltiples soluciones, con lo que se podrá alcanzar un nivel más elevado y más satisfactorio de un proyecto. Estas soluciones no deben caer dentro de los marcos conocidos únicamente, sino que debe darse vuelo a la imaginación y no eliminar ninguna de antemano por poco factible que parezca. La etapa de eliminación vendrá después.

### **1.1.1.4 ANÁLISIS DE LAS SOLUCIONES**

Este es el primer proceso eliminatorio de las soluciones. El análisis debe hacerse tomando como base los criterios establecidos en la identificación de las necesidades existentes. A menudo se da el caso en que se piensa que una solución satisface estas necesidades, cuando en realidad sólo refleja un deseo de satisfacerlas. Un análisis cuidadoso, en función de las necesidades, eliminará algunas de las soluciones propuestas.

#### **1.1.1.4.1 EVALUACIÓN FÍSICA Y ECONÓMICA DE LAS SOLUCIONES**

A veces se ha dicho que cualquier proyecto se puede realizar si existe bastante dinero y bastante tiempo para efectuarlo. Esto no es un caso común, sino por el contrario, siempre hay limitaciones de tiempo y de dinero. Por eso las soluciones deben evaluarse desde el punto de vista de su realización física, es decir, si es posible construir el sistema con los materiales existentes y si además, tiene justificación desde el punto de vista económico. Aquí conviene preguntarse si la inversión que se piensa hacer en un sistema determinado rendirá beneficios económicos y cómo se puede financiar esa inversión.

#### **1.1.1.4.2 OPTIMIZACIÓN DE SOLUCIONES**

Las técnicas modernas de optimización son muy numerosas. Conviene por lo tanto, utilizar estas herramientas de la ingeniería para solucionar los problemas. Con este fin, se conceptúa un modelo matemático que represente los parámetros más importantes de cada sistema y ese modelo se optimiza basándose en ciertos criterios para estar así en la posibilidad de escoger una solución entre las que se presentan en los pasos previos.

#### **1.1.1.5 DISEÑO DEL SISTEMA**

Una vez que se obtiene una solución optimizada se puede proceder a elaborar el diseño detallado, que consta del trazado de los planos correspondientes y la enumeración del conjunto de especificaciones necesarias para la realización del sistema; un sistema es un conjunto ordenado de cosas que funcionan en cierta forma para lograr un fin. Conjuntamente con esta etapa, se hace un estudio económico más detallado de la solución, especificando todas las erogaciones necesarias para la construcción o la producción del proyecto, analizando cuidadosamente el plan de financiamiento y asignando el tiempo y el dinero necesarios para la buena administración del proyecto.

### 1.1.1.6 EVALUACIÓN EN EL CAMPO

Una vez obtenido el sistema físico, es necesario efectuar la evaluación bajo condiciones reales, con el fin de identificar las ventajas y las fallas de su comportamiento. Ningún proyecto puede comportarse de modo ideal, debido a las limitaciones de tiempo, dinero y a las limitaciones impuestas por condiciones especiales. Por lo que esta evaluación es muy necesaria para acumular los datos que servirán como base práctica para la elaboración de futuros proyectos.

### 1.1.1.7 PROYECTO POR EVOLUCIÓN

En base a las evaluaciones llevadas a cabo en la etapa anterior se podrá mejorar el sistema por evolución, modificando aquellos criterios que se aplicaron y que se comprobaron que no eran totalmente válidos. Mediante este procedimiento se logrará acercarse al punto óptimo de satisfacción de las necesidades de la primera etapa.

### 1.1.1.8 TIPOS DE PROYECTOS

Los proyectos pueden estar englobados en: evolutivo e innovativo. Los proyectos por evolución, son actividades que predominaban anteriormente, ya que al no existir la gran demanda tecnológica de la actualidad. Una vez que se establecía cierto sistema, éste evolucionaba haciéndole mejoras hasta alcanzar el nivel deseado en un momento específico. Esta evolución era lenta porque la iniciaban los consumidores. Por otra parte, los proyectos por innovación requieren una mayor disciplina mental, es por lo tanto, una actividad que se encuentra más dentro de las perspectivas de los ingenieros químicos, ya que como su nombre lo dice, esos proyectos son creadores de algo que no existía y que son nuevos para los consumidores.

Anteriormente quedó definido lo que significa un proyecto de una manera, en la cual, pudiera ser adaptable para cualquier situación, donde se aplicara el término proyecto. Sin embargo, aunque los proyectos pueden ser similares en su ejecución, pueden pretender fines muy diferentes.

De esta manera, según el fin al que son orientados los proyectos, pueden mencionarse los siguientes tipos. Existen más tipos de proyectos pero son los más importantes.

- Proyectos gubernamentales.
- Proyectos para desarrollo de nuevos productos.
- Proyectos comerciales.
- Proyectos de sistemas de información

#### **1.1.1.8.1 PROYECTOS GUBERNAMENTALES**

Este tipo de proyectos son orientados a obras o servicios de interés social, donde el capital es aportado por el gobierno. La contratación de los trabajos a ejecutar es efectuada por el gobierno o bien realizados en forma interna por éste.

Características:

- Inversiones y obras muy grandes.
- Varias organizaciones involucradas.
- Tiempos de ejecución largos.
- Actividades y parámetros de evaluación definidos.

#### **1.1.1.8.2 PROYECTOS DE DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS**

Este tipo de proyectos se orienta a obtener productos totalmente nuevos, o a realizar mejoras sustanciales a los ya existentes. También se pretende la obtención de nuevos procesos (más económicos, condiciones de operación menos severas, mayores rendimientos, disminución de contaminantes, etc. ).

Características:

- Alto grado de tecnología.
- Tiempo de ejecución difícil de definir.
- Varias actividades indefinidas o bien sujetas a cambios.
- Alto riesgo técnico y económico
- Pocas organizaciones involucradas
- Se requiere de mucha información bibliográfica.
- Alto grado de innovación.
- Uso de plantas piloto.

#### **1.1.1.8.3 PROYECTOS COMERCIALES**

Son proyectos orientados al desarrollo, diseño, construcción y operación de unidades de producción rentables. El capital invertido, generalmente es de particulares. El desarrollo del proyecto puede llevarse en forma interna (por el cliente), o bien, en forma externa (por el contratista).

**Características:**

- Alto grado de complejidad técnica y operacional.
- Gran soporte de disponibilidad económica.
- Riesgo económico.
- Más de una organización involucrada.
- Expansión geográfica y de mercado, presencia de productos competitivos.
- Riesgos de rápida obsolescencia.
- Esfuerzos para reducción de costos.

**1.1.1.8.4 PROYECTOS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

Son proyectos orientados específicamente a alguno de los negocios de la organización y que se reflejan en los sistemas generales, el procesamiento de datos, el personal u otros recursos.

Los sistemas generales se refieren a las técnicas para la simplificación del trabajo (formas, controles, manuales, registros, etc. ). El procesamiento de datos (Software) se refiere a datos impresos como serían; programas, rutinas y lenguajes simbólicos esenciales para la operación de computadoras.

**Características:**

- Alto grado de complejidad.
- Alto grado de innovación.
- Varias organizaciones involucradas.
- Considerable participación de recursos para su implementación.
- No presenta un costo muy elevado.
- El tiempo involucrado puede ser alto.
- El beneficio principal es el ahorro de tiempo y optimización de las actividades que se realizan.

**1.2 DEFINICIÓN DE ADMINISTRACIÓN**

El término administración se refiere al proceso de lograr que las actividades lleguen a su término eficientemente con otras personas, y por medio de ellas. Otra definición sería gobernar, regir, cuidar o hacer diligencias conducentes al logro de bienes o intereses. La mejor definición que se puede dar con respeto a esta palabra es, mencionar los elementos en que está constituida y que son: establecer metas, desarrollar planes de acción para el logro de esas metas, determinar los horarios con la distribución de cada paso, controlar y evaluar el progreso, y finalmente establecer una decisión para llevarla a cabo de una manera apropiada y que pueda ser implementada.

## 1.2.1 HISTORIA DE LA ADMINISTRACIÓN

En la era prehistórica el hombre vivía de la caza, la pesca y recolección de frutas y se asociaron primero en grupos familiares y después en tribus, uniendo sus esfuerzos para auxiliarse mutuamente en la cacería o en la defensa contra la naturaleza.

Posteriormente, se dedicaron a la agricultura rudimentaria y a la domesticación de animales llegando con esto, a la existencia sedentaria y organización de pequeñas villas. Con esa transformación o evolución de pueblos en comunidades surgió la necesidad de un método elemental para mejorar los negocios comunes del grupo; como podría esperarse, este brote de administración recayó en la astucia, vigilancia, prudencia y sagacidad.

A medida que estas villas crecieron y la civilización se desarrolló, los administradores también crecieron, llegando a ser sacerdotes, reyes y ministros, acumulando riquezas y poder en sus sociedades. Los problemas típicos para estos "administradores" de las sociedades primitivas más prominentes fueron, la captación de los tributos, la utilización eficiente de los recursos, la división del trabajo, los arreglos comerciales y la conducción de la guerra y la paz.

En las primeras civilizaciones se usó un método para gobernar y "administrar" los recursos del pueblo. Los legisladores antiguos ejercieron la autoridad por medio de tabúes y reglas de conducta. A través de su posición usaron el temor a lo sobrenatural y el temor religioso para asegurar la obediencia a sus normas.

Los primeros registros administrativos aparecen con los Sumerios (hace 5 mil años), los cuales consisten en cuentas de inventarios, los sacerdotes de los templos Sumerios administraron considerables cantidades de bienes para rendir cuentas a sus superiores, usaron registros y controles administrativos.

El proceso administrativo se inició en la organización familiar, expandiéndose después en la tribu y finalmente penetró en las unidades políticas formales en la antigua Babilonia. En esas organizaciones, se inventó un tipo de control financiero y archivo en tablillas de arcilla con inscripciones. El primer concepto de responsabilidad administrativa apareció en el código de Hamurabi, rey de Babilonia, con el establecimiento del Salario Mínimo. Sin embargo los Egipcios empleaban uno de los sistemas de organización descentralizada dispersa, con poco o ningún control, ya que el único nexo del gobierno con el estado era la Comisión de Impuestos, posteriormente establecieron centrales efectivas que permitieron un amplio desarrollo de su imperio.

Los Hebreos hicieron su contribución a la teoría de la administración en lo que respecta al concepto de delegación de autoridad y al principio de excepción. Moisés fue un líder y administrador prominente con una gran habilidad en el gobierno, la legislación y las relaciones humanas. La preparación, organización y ejecución del éxodo de los Hebreos que los libró de la servidumbre de los Egipcios, fue una gran empresa administrativa.

Los antiguos filósofos Chinos fueron los primeros en reconocer la necesidad de la selección de personal y de los asesores (consejeros), por métodos organizados, los cuales usaban para su sistema de servicio civil, además, aportaron el principio de especialización de las tareas. Sin embargo, fueron los Griegos, los que generaron la documentación más amplia de los principios de administración en los escritos de Jenofonte, acerca de la universalidad de la administración, especialización, selección de personal, delegación de autoridad y estudio de tiempos y movimientos.

En el período del Renacimiento la administración se enfocó hacia las prácticas contables; como controles de inventarios, de costos, contabilidad estricta del dinero, materiales y personal. Además de que dichas prácticas estaban enfocadas al comercio y a las primeras industrias de galeras y bancos en Venecia.

Otro enfoque notable en esa época, se debe a los pensadores como Tomás Moro (1478 Londres, Inglaterra) y Nicolás Maquiavelo (1469 Florencia, Italia).

Moro se enfocó hacia el concepto moral de la administración en la cual, el administrador era responsable del bienestar de sus gobernados y no de su explotación, estableció que todas las personas deberían capacitarse para el trabajo desde una edad temprana y dedicarse a ser productivos. Por otro lado Maquiavelo, enfocó sus conceptos hacia la estrategia para obtener beneficios personales de la manipulación del pueblo, a través de:

- El apoyo de las masas administradas.
- La cohesión organizacional.
- El liderazgo para dirigir al pueblo en ventaja propia.
- El derecho a la supervivencia del poder del estado.

El interés de este período radica en el punto de vista práctico y realista de las técnicas administrativas.

En el período de 1700 a 1785 la más notable en el campo administrativo fue Inglaterra, la cual fue la primera en cambiar de una sociedad agraria-rural a una comercial-industrial.

La innovación más importante fue los cambios en la producción; iniciándose con una organización familiar, prosiguiendo con una organización fabril de estricto control militar y culminando con las bases de los conceptos administrativos como:

**El control de la producción.** Este punto guardaba un estado primitivo y consistía en pagar al obrero a destajo, o sea una cantidad determinada por pieza elaborada. La calidad no se controlaba, ya que las únicas medidas usadas eran las dimensiones y los pesos de los materiales, los métodos de trabajo no eran uniformes.

**El control financiero.** Este concepto fue el mejor desarrollado, probablemente porque los dueños de fábricas habían sido comerciantes, y habían practicado ampliamente el control financiero en las operaciones comerciales.

**La planificación de la localización de las fábricas.** Este proceso se hizo a nivel muy rudimentario, considerando únicamente la disponibilidad de materias primas y los costos de transporte.

**La administración de personal.** Con el advenimiento de la maquinaria costosa en las fábricas se hizo necesaria la operación continua de las mismas y se originó la necesidad de la supervisión, para asegurar la ejecución uniforme de las órdenes y para impulsar a los trabajadores a producir al máximo.

Los autores del siglo XIX trataron principalmente los fundamentos y no desarrollaron una teoría coherente de la administración, pero se comenzaron a definir los principios de la administración como: La planeación, la organización, el personal, la dirección y control. Donde el concepto de "personal" se definió desde el punto de vista de adiestramiento y de análisis del esfuerzo realizado al ejecutar el trabajo.

En su búsqueda de soluciones, los administradores de los complejos industriales comenzaron a discutir sus problemas y a dar conferencias en asociaciones profesionales. Al propiciar la transmisión de experiencias en la solución de problemas administrativos se hizo patente la similitud de los mismos en el campo industrial y se adoptaron métodos cuya aplicación sistemática iniciaría la escuela de la administración científica.

### **1.2.2 ADMINISTRACIÓN CIENTÍFICA**

La administración científica se fundamenta en la investigación y el análisis a diferencia de la administración tradicional o empírica, en la cual las decisiones se basaban en experiencias similares, anteriores, premoniciones, intuición,

prueba y error. Los pioneros de la administración científica fueron Frederick W. Taylor y Frank Gilbreth, cuyo enfoque a las responsabilidades obrero-patronales fueron revolucionarias, en las cuales consideraban que la responsabilidad de la producción era compartida por partes iguales, por los trabajadores y los administradores, cambiando el concepto del supervisor, al de ser el responsable de la planeación, organización y control del trabajo.

La principal característica de la escuela de la administración científica es el uso del método científico para descubrir nuevos conocimientos respecto a la administración.

Este método puede describirse como de experimentación controlada. Esta formado pasos bien definidos que deben ejecutarse en el orden adecuado.

El método científico identifica una proposición, se analizan las observaciones preliminares respecto a la proposición, se seleccionan los datos en grupos comunes o se clasifican para facilitar la interpretación, se hacen generalizaciones o enunciados precisos que constituyen la respuesta a la proposición basadas en datos efectivos reales. Por lo que, la esencia de la escuela de la administración científica es el desarrollo de la mente inquisitiva, con la resultante investigación inteligente en busca de mayores conocimientos, más hechos y relaciones. La contribución de la administración fue la mejora general de la administración empírica, utilización efectiva de equipo, mano de obra y materiales.

Estimuló el desarrollo de controles, rutas y planificación más exactos. Para el trabajador, resultó en una mejor selección de puestos, más oportunidades de avance, salarios más altos, mejores condiciones de trabajo, horas de trabajo apropiadas y una ampliación del alcance de la iniciativa individual a través de mejores oportunidades de trabajo y aplicaciones de incentivos. Para la administración, señaló al camino de una más efectiva organización, un producto más confiable, una mejor fuerza de trabajo, un cliente mejor comprendido, una mejor imagen corporativa y una posición más efectiva en cuanto a utilidades. Con la concepción de la administración científica se ha continuado la experimentación y la búsqueda de lo nuevo como elemento básico en un firme enfoque administrativo. También se estimuló el uso de estándares en cada fase de la administración, siempre destacando la necesidad de uniformidades de consistencia como preludio a altos estándares de operación y calidad del producto.

Taylor dio a la administración científica el concepto colectivo de control, el control como un mecanismo sensitivo para mantener los procedimientos, estándares y condiciones, necesarias para la operación total y efectiva del sistema. Y finalmente introdujo el principio de cooperación señalando que sólo a través del entendimiento mutuo y cooperación podrían satisfacer las

necesidades y deseos básicos tanto de la administración como de los trabajadores.

### 1.2.2.1 OBJETIVOS DE LA ADMINISTRACIÓN CIENTÍFICA

La administración científica, de acuerdo con sus primeros estudiosores, tenía objetivos claramente definidos de los cuales se pueden mencionar:

- **Medir las tendencias industriales y el mercado para de ahí regularizar las operaciones de manera que se conserve la inversión, se sostenga la empresa como fuente generadora de empleos y se asegure la continuidad de las operaciones.**
- **Asegurar al empleado no sólo su trabajo, sino la operación continua a través de un correcto sondeo de mercado para asegurarle operaciones planificadas y balanceadas.**
- **Ganar por medio de técnicas productivas y administrativas para una mayor utilización de la energía, materiales y recursos humanos, que se reflejaran en salarios y utilidades altas para los empleados y la administración.**
- **Asegurar, el adiestramiento y supervisión de su instrucción, la oportunidad a los trabajadores de desarrollar nuevas y mejores capacidades y la elegibilidad para promociones a posiciones más altas.**
- **Desarrollar la confianza y el respeto así mismo entre los trabajadores a través de la oportunidad brindada por la comprensión de su propio trabajo específicamente y de los planes y métodos de trabajo de manera general.**
- **Desarrollar la autoexpresión y la autorelación entre los trabajadores por medio de la estimulante influencia de una atmósfera de investigación y evaluación, del entendimiento de planes y métodos y de la libertad de los contactos tanto verticales como horizontales provistos por la organización.**

Con esto se menciona los principales puntos contenidos en los términos proyectos y administración. En los dos siguientes capítulos se profundizará por separado los términos compuestos de estas palabras en el área de ingeniería, como lo es ingeniería de proyectos y administración de proyectos.

## 2.1 DEFINICIÓN DE INGENIERÍA DE PROYECTOS

Es una actividad de tipo interdisciplinario, que tiene como objetivo optimizar la realización de proyectos industriales en los que la ingeniería se debe desarrollar en el menor tiempo, al menor costo, con una alta calidad y con el mejor aprovechamiento de los recursos humanos y materiales asignados para ello. Dicho de otra manera la Ingeniería de Proyectos es un ejercicio de coordinación y acciones ejecutivas para asegurar el desempeño apropiado y la integración de todas las funciones involucradas en el diseño y construcción de plantas de proceso. Se refiere a aquella parte del estudio que se relaciona con su fase técnica, es decir, con la participación de la ingeniería en las etapas del diseño, instalación, puesta en marcha y funcionamiento.

Para la realización de un proyecto industrial se debe seguir una serie de pasos, los cuales involucran una secuencia lógica y ordenada para la culminación de cualquier proyecto a desarrollar, en estos pasos intervienen diferentes actividades que son coordinadas y guiadas por un líder de proyectos o Ingeniero de Proyectos, por lo que esta persona debe tener conocimientos tanto en las áreas química, mecánica, civil, eléctrico, etc. como en administración de empresas y economía. Esta persona es aquella que informa, orienta, ordena las ideas del solicitante y debate con el cliente al que se le desarrolla su proyecto, es el representante de la compañía y por tal, debe vigilar la correcta realización de las actividades para poder llegar al fin exitoso tanto para él, como para el cliente.

A continuación se mencionan los diferentes pasos y actividades involucradas en el desarrollo de un proyecto.

### 2.1.1 EVALUACIÓN DE PROYECTOS

En un proyecto de Ingeniería, se requiere realizar un estudio que conduzca a la evaluación del proyecto. Generalmente este estudio se realiza en dos etapas, la primera es un Análisis preliminar del Proyecto que se basa en la información disponible y que tiene como objetivo, definir aquellas propuestas de desarrollo del proyecto que cumplan con las especificaciones deseadas y proponiendo que sean rentables, donde las principales especificaciones que se deben cubrir son las siguientes:

- Objetivo del Proyecto.
- Capacidad y Factor de Servicio.
- Equipo y Materiales.
- Producto (s).

- Servicios Auxiliares.
- Restricciones por Contaminación, Legislación o Geográficos.
- Restricciones por el Grado de Peligrosidad.

Una vez seleccionado un conjunto de propuestas que cumplan técnicamente con lo estipulado por las especificaciones del proyecto, se realiza la evaluación económica en donde se analiza la inversión, el costo de materia prima, costo de servicios auxiliares, costo del tratamiento para evitar contaminación, etc., en el cual, el único fin es determinar el monto total. Cabe mencionar que siempre se persigue diversos objetivos en la realización de un proyecto industrial, pero al que se le da una importancia mayor, es al de obtener una utilidad económica satisfactoria para una realización prolongada del proyecto.

Para saber si esto se logrará y por lo tanto, si es justificable el proyecto, es necesario efectuar una serie de estudios, ellos son: estudio de mercado, estimación de costos y estudio de factibilidad económica.

#### **2.1.1.1 ESTUDIO DE MERCADO**

En ésta etapa se investiga en forma amplia para dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿Cuánto se podrá vender? y por tanto ¿Cual debe ser la capacidad de la planta industrial?, ¿Dónde se localizan los centros de consumo del producto y suministro de materias primas?, y por tanto ¿Donde es conveniente que se localice la industria?, ¿Qué características debe tener el producto?, ¿Cuál debe ser su costo?, ¿Que problemas de comercialización se presentan?, ¿Que canales de comercialización son los más adecuados?, etc.

Las respuestas a estas preguntas se deberán referir a la demanda actual y futura en el período de vida útil del proyecto. La validez de las respuestas en términos cuantitativos dependerá de la calidad de información disponible y de su correcto análisis e interpretación.

#### **2.1.1.2 ESTIMACIÓN DEL COSTO**

Es necesario saber cual será el costo que requerirá la ejecución del proyecto. Al inicio de este habrá poca información disponible, por lo que la estimación de costo será preliminar con alto margen de error que puede ir de un 30% a un 50%, sin embargo a medida que se vaya avanzando en el proyecto se irá obteniendo más información con la que se podrá hacer otras estimaciones de costo con mayores índices de confiabilidad.

### 2.1.1.3 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Con la información antes obtenida se está en la posibilidad de elaborar un estudio técnico-económico o dicho de otra manera, un estudio de factibilidad económica, en el cual se obtiene la relación entre la inversión a realizar y las utilidades esperadas, como resultado de esta relación se determina la conveniencia o no de efectuar la inversión, en caso negativo se procederá a revisar otros procesos; en donde la obtención del producto deseado existan varios procesos, modificar la capacidad de la planta, utilización de subproductos, modificación de las características de los productos y materias primas, etc. Después de esta combinación de variables se volverá a efectuar un estudio de factibilidad económica, si los resultados son favorables se continuará con el proyecto, en caso contrario se seguirán buscando otras alternativas de mejora o en el último de los casos se cancelará el proyecto.

Al igual que en la estimación de costo, el primer estudio de factibilidad económica hecho en los inicios del proyecto es preliminar por la poca información con que al momento se cuenta, sin embargo en la medida en que se avanza en el proyecto se irá disponiendo de mayor información y los resultados de estudio de factibilidad económica irán siendo de mayor confiabilidad.

Esta segunda etapa consiste en un Análisis Detallado del proyecto, iniciándose con la elaboración de las solicitudes de cotización. El análisis de ellas es una actividad bastante compleja, ya que la información que proporcionan los licenciados, proveedores y los contratistas no son muy amplios, debido a la reserva de datos técnicos confidenciales.

Primeramente se desarrolla una evaluación técnica donde se comparan las especificaciones del proyecto con aquellas que ofrecen los proveedores para proceder con el análisis de las propuestas, en él se revisan los siguientes aspectos:

- Esquemas de procesamiento y sus diferencias fundamentales.
- Fundamentos de operación.
- Soluciones manejables, materiales de construcción empleados y problemas potenciales.
- Servicios auxiliares, sus consumos y validez.
- Confiabilidad de los equipos y factor de servicio.

- Flexibilidad de operación.
- Mantenimiento.
- Eliminación de desechos (si es que el proyecto lo requiere).

Por lo que, una vez seleccionadas aquellas propuestas que cumplan técnicamente se procede a realizar la evaluación comercial donde se deben considerar los siguientes aspectos:

- Inversión Fija.
- Servicios auxiliares.
- Reactivos químicos (si es que el proyecto lo requiere)
- Costos de operación.
- Mantenimiento.

Asimismo se deberán revisar las correspondientes garantías y tiempos de terminación del proyecto. Con respecto a esto último, se deberá determinar la venta económica que representa una terminación temprana de la obra.

La mayor parte de los factores anteriores son cuantificables y proporcionan los datos para tomar la decisión final; sin embargo, es conveniente tomar en cuenta factores adicionales como los siguientes:

- Obsolescencia del proceso.
- Experiencia del contratista en este proyecto.
- Reputación del contratista.

Resumiendo, dado que la formulación y evaluación de un proyecto de Ingeniería es un proceso complejo, deben observarse que éste cuente con las siguientes características:

- A. El proyecto debe ser satisfactor de necesidades**, es decir, debe ser una respuesta a las necesidades individuales o sociales que puedan satisfacerse por medio de factores tecnológicos.
  - B. Debe ser posible la realización física del proyecto**, es decir, su elaboración no debe ser demasiado complicada.
  - C. Factibilidad Económica**. El bien o servicio que se describe en un proyecto debe tener una utilidad para el consumidor que iguale o exceda la suma de los costos necesarios para ponerse a su disposición.
  - D. Posibilidad Financiera**. Las operaciones de diseño y construcción o realización deben estar financieramente apoyadas; debe existir el capital y la infraestructura económica requeridos.
-

- E. Optimización.** La concepción de un proyecto no da como resultado una única opción, sino que se dispone de diversas alternativas; por tanto hay que elegir aquella que cumpla mejor con los resultados deseados. La optimización debe establecerse con relación a un criterio del proyecto que representa los compromisos del proyectista entre posibles conflictos de precios valorados por él, incluyendo consumidor, productor, distribuidor, y al propio proyectista.
- F. Morfología.** La estructura del proyecto debe ir de lo abstracto a lo concreto.
- G. Proceso del Proyecto.** La realización de un proyecto, es un proceso iterativo de resolución de problemas.
- H. La solución del problema original o causa del proyecto,** dependerá de la solución de subproblemas descubiertos al intentar la solución de un problema del proyecto.
- I. Resolución de la incertidumbre.** Es necesario hacer un análisis de los riesgos que se corren en la puesta en marcha del proyecto.
- J. Valor económico de la evidencia.** El éxito o fracaso del proyecto tiene un valor que debe ir equilibrando con el costo de la información y su proceso.
- K. Bases de decisión.** Durante el desarrollo del proyecto, se debe ir evaluando tanto el éxito como el fracaso de éste.
- L. Compromiso mínimo.** En la resolución de un problema de un proyecto, los compromisos que se fijarán, deberán ser cumplidos en un plazo determinado.

Después de determinar si la realización del proyecto es rentable, se procede al desarrollo del proyecto industrial en donde se debe realizar una serie de actividades, las cuales pueden ser agrupadas en las etapas que a continuación se muestran.

### 2.1.2 SELECCIÓN DEL PROCESO

Es posible que se encuentren disponibles procesos diferentes para elaborar un mismo producto de calidad similar, si este es el caso, se debe seleccionar de entre esos procesos existentes el más adecuado de acuerdo a las necesidades y limitaciones, tanto técnicas como económicas.

Es posible que no exista en el mundo un proceso desarrollado adecuadamente a las necesidades del cliente, en tal caso se deberá desarrollarlo, a esta actividad encaminada a diseñarlo para elaborar un producto se le conoce como investigación y desarrollo de nuevos procesos.

Es probable que el proceso adecuado para elaborar el producto deseado ya haya sido desarrollado en alguna parte del mundo, estando en la posibilidad de adquirir la licencia para utilizarlo, en tal caso, se seguirá un procedimiento

para la adquisición de esta tecnología, dicho procedimiento consiste entre otras cosas en: búsqueda y contacto con los dueños de la tecnología, evaluación técnica-económica de ésta, así como evaluación del contrato de adquisición y negociación en las condiciones de compra con los dueños de la tecnología.

Una vez asimilada y adaptada la tecnología, deben iniciarse los trabajos de innovación de ella, y con estas innovaciones que son patentables se logra por una parte mayores rendimientos técnicos y/o económicos de la tecnología usada y por otra parte, estas sientan bases firmes y son un buen punto de partida para crear nuevas tecnologías.

Esto es investigación tecnológica, donde los resultados son de gran utilidad y además inmediata, por lo que esta actividad debe ser la segunda en importancia a la que se deben dirigir los recursos económicos y esfuerzos de los institutos de investigación de los países subdesarrollados, para que de esta manera se eleve su desarrollo tecnológico y económico, disminuyendo de manera paulatina y constante la dependencia tecnológica en esta área.

### **2.1.3 INGENIERÍA BÁSICA**

En la realización de un proyecto, la ingeniería básica comprende dos etapas: diseño de proceso y diseño de sistemas e instrumentación.

Sin embargo, existe además otra etapa previa, pero únicamente se presenta en toda su extensión cuando por primera vez se realiza el proyecto que es la investigación y desarrollo, la cual tiene como meta primordial el obtener la tecnología de un proceso que permita llevar a cabo un diseño competitivo del mismo, como se mencionó anteriormente.

Cuando el proyecto a realizar tiene como meta el mejorar la tecnología que ya se tiene, por una tecnología de vanguardia, se requerirá de la investigación, pero sobre bases de operación y diseño ya establecidas.

En la etapa de la ingeniería básica se generan las bases en las cuales se va a establecer el diseño de un proceso y la generación de su documentación, en donde la etapa de diseño de proceso y diseño de sistemas e instrumentación, involucran una serie de actividades primordiales para continuar con las siguientes etapas para el logro del proyecto. Estas actividades que se realizan en estas etapas son:

### 2.1.3.1 Diseño de proceso

La actividad inicial del diseño de proceso es la elaboración y el análisis de las bases de diseño. A través de ella se determina cualquier incongruencia que pudiera existir en los datos, falta de información, criterios no definidos, etc.

Uno de los resultados que se obtiene durante la etapa de selección de alternativas, el balance de materia y energía para el esquema seleccionado. Con este elemento se genera el diagrama de flujo de proceso (DFP) y se puede elaborar su documento complementario: información para el diseño de tubería e instrumentos. A partir del DFP se determinan los requerimientos de servicios auxiliares que son los de vapor, agua de enfriamiento, combustible, electricidad, etc., así mismo dentro de ésta etapa se consideran los requerimientos de reactivos químicos, si es que el proyecto lo requiere.

Las bases de diseño deben contener entre otros, los siguientes datos: función de la plata, tipo de proceso, capacidad, rendimiento, flexibilidad, flujos de alimentación y sus condiciones de operación, como lo son la temperatura, presión (máxima mínima y normal) dentro del proceso, así como los productos y subproductos en límites de batería e información de servicios auxiliares del proceso.

Posteriormente se procede con el análisis de alternativas de procesamiento y su selección. El análisis puede ser efectivo cuando se dispone de un simulador de proceso, ya que permite realizar balances de materia y energía con lo cual el dimensionamiento de equipo se hace en forma rápida y detallada.

Con base en el diagrama de flujo de proceso preliminar, se elabora la lista de equipo con dimensiones preliminares.

Con los documentos elaborados anteriormente, se solicita a la coordinación y control del proyecto una junta de depuración de la cual se obtendrá el DFP en su edición para "aprobación del cliente", ya que en dicha junta todos interviene los departamentos que se ven involucrados en el desarrollo del proyecto.

Una vez aprobado el diagrama por el cliente, se procede a la edición del mismo en su versión aprobada para el diseño. Esta aprobación del cliente dará lugar a la selección, especificación y el diseño de los equipos de proceso.

Estas especificaciones y datos de diseño se resumen en las llamadas "hojas de datos". Las actividades involucradas en la elaboración de estas son variadas y dependen del equipo en cuestión, ya que pueden tratarse de torres, compresores, expansores, recipientes, filtros, sistemas de vacío, secadores, calcinadores, agitadores, deshidratadores, etc. En términos generales en estos

documentos se definen las corrientes de entrada y salida del equipo, las condiciones de operación y de diseño de presión y temperatura, los materiales de construcción y los códigos que regirán su diseño.

Paralelamente a la elaboración de las hojas de datos, se generan tres documentos, el primero que servirá de base para el diseño de los equipos de transferencia de calor, llamado información de proceso para el diseño de cambiadores de calor, el segundo llamado requerimientos de servicios auxiliares y agentes químicos que originará el diagrama de balance de dichos servicios y el tercero, que es el documento de filosofía básica de operación, en el cual se cubren los siguientes puntos: variables de operación y control, operaciones anormales y operaciones especiales.

Por otro lado el área de proceso, también se interviene en la emisión de solicitudes de cotización, elaboración de tabulaciones y órdenes de compra de algunos equipos especiales o agentes químicos como son catalizadores y absorbentes.

La actividad final en lo que respecta al diseño de proceso en el desarrollo del proyecto, consiste en la integración del libro de proceso en el cual se incluyen todos los documentos generados en el desarrollo de las actividades anteriormente descritas.

### **2.1.3.2 Diseño de Sistemas e Instrumentación**

Con la información resultante del dimensionamiento del equipo, se inicia la elaboración del plano de localización general (PLG). En forma paralela se inicia la elaboración de los diagramas de tuberías e instrumentación (DTI's), teniendo como base los DFP's de proceso y de servicios auxiliares y la información complementaria para el diseño de tuberías e instrumentación.

Por otra parte, el diseño de la instrumentación se inicia a partir de los DTI's; este diseño consiste esencialmente en la elaboración de diagramas de instrumentación, índice de instrumentos y las hojas de especificaciones de los mismos.

Los diseños de sistemas e instrumentación se cubrirán con mayor amplitud en la parte de ingeniería de detalle, debido a que es ahí donde se complementa la mayor parte de la información que se va generando.

Finalmente, como último documento que se elabora dentro de lo comprendido como ingeniería básica, se encuentra la filosofía operacional, la cual es la base para elaborar el manual de operación, que será desarrollado por la compañía que realice la ingeniería de detalle de la planta.

Los puntos básicos que se consideran son:

- Variables de operación y control del proceso.
- Arranque, paro normal y de emergencia.
- Operaciones anormales.
- Operaciones especiales.

En resumen, se puede decir que la ingeniería básica es la información tecnológica en la que se establecen las operaciones físicas y químicas necesarias para la transformación de la materia prima en producto, además de establecer la secuencia de dichas operaciones, descripción del equipo más importante para llevarlas a cabo, y las condiciones de operación de dicho equipo; en otras palabras la ingeniería básica consiste en el desarrollo de la información tecnológica necesaria para elaborar un producto a nivel industrial.

#### 2.1.4 INGENIERÍA DE DETALLE

Durante el desarrollo de la ingeniería básica sólo se obtiene la información necesaria para saber como se va a elaborar el producto deseado, mientras que en la ingeniería de detalle se genera la información necesaria para construir e instalar la planta, para lo cual, se efectúan estudios por ejemplo de mecánica de suelos (para el cálculo, diseño de cimientos, estructuras, soporterías de equipo, tuberías, etc.). Además con base en las especificaciones generales que proporciona la ingeniería básica de muchos equipos se complementan los diseños proporciona especificaciones detalladas y dibujos detallados que sirvan, por una parte si el equipo es estándar para pedir cotización a los proveedores para su posterior adquisición, y por otra parte, si el equipo es especial, enviar los datos suficientes al fabricante para su construcción. Además, se elabora el diseño eléctrico completo donde se muestre los requerimientos de energía eléctrica para iluminación, fuerza y control, también el equipo eléctrico, distribución de la carga, transformadores y dispositivos de control, distribución general de alumbrado, sistemas de intercomunicación, teléfonos, alarmas, etc.

Como se observa, todas las actividades efectuadas en esta etapa del proyecto están encaminadas a obtener la información necesaria para construir e instalar la planta industrial; siempre se debe tener presente esto por la frecuente confusión entre la ingeniería básica e ingeniería de detalle.

Debido a la gran complejidad de las actividades desarrolladas durante la ingeniería de detalle, en la cual consiste en hacer el diseño minucioso y detallado de los planos constructivos, así como isométricos; de tal forma que

con ellos se pueda llevar a cabo la construcción del proyecto. A continuación se describe a grandes rasgos las distintas ramas profesionales que intervienen, las cuales pueden estar agrupadas o con algún otro nombre, dependiendo de la firma de Ingeniería por lo tanto:

- Ingeniería de procesos
- Ingeniería de sistemas
- Ingeniería de diseño de instrumentación.
- Ingeniería de diseño de tuberías.
- Ingeniería de diseño de análisis de esfuerzos de tuberías
- Ingeniería de diseño de cambiadores de calor.
- Ingeniería de diseño de recipientes
- Ingeniería de diseño civil.
- Ingeniería de diseño eléctrico
- Ingeniería de diseño mecánico
- Diseño arquitectónico
- Ingeniería de procura.

#### **2.1.4.1 Ingeniería de procesos**

Durante el desarrollo de un proyecto la ingeniería de procesos juega un papel muy importante por ser ésta la que realiza la selección del proceso, esquema óptico del proceso y establece el diseño básico de los equipos requeridos, todas estas actividades son desarrolladas durante la fase de ingeniería básica, terminándolos de complementar en la ingeniería de detalle.

#### **2.1.4.2 Ingeniería de sistemas**

Tiene como objetivo elaborar documentos que son fundamentales para el inicio de actividades de otras especialidades del diseño.

Para su realización se requieren los documentos que se generaron en la ingeniería de procesos, ya que los documentos y planos que se elaboran de esta especialidad de Ingeniería de Sistemas determinarán, la selección de los materiales y/o equipos a comprar al fabricante. Las actividades principales de esta especialidad son:

- Elaboración de Diagramas de Tuberías e Instrumentación de proceso y servicios auxiliares (DTI's).
- Elaboración de Plano de Localización General de equipo (PLG's.)
- Dimensionamiento de las líneas de proceso.
- Diseño de sistemas de desfogue.

- Elaboración de hojas de datos de instrumentos.
- Verificación del comportamiento hidráulico.

#### **2.1.4.3 Ingeniería de diseño de instrumentación**

Dentro de la ingeniería de detalle, se desarrollan los sistemas de control de la planta, así mismo se especifican los instrumentos para su adquisición. Las principales actividades de esta especialidad son:

- Diseñar los sistemas de control del proceso.
- Especificar para su adquisición, la instrumentación de la planta.
- Elaborar los diseños de tableros de control y monitoreo.
- Elaborar los diagramas de instalación de los instrumentos, tableros de control y monitoreo, dentro de la planta.

El tipo de instrumentación a utilizar puede ser neumática o electrónica, esta selección dependerá, de los requerimientos establecidos por el proyecto.

#### **2.1.4.4 Ingeniería de diseño de tuberías**

Su finalidad en la ingeniería de detalle es lograr diseños de tuberías funcionales de acuerdo a las necesidades del proceso, de operación y mantenimiento. Estas actividades se realizan tomando como base los DTI's y el PLG's, se continúa con la información de casi todas las demás especialidades, y se complementan con dibujos de fabricantes; así también, la información generada por esta especialidad es fuente de información para otras especialidades como análisis de esfuerzos, recipientes, etc. Las principales actividades de esta especialidad son:

- Elaborar diseños de tuberías de proceso y servicios que cumplan los requisitos de seguridad, montaje, operación, mantenimiento y economía.
- Elaboración de planos de tuberías con vista en planta y a diferentes elevaciones.
- Elaboración de la maqueta constructiva.
- Elaboración de diseños de tuberías subterráneas; drenajes y tubería contra incendio.
- Elaboración de isométricos de tuberías.
- Localización de boquillas en recipientes.
- Localización de plataformas y escaleras.
- Elaboración de la lista de materiales y especificaciones de tuberías.

#### **2.1.4.5 Ingeniería de diseño de análisis de esfuerzos de tuberías.**

En la ingeniería de detalle se elabora el análisis de esfuerzos de los materiales involucrados en tuberías, juntas, soportes, etc., estos datos serán comparados con valores permitidos por códigos y de no ser así serán ajustados para que sean aceptables por los equipos que interconectan.

Las principales actividades son:

- Analizar los esfuerzos producidos en los sistemas de tuberías por efectos de flujo, temperatura, presión y peso propio.
- Diseñar juntas, resortes, en general todos los soportes para tuberías.
- Seleccionar resortes y juntas, evaluarlos técnicamente y especificar para su adquisición más conveniente.

#### **2.1.4.6 Ingeniería de diseño de equipo de transferencia de calor**

Esta efectúa el diseño termodinámico y mecánico del equipo de transferencia de calor que se requiera. La información base para efectuar el diseño del equipo se recibe como parte de la ingeniería básica, en esta etapa se efectúa el diseño termodinámico de los equipos y posteriormente durante el desarrollo de la ingeniería de detalle se realiza el diseño mecánico de los mismos. Las principales actividades de esta especialidad son:

- Realizar los cálculos y diseños de cambiadores de calor de haz de tubos y envolvente.
- Realizar los cálculos y diseños de cambiadores de calor de doble tubo.
- Realizar los cálculos y diseños de calentadores a fuego directo.
- Elaborar dibujos de detalle, dimensionales, especificaciones y listas de materiales de estos equipos para su construcción.

#### **2.1.4.7 Ingeniería de Diseño de Recipientes**

El objetivo de esta especialidad es el diseño mecánico (basado en códigos internacionales, así como en normas y estándares propios de cada compañía) de tanques y torres, así como el de efectuar los dibujos dimensionales que mostrarán este diseño y elaborar las especificaciones técnicas requeridas para su construcción. El diseño de recipientes es un esfuerzo combinado de ingenieros de proceso, diseñadores de recipientes y fabricantes de estos equipos. Las principales actividades de esta especialidad son:

- Diseño de recipientes atmosféricos.
- Diseño de recipientes a presión.
- Diseño de torres a presión, atmosféricas y a vacío.
- Diseño de soportes extremos de torres.
- Diseño de reactores.
- Especificaciones para la construcción de estos equipos.
- Aprobación de planos de fabricantes de recipientes.

#### **2.1.4.8 Ingeniería de diseño civil (concreto-acero)**

En esta fase de la ingeniería de detalle se hacen todos los trabajos de diseño civil de concreto y de acero, tales como cimentaciones de equipo, de edificios y estructuras metálicas.

Es una especialidad que requiere trabajar coordinadamente con otras, como diseño de tuberías, arquitectura, recipientes, etc., además de información de fabricantes de equipo. Las principales actividades de esta especialidad son:

- Elaborar el cálculo y diseño de cimentaciones de equipo.
- Elaborar el cálculo y diseño de cuartos de control, y los que se requieran en un proyecto.
- Elaborar el cálculo y diseño de soportería de equipo o tubería; metálica o de concreto.
- Elaborar el cálculo y diseño de plataformas de perforación marina.
- Elaborar el cálculo y diseño de drenajes, parteaguas, registros, ductos y pavimentos.
- Preparar los estudios para la elaboración de la mecánica de suelos y topografía.
- Elaborar dibujos de detalle, especificaciones, listas de materiales y recomendaciones de construcción de todos los elementos civiles.

#### **2.1.4.9 Ingeniería de diseño eléctrico**

La finalidad de esta especialidad en la ingeniería de detalle es la realización de diseños económicos, con la aplicación de las mejores técnicas, para suministrar energía eléctrica a equipos, alumbrado y comunicaciones. Las principales actividades de esta especialidad son:

- Elaboración de equipo eléctrico.
  - Elaboración del diagrama unifilar.
-

- Elaboración de planos de clasificación de áreas.
- Elaboración de planos de distribución de fuerza.
- Elaboración de planos de alumbrado.
- Elaboración de planos de tierras y apartarrayos.
- Elaboración de planos de comunicaciones y sonido.
- Elaboración de diagramas de control eléctrico.
- Diseño de centros de control de motores, subestaciones y equipo de generación de energía eléctrica de emergencia.
- Elaboración de listas de materiales eléctricos.

#### **2.1.4.10 Ingeniería de diseño mecánico**

El objetivo de esta especialidad es la elaboración de especificaciones técnicas para la adquisición de equipos mecánicos rotatorios y el análisis técnico económico de las ofertas de los proveedores. Los equipos aquí considerados, aunque son diseñados y garantizados por el fabricante, deben cumplir con las especificaciones que se basan en normas y códigos internacionales como API, NEMA, ASME, ANSI, etc. Las principales actividades de esta especialidad son:

- Especificar, para su adquisición, equipos mecánicos como compresores, tuberías, aire acondicionado, bombas, sopladores, torres de enfriamiento y grúas.
- Hacer la evaluación técnico-económica y elaborar el dictamen técnico de las ofertas de los proveedores.
- Revisar y aprobar los dibujos de los fabricantes de estos equipos.
- Atestiguar y aprobar las pruebas de funcionamiento en el taller de fabricación de estos equipos.
- Son responsables del arreglo interno que tendrán las casas de bombas y compresoras.

#### **2.1.4.11 Diseño arquitectónico**

En esta especialidad se realizan los diseños de todos los cuartos y edificios que se requieren en un proyecto. El diseño arquitectónico que se efectúa obedece a los requerimientos del proceso, del cliente, condiciones del lugar y funcionalidad. Las principales actividades de esta especialidad son:

- Diseño arquitectónico de casa de bombas, compresores, cuartos de control y edificios en general.

- Elaboración de planos arquitectónicos de los diseños para detallar fachadas, cortes e instalaciones sanitarias e hidráulicas.
- Formular las especificaciones y documentos necesarios para la construcción de la obra.

Aunque el diseño es de tipo industrial se busca además de su funcionalidad, resaltar aspectos de comodidad y estética.

#### **2.1.4.12 Ingeniería de Procura**

Esta área de servicio dentro de la ingeniería de proyecto, tiene como objetivo adquirir todos los equipos y materiales requeridos en la fase de construcción del proyecto. El servicio de adquisición no sólo incluye la compra, también considera el seguir cada una de las etapas para asegurarse que reciban en el lugar y momento de la construcción de acuerdo al programa. Las actividades respectivas se pueden dividir en cuatro grupos principales:

- El análisis técnico-económico.
- Compra de equipo y materiales.
- Inspección
- Exeditación.

**El análisis técnico –económico**, de las cotizaciones de equipo que se esté adquiriendo, además de verificar el estricto cumplimiento con las especificaciones, se deben evaluar el precio, escalación, tiempo de entrega, términos de pago y garantías. Es conocido que gran parte del éxito del proyecto está en hacer una buena compra, con entrega a tiempo.

**Compra de equipo y materiales**, con base en la cotización y/o preparación de concursos para la adquisición, para la pronta y económica colocación de órdenes de compra de todos los equipos, materiales y servicios requeridos en el proyecto. El equipo que se maneja puede ser diseñado por el fabricante con las especificaciones de la compañía como en el caso de bombas y compresores; equipo que se adquiere de acuerdo al diseño de la compañía como es el caso de los recipientes, torres, cambiadores de calor; materiales que se adquieren a granel como es el caso del concreto, tubería, cable, acero estructural, etc., y la contratación de servicios extremos como puede ser un subcontratista para la mecánica de los suelos.

**La inspección**, es de particular importancia en atención a los nuevos materiales y métodos de fabricación que se utilizan hoy en día. El objetivo de esta actividad es verificar que la calidad del trabajo de fabricación de equipo y materiales, éste de acuerdo con las especificaciones o con las prácticas más aceptadas. El no detectar en el taller de fabricación que se utilizan materiales

no adecuados o una mala fabricación, puede traer consigo graves consecuencias durante la construcción, puesta en marcha y en operación. El tipo de inspección que se tiene que efectuar dependerá principalmente del control de calidad del proveedor, su reputación, su experiencia y la experiencia que se tiene con él, qué tan crítico es el equipo de la planta y de sus operadores, entre otras. Se asiste también a las pruebas finales del equipo en el taller de fabricación.

**La expeditación**, se realiza primero sobre el envío de cotizaciones cuando se elabora el concurso y más interesadamente después de la colocación de la orden de compra hasta la entrega del equipo o materiales en el campo, estando en contacto con los vendedores para confirmar tiempos de entrega, fechas de emisión de planos y programas de fabricación.

### 2.1.5 CONSTRUCCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRA

Las actividades de construcción de la planta industrial inician generalmente cuando al avance de la ingeniería de detalle es apenas de un 5 a un 10%. La información usada para la construcción proviene principalmente de la elaborada durante el desarrollo de la ingeniería de detalle dicha información es obtenida del estudio del subsuelo, preparación del terreno, instalación de servicios subterráneos, cimentación de equipos y estructuras, construcción de edificios industriales, construcción de edificios administrativos, etc.

Las actividades a desarrollar tienen por objetivo la supervisión y la vigilancia de los trabajos de ejecución de las obras, a fin de que sean desarrollados en forma eficiente, de conformidad con los planos, y documentos del proyecto, además supervisar que el cliente pague por el trabajo realizado su justo valor, de acuerdo con las estipulaciones del contrato o convenio celebrado para la ejecución de la obra.

Además se lleva a cabo la administración de la obra, llevando registro y control de los gastos originados por la ejecución de los trabajos, presentando informes periódicos de dichos gastos, estados de cuenta y reporte del avance de los trabajos, para mantener informado al cliente de todos los aspectos de la obra.

### 2.1.6 PRUEBAS Y PUESTA EN OPERACIÓN

Las pruebas y puesta en operación se inician en realidad desde la etapa final de la ingeniería de detalle, con la preparación del manual de operación y mantenimiento, elaborando con tiempo suficiente a la puesta en marcha a fin de llevar a cabo la capacitación de los operadores. La información que generalmente se incluye en el manual es la descripción del proceso, bases de diseño, condiciones de operación y controles, preparación para la puesta en

---

marcha, paro normal, paro de emergencia, seguridad e instrucciones especiales como son pruebas de laboratorio, etc.

Durante la etapa de puesta de operación de la planta se requieren llevar a cabo pruebas, las cuales se pueden resumir en:

- Seleccionar circuitos de pruebas, que incluyan líneas y equipos que operen a condiciones similares de operación, presión y temperatura.
- Proporcionar listas de inspecciones para la prueba de equipo.
- Instrucciones para el lavado y pruebas hidrostáticas de líneas y recipientes.
- Instrucciones para pruebas hidrostáticas de torres.
- Instrucción de limpieza del equipo y líneas especiales.
- Revisión de circuitos de control.
- Calibración y prueba de instrumentos.
- Verificación de sistemas de protección (interlocks)
- Pruebas de motores eléctricos, líneas de conducción subestación, transformadores y centros de control.
- Pruebas de bombas y compresores.

Durante esta etapa los servicios se resumen en:

- Organización del personal de arranque que incluye al de operación de la planta, de administración, seguridad industrial, de mantenimiento y el de laboratorio así como de un centro de información.
- Planeación del arranque constituido por los programas de puesta en marcha, laboratorio, mantenimiento, seguridad y presupuesto.

Los puntos anteriores son las etapas que conforman un proyecto industrial, no necesariamente debe terminarse una etapa para continuar la siguiente, en todos los proyectos industriales se efectúan algunas etapas en forma simultánea para reducir el tiempo de terminación del proyecto, aunque en ocasiones por la estrecha relación entre la información generada en una etapa y la información requerida para el inciso de otra, no es posible efectuar todas las etapas en forma simultánea. Toda esta carga de información y ordenamiento puede ser utilizado y aprovechado junto con el personal, es lo que se describe en la administración de proyectos y que se menciona en el siguiente capítulo.

## CAPÍTULO III

# ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

### 3.1 ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

La administración de proyectos es una actividad que requiere orden, sistemas y un gran entusiasmo para hacerlos que funcionen; requiere esfuerzos de planeación para definir con detalle que se pretende lograr, coordinación para elaborar una programación lógica y alcanzable, sistemas de control acordes con los planes y dirección para implantar su uso. Por otra parte aplicar un sistema integrado de administración de proyectos nos permiten ubicar lo que se logra y pronosticar cuándo se termina, y de esta manera, mantener el proyecto bajo control y dirigirse hacia las metas que se quieren lograr, sin un sistema las crisis no se pueden controlar y todo esfuerzo se pierde en el caos.

Las funciones en las cuales se ha clasificado la administración de proyectos para su estudio son: Planeación, Organización, Dirección y Control. Algunos autores emplean términos diferentes pero las funciones son las mismas. Considerando de manera general, la planeación es la función que define: ¿Qué hacer?, ¿Cómo hacerlo?, ¿Cuándo hacerlo?. La organización se refiere a ¿Quién va hacer cada cosa?, es decir, agrupa las actividades comunes y elige al personal más adecuado a quien se le da la responsabilidad y asigna autoridad que le permitan efectuar las actividades eficientemente. La dirección se refiere al arte de inducir a los subordinados a cumplir sus tareas eficientemente. El control es la evaluación de los resultados en relación con el plan propuesto. La manera exacta de administrar proyectos es única para cada tipo de industria, ya sea pequeña o de gran tamaño, de una planta química, petroquímica, siderúrgica o alimentaria (solo por considerar algunas ramas de industriales). Sin embargo los principios administrativos son comunes a cualquier tipo y magnitud de proyecto, y son una función dinámica que constantemente se está retroalimentando, figura 3.1.

En cualquiera de las etapas de ejecución de un proyecto es importante planear exactamente los resultados que se desean obtener, organizar los recursos necesarios tanto humanos como materiales, integrar al grupo de trabajo y dirigirlo hacia el logro de los resultados, y finalmente evaluar los resultados obtenidos.

La figura 3.1 nos muestra a grandes rasgos los pasos de cómo se realiza el desarrollo de un proyecto en general, y tal vez, uno de los puntos que se deben considerar con mayor pasividad y detenimiento antes de comenzar el arranque del proyecto, es el tipo de contrato que se va a tener con el cliente, en donde se busca un beneficio tanto como para el cliente, como para la firma de ingeniería que desarrolla el proyecto. Se menciona a continuación de manera general los tipos de contratos.

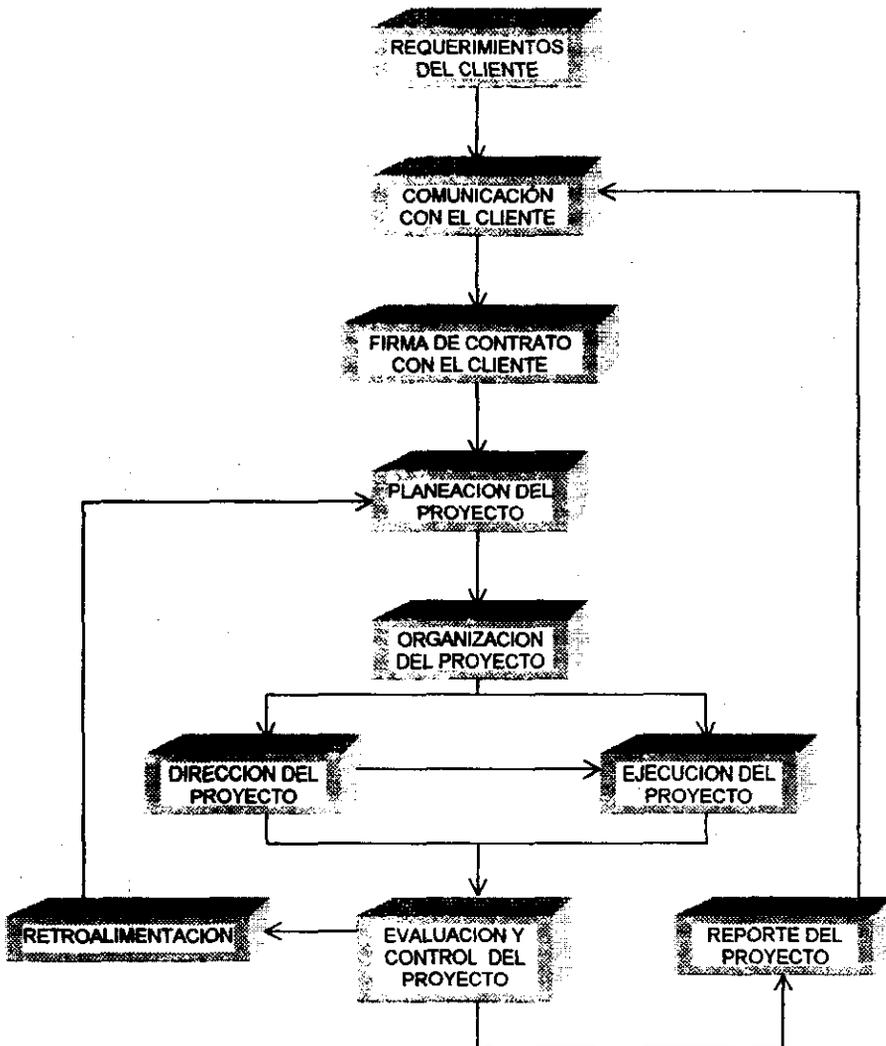


FIGURA 3.1. Etapas principales en el desarrollo de un proyecto

### 3.1.1 TIPOS DE CONTRATOS EN INGENIERÍA

Un contrato de ingeniería es básicamente un acuerdo entre dos o más partes, en el cuál se obliga a sí mismo a cumplir con un conjunto de cláusulas que norman la realización de un proyecto determinado. Existen diferentes tipos de contratos, siendo normalmente el cliente quien determina sus preferencias o requerimientos. Los tipos de contratos de ingeniería más usuales son: por administración con sus variantes y a precio fijo.

#### 3.1.1.1 Contrato por administración

El contrato por administración se define como el convenio que celebra el cliente y el contratista, por medio del cual, el cliente cubre al contratista el costo real de los gastos del proyecto en que incurren, más una utilidad. Este tipo de contrato tiene las modalidades siguientes:

##### 3.1.1.1.1 *Administración pura*

En este tipo de contrato la firma de ingeniería recibe por parte del cliente el total de costos y gastos en que esta incurre por efectuar el trabajo solicitado, más un porcentaje por utilidades.

##### 3.1.1.1.2 *Administración con utilidad fija*

El cliente cubre los costos y gastos del proyecto al igual que en el contrato por administración pura, excepto el porcentaje de utilidad, el cual se transforma en una cantidad fija para el proyecto completo.

##### 3.1.1.1.3 *Administración con máximo garantizado*

El cliente cubre los costos y gastos del proyecto, similar al contrato por administración pura pero hasta una cantidad de dinero límite, después de esa cantidad límite (máxima garantizada) no se hace ningún pago más, la firma de ingeniería estará obligada a terminar el proyecto. También es posible que la firma de ingeniería elabore el trabajo antes de llegar al límite de pago fijado, en tal caso sólo se le pagará la cantidad devengada.

#### 3.1.1.2 Contrato a precio fijo

Un contrato a precio fijo es el más rígido de todos. Es aquel en el que se fija un precio para cubrir el total del trabajo, conviniéndose en que si los costos reales resultan ser mayores que el precio estipulado, el contratista absorberá el

déficit. Si los costos reales son menores que el precio estipulado, el superávit será una ganancia extra para la firma de ingeniería.

Para elaborar este tipo de contrato se requiere que alcance del proyecto esté totalmente definido. Además para que la firma de ingeniería evite riesgos, esta debe tener una amplia experiencia en proyectos similares y que el personal empleado en el estimado del proyecto, sea altamente competente y eficiente.

### **3.1.1.2.1 Precios unitarios**

Los contratos a precio unitario presentan ventajas donde el alcance esta bien definido, cualitativamente cantidades exactas están sujetas a considerables variaciones. En este tipo de contrato, el trabajo a ser desarrollado es dividido en unidades y a cada unidad esta asignado un costo. Ejemplos del uso de este tipo de contrato incluyen trabajo de líneas de tuberías; aislamiento de las mismas, pintura a edificios, equipo, etc.

En muchos de los casos los tipos de contratos que anteriormente se mencionan no le son tanto para el cliente, como para el que da el servicio redituables, para este caso se puede presentar una combinación de ellos, por ejemplo; para un proyecto en su etapa inicial, en la que aun no se conoce con exactitud el alcance del proyecto, y en el cual apenas sé esta definiendo el proyecto, es conveniente efectuar un contrato por administración pura, de tal forma que facilite el intercambio de ideas, la preparación y discusión de alternativas posibles. Una vez establecido en detalle el alcance del proyecto se puede cambiar a un segundo tipo de contrato.

Mencionados los tipos de contratos en la ingeniería se puede continuar con los puntos que involucra la administración de proyectos y que a continuación se definen; planeación, organización, dirección y control.

## **3.1.2 PLANEACIÓN**

Durante la planeación se responde básicamente a tres preguntas y éstas son: ¿qué hacer?, ¿cómo hacerlo? y ¿cuándo hacerlo?.

No se puede administrar y realizar eficientemente algo que no se conoce en detalle todo lo que abarca, por lo tanto, la primera pregunta fundamental que surge en la realización de proyectos son: ¿qué se va hacer?, o dicho de otra manera, ¿cuál es el alcance del proyecto?. El definir clara y detalladamente el alcance, contribuye en gran medida a lograr un éxito en la administración y por lo tanto en la ejecución del proyecto.

Para facilitar el estudio y la administración de proyectos se ha convenido en desglosarlos sucesivamente en sus componentes hasta sus partes fundamentales. A la primera división de proyectos industriales se le conoce como etapas de proyecto, y éstas son las siguientes:

- Evaluación de proyectos
- Estudio de preinversión
- Selección del proceso
- Ingeniería básica
- Ingeniería de detalle
- Procuración de maquinaria y equipo
- Construcción de la planta industrial
- Instalación de maquinaria y equipo
- Prueba y puesta en marcha de la planta industrial

A su vez cada etapa se divide en disciplinas, por ejemplo, las disciplinas que integran a la etapa de Ingeniería de detalle son:

- Ingeniería de procesos
- Ingeniería de sistemas
- Ingeniería de diseño de instrumentación.
- Ingeniería de diseño de tuberías.
- Ingeniería de diseño de análisis de esfuerzos.
- Ingeniería de diseño de cambiadores de calor.
- Ingeniería de diseño de recipientes
- Ingeniería de diseño civil.
- Ingeniería de diseño eléctrico
- Ingeniería de diseño mecánico
- Diseño arquitectónico
- Ingeniería de procura.

Cada una de estas disciplinas se divide en paquetes de trabajo, éstos en actividades y por último las actividades en documentos de diseño.

El establecer el alcance detallado del proyecto significa conocer con toda claridad y exactitud que etapas, sistemas, actividades y documentos que lo integran.

Una vez que se conoce en forma detallada lo que se va hacer, el siguiente paso es contestar lo siguiente; ¿Cuándo se debe iniciar y terminar el proyecto?, ¿Cuándo y en que secuencia se realizara cada una de las etapas, paquetes de trabajo, actividades, y documentos que integren el proyecto?, estos cuestionamientos quedan contestados con la elaboración de una serie de programas.

En la tabla 3.1. se presenta el desglose de un proyecto industrial, los tipos de programas aplicados a cada fragmento de dicho desglose, y las técnicas de programación más usuales.

<b>NIVEL DE DESGLOSE</b>	<b>TIPO DE PROGRAMA</b>	<b>TECNICA DE PROGRAMACIÓN</b>
Etapas	Fechas clave	Diagrama de Gantt
Disciplinas	Programa maestro	Diagrama de Gantt
Paquetes de trabajo	Programa maestro	Diagrama de Gantt Red lógica Matriz de precedencias
Actividades genéricas	Duración de cada una secuencia para efectuarlas	Diagrama de Gantt Matriz de precedencias Ruta crítica
Planos y documentos	Duración de cada una secuencia para efectuarlas	Matriz precedencias Ruta crítica

Tabla 3.1 a

## OTROS PROGRAMAS

TIPO DE PROGRAMA	TECNICA DE PROGRAMACIÓN
Horas-Hombre requeridas	Gráficas de Horas-Hombre contra tiempo
Avance del proyecto	Gráficas de porciento de avance contra tiempo

Tabla 3.1. b

TABLA 3.1. a y b. Desglose de un proyecto industrial y tipos de programas aplicados a cada uno

**Programa de fechas clave.** Este programa establece las fechas de inicio y terminación de cada una de las etapas del proyecto.

**Programa maestro.** Este programa establece las fechas de inicio y terminación de las disciplinas que integran cada etapa del proyecto. También el programa maestro presenta las fechas de inicio y terminación de los paquetes de trabajo que componen a cada disciplina.

**Programa de personal requerido (Horas-Hombre).** La estimación de horas hombre requeridas para efectuar el proyecto se elabora partiendo de la estimación de horas-hombre requeridas para hacer cada documento y se va integrando por paquetes de trabajo, disciplinas, etapas, hasta obtener el total del proyecto. La estimación de horas-hombre por documento se hace con base en datos estadísticos de proyectos similares o bien con estadísticas generales de horas-hombre mínimas, promedio y máximas por documento, y para seleccionar el dato se considera el grado de dificultad del proyecto, se profundizará más sobre la estimación de horas-hombre en el siguiente capítulo.

**Programa de avance del proyecto.** La curva de avance programado del proyecto se obtiene a partir de las horas-hombre requeridas por mes respecto al total de horas-hombre programadas para la totalidad del proyecto. Este cálculo se efectúa de la misma manera que el punto anterior, es decir, se hace a partir de las horas-hombre requeridas por documento y se va integrando por paquetes de trabajo, disciplinas y etapas del proyecto.

La planeación consiste en establecer las metas de la organización e identificar los medios necesarios para alcanzarlas. En este sentido, la planeación, constituye una dimensión organizativa esencial dentro de la cual se llevan a cabo actividades administrativas.

La planeación del proyecto se inicia con la definición completa ¿qué abarca el proyecto?, ¿cuánto cuesta? y ¿en qué plazo se ejecutará? para lo cual se realizan las actividades siguientes:

- Definición detallada del alcance de los servicios contratados, la definición parte de una clasificación general a lo particular, desde las áreas físicas en que se divide la planta, hasta los documentos que se deberán elaborar que contengan el diseño de la misma.
  - Áreas físicas (almacenamiento, proceso, oficinas, etc.)
  - Etapas de ejecución (ingeniería básica, de detalle, procuración, etc.)
  - Sistemas (civil, mecánico, proceso, eléctrico, etc.)
  - Paquetes de trabajo (cimentaciones, estructuras, etc.)
  - Actividades (planos, especificaciones, manuales, etc.)
  - Documentos (listas de planos, diagramas, especificaciones, etc.)

La definición del alcance del proyecto especifica que se hará.

- Estimación de las Horas-Hombre requeridas, esta se elabora partiendo de lo particular a lo general, de los documentos a las áreas físicas. En cada paquete de trabajo se define los documentos que se requerirán en cada actividad y se estiman las horas-hombre por documento. Posteriormente se van agrupando hasta tener un solo valor para todo el proyecto. La estimación de horas-hombre revisadas y ajustadas se convierten en el presupuesto del proyecto. La H-H se transforman en costo aplicando un monto por H-H al total estimado.
- Elaboración de programas. La programación se efectúa partiendo de lo general a lo particular y se elabora en diferentes niveles de desglose del trabajo con el propósito de que cada grupo que participa en el proyecto sepa con precisión qué hacer y cuándo hacerlo. Es importante que la clasificación de los programas se pueda integrar, para que en cualquier nivel se pueda evaluar el avance de lo realizado en función del trabajo programado.

### 3.1.2.1 Secuencias de la programación

- Fechas de iniciación y terminación
- Programa de fechas clave
- Definición de los paquetes de trabajo
- Matriz de precedencias de los paquetes de trabajo
- Duración estimada de los paquetes de trabajo
- Red lógica
- Programa maestro
- Lista de planos y documentos
- Matriz de tiempo de las actividades
- Ruta crítica
- Calendario de entrega de información del cliente
- Programa de actividades por disciplina
- Programa de necesidades de personal
- Programa de avance
- Programa de erogaciones

### 3.1.3 ORGANIZACIÓN

La organización es el instrumento que permite estructurar los distintos trabajos que es necesario realizar para alcanzar un objetivo, formando unidades o grupos, a cada uno de los cuales se les asignen responsabilidades específicas, relaciones de autoridad y de comunicación.

Los siguientes son los pasos que se siguen para establecer la estructura de la organización de un proyecto:

- Preparar el cuadro de la organización.
- Establecer la estructura.
- Delinear las relaciones.
- Definir líneas de enlace para facilitar la coordinación.
- Crear las descripciones del puesto.
- Fijar los requerimientos para cada puesto.
- Definir las cualidades de la persona para cada puesto.

#### 3.1.3.1 TIPOS DE ORGANIZACIÓN

Para el desarrollo ordenado y eficiente de un proyecto de ingeniería es indispensable contar con una estructura de organización de responsabilidades. Las diferentes organizaciones para la administración de proyectos pueden clasificarse de acuerdo a sus características en los siguientes tipos básicos.

### 3.1.3.1.1 LA ORGANIZACIÓN FUNCIONAL O DEPARTAMENTAL

La estructura más simple y común es la estructura de tipo funcional o por tareas, que se queda igual ser la más clásica y tradicional, sigue siendo la más divulgada y ello no sólo en empresas de tamaño medio y pequeño. Se caracterizan en la división funcional del trabajo de acuerdo a las funciones y actividades realizadas en especialidades o departamentos. En su forma más primitiva, un gerente turna el trabajo a los jefes de departamento, asumiendo en teoría las funciones de un jefe de proyecto. Cada especialidad es responsable de todos los proyectos a su cargo, de los aspectos propios de su disciplina y como consecuencia el objetivo es el departamento perdiendo así el enfoque funcional del proyecto. Un ejemplo de esta estructura se puede observar en la figura 3.2.

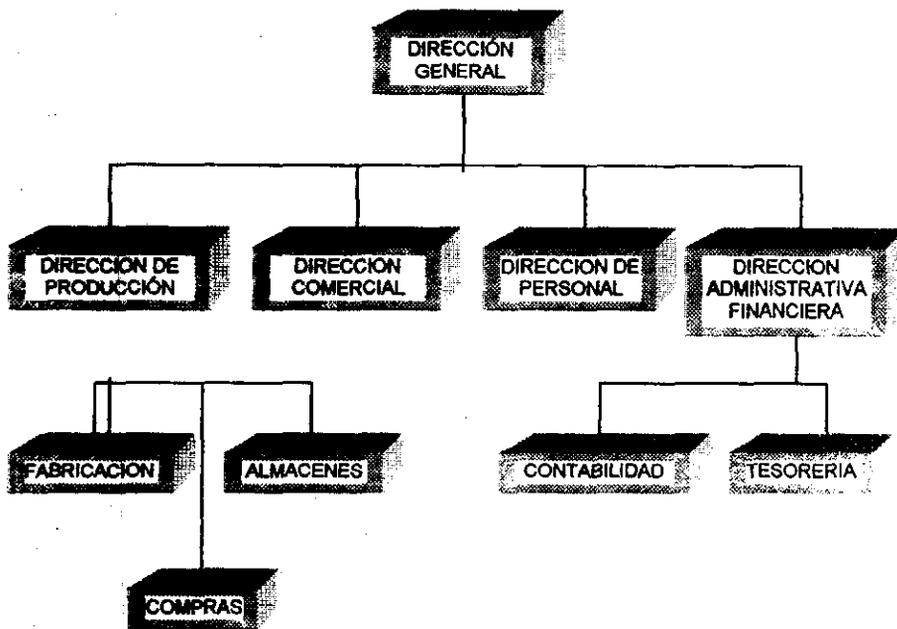


FIGURA 3.2. Ejemplo de una organización de tipo funcional o departamental

La estructura funcional presenta ciertas ventajas y desventajas frente a otras organizaciones estructurales:

### **VENTAJAS**

- Es simple y por tanto fácil de comprender. Se basa en principios de división del trabajo, casi intuitivos. La lógica de la estructura es casi evidente y las personas la comprenden sin dificultad.
- Es relativamente fácil buscar y encontrar responsables y ejecutantes, pues se trata de conseguir especialistas en la función.
- Por el mismo motivo, la formación es más rápida y sencilla que en otros modelos de estructura.

### **DESVENTAJAS**

- La división del trabajo y la especialización por funciones hace que la mayor parte de las personas, incluso de nivel bastante alto, corra el riesgo de perder la visión global de la empresa y de sus problemas dando a todos los temas una solución excesivamente parcial.
- Por el mismo motivo, suele faltar solidaridad entre unidades, predominando los enfoques parciales, los intereses individuales, y produciéndose en muchos casos roces, incomprensibles y enfrentamientos entre unidades.
- Es difícil atribuir a las diversas unidades objetivos de gestión sintéticos y valiosos, existiendo el riesgo de que se establezcan objetivos incoherentes o que sean interesantes desde la óptica de la unidad pero no para el resultado global de la empresa.
- La coordinación se hace difícil por la fragmentación de las tareas, obligando a que los superiores intervengan constantemente para asegurar los niveles de coordinación adecuados.
- En relación con los puntos anteriores, las decisiones tienden a concentrarse en los niveles más altos de la estructura porque es difícil delegar al contar con objetivos síntesis y porque no sólo en los máximos niveles se dispone de una visión suficientemente global y abarcadora.
- Por la misma razón, es fácil que los circuitos de información y los métodos de trabajo se hagan excesivamente largos la toma de decisiones se complique y se efectúe con cierta lentitud.

Para resolver algunas de estas dificultades de la estructura funcional, sobre todo las que se refieren la coordinación y visión global de los problemas, a medida que las empresas han ido creciendo en dimensión y complejidad, se han ido buscando soluciones entre las que destaca la distinción entre órganos de línea y unidades de "staff" entendiéndose que éstas tienen como misión asesorar a los directivos para ayudarles a tomar decisiones y para permitirles realizar ciertas tareas que les son propias, como las de

planificación, organización y control, tareas que, de otra forma, quedarían relegadas por falta de tiempo o de conocimiento especializado. Así surge la estructura que se da a conocer como "staff and line" y que no es sino la estructura de tipo funcional con la complicación derivada de tener que crear órganos de asesoramiento y de manipulación de unidades debida al crecimiento y complejidad de la empresa.

### 3.1.3.1.2 ORGANIZACIÓN PROYECTIZADA O TASK FORCE

Esta estructura se caracteriza por poseer los recursos necesarios para la realización de un proyecto, los cuales son separados de la estructura funcional regular, y establecidos como una unidad autosuficiente encabezada por un líder de proyecto, sobre quien recae la responsabilidad total, tanto por las actividades, como por los recursos necesarios para realizarlos; orientadas totalmente hacia la ejecución de proyecto. Esta organización se ha denominado orientado hacia los objetivos del proyecto y se utilizan cuando se realizan proyectos prioritarios en donde intervienen especialistas de experiencia y capacidad. Ejemplo en la figura 3.3.

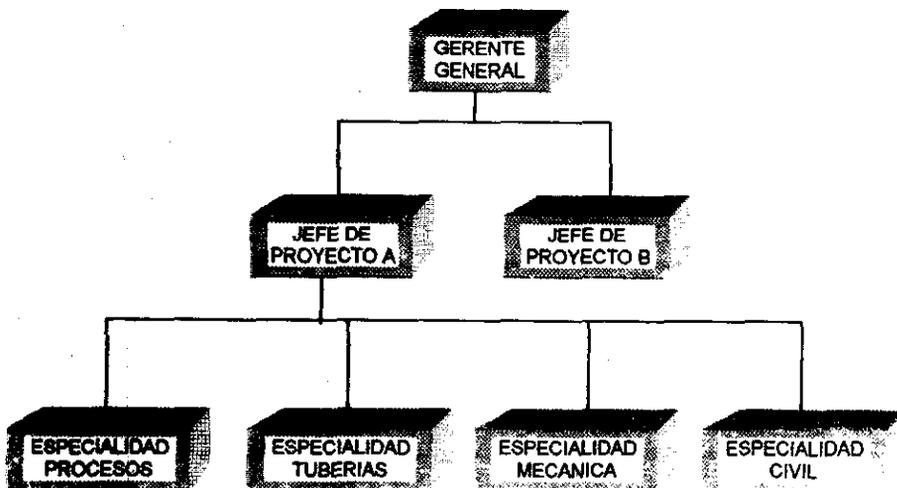


FIGURA 3.3. Ejemplo de organización proyectizada o task force.

### **VENTAJAS**

- El personal tiene una visión general del proyecto.
- La centralización de la autoridad del jefe del proyecto de lugar a flujos de responsabilidad.
- Dentro del grupo del trabajo predomina un ambiente de equipo.
- Se facilita la comunicación y la organización.
- Menor tiempo de ejecución.

### **DESVENTAJAS**

- El grado de especialización disminuye.
- Requiere de elementos con amplia experiencia.
- La formación de varios grupos, de trabajo perjudica la estructura funcional de la empresa.
- Los proyectos que se desarrollan con este modelo de organización tienen que justificarse por su tamaño, importancia y urgencia, la asignación del personal que es objeto.
- Tiempo de ejecución muertos (personal desocupado).

#### **3.1.3.1.3 ORGANIZACIÓN MATRICIAL**

Hace varios años algunas empresas y entidades de diversas naturaleza, principalmente de gran tamaño, comenzaron a adoptar un tipo de estructura diferente de los anteriores conocido como estructura matricial.

Se trataba de dar respuesta a las necesidades de gestión de ciertas empresas grandes y con un grado elevado de complejidad por ejemplo, exportación a diversas áreas y países, rápida evolución tecnológica, diversidad de mercados y productos, existencia de operaciones singulares de importancia, etc. .

La organización matricial rompe con el principio tradicional de unidad de mando de forma que en ciertos casos se produce una doble dependencia. Existen en definitiva, dos clases de directivos:

- Directivos responsables de unidades estables con recursos propios, que han de ocuparse de la gestión de dichos recursos.
- Directivos de negocios y operaciones, que responden de ciertos negocios o actividades, en los que han de alcanzar determinados objetivos, pero sin disponer de recursos propios.

La razón de ser que origina las estructuras de tipo matricial es fácil de comprender con un ejemplo simplificado. Supongamos una gran empresa multinacional con filiales en diversos países, como es lógico, cada filial tendrá un director que deberá corresponder de objetivos de manufacturación y rentabilidad, ya que la rentabilidad de diferentes empresas del grupo producirá la rentabilidad global de la corporación. Pero sí, al mismo tiempo el grupo ofrece una diversidad grande de productos y además las diversas gamas de productos son bastantes diferentes y se dirigen a mercados no totalmente coincidentes, el interés del grupo será que no solo vaya bien cada una de las empresas del grupo sino también que sea rentable y competitivo cada grupo o gama de productos.

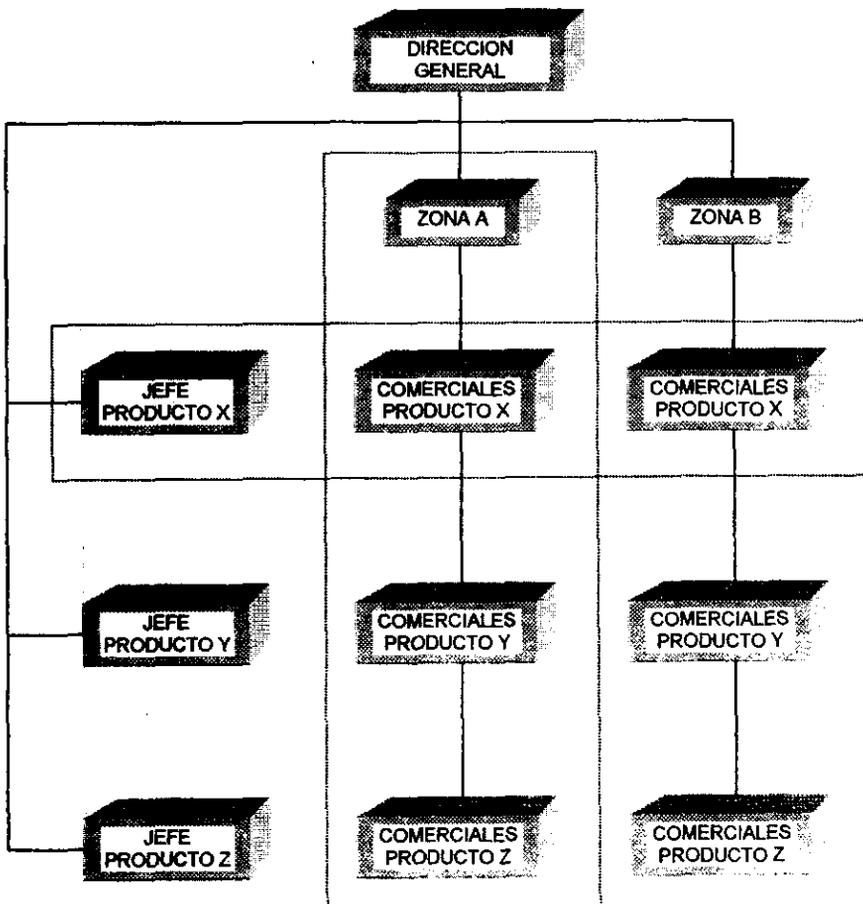


FIGURA 3.4. Ejemplo de una organización matricial.

Así, un directivo responde de un producto o gama mientras que otro lo hace de un mercado. Los equipos de venta tienen una doble dependencia, jerárquica de la dirección de la empresa nacional, funcional del jefe de producto transnacional.

Esta estructura multidisciplinaria trata de optimizar las ventajas y minimizar las desventajas de la estructura funcional y proyectizada, existen dos líneas de responsabilidad claramente definidas; una que establecen los jefes de los departamentos, y que se responsabilizan por el desempeño de las actividades y la otra a cargo de un jefe de proyecto, responsable por el cumplimiento de los programas del proyecto.

El jefe del proyecto, especifica que se debe hacer y cuando y el departamento será responsable de cómo se hace, esto es, ejecutará las tareas asignadas, sustituyendo los requisitos estipulados en el programa y presupuesto, cuando también la experiencia técnica del trabajo, aminorando así las desventajas de que los integrantes del grupo de especialistas están trabajando o estén sujetos a dos autoridades.

Es verdad sin embargo, que en algunos de los principios de la gestión de los proyectos son comunes a las estructuras matriciales, principalmente la dualidad de jefaturas y la necesidad de instaurar una mentalidad de cooperación, negociación y consenso entre ambos tipos de directivos. Una empresa habituada a trabajar con una estructura matricial tendrá mucha facilidad en comprender la forma de actuar de los proyectos por que se basan en lógica y principios análogos.

La estructura matricial tiene, como en caso de las modalidades antes expuestas, ventajas y desventajas:

### **VENTAJAS**

- Existen responsables de la consecución de los diferentes tipos de objetivos de interés para la empresa. Los objetivos, la medición de los niveles alcanzados para cada objetivo y los responsables para los mismos resultan identificados con claridad.
- Hay directivos más volcados a la consecución de ciertos objetivos de negocio, mientras que otros directivos se ocupan preferentemente de la administración de los recursos y dominan los aspectos técnicos específicos de su unidad.
- Se dispone de un sistema adecuado a la propia complejidad intrínseca a ciertos tipos de grandes empresas.
- Adaptación a mercados dinámicos y cambiantes.

- Se mantiene la mayor parte de las ventajas de estructuras por finalidades: posibilidad de delegación, juicio por los resultados, formación de buenos dirigentes, etc. .
- Responsabilidad directa tanto por las actividades como por el avance general del proyecto.
- Se conserva el alto grado de especialización.
- Control especial para cada proyecto.
- Posibilidad de desarrollar varios proyectos simultáneamente

### **DESVENTAJAS**

- Posibles dificultades de coordinación y conflictos entre diversos jefes que pretenden hacer valer su poder.
- Multiplicación de las necesidades de reuniones, grupos de trabajo y comités, con riesgo de alargar los procesos de decisión.
- Incremento de los gastos generales, como consecuencia de multiplicar el número de mandos y jefes intermedios.
- Riesgo de fomentar la falta de responsabilidad precisamente por haber exceso de responsables cada uno con ópticas diferentes.
- Necesidad de sistemas de planificación bien concebidos y aplicado para lograr la coherencia e incorporación de las diversas actividades y puntos de vista.
- En ciertas ocasiones puede degenerar en un exceso de burocracia, complicando los procedimientos y los trámites.
- La comunicación entre los especialistas no es óptima.
- Excesiva carga de trabajo en cada departamento.
- El éxito de cada proyecto depende de la habilidad del jefe.
- Frecuentes conflictos entre jefe de proyecto y departamento.

La organización matricial es, pues, adecuada para ciertos negocios de gran volumen y complejidad pero no puede considerarse una panacea y su implantación en forma indiscriminada puede ser muy negativa en ciertas empresas.

No es conveniente identificar excesivamente la gestión de los proyectos con la estructura matricial, aunque existen puntos de contacto evidentes entre ambos conceptos, ya que algunos de los principios que los inspiran son comunes. La gestión de proyectos como ha sido expuesta, puede realizarse en cualquier tipo de empresa mientras que la estructura matricial solo es aplicable en entidades características bastante especiales.

---

### 3.1.3.1.4 FACTORES PARA DECIDIR EL TIPO DE ORGANIZACIÓN

Los factores que determinan la selección del tipo de organización para la administración de proyectos son numerosos. La evaluación para la selección tiene que ser minuciosa y cada caso tiene que ser analizado en detalle, tomando en cuenta como mínimo los factores que se describen a continuación:

#### ***Complejidad del proyecto***

Este renglón se refiere básicamente al número de departamentos funcionales que se ven involucrados y la interrelación en el flujo de información. En general, cuando el proyecto se torna complejo, la administración matricial y funcional se vuelven atractivas.

#### ***Tecnología del proyecto***

Este factor se debe considerar como lo avanzado de la tecnología del proyecto en sus diversas especialidades. Si el proyecto es altamente avanzado en la tecnología de diversas especialidades, favorecerá tanto a la organización matricial y funcional, la cual podrá garantizar una alta calidad técnica.

#### ***Tamaño del proyecto***

En este inciso se deberá considerar los requerimientos de personal para el proyecto. Así, en general, un proyecto grande favorece a la organización de task force. Sin embargo, la decisión debe considerar los diversos factores, ya que un proyecto pequeño no muy complejo preferentemente se maneja también con organización funcional.

#### ***Duración del proyecto***

Una duración amplia tiende a favorecer la organización matricial.

#### ***Tipo de cliente***

En muchas ocasiones la decisión se puede inclinar a una u otra organización, dependiendo de la opinión o petición de los clientes.

#### ***Frecuencia de cambios al proyecto***

La organización matricial y funcional tienden a ser más flexibles en este aspecto.

#### ***Número de proyectos simultáneos***

La organización matricial favorece altamente el manejo de varios proyectos simultáneos, en virtud de un aprovechamiento de los recursos humanos.

#### ***Dificultad en el establecimiento de la organización.***

De acuerdo al inciso anterior, la organización funcional es la más simple, siguiendo la task force y finalmente la matricial que es la más difícil de establecer y operar.

---

El organigrama del proyecto queda prácticamente determinado por la forma de organización elegida. Su objetivo principal es dar a conocer tanto al cliente como a los diferentes departamentos, quienes están a cargo de que función dentro del proyecto, así como delimitar responsabilidades internamente.

### 3.1.4 DIRECCIÓN

La dirección se puede decir que es una función continua, que se lleva a cabo durante todo el desarrollo del proyecto, donde lo ejercen desde el gerente hasta el supervisor de jerarquía mas baja, en donde la primordial tarea es guiar a los subordinados hacia el logro de los objetivos del proyecto.

En pocas palabras, la dirección es el arte de inducir a los subordinados a cumplir sus tareas con celo y confianza. El celo refleja entusiasmo, honradez e intensidad en la ejecución del trabajo, la confianza refleja experiencia y habilidad técnica.

El dirigente para lograr lo anterior debe entre otras cosas:

- Integrar al grupo en un equipo de trabajo.
- Asignar a cada persona las tareas que debe realizar.
- Delegar autoridad equivalente a las responsabilidades asignadas a cada elemento del grupo y definirle exactamente los resultados esperados.
- Definir las políticas generales del proyecto.
- Establecer un sistema de comunicación efectiva.
- Hacer reuniones periódicas de evaluación de resultados.
- Tomar decisiones oportunas para corregir el curso de acción en caso de desviación de los planes del proyecto, es decir, controlar.

### 3.1.5 CONTROL DEL PROYECTO

El control implica la medida del cumplimiento de cada etapa del proyecto con respecto al programa del mismo, y la toma de medidas correctivas en el caso de desviaciones para asegurar el cumplimiento de los compromisos contraídos con el cliente.

El control se enfoca a cuatro aspectos: Avance, Costo, Calidad e información recibida y generada; y se concentra en las siguientes actividades

- Reporte de avance del proyecto.
- Control de horas hombre por actividad.

- Control de calidad del proyecto.
- Control de costos del proyecto.
- Control de facturación y pagos del proyecto.
- Control de información recibida y generada.
- Control de estado financiero del proyecto.

Se conocerá el grado de desviación del proyecto al comparar los programas de avance, horas-hombre, calidad, costo del proyecto con los respectivos valores obtenidos realmente.

Con este último punto se termina de describir a grandes rasgos los principios que involucra la administración de proyectos, estos conceptos nos muestran que serie de pasos hay que seguir para tener éxito, al querer lograr la culminación de proyectos con calidad y orden. En el siguiente capítulo se profundizará en la estimación y control de las horas-hombre, para tener una visión más amplia y detallada que involucra conocer estos puntos.

## CAPÍTULO IV

# ESTIMACIÓN Y CONTROL DE HORAS-HOMBRE

En los capítulos 2 y 3 anteriores se mencionó la ingeniería y administración de proyectos desglosados a grandes rasgos respectivamente y los puntos que involucra cada una de ellos. Toda esta serie de actividades que encierran estas disciplinas para poderse llevar a cabo, requiere de la mano de obra o lo que es lo mismo personal que este involucrado, para poder ejecutar una o varias actividades y lograr el éxito o culminación de un proyecto.

En este capítulo se define la estimación de horas-hombre y el control de las mismas, ya que este es el punto de partida para estipular o asignar un monto a un proyecto de ingeniería, en muchos de los casos para poder estimarlo se requiere de información que solo se puede obtener a través de los años o por firmas de ingeniería, las cuales han realizado gran variedad de proyectos teniendo con esto datos estadísticos o manuales para su desarrollo. Por otro lado, el control de las horas-hombre, proporciona información de que tan orientados estamos hacia el camino del logro de los objetivos de un proyecto dado. Por estas razones se presenta la estimación de horas-hombre para proyectos de ingeniería, con datos recopilados de manuales de "Costo y Evaluación de Proyectos" del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) como una herramienta para seguir una pauta que logre la estimación de las mismas adecuadamente.

#### 4.1 ESTIMACIÓN DE HORAS-HOMBRE

El propósito de un estimado de Horas-Hombre (H-H) de Ingeniería, es conocer el tiempo requerido en la realización de algún proyecto en específico, pudiéndose cuantificar con esto el costo de la Ingeniería.

Dependiendo del tipo de trabajo a realizar, ya sea ingeniería, básica y/o de detalle, se practican dos tipos de estimados:

- Estimado de orden de magnitud
- Estimado detallado

La aplicación de cada uno de estos tipos de estimados dependerá esencialmente de la información existente. El primero se realiza con un mínimo de información, sirviendo únicamente para tener una idea global del tiempo requerido en la ejecución de un proyecto y generalmente esta información se emplea en la determinación del costo de ingeniería para una propuesta.

Una vez conocidas con detalle las actividades a realizar, se puede establecer el estimado detallado. De las dos clasificaciones mencionadas se considera a este como el más exacto, debido a que se dispone con la mayor cantidad de Información.

La información estadística que se utiliza en el presente trabajo, fue recopilada de los distintos proyectos desarrollados por la Subdirección de Ingeniería de Proyectos Explotación (SIPE) del Instituto Mexicano del Petróleo, los cuales se han clasificado en tres categorías: Refinación, Petroquímica y Especiales.

El cuadro 4.1 muestra las especialidades, el cual servirá para identificar a cada una de las mismas en los cuadros de porcentaje de participación en horas-hombre por especialidad de los distintos proyectos tomados como referencia.

Los cuadros 4.2, 4.3 y 4.4 indican los proyectos agrupados en cada uno de los grupos antes mencionados.

Los cuadros 4.5, 4.6 y 4.7 contienen los porcentajes globales de participación en Horas-Hombre por especialidad para plantas Especiales, Refinación y Petroquímica.

#### **4.1.1 PROCEDIMIENTO TÉCNICO**

Los estimados de H-H se realizan de acuerdo a las necesidades del proyecto y al tipo de información que se requiere, en donde se puede tener los siguientes estimados:

- Estimado de orden de magnitud
- Estimado detallado

El estimado de orden de magnitud proporciona una visión general del consumo total de horas para un proyecto. Requiere como datos el tipo de planta, número de equipos, tanto por servicio, como totales y el alcance del proyecto. La estimación requiere poco tiempo para su elaboración.

El estimado detallado considera para su realización cada uno de los equipos y las especialidades que intervienen en el proyecto. Requiere, además de los datos de la anterior estimación, la lista de equipo de la planta. Su realización requiere entre 1 y 15 días dependiendo del proyecto.

CUADRO 4.1

CLAVE	ESPECIALIDAD
A	EVALUACIÓN Y CONTROL
B	DISEÑO DE PROCESO
C	PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS, ESTIMACIÓN Y CONTROL DE COSTOS, EVALUACIÓN Y ANÁLISIS ECONÓMICO SISTEMAS DE INFORMACIÓN
D	MECÁNICA
E	RECIPIENTES
F	TUBERÍAS
G	CONTROL
H	ELÉCTRICA
I	CIVIL CONCRETO
J	ARQUITECTURA
K	COORDINACIÓN TÉCNICA, DIBUJOS FORÁNEOS, COORDINACIÓN DE ADQUISICIONES DE EQUIPO Y MATERIALES DEPTO. DE COMPRAS
L	ADMINISTRACIÓN
M	DISEÑO TÉRMICO Y MECÁNICO DE HORNOS
N	ANÁLISIS DE ESFUERZOS
P	DISEÑO TÉRMICO Y MECÁNICO DE INTERCAMBIADORES.
Q	TERM. DE PROYECTOS
R	INFORMACIÓN TÉCNICA
S	SISTEMAS
T	INGENIERÍA BÁSICA
U	CIVIL ACERO
W	OPERACIÓN Y SISTEMAS TÉCNICOS
Y	DINÁMICA
AA	IMPREVISTOS

**CUADRO 4.2**

<b>PROYECTOS DE REFINACIÓN</b>
DESTILACIÓN COMBINADA
DESTILACIÓN ATMOSFÉRICA
DESTILACIÓN AL VACÍO
REFORMADORA DE NAFTAS
HIDRODESULFURADORAS DE NAFTAS
HIDRODESULFURADORAS DE DESTILADOS INTERMEDIOS
TRATADORAS Y FRACCIONADORAS DE HIDROCARBUROS
REDUCTORAS DE VISCOSIDAD
ESTABILIZADORAS DE CRUDO

**CUADRO 4.3**

<b>PROYECTOS DE PETROQUÍMICA</b>
CRIOGÉNICAS
ENDULZADORAS Y ESTABILIZADORAS
PURIFICADORAS DE PROPANO
PURIFICADORAS DE ACETONITRILLO
ETILBENCENO ESTIRENO
REFORMADORAS BTX
ISOPROPANOL
ALKILTOLBENO
ETILENO
METANOL
CICLOHEXANO
BUTADIENO
ACETALDEHÍDO

**CUADRO 4.4**

<b>PROYECTOS ESPECIALES</b>
TRATAMIENTOS DE EFLUENTES
SERVICIOS AUXILIARES

**CUADRO 4.5**  
**PORCENTAJE GLOBAL DE PARTICIPACIÓN EN H-H POR ESPECIALIDAD DE PLANTAS ESPECIALES**

<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>ING. BÁSICA Y DETALLE</b>	<b>ING. BÁSICA</b>	<b>ING. DE DETALLE</b>
A	9.84	6.82	9.08
B	6.49	21.84	1.28
C	4.37	0.73	3.72
D	1.79	-	1.71
E	3.27	-	5.21
F	22.01	-	31.66
G	5.48	5.69	7.75
H	6.00	-	5.75
I	5.54	-	4.54
J	0.91	-	0.41
K	4.92	-	4.45
L	9.34	4.55	9.54
M	4.66	16.47	1.16
N	2.88	-	4.67
P	2.92	3.46	2.66
R	0.42	-	-
S	4.99	33.21	2.94
T	-	4.73	-
U	3.28	-	3.16
W	0.65	2.50	0.24
Y	0.23	-	0.07
AA	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Instituto Mexicano del Petróleo.

**CUADRO 4.6**  
**PORCENTAJE GLOBAL DE PARTICIPACIÓN EN H-H POR ESPECIALIDAD DE PLANTAS DE REFINACIÓN**

ESPECIALIDAD	ING. BÁSICA Y DETALLE	ING. BÁSICA	ING. DE DETALLE
A	9.00	6.82	7.83
B	4.88	21.84	1.04
C	3.42	0.73	4.18
D	1.87	-	1.80
E	3.87	-	3.42
F	25.85	-	35.25
G	7.50	5.69	8.19
H	4.81	-	6.26
I	3.53	-	4.62
J	0.75	-	0.36
K	4.95	-	4.44
L	9.35	4.55	9.90
M	4.54	16.47	-
N	3.88	-	5.44
P	3.07	3.46	1.63
R	0.64	-	-
S	4.73	33.21	2.56
T	-	4.73	-
U	2.61	-	3.08
W	0.52	2.50	-
Y	0.23	-	-
AA	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Instituto Mexicano del Petróleo.

**CUADRO 4.7**  
**PORCENTAJE GLOBAL DE PARTICIPACIÓN EN H-H POR ESPECIALIDAD DE**  
**PLANTAS PETROQUÍMICAS**

<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>ING. BÁSICA Y DETALLE</b>	<b>ING. BÁSICA</b>	<b>ING. DE DETALLE</b>
A	8.45	6.82	10.32
B	6.34	21.84	1.51
C	3.80	0.73	3.25
D	1.78	-	1.62
E	5.14	-	6.99
F	25.79	-	29.63
G	6.98	5.69	7.31
H	4.07	-	5.24
I	3.94	-	4.46
J	0.96	-	0.45
K	4.48	-	4.45
L	9.16	4.55	9.17
M	3.04	16.47	1.16
N	2.69	-	3.90
P	4.88	3.46	3.69
R	0.55	-	-
S	4.81	33.21	3.31
T	-	4.73	-
U	2.29	-	3.23
W	0.60	2.50	0.24
Y	0.25	-	0.07
AA	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Instituto Mexicano del Petróleo.

### 4.1.2 PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO

El procedimiento administrativo seguido en la realización de un estimado de Horas-Hombre, comienza con la solicitud generada por el jefe de proyecto, la cual es enviada al departamento de estimaciones y control de costos. Una vez que se ha realizado el estimado requerido, se envía al jefe de proyecto, el cual lo turna a los diferentes especialistas para recopilar comentarios. Con la información anterior, el jefe de proyecto realiza la última revisión, en caso de que los comentarios recolectados propongan cambios, estos se envían al departamento de estimaciones y control de costos conjuntamente con los especialistas, en donde se generará un estimado nuevo con los cambios propuestos, repitiéndose el paso anterior. En caso de no haber cambios, el jefe de proyecto acepta el estimado, terminándose con esta etapa el proceso administrativo. Figura 4.1.

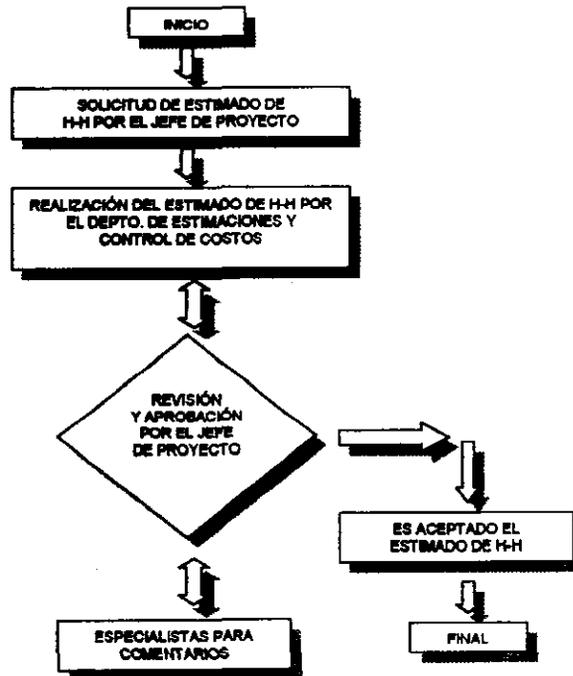


FIGURA 4.1. Procedimiento administrativo de un estimado de horas-hombre.

#### **4.1.2.1 ESTIMADO DE ORDEN DE MAGNITUD**

Un estimado de orden de magnitud se realiza cuando la información que se tiene es muy escasa, las necesidades del mismo no requieren mucho tiempo en su elaboración y los resultados obtenidos son aproximados. La información requerida para llevar a cabo esta actividad es la siguiente: tipo de planta considerada, tipo de proceso, capacidad de la planta, número de equipos, trabajo a desarrollar y alcance del mismo.

Este tipo de estimado se utiliza para proyectos en los cuales se quiere obtener un cálculo aproximado, la desventaja de este cálculo es la falta de exactitud, este estimado es sólo para darse una idea de la cantidad de Horas-Hombre que puede tener un proyecto.

Los estimados de orden de magnitud se pueden clasificar en dos tipos: estimado de Horas-Hombre por equipo de servicio y estimado de H-H por equipo total. La dificultad del cálculo resulta mínima, concretándose únicamente a seleccionar el factor adecuado para cada uno de los casos específicos y efectuar la operación correspondiente.

Cuando se ha obtenido el consumo total de H-H, de acuerdo a los porcentajes de participación sobre la base de consumos realizados del anexo A, se obtiene el consumo de H-H por especialidad.

##### **4.1.2.1.1 Estimado de Horas-Hombre por Equipo de Servicio**

El estimado de H-H por equipo de servicio es un estimado de magnitud, basado en el promedio de H-H que se consumen por equipo de servicio en un proyecto determinado. La clasificación de equipo de servicio toma en consideración la utilización del equipo y no el número de equipos existentes en la planta. Para este estimado es necesario conocer los equipos por ramas de servicios y el tipo de planta que se va a estimar. Para efectuar el cálculo de H-H se consulta el cuadro 4.8, que contiene el resumen de datos estadísticos para plantas diseñadas por el IMP. De acuerdo al tipo de planta y al trabajo que se realiza (ingeniería básica y/o de detalle), se selecciona el factor adecuado que se multiplica por el número de equipos que se consideran en la planta.

##### **4.1.2.1.2 Estimado de Horas-Hombre por Equipo Total**

Este tipo de estimado considera el número promedio de H-H que se consumen por equipos totales en la planta. A diferencia del estimado por equipo de servicio, este estimado considera todos los equipos de la planta, aún cuando exista similitud en el servicio que prestan. Para el cálculo de H-H se utilizan los

factores del cuadro 4.9, en donde éstos se localizan de acuerdo al tipo de planta y al trabajo que se realiza. Estos factores se multiplican por el número total de equipos en la planta.

#### 4.1.2.2 ESTIMADO DE HORAS-HOMBRE DETALLADAS

Este estimado requiere más tiempo para su realización, y sus resultados son más exactos que un estimado de magnitud. Las primeras fases consisten en reunir la información requerida: lista de equipo, tipo de planta, capacidad y tipo de trabajo; especificando en este último caso si se trata de, ingeniería básica y/o de detalle. Posteriormente, se analiza si el proceso en estudio pertenece al grupo de plantas de Refinación, Petroquímica o Especiales, con el fin de utilizar los datos estadísticos correspondientes. Como siguiente paso, se determina el tipo de estimado a realizar.

La limitante que presenta este cálculo, es que sólo aplica para los tipos de proyectos de plantas mencionadas anteriormente, ya que la información de los datos estadísticos sólo aplica para este tipo de plantas.

En el caso del Estimado de Horas-Hombre porcentual (Detallado), se requiere definir las especialidades de las cuales se dispone de información relacionada con el equipo que interviene en el proceso de transformación.

A continuación se consulta el Anexo A, el cual presenta las estadísticas de consumo de Horas-Hombre por actividad y/o dibujo de cada una de las disciplinas, evaluándose el valor total por cada una de ellas. Estos datos estadísticos son obtenidos a partir de la recopilación de proyectos realizados en el Instituto Mexicano del Petróleo, los cuales sirven como referencia para proyectos que se puedan realizar en el futuro. De acuerdo al porcentaje indicado por especialidad y a las Horas-Hombre consumidas por las actividades que se desarrollan, se calculan las Horas-Hombre totales del proyecto y se estiman las horas-hombre para las especialidades de las que no se cuenta con información.

#### 4.1.3 EJEMPLO DE APLICACIÓN

A continuación se presenta un ejemplo para la estimación de las H-H de un proyecto, ya sea que se realice la ingeniería básica, la ingeniería de detalle o ambas. En el ejemplo se realizará la ingeniería básica y de detalle de una planta estabilizadora de naftas.

#### 4.1.3.1 Descripción técnica de la planta

Enseguida se menciona las Bases de Diseño a grandes rasgos.

##### 4.1.3.1.1 Bases de Diseño.

###### Generalidades.

La planta estabilizadora a tratar tiene la finalidad de procesar la nafta proveniente de la planta de destilación primaria de una refinería para ajustar la presión de vapor de la misma, de manera que sea utilizable en motores de combustión interna, removiendo los hidrocarburos ligeros que ocasionarían daños en dichos motores.

La planta tiene una capacidad de diseño de 35, 000 BIs/día. Los servicios auxiliares requeridos en la planta tales como; agua de enfriamiento, vapor de alta, etc., serán los existentes en el área de servicios auxiliares de la refinería; constituyendo corrientes de proceso de la planta primaria y de la planta de alto vacío, el medio de calentamiento para la nafta a procesar. A continuación se presenta la descripción del proceso con el objeto de tener una idea más amplia de la finalidad de la planta estabilizadora.

- **Factor de Servicio.**  
La planta operará durante 336 días al año, lo cual equivale a un factor de riesgo del 0.92.
- **Capacidad y Rendimiento.**  
La capacidad del diseño de la planta será 35.000 BLS/día. La capacidad de diseño será igual a la capacidad normal. La capacidad mínima será 50% de la capacidad del diseño.
- **Flexibilidad.**  
La planta en operación normal procesará una carga consistente de Naftas, Hidrocarburos ligeros y LPG.

###### Falla de Energía Eléctrica.

A falta de energía eléctrica la planta no operará pero se efectuará un paro ordenado de la misma.

###### Falla de Agua de Enfriamiento.

A falta de agua de enfriamiento la planta no operará pero se efectuará un paro ordenado de la misma.

---

**Falla de Aire de Instrumentos.**

A falta de aire de instrumentos la planta no operará pero se efectuará un paro ordenado de la misma.

- **Especificación de la Alimentación.**  
La corriente de entrada a la planta estabilizadora de naftas es de 814Gal/min.
- **Especificación del Producto.**  
Nafta C<sub>5</sub>-100°F y 100 psig, azufre 0.03% pesos máximo.
- **Condiciones de Alimentación.**  
Nafta presión normal de 12 psig y 100°F en estado líquido recibido por tuberías.
- **Condición del Producto.**  
Nafta estabilizado con 100°F y 100 psig en estado líquido.
- **Eliminación de Desechos.**  
El agua se manejará por drenaje pluvial, químico, aceitoso y sanitario. Separados hasta el límite de baterías.
- **Servicios Auxiliares.**  
Los servicios auxiliares constituyen corriente de la planta de destilación primaria y planta de alto vacío.
- **Sistema de Seguridad.**  
Sistema contra incendio y protección al personal.
- **Condiciones Climatológicas.**  
Temperatura ambiente 123°F y mínima 7°F. Velocidad de viento máxima 150 Km/hr, Media de 60Km/hr, dirección reinante Noreste a Suroeste.
- **Localización de la Planta.**  
La elevación de la planta sobre el nivel del mar 327m. Coordenadas pendientes.
- **Bases de Diseño de Equipo.**

**Intercambiadores de Calor.** Se usarán equipo de lata eficiencia del tipo Packinox ó similares, las redes de intercambio de calor se optimizarán con la técnica punto de pliegue (Pinch).

Los equipos que utilizan agua de enfriamiento contarán con las facilidades para retrolavarlos y la instalación de testigos de corrosión.

**Enfriamiento de Aire.** Para el diseño de los enfriadores con aire se deberá considerar la temperatura mínima de bulbo seco de 123°F y los abanicos deberán especificarse con el ángulo de variable.

**Recipientes.** Todos los equipos contarán con válvulas de seguridad, especificados con estampado ASME.

**Instrumentos.** En las corrientes principales de entrada y de salida de límites de batería se especificarán medidores masivos con señal al sistema de control de distribución.

**Sistema de control.** Se considerará la señalización de bomba operando y bomba fuera de operación, así como también la opción de paro. Asimismo se considerarán todas las secuencias automáticas de paro y situaciones de emergencia que son necesarias para la seguridad del personal y las instalaciones.

- Normas, Códigos y Especificaciones.

Elemento	Especificaciones
Recipientes a presión	ASME sección VIII, Div.1.
Tubería	ANSI.
Electricidad	NEMA, NEC, ANSI, NOM-SEMI-P.
Ruido	SEMANARP.
Seguridad	API, ASME, OSHA.
Instrumentación	ISA, API, ASME, NACE, NEC, ISO, Normas de PEMEX
Cambidores de calor	TEMA, ANSI, ASME.
Bombas	API 610, 674, 675 y 676.
Aero-enfriadores	API
Materiales	ASTM
Construcción	Normas de la CFE-IIE y de PEMEX
Válvulas de Seguridad	ASME sección VIII, API RP521.

#### 4.1.3.2 Descripción del proceso

Tomando como referencia el diagrama de flujo 4.1, regularmente la nafta proveniente del tanque acumulador localizado en la planta primaria esta a 12 psig. y 100 °F; esta nafta es transferida a la planta estabilizadora a la temperatura mencionada y a una presión de bombeo de aproximadamente 280 psig, o bien la nafta puede provenir directamente del patio de tanques.

La nafta alimentada a la planta estabilizadora llega inicialmente a los precalentadores EA-01 A, B por el interior de los tubos, donde su temperatura alcanza 192 °F por intercambio de calor con diesel, obtenido en la planta primaria. Entonces, la nafta se hace pasar a través de los intercambiadores EA-02 A, B también por el interior de los tubos, donde aumenta su temperatura hasta 285 °F intercambiando calor contra residuos de vacío. Por último la carga pasa a través de los precalentadores EA-03 A, B en los cuales intercambia calor contra nafta estabilizada, fondos de la torre, para entrar a 300 °F al plato No. 18 de la torre DA-01.

Se ha visto que la fuente de calor para esta planta la constituye el diesel de la planta de destilación primaria y el residuo de la planta de vacío. Ya se explicó que una y otra corriente precalienta la carga de esta planta, pero debemos agregar que el residuo también es el medio de calentamiento para el rehervidor EA-04 de los fondos de la torre.

El residuo caliente de la planta de vacío, pasa por una válvula de tres vías operada a control de temperatura con los fondos de la torre, así también del flujo total del residuo que llegue a esta válvula, alguna porción puede ser retomada sin haber cedido calor, en tanto que otra importante porción es la que va al rehervidor para calentar los fondos de la torre. Este mismo flujo de residuo, posteriormente llega a los precalentadores EA-02 A, B y retorna a la planta de vacío.

La presión de operación de la torre es de 150 psig, y los hidrocarburos ligeros se obtienen a una temperatura de 140 °F pasando directamente a los condensadores EA-05 A, B por el lado de la coraza, los cuales utilizan agua como medio de enfriamiento.

El LPG condensado a una temperatura de 120 °F pasa al tanque acumulador FA-01 controlado a una presión de operación de 135 psig. mediante una válvula que permite el recibo de vapores del domo; de manera simultánea y también con el propósito de controlar la presión en el acumulador FA-01, opera otra válvula de control que relewa el exceso de presión de este tanque hacia la línea del quemador. Las bombas GA-01 A, B, C succiona del recipiente FA-01 y descargan a una presión de 196 psig., para reflujar la torre a través de una válvula accionada con un controlador de temperatura que toma la señal a la salida de los vapores en el domo de la torre.

En la línea de succión de las bombas GA-01 A, B, C se tiene una derivación de LPG que va al enfriador de horquilla EA-08 a una presión de 135 psig, y una temperatura de 120 °F utilizando agua como medio de enfriamiento. El LPG ya a la temperatura de 100 °F pasa posteriormente a los neutralizadores verticales FA-02 A, B que pueden operar en serie o paralelo. Para lograr un lavado uniforme de la corriente de LPG, ésta se introduce a través de un distribuidor localizado en la parte inferior de los lavadores neutralizadores y sumergido en

una solución cáustica de 18% de concentración; éste lavado neutraliza el ácido sulfhídrico presente. De ahí el LPG pasa a los recipientes verticales FA-03 A, B lavadores con agua, los cuales tienen el mismo diseño que los recipientes anteriores.

A la salida de estos lavadores, la corriente de gas licuado es regulado por una válvula, accionada por un control indicador de nivel del tanque acumulador FA-01 dejando el LPG en límite de batería a 100 psig. y 100 °F de temperatura. Por otra parte la nafta estabilizada que se obtiene por el fondo de la torre DA-01 esta a 310 °F y se hace pasar en mayor o menor cantidad por la coraza de los cambiadores de calor EA-03 A, B para precalentar la carga la torre.

Para el propósito de controlar el flujo de nafta estabilizada a través de los EA-03 A, B opera una válvula automática regulada por la temperatura de la carga a la torre. Después esta corriente entra al enfriador EC-06 (soloaire), para salir a 130 °F y por último pasa por el lado de la coraza a los enfriadores EA-07 A, B, C colocados en serie, los cuales utilizan agua como medio de enfriamiento. La nafta sale de estos enfriadores a 100 psig. y 100 °F a través de una válvula accionada por control de nivel del fondo de la torre, para enviarse a tratamiento Merox, o tanques de almacenamiento.

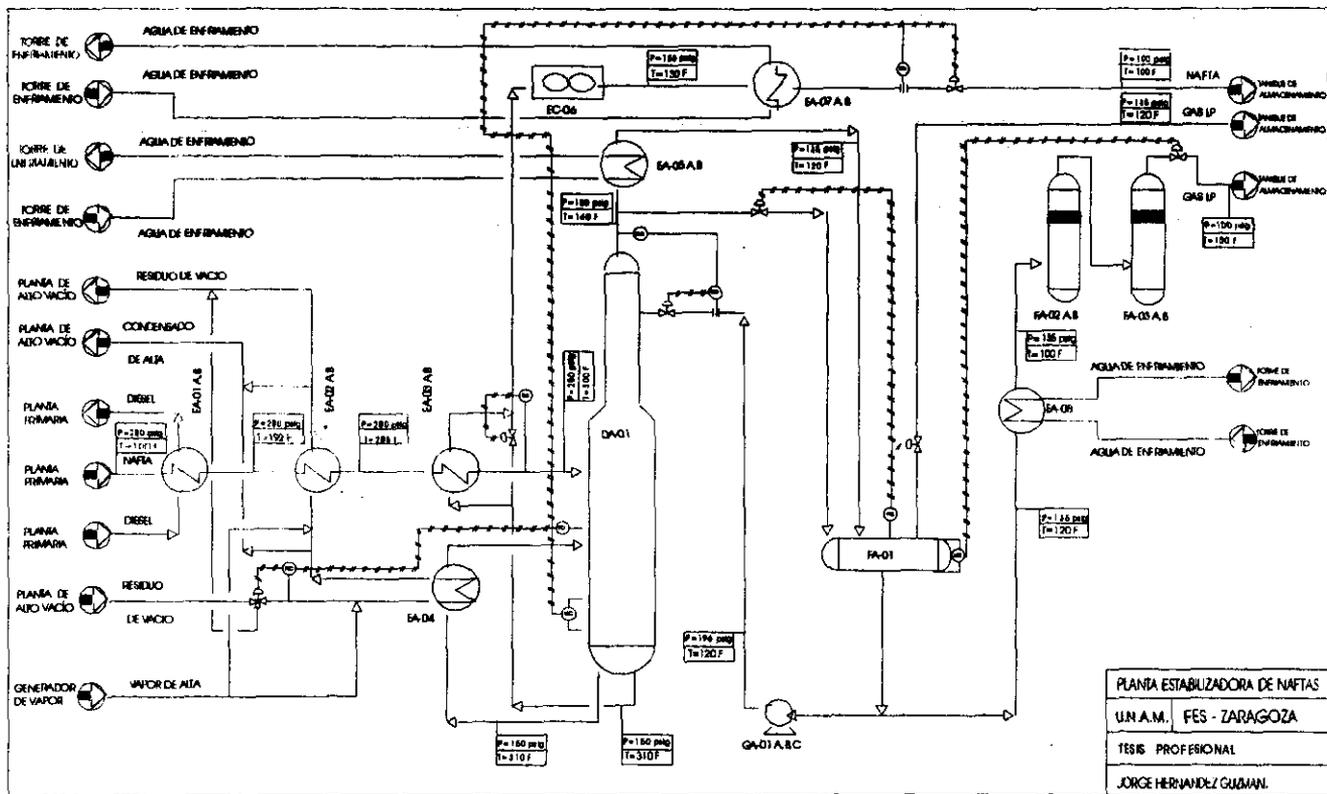


DIAGRAMA DE FLUJO 4.1. Proceso de ejemplo de una planta estabilizadora de naftas.

PLANTA ESTABILIZADORA DE NAFTAS
U.N.A.M. FES - ZARAGOZA
TESIS PROFESIONAL
JORGE HERNANDEZ GUAMAN

### 4.1.3.3 ESTIMACIÓN DETALLADO

Con lo primero que se debe iniciar es con la identificación de los equipos por servicio y totales para realizar una lista y empezar con el cálculo, ya sea por orden de magnitud o detallado.

#### RESUMEN DE EQUIPO DE LA PLANTA ESTABILIZADORA DE NAFTA

		DIA
TORRES	1	1
INTERCAMBIADORES	8	13
RECIPIENTES A PRESIÓN	3	5
BOMBAS	1	3
GRUAS	1	1

Tabla 4.1 Resumen de equipo del ejemplo de aplicación

El siguiente paso que se debe seguir es utilizar la tabla 4.6, en donde como se indica se utilizan los datos de ingeniería básica y detalle, las especialidades que intervienen para comenzar el cálculo de las Horas-Hombre son: diseño de proceso, mecánica, recipientes, diseño mecánico y térmico de intercambiadores y sistemas. En conjunto las especialidades antes mencionadas nos dan una suma porcentual del 18.42, como no se tienen mas datos adicionales se deben continuar con los datos estadísticos que están plasmados en el anexo A. Con estos datos se buscaron las especialidades que están involucradas, se tomaron los datos y las actividades que aplican en cada especialidad.

A continuación se presenta un resumen del cálculo de las actividades que implican cada especialidad, en donde se tomaron los datos promedio a manera de ejemplo.

	ACT. Y/O CÓDIGO	H-H ESTIMADO	H-H ESTIMADO
<b>DISEÑO DE PROCESO (B)</b>	32	23*13	299
	33		35
	34	2.3*13	29.9
	35	5.8*13	75.4
	37	10*8	80
	39	14*3	42
	40	87*1	67
	41	12*1	12
	56	2.4*13	31.2
	57		153
	58	2.3*13	29.9
	59	2.9*13	37.7
	60	0.9*13	11.7
	61	2.2*13	28.6
	62		68
	63-70	5.1*13	66.3
	71-75	3.1*13	40.3
	84	16*1	16
	125	16*1	16
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>1139</b>
	1	1/9*809	126
<b>INGENIERIA MECANICA (D)</b>	16	114*1	114
	20	66*1	66
<b>INGENIERIA DE RECIPIENTES (E)</b>	18	427*1	427
	18	285*3	855
<b>DISEÑO TERMICO DE INTERCAMBIADORES (F)</b>	17P	2*8	16
	17M	35*8	280
	17O	8*8	64
	17R		110
	17T	10*8	80
	17U	29*8	232
	18	10*8	80
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>882</b>
	1	862*0.15	129
<b>DISEÑO MECANICO DE INTERCAMBIADORES (F)</b>	17L		10
	17N	83*8	504
	17Q	47*8	376
	17T	5*8	40
	17X	20*8	160
	17Y	10*8	80
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>1170</b>
	1	1170*1	1170
<b>INGENIERIA DE SISTEMAS (S)</b>	84-121	1285*1.20	1518

Tabla 4.2 Resumen de cálculos del ejemplo de aplicación.

La tabla anterior nos muestra el cálculo por especialidad desglosada tomando los datos del anexo A, se incluyen todas las actividades que involucran y que se deben tomar en consideración, dependiendo de la información con que se tiene para iniciar el cálculo y presentar la propuesta de las H-H que consumirá el proyecto.

El siguiente paso que se debe seguir es presentar el condensado de los datos anteriores para realizar la presentación con todas las especialidades para cuantificar las H-H totales.

Actividad	Código	Horas-Hombre	Total
DISEÑO DE PROCESO	B	4.88	1265
MECÁNICA	D	1.87	180
RECIPIENTES	E	3.87	1282
DISEÑO TÉRM. Y MEC. DE INTERCAMBIADORES	P	3.07	2336
SISTEMAS	S	4.73	1518

Tabla 4.3 Datos condensados de los cálculos del ejemplo.

El siguiente paso es presentar el resumen de los cálculos con todas las especialidades involucradas para contabilizar las H-H que requerirá el proyecto para su realización, el cual se presenta en la siguiente tabla del ejemplo de aplicación.

A	9.00	3215
B*	4.88	1743
C	3.42	1222
D*	1.87	668
E*	3.87	1383
F	25.85	9236
G	7.50	2680
H	4.81	1718
I	3.63	1261
J	3.53	268
K	0.75	1768
L	4.95	3341
M	4.54	1622
N	3.88	1386
P*	3.07	1097
R	0.64	229
S*	4.73	1690
T	-	-
U	2.61	932
W	0.52	186
X	-	-
Y	0.23	82
AA	-	-

Tabla 4.4 Resumen del cálculo total del ejemplo.

La tabla anterior presenta todos los datos involucrados dentro de la estimación de las H-H del proyecto con respecto a cada especialidad, dando como

resultado 35,727 H-H, lo que en teoría se utilizara para desarrollar y culminar el proyecto de la planta estabilizadora.

A continuación se presenta el cálculo que involucra el estimado de H-H por equipo de servicio y total.

#### 4.1.3.4 ESTIMACIÓN POR ORDEN DE MAGNITUD

##### 4.1.3.4.1 Estimación de H-H por equipo de servicio

En el cuadro 4.8 se presenta el promedio de H-H / Equipo de acuerdo al tipo de planta (refinación) y el trabajo a realizar (Ing. básica y detalle).

$$\begin{aligned} \text{Estimado H-H/Eq.} &= \text{Promedio H-H/Eq.} * \text{No. Equipos} \\ &2660 \text{ H-H/Eq.} * 13 = 34580 \text{ H-H} \end{aligned}$$

##### 4.1.3.4.2 Estimado de H-H por equipo total

En el cuadro 4.9 se localiza el promedio de H-H/Eq. Totales de acuerdo al tipo de planta (refinación) y el trabajo a realizar (Ing. básica y detalle).

$$\begin{aligned} \text{Estimado H-H/Eq. Totales} &= \text{Promedio H-H/Eq. Totales} * \text{No. Equipos Totales} \\ &= 1607 \text{ H-H/Eq.} * 23 = 36961 \text{ H-H} \end{aligned}$$

**CUADRO 4.8**

**PROMEDIO DE H-H / EQUIPO (POR SERVICIO) POR TIPO DE PLANTA**

TIPO DE TRABAJO	REFIN.	PETROQ.	TRAT. EFLUENTES	SERV. AUXILIARES	GENERAL
Ing. Básica e Ing. de Detalle	2,660	2,476	1,829	2,000	2,241
Ing. de Detalle	2,683	1,934	-	-	2,314
Ing. Básica	345	-	-	-	345

**CUADRO 4.9**  
**PROMEDIO DE H-H / EQUIPO (TOTAL) POR TIPO DE PLANTA**

TIPO DE TRABAJO	REFIN.	PETROQ.	TRAT. EFLUENTES	SERV. AUXILIARES	GENERAL
Ing. Básica e Ing. de Detalle	1,607	1,795	1,069	1,625	1,620
Ing. de Detalle	1,452	1,221	-	-	1,330
Ing. Básica	196	-	-	-	196

Como se puede observar los 3 diferentes cálculos arrojaron cantidades diferentes, pero como se mencionó al principio de este capítulo, la estimación de H-H por equipo de servicio y total, dan información a grandes rasgos como propuesta o datos rápidos, pero con el que se puede tener mayor confianza es con el estimado detallado, ya que, involucra datos estadísticos de proyectos antes realizados y tomando en consideración las especialidades y la información disponible.

#### 4.1.4 CONTROL DE HORAS-HOMBRE

Durante la ejecución de un proyecto, es indispensable vigilar el desarrollo del mismo, tanto desde el punto de vista técnico como administrativo. La persona encargada de este control, principalmente el administrativo, es el líder de proyecto, quién es el responsable de la buena ejecución de los trabajos.

Es muy importante que la estimación a realizar sea confiable, ya que durante la ejecución de los trabajos será la guía del jefe de proyecto, considerando como objetivo el que los trabajos realizados, los costos, las Horas-Hombre ejercidas y el tiempo de la ejecución correspondan a los estimados; de lograrse esto, se dirá que el proyecto fue ejecutado correctamente.

Los controles administrativos que son importantes durante la ejecución de un proyecto son los siguientes:

1. Control de costos de proyecto.
2. Control de horas-hombre.
3. Control del tiempo de ejecución del proyecto.

Los dos primeros aspectos están íntimamente relacionados entre sí, ya que un mayor número de horas-hombre implica un mayor costo del proyecto, aunque siempre se tiene la variable del costo unitario de cada H-H, esto es, que con el objeto de manejar el costo de un proyecto en forma dirigida, es posible el seleccionar al personal adecuado para controlar dichos costo. Esto último a su vez tiene la limitación de no sacrificar la calidad técnica de los trabajos.

El tercer punto es de vital importancia, debido a que el tiempo mínimo de ejecución del proyecto, implica que la planta arranque en corto tiempo, lo cual permite que la obtención de beneficios económicos en un menor plazo. Las variables principales de que dispone el jefe de proyecto para controlar los puntos antes mencionados, son las siguientes:

#### **Control de costos del proyecto**

- Contratación o asignación del personal adecuado desde el punto de vista de costo unitario de la Hora-Hombre.
- Aumento de la productividad del trabajo, de manera que se reduzca la cantidad de H-H y el costo total del proyecto no se modifique.
- Control de aumentos salariales durante los trabajos.
- Vigilancia de la tendencia de aumento de costo en forma periódica, lo cual da una idea de los cambios a futuro en la situación económica del proyecto.
- Disminuir el tiempo de ejecución del proyecto.
- Reducción de personal a un mínimo posible.

#### **Control de Horas-Hombre**

- Vigilancia estricta de los tiempos empleados en la ejecución de los trabajos, tales como planos, isométricos, especificaciones, etc., con el objeto de minimizar y detectar excesos.
- Utilización de documentos que reduzcan la cantidad de trabajos repetitivos, tales como: normas de ingeniería, planos generales, códigos, especificaciones, etc.
- Control del intercambio de información eficiente entre todas las partes involucradas, tales como cliente, proveedores, otros departamentos, etc.
- Utilización de la cantidad mínima de personal requerido.
- Utilización de personal especializado en determinadas funciones.
- Uso de máquinas que reduzcan el tiempo de elaboración de trabajos, por ejemplo, computadoras u otros equipos que optimicen el tiempo para ciertas actividades.

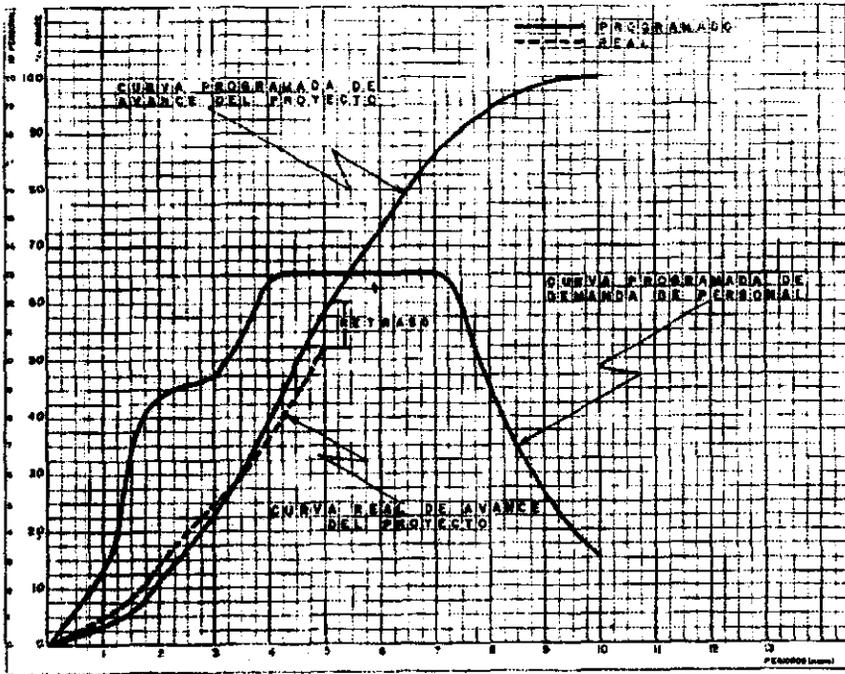
**Control del tiempo de ejecución del proyecto**

- Estricta vigilancia del cumplimiento del programa de ejecución de labores, detectando cualquier atraso en el mismo e inmediatamente buscar la solución a dicho retraso.
- Posibilidad de trabajar jornadas extraordinarias (tiempo extra).
- Expeditar la entrega e intercambio de información en forma rápida y confiable.
- Subcontratación o contratación de personal o compañías especializadas en áreas específicas.
- Incrementar la supervisión en la construcción.

Debido a que durante el desarrollo del proyecto los conceptos de costos, H-H y tiempo están íntimamente relacionadas entre sí, se debe tener mucho cuidado al tomar una decisión acerca de las acciones que se realicen al controlar el trabajo.

Una de las más gráficas representativas para observar el control y la demanda de las H-H es la que se muestra en la figura 4.1, en esta se puede controlar y observar los diferentes comportamientos o desviaciones que puede tener el proyecto que sé esta controlando, ya que en ella puede existir diferentes derivaciones, pero el punto importante que nos da la gráfica, es vital tenerla lo más posible y esta gráfica para tomar decisiones correctivas, en caso que sea necesario.

Con respecto a los puntos de control de las H-H, estos son los que se deben cuidar para obtener una exitosa respuesta y llevar un control de lo que puede volverse un caos o una serie de actividades perfectamente monitoreadas.



GRÁFICA 4.1. Curva programada de demanda de personal y avance de proyecto.

## CAPÍTULO V

# IMPLEMENTACIÓN DE LA BASE DE DATOS

El capítulo anterior, nos mostró como se puede realizar el estimado de H-H para cualquier proyecto que esté dentro de los datos estadísticos de plantas de Refinación, Petroquímica y Especiales, pero como se observó, esto no culmina hasta que se haya terminado el proyecto satisfactoriamente. Aquí es donde el control podrá detectar alguna desviación o el seguimiento adecuado. Otro de los puntos que en la actualidad se toman en cuenta en las firmas de ingeniería que prestan este servicio, es el realizar varios proyectos al mismo tiempo y con el mismo personal, con ello puede existir problemas o un mal control si no se cuenta con una buena organización. Con respecto a los puntos expuestos anteriormente, en este capítulo se pretende implementar un sistema para el control de H-H y que las observaciones detectadas sean tomadas en cuenta, para tener un control de las H-H más eficiente y simplificado.

### 5.1 REQUERIMIENTOS QUE SE DESEAN DEL SISTEMA

Lo primero que se debe realizar es listar lo que se desea o se espera que el sistema controle y que a continuación se menciona. Los requerimientos que se exponen son necesidades que el Instituto Mexicano del Petróleo, en la Subdirección de Ingeniería de Proyectos de Explotación departamento de Programación de proyectos, planteaba para que su control de las H-H cumpliera con sus exigencias, y por tal, mejorar el seguimiento de este control, por consiguiente es el modelo que se tomará para resolver y que se presenta en este capítulo.

- Un conteo del personal que esta dentro de un proyecto determinado.
- Seguimiento de las H-H por especialidad y con sus actividades respectivas para cada proyecto que sé este realizando.
- Acondicionar la información para ser manejada por diferentes sistemas o programas.
- Llevar un control del costo del proyecto por medio de un tabulador, donde estén incluidas los diferentes niveles del personal.
- Obtención de las correspondientes facturas, ya sean semanales, quincenales o mensuales del cobro por la realización del proyecto al cliente.
- Presentación de la información que indique el avance del o los proyectos al cliente o los diferentes clientes.
- Acondicionar la información del avance de los proyectos para poderse utilizar por otros departamentos o por al cliente.
- Que suministre información de los proyectos, indicando si se esta consumiendo el tiempo adecuado, de más o de menos, para realizar la corrección correspondiente.

Se puede decir a grandes rasgos y que por lo general, esta es la información que interviene o involucra el control de las H-H, en el caso particular que existieran otros requerimientos especiales, será necesario listarlos para que sean tomados en consideración durante el desarrollo del sistema.

El siguiente punto a considerar, es el sistema en donde se va a trabajar, por lo general este tipo de información se maneja por medio de bases de datos, en donde la información de entrada, que en este caso las H-H que se consumen en cierto tiempo "X", el número de personal con su nivel de trabajo y el tiempo total que se debe consumir, ayudará para que se pueda obtener la información deseada.

## 5.2 DEFINICIÓN DE BASE DE DATOS

Una base de datos es un conjunto autodescriptivo de registros integrados en un sistema de mantenimiento de registros basado en computadoras, es decir, un sistema cuyo propósito general es registrar y mantener información. Tal información puede estar relacionada con cualquier cosa que sea significativa para la organización donde el sistema opera, en otras palabras, cualquier dato necesario para el proceso de toma de decisiones inherentes a la administración de esa organización. La colección de bases de datos de esta clase se denomina sistema de bases de datos.

Un sistema de base de datos incluye cuatro componentes principales:

**Datos.** Datos almacenados tanto integrada (se entiende como la base de datos que esta unificada de varios archivos de datos, independientes, donde se elimina parcial o totalmente cualquier redundancia entre las mismas) o compartida (partes individuales de la base de datos que pueda compartirse entre varios usuarios distintos, teniendo acceso a la misma parte de la base para utilizarla con diferentes fines).

**Hardware.** Donde reside la base de datos, ya sea discos flexibles, tarjetas, etc.

**Software.** Recibe el nombre de sistema de administración de bases de datos o DBMS. Este maneja todas las solicitudes de acceso a la base de datos formuladas por el usuario.

**Usuarios.** Estos usuarios pueden ser programadores, usuarios finales o administrador de base.

Administrar o manejar una base de datos involucra las siguientes tareas:

- Agregar nueva información a la base de datos.
- Clasificar la base de datos en algún orden significativo.

- Buscar algún dato en la base de acuerdo a algún criterio de información que nos interese.
- Imprimir la información deseada de nuestra base de datos, ya sea en pantalla o en informes escritos.
- Modificar la información que contiene la base de datos.
- Borrar datos de la base.

El siguiente punto a definir es el tipo de software o DBMS de la base de datos que se va a manejar, para cumplir el cometido y que sea comprendido por todo el personal que lo maneja. Existen muchas bases de datos como Visual FoxPro, Super BASE, dBASE, Clipper, ORACLE, ACCESS, etc., que dependiendo del número de registros que se manejan, las ordenes, la programación que se realice, la complejidad del manejo de la base de datos y hasta el precio en el mercado, dirá cual es la más indicada.

Para este caso se utilizará la base de datos que esta incluida en la línea de programas de Microsoft Office Profesional denominada ACCESS, la cual es accesible por precio, no presenta mucha dificultad su manejo y programación, por lo que en ella se implementará el sistema de control de Horas-Hombre.

A continuación se describe a grandes rasgo esta base de datos.

### 5.3 DESCRIPCIÓN DE LA BASE DE DATOS ACCESS

Access es un administrador de bases de datos que, a diferencia de algunas más populares como dBase y Clipper, trabaja sobre ambiente Windows. Esto le da ventajas como: el intercambio dinámico de datos, el manejo con arrastre de mouse, y la inclusión de objetos OLE (Object Linking and Embedding).

El manejo de la información a nivel básico es mucho más efectiva y fácil, ya que procedimientos que antes requerían de bases de programación ahora se hacen intuitivamente. En el caso de requerir una programación, Access maneja el mismo lenguaje Visual Basic que tiene todo el ambiente Windows, permitiendo de esta manera la creación de verdaderos programas orientados a objetos. Además Access permite la importación de datos de otros manejadores de bases de datos. Si se requiere administrar información en forma tabulada, el intercambio de información entre Excel y Access se hace de una forma natural. Los elementos de una base de datos Access son:

**Campos.** Son la información mínima dentro de una base de datos. Los registros están constituidos por campos. Por ejemplo, los campos que se

manejan en una ficha de identificación del personal; cada dato como nombre, dirección, etc., es un campo.

**Registros.** Es información que tiene una relación indisoluble entre sí. Por ejemplo, las tarjetas que contienen la información de cada empleado que controla sus datos.

### 5.3.1 PARTES PRINCIPALES DE ACCESS

Lo primero que se definirá serán las principales partes que componen las base de datos Access. Como se observa en la figura 5.1, los principales componentes, que se describen a grandes rasgos, ya que el objetivo de este capítulo es de implementar la base de datos y no profundizar en Access, son Tablas, Consultas, Formularios, Informes, Macros y Módulos.

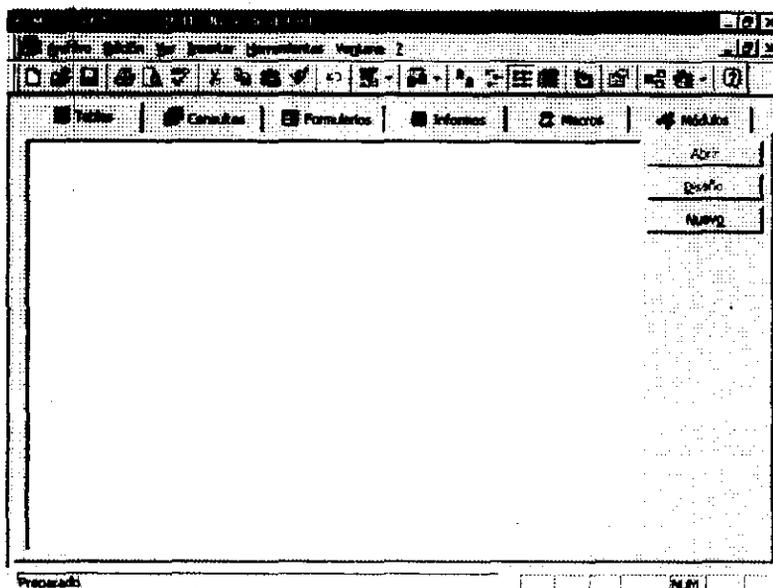


FIGURA 5.1. Pantalla de Access que muestra sus atributos principales

**Tablas.** Las tablas son un conjunto de registros sobre un tema en específico, en donde los campos son los elementos básicos con los que se construyen las tablas. Aquí es donde está almacenada la información que se necesita, ya sea

en varias o en una tabla, su papel es organizar la información capturada o almacenada.

**Consultas.** Las consultas se usan para ver, cambiar y analizar datos de distintas maneras. También se pueden usar como origen de registros para formularios e informes. Su papel es filtrar y presentar la información con los requerimientos o condiciones que se necesita para realizar las tareas adecuadas para procesar la información.

**Formularios.** Los formularios pueden tener diferentes usos como: crear pantallas en ambiente Windows para entrada de datos a tablas o presentación de operaciones de consultas, para abrir otros formularios o informes, y para cuadros de diálogo personalizados, basados en ordenes para realizar cierta acción. Esto solo se presenta en pantalla y no puede ser impreso como un reporte.

**Informes.** Un informe es una forma de presentar los datos en formato impreso. Como se tiene el control sobre el tamaño y el aspecto de todos los elementos de un informe, se puede presentar la información en la forma que se desee ver, con gráficos, logotipos, etc. Esto es importante, ya que a medida que se actualice la información se actualiza el informe y proporciona la información ya procesada e impresa para ser presentada al cliente sin necesidad de estar repitiendo los pasos para presentar los avances o lo que requiera en el mismo.

**Macros.** Un macro es un conjunto de una o más acciones donde cada una realiza una operación determinada y hasta condicionales. Las macros pueden ayudar a automatizar las tareas comunes. Por ejemplo, puede ejecutar un macro que imprima un informe cuando el usuario haga clic en un botón de comando, importar o exportar información, abrir formularios, etc.

**Módulos.** Un módulo es una colección de declaraciones y procedimientos de Visual Basic para aplicaciones que se almacenan como parte del programa. Esto funciona cuando se desea realizar procedimientos muy especiales o indispensables, para la realización adecuada de la base de datos con que se trabaja.

Con esto se describe las partes más importantes de Access, ya explicado esto se puede iniciar con la implementación de la base de datos.

## 5.4 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE HORAS-HOMBRE

Lo primero que se debe especificar es lo que se desea que haga el sistema, para que se pueda organizar lo que se requiere para iniciar. Con los requerimientos del sistema expuestos anteriormente, se puede iniciar la implementación del sistema; en Access 97, con la información necesaria para poder trabajar, en otras palabras se debe definir las tablas que contengan la información requerida para poder realizar este sistema, estas tablas son información como: datos del empleado, información de los diferentes proyectos que se realizan, etc. Esta información es la que se archiva o almacena para poder realizar más adelante el ordenamiento, filtrado y presentación de la base de datos.

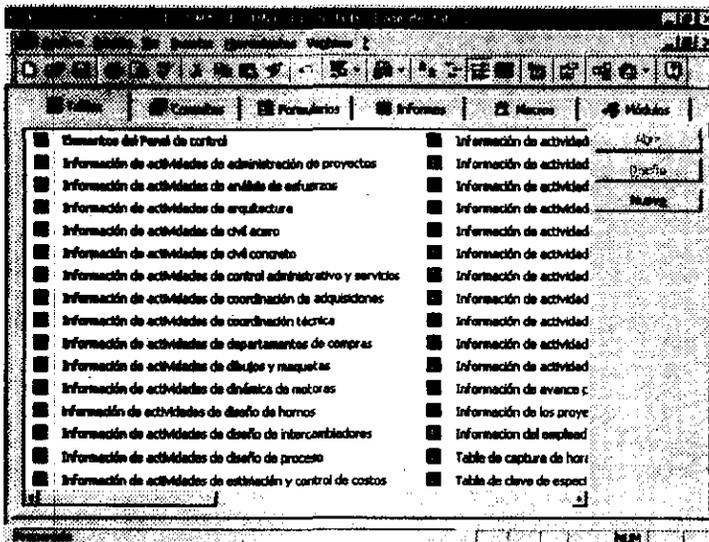


FIGURA 5.2 Se muestra las diferentes tablas de información del sistema.

### 5.4.1 INFORMACIÓN NECESARIA PARA EL SISTEMA

La información de las especialidades que se incluyeron en la sección de tablas, se utiliza para clasificar el diferente trabajo que realizan cada uno de los empleados y contabilizar cada H-H en su respectivo consumo, existe la flexibilidad de agregar mas especialidades a esta sección, en dado caso que no se encuentre todas incluidas en la figura 5.2. Como se puede observar en las figuras 5.3 se muestra un ejemplo de una tabla de una especialidad, la cual contiene la descripción de la actividad, número y clave de la especialidad, esta

ultima es para facilitar la captura asignándole la misma clave que aparece en el cuadro 4.1.

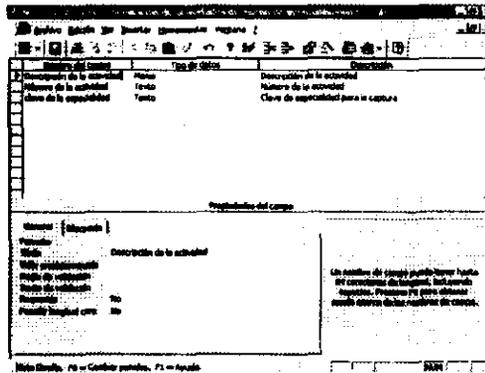


FIGURA 5.3 a.

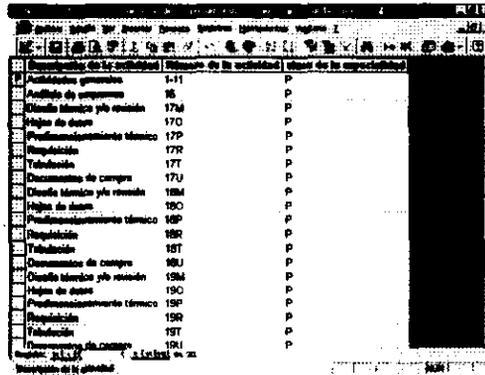


FIGURA 5.3 b.

FIGURA 5.3 a. Y b. Presentan las pantallas de diseño y hoja de datos respectivamente de una tabla de especialidad, para el almacenamiento de información de la misma.

La Información contenida y por tal, importante para poder iniciar el almacenamiento de datos y por consiguiente el manejo y presentación de los mismos, para los clientes, es la que se ha tratado de plasmar en esta sección, por lo que se debe de tener siempre en primer lugar, y no perder de vista, lo que se quiere que realice el sistema de control, ya que es muy frecuente que por el manejo de una gran cantidad de información se pierda el objetivo que se persigue. Se presentó anteriormente la pantalla de una parte del programa, en donde se menciona que información contenía, a continuación se presenta las tablas restantes que se consideran deber ser incluidas y por lo general son estándar cuando se requiere mantener un control de H-H.

- **Información del cliente o empresa.** Esta información debe contener los datos generales de la empresa o cliente a la que se le realice un proyecto, como nombre, dirección, R.F.C., tipo de contrato, cláusulas, condiciones de pago, etc. Esta información nos será útil para la elaboración de la factura y como cartera de los diferentes clientes que se le han trabajado, ya que en la actualidad el trabajar con diferentes clientes es una carta de presentación para otros posibles trabajos, para que se inclinen por los servicios que presta la firma de ingeniería, ya que se sobre entiende como experiencia y responsabilidad para la realización de un proyecto.
- **Información del proyecto.** Al desarrollar un proyecto se debe almacenar información que en un futuro sirva para poder ser utilizada en otros proyectos con las mismas características o igual, Es importante almacenar las fechas claves, críticas y de holgura para que pueda ser comparada durante la presentación de los respectivos avances al cliente, designarle cierta clave o número para que sea identificado y manejado con más facilidad el nombre del proyecto, Horas-Hombre programadas que llevara la realización del mismo, monto que se cobrara por él, para la designación de recursos, observaciones importantes por el cliente o la firma de ingeniería, número de personas involucradas en el proyecto, puntos en donde se especifique que es lo que se desarrolla y lo que no, por la firma, especialidades involucradas, etc. Esta información será útil para el manejo de datos y aclaraciones, cuando se este realizando el proyecto, o se culmine.
- **Información del empleado.** Los datos que puede contener esta tabla son: dirección, nombre, R.F.C., estado civil, edad, cursos, experiencia, preparación académica, sueldo, etc. Esta información es útil para el filtrado de datos, otra utilidad es para ser utilizado por la firma de ingeniería como archivos personales de la misma y para ser presentados a los clientes, cuando requieran constatar que nivel del personal es el adecuado para el desarrollo del proyecto que requiere.

- **Información de gastos.** Esta información es útil para contabilizar los gastos, tanto programados o imprevistos de comisiones, papelería, viáticos, etc., que se debe incluir o presentar de acuerdo al convenio que se tenga con el cliente.
- **Almacenamiento de datos.** Esta tabla es muy importante, ya que llevará los datos con los cuales se seguirá un control donde se capturará en este caso catorcenalmente y estos datos son: consumo de H-H por empleado en su respectivo proyecto, fechas de trabajo, gastos, actividad que se realiza, etc. Su utilidad también radica en que esta información servirá para poder realizar el manejo de los datos para llevar el control de las H-H, y por consiguiente detectar si existen retrasos, adelantos, consumos no considerados de recursos, si se sigue lo que se planeo o se toman acciones correctivas.

En las figuras 5.4, 5.5, 5.6 y 5.7 se muestran los diseños de las tablas para almacenar los datos antes mencionados, del sistema que se desarrolló para el control de las H-H.

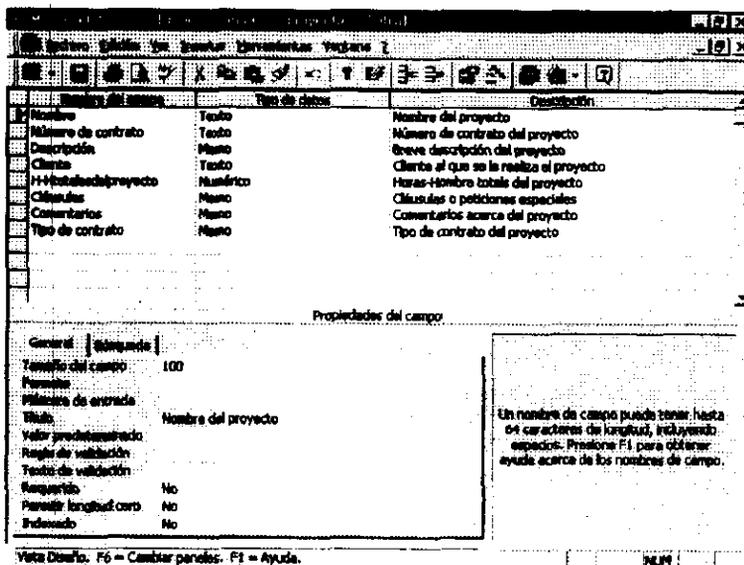


FIGURA 5.4. Diseño de la tabla que contiene la información de los proyectos.

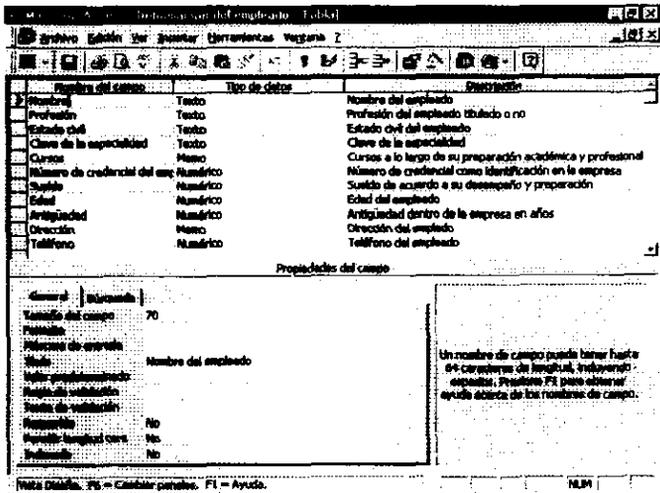


FIGURA 5.5. Diseño de la tabla que contiene la información del empleado.

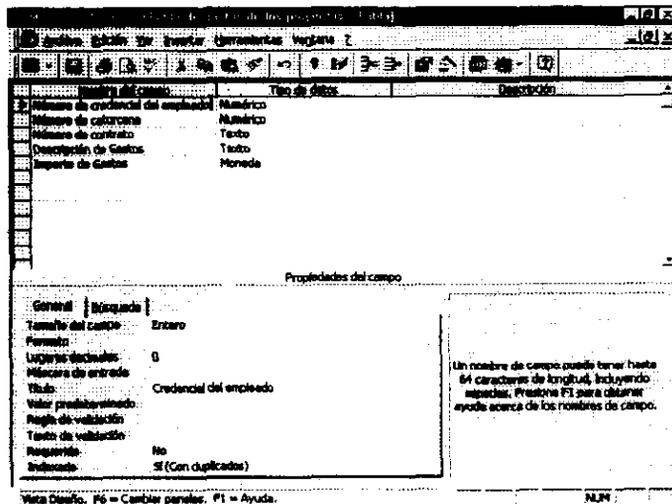


FIGURA 5.6. Diseño de la tabla que contiene la información de los gastos de los proyectos.

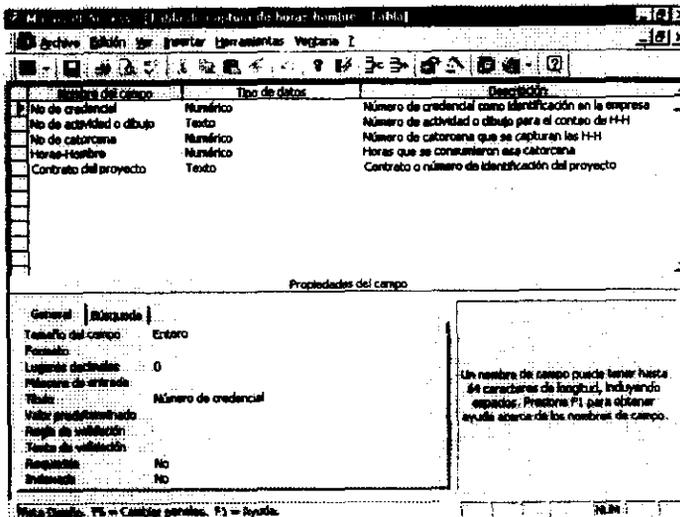


FIGURA 5.7. Diseño de la tabla de captura de las Horas-Hombre.

## 5.4.2 MANEJO DE LA INFORMACIÓN

La siguiente sección que forma el manejo de la información contenida en las tablas, es la sección de consulta, en donde se adaptaron los requerimientos del sistema planteados con anterioridad y que en este apartado, se utilizarán para procesar nuestra información. Las tablas de información de las especialidades se utilizaron para consultar que actividad se realiza por un empleado y de que especialidad es originalmente el mismo. Con respecto al empleado, se utiliza los datos de: identificación, sueldo, a que proyecto o proyectos consume H-H; ya que esta es la información clave para poder relacionar los datos.

La información de gastos también se relacionará, ya que de ellos se obtendrá el monto que existe en cada proyecto, de donde provienen y quien los realizó. De la información de almacenamiento o captura se extraerán las fechas con sus respectivos consumos de H-H en los diferentes proyectos, de cada empleado.

Se relacionará esta información con el avance de los diferentes proyectos, para obtener el consumo de H-H comparándolas con las fechas estipuladas. Se realizará una consulta de facturación, en donde se obtendrá los cobros al cliente, ya sea mensual o al finalizar el proyecto, con la tabla información de la captura y del proyecto.

Esta metodología se resume en la figura 5.8, la cual muestra un diagrama de flujo, presentando el manejo de la información disponible y su respectiva operación a relacionar.

Dentro de la sección de consultas se realizaron los filtrados y operaciones correspondientes para la obtención de lo que se requiere del sistema. En las figuras 5.9 y 5.10 se presentan algunos de los diseños de las consultas, en donde se filtra la información para ser manejada, procesada y presentada.

#### **5.4.3 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Con el filtrado que se presento en las consultas, se procedió a realizar los informes de cada una de las tablas, para ser impresas en papel cuando se desee, como se muestra en algunos ejemplos, en las figuras 5.11 y 5.12.

Por último se procedió a realizar sus formularios o presentación en pantalla y poderlos relacionar para ser enlazada con cada elemento en común, en ambiente de pantallas Windows, para poderse desplazar en cada uno de los diferentes elementos del sistema de control, ya sean tablas, consultas o informes. Figuras 5.13, 5.14, 5.15 y 5.16.

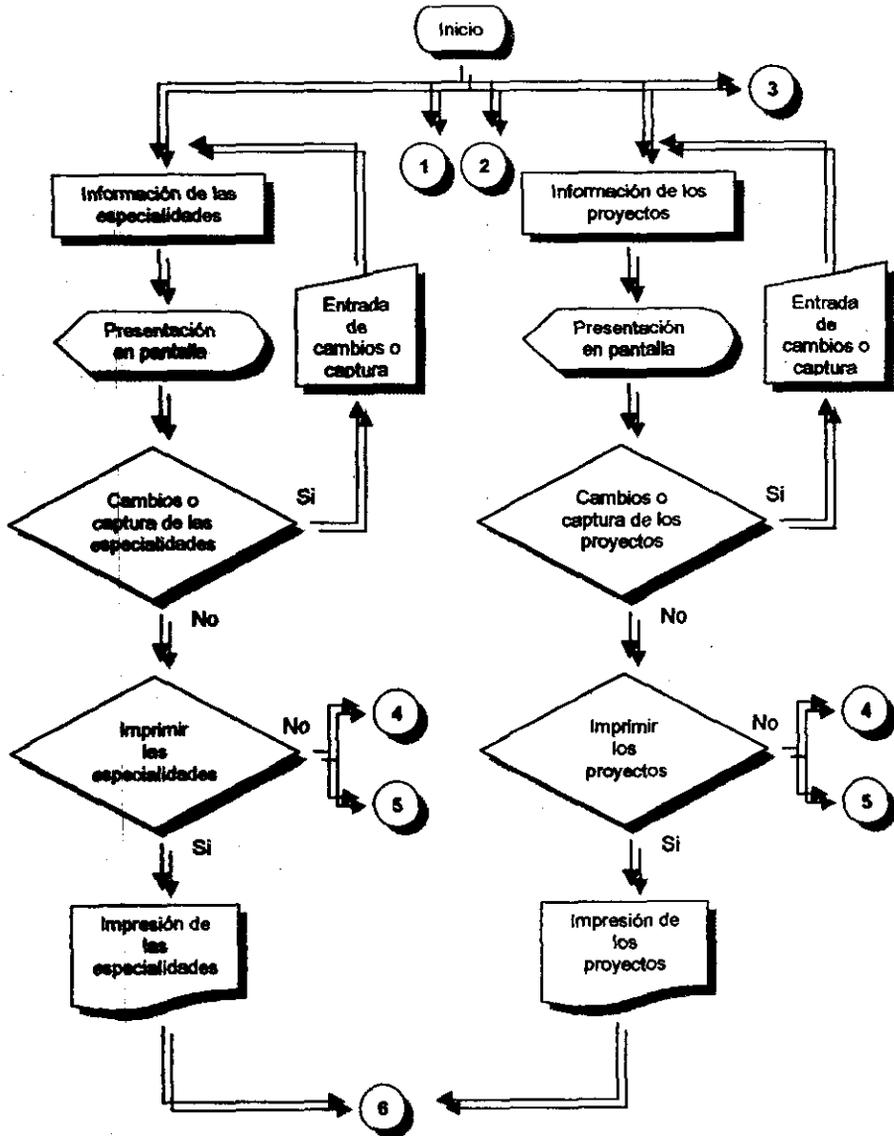


Figura 5.8

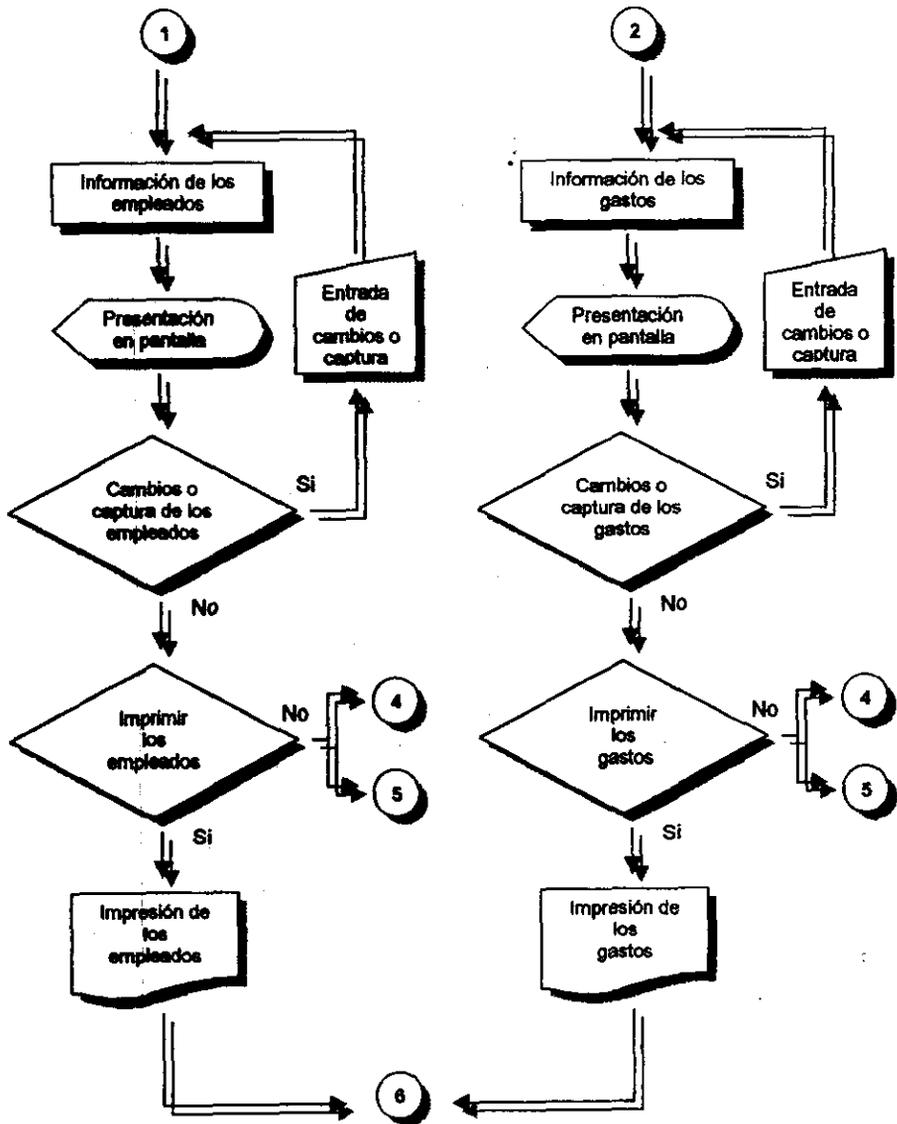


Figura 5.8 (continuación)

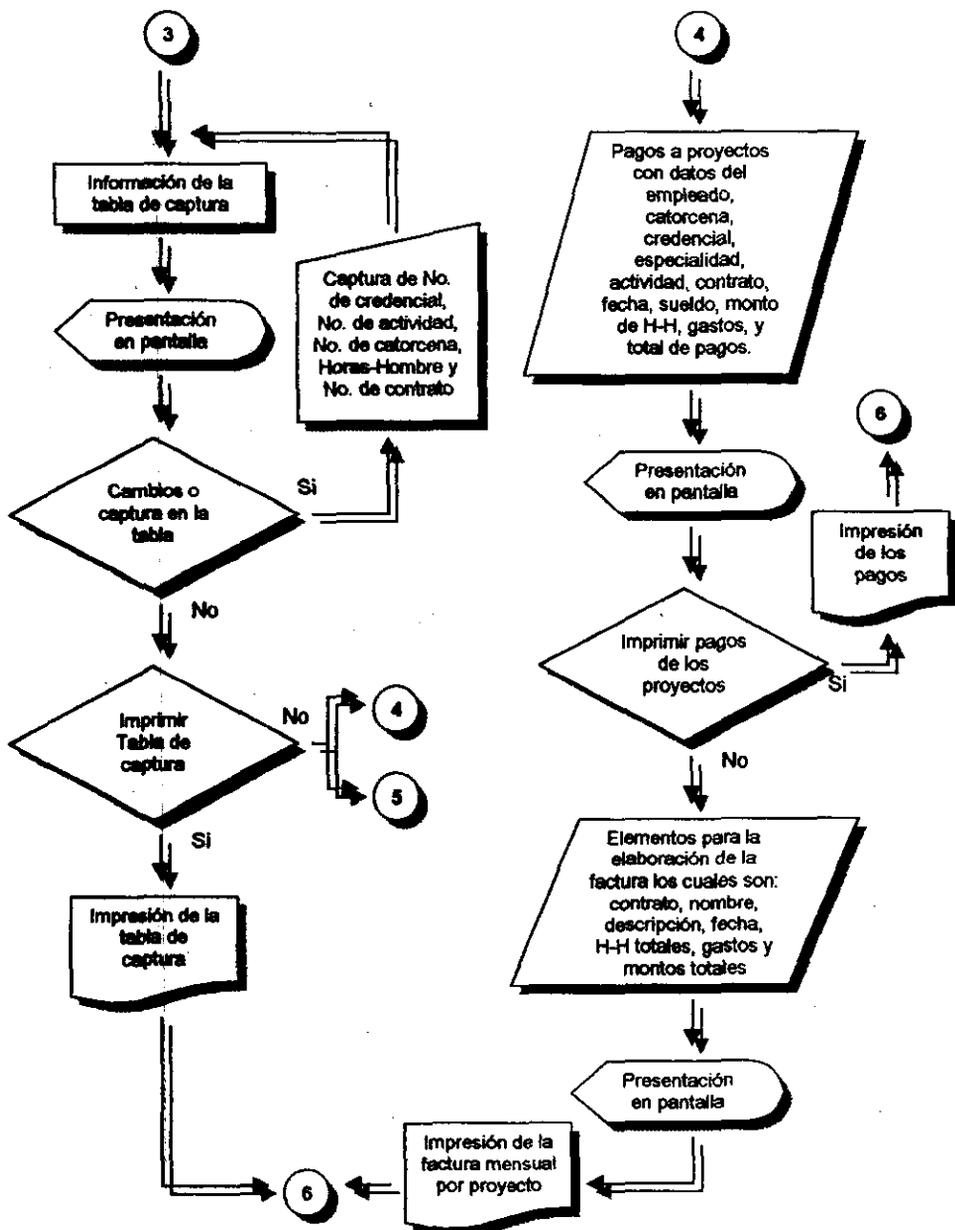


Figura 5.8 (continuación)

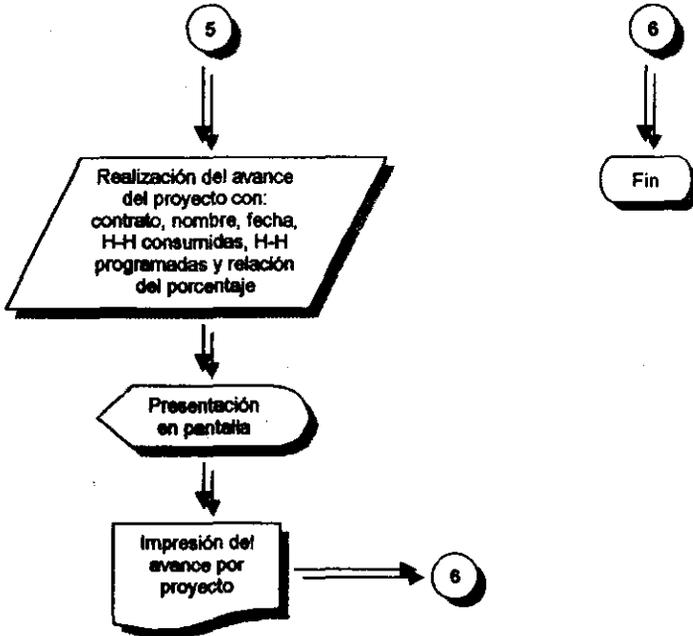


FIGURA 5.8. Diagrama de flujo de las tablas y su relación con las demás operaciones del sistema.

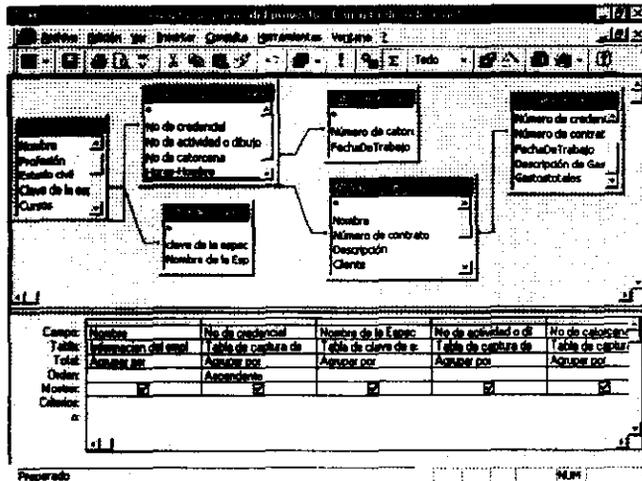


FIGURA 5.9. Pantalla del diseño de la consulta de pagos de los proyectos.

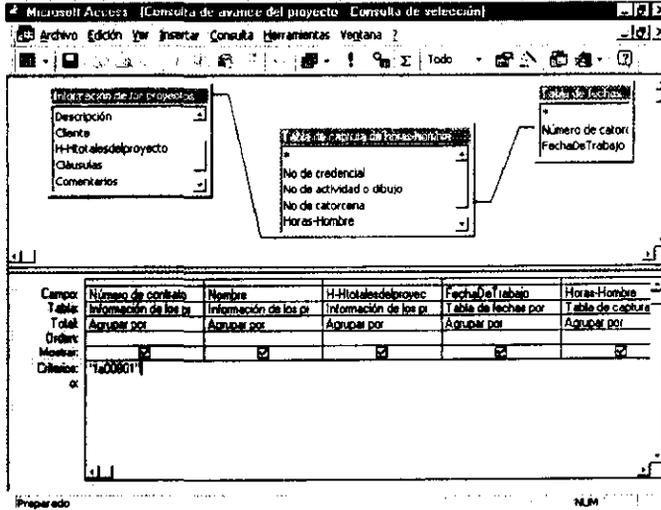


FIGURA 5.10. Pantalla de diseño de la consulta de avance de los proyectos.

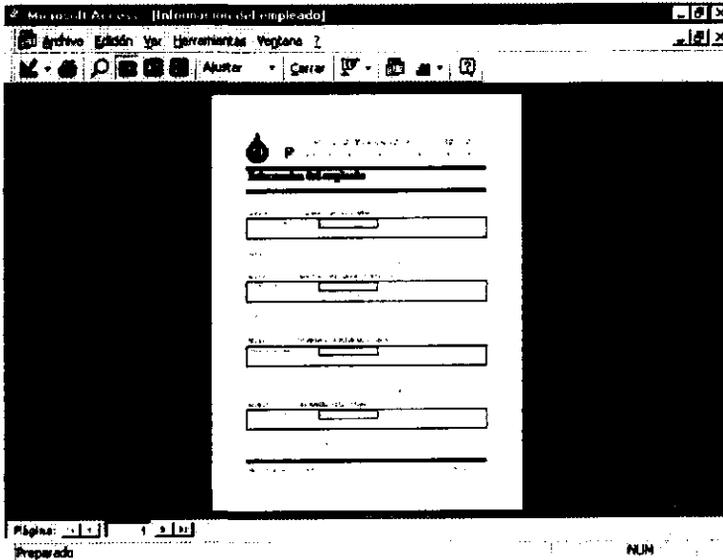


FIGURA 5.11. Presentación de un informe de la información del empleado.

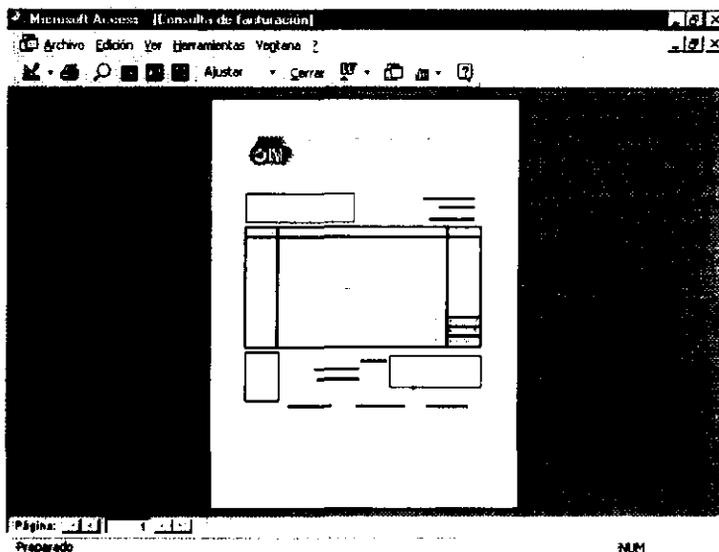


FIGURA 5.12. Presentación de una factura mensual de un proyecto.

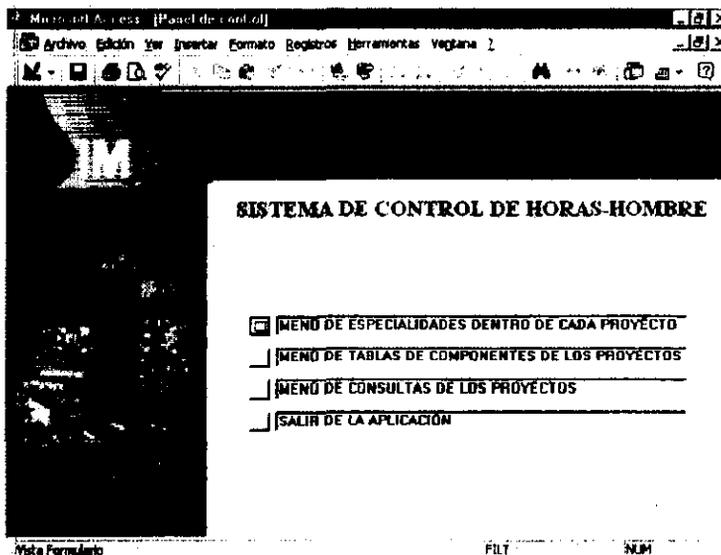


FIGURA 5.13. Pantalla del menú principal del sistema de control de H-H.

**INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO**  
**PROYECTOS DE EXPLORACION**

**TABLA DE CAPTURA DE HORAS-HOMBRE**

Número de credencial: 957  
 No. de actividad o dibujo: 16  
 No. de estacion: 2  
 Retos-Reserva: 4  
 Contrato del proyecto: FAD0010

Buttons:

FIGURA 6.14. Pantalla de captura de las horas-hombre del sistemas de control.

**INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO**  
**PROYECTOS DE EXPLORACION**

**CONSULTA DE PAGOS DE LOS PROYECTOS**

Nombre del empleado: AGLAYE SOM ARTURO JORGE | Número de credencial: 7482

Nombre de la Especialidad: | Clase de proceso: | No. de actividad o dibujo: 32 | No. de estacion: 14 | Fecha de trabajo: 24/07/98 | Contrato del proyecto: FAD0008

Apellido del empleado por hora	Horas-Hombre	Gastos totales
95	48	\$57,364.00
		Monto de las Horas-Hombre
		\$54,888.00
		Total del pago
		\$511,354.00

Buttons:

FIGURA 6.16. Pantalla de consulta de pagos de los diferentes proyectos.

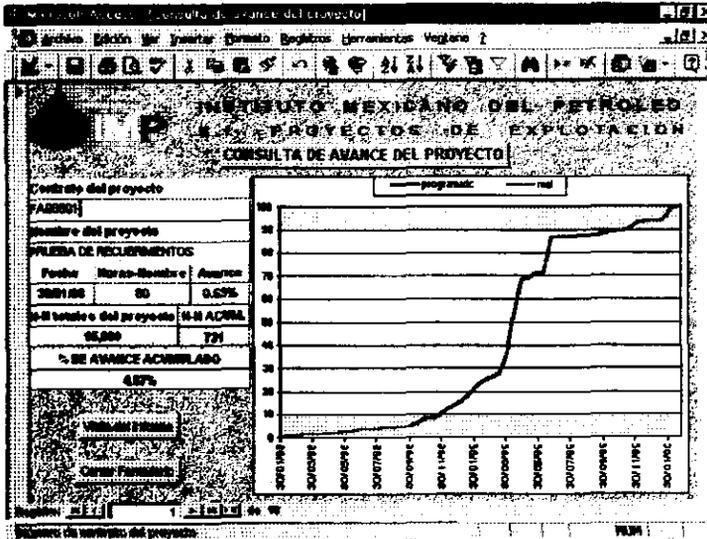


FIGURA 5.16. Pantalla de consulta de avance de los proyectos del sistemas de control de Horas-Hombre.

Con esta serie de pasos se culmina la realización del sistema de control con los requerimientos que se plantearon desde el inicio, este sistema se presenta como una propuesta para el control establecido, pero tiene la ventaja de que se pueda realizar cambios que más adelante puede demandar el sistema y actualizarlo para mantener el seguimiento de las H-H. Este es un ejemplo de lo que pueden surgir con diferentes requerimientos o necesidades de otra firma. Esto se presenta como pantalla de presentación que se pueden realizar en otros sistemas de bases de datos, ya que sólo satisface las necesidades planteadas por cada empresa, de hecho la metodología sigue siendo la misma para todos los casos que se plantean.

---

## CONCLUSIONES

Dentro de los diferentes papeles del Ingeniero químico en la ingeniería de proyectos, esta la de líder de proyectos, en donde una de las muchas actividades es el estimado de las Horas-Hombre, que implica la realización de un proyecto, este punto, en muchas ocasiones genera la utilización de reglas heurísticas, o lo que es igual uso de la experiencia para cuantificar las H-H de cada actividad que se realizará a lo largo de ese proyecto. Es por tal, que aquí se presentó una recopilación del cálculo de las H-H con un anexo que muestra las H-H máximas, promedio y mínimo de las diferentes especialidades que abarca un proyecto de ingeniería, dicha información puede ser utilizada cuando no se cuenta con datos para realizar un cálculo adecuado, para presentar una propuesta del total de las H-H que involucrará su realización.

Esta información se recopiló de los diferentes proyectos que ha realizado el Instituto Mexicano del Petróleo, pero uno de los puntos muy importantes es que ese anexo de H-H por especialidad con sus actividades puede disminuir, en el caso en que el personal involucrado, tenga varios años de experiencia desempeñando esa actividad o serie de actividades, esto es importante, ya que se puede enriquecer este anexo a medida que se obtenga más experiencia al realizar las mismas actividades por el equipo de trabajo, lo cual implica la disminución de Horas-Hombre en la realización de proyectos repetitivos y poder plasmar los datos obtenidos por la práctica, dando como resultado información propia obtenida de la experiencia del grupo de trabajo para contar con H-H de actividades generadas por la empresa que lo realizó.

Este conjunto de información se presentó como una metodología para poder realizar esta serie de actividades, que implica el cálculo, seguimiento y procesamiento de H-H, ya que en muchos de los casos no se cuenta con información para poder realizar estas actividades, por ser datos que solo se obtienen dentro de las firmas de ingeniería, ya que no son proporcionados con mucha facilidad. Por lo antes mencionado, este trabajo es una herramienta de ayuda para los ingenieros que no cuenten con información para el desempeño de sus actividades donde estén incluidas las Horas-Hombre.

Es muy común que la información que deriva del origen de las H-H de su evaluación y control, no sea siempre presentada lo más completa o requerida por el cliente, por tal, el cliente es quien indirectamente establece como quiere el seguimiento de su proyecto, por lo que la presentación del avance se realiza dependiendo que tan clara o complicada lo solicita el cliente.

Las variables que debe controlar el responsable del proyecto para no tener un desequilibrio de la propuesta ya expuesta al cliente, para la realización de su proyecto son:

- **Contratación o asignación del personal adecuado, para aumentar la productividad del trabajo a realizar.**
- **Vigilar la tendencia de aumento de salarios a lo largo del desarrollo de un proyecto.**
- **Vigilancia estricta de los tiempos que consumen los empleados en las actividades.**
- **Control de intercambio de información eficiente en las partes involucradas.**
- **Estricta vigilancia del cumplimiento de las fechas claves.**

En la actualidad los sistemas de informática son ampliamente utilizados y la ingeniería de proyectos no escapa a este desarrollo. A medida que los proyectos generan grandes cantidades de información es cada vez más necesario utilizarlos, esto con el fin de llevar un seguimiento más eficiente y sin retrasos, ya que estos generarían tropiezos que dan como resultado pérdida de tiempo, y por consiguiente pérdida de ganancias.

Al tener un control estrecho de la información que generan las H-H se puede observar, si en dado caso existieran desviaciones no programadas para tomar acciones correctivas y satisfacer adecuadamente a los clientes.

Por lo antes dicho, la implantación de un sistema de control de H-H, da una herramienta muy útil para este problema, ya que la dificultad aumenta a medida que la información crece o implica la designación del mismo personal a diferentes proyectos.

De esto surge una nueva problemática, en donde las diferentes firmas de ingeniería tienen diferentes requerimientos, que en la mayoría de las veces no se puede estandarizar para todas, lo cual nos lleva, que cada sistema solamente satisfecerá los requerimientos que se hayan estipulado al inicio de la

realización del mismo. Pero en este trabajo se mostró la información necesaria y presentada en un control de H-H, que puede ser adaptada para el desarrollo de cualquier sistema, dentro de otra firma de ingeniería, o en dado caso esta metodología expuesta, puede servir como punto de partida para realizar el sistema de control de H-H que requiera cierta empresa, para su mejor desempeño en esta tarea.

A continuación se enlista de forma general los pasos que se deben seguir para desarrollar una base de datos.

- Establecer los requerimientos o necesidades que se esperan que realice el sistema.
- Determinar que tipo de base de datos se quiere utilizar, ya sea la manera de escogerlo por costo, dificultad o disponibilidad.
- Englobar por separado la información que se quiera manejar para que no exista confusión y el manipuleo de la información no presente problema,
- Realizar las operaciones de los datos en forma de secuencia y no realizarla en forma cruzada, ya sea que pueda presentar complicaciones o conflictos que sean difíciles de entender.
- Diseñar las pantallas de presentación cuando se compruebe que la información que se despliega es la que se requiere para no alternar los resultados.

Con esto, se puede decir que la finalidad de la tesis fue cubierta, lo único que se debe de tomar en consideración es que el sistema que se implantó debe de ser probado para poder detectar los errores que pudiera tener, ya que, por lo general cuando se desarrollan estos sistemas y ser probados en la practica, siempre requieren de modificaciones o cambios para poder funcionar con las condiciones deseadas y requeridas para un desempeño eficiente.

## ANEXO A

Estos datos estadísticos fueron obtenidos de una recopilación de proyectos elaborados por el Instituto Mexicano del Petróleo en la Subdirección de Ingeniería de Proyectos de Explotación.

ESPECIALIDAD EVALUACIÓN Y CONTROL DE PROYECTOS (A)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.(%)	
16	Informes y reportes de activ.	15	13	10	Las H-H =# meses*#personas *150*0.05
17	Evaluaciones sobre avance y consumos de H-H de los proyectos	15	13	10	
18	Estados globales periódicos de documentos de control	15	13	10	
19	Reportes de avance de proyectos	29	26	20	
20	Control de proyectos de desarrollo	10	7	3	
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control	15	9	5	
2	Juntas	8	4	2	
4	Recopilación de información	10	7	3	
6	Manuales y procedimientos	10	5	3	
8	Servicios auxiliares a los proyectos	5	3	2	Sumar las H-H de distribución de la administración

ESPECIALIDAD DISEÑO DE PROCESO (B)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control	85	70	60	El % para actividades gener. es de 1/9 de las H-H totales.
2	Juntas	20	15	10	
3	Recopilación de información	18	10	5	
8	Servicios auxiliares a los proyectos	10	5	3	Mas H-H por distribución de la administración
16	Desaladoras. Hojas de datos y adquisiciones	180	162	125	Por contrato
17	Paquete de tratamiento de agua. Hojas de datos y adquisiciones	180	162	125	Por contrato
18	Eyectores. Hojas de datos y adquisiciones	175	136	96	Por contrato
19	Clarificadores. Hojas de datos y adquisiciones	180	162	125	Por contrato

ESPECIALIDAD DISEÑO DE PROCESO (B)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
20	Desmineralizadores. Hojas de datos y adquisiciones	180	162	125	Por contrato
21	Filtros. Hojas de datos y adquisiciones	175	138	98	Por contrato
22	Mallas separadoras. Hojas de datos y adquisiciones	136	108	79	Por contrato
23	Cloradores. Hojas de datos y adquisiciones	180	162	125	Por contrato
24	Productos químicos, catalizadores, resinas y deshidratantes H.D. y O.A	155	118	80	Por contrato
32	Balances de materia y energía	27.5	23	18	Por equipo total por servicio que intervengan en el B.M.E
33	Requerimientos de servicios auxiliares y agentes químicos	40	35	25	Por requerimiento
34	Dimensionamiento preliminar de equipo	3	2.3	1.5	Equipo total por servicio
35	información complementaria	7.6	5.8	4	Equipo total por servicio
36	Hojas de datos, compresores, ventiladores y expansores	22	17	12	Por equipo
37	Información proceso diseño de cambiadores de calor	13	10	7	Por equipo
38	información proceso diseño de calentadores a fuego directo	45	35	14	Por equipo
39	Hojas de datos de recipientes	18	14	10	Por equipo
40	Hojas de datos de torres	85	67	40	Por equipo
41	Hojas de datos de internos	14	12	10	Por equipo
42	Hojas de datos equipos paquete	68	57	46	Por equipo
43	Hojas de datos reactores	45	32	18	Por equipo
44	Hojas de datos desaeradores	45	32	18	Por equipo
45	Hojas de datos deshidratadores	45	32	18	Por equipo
46	Hojas de datos otros equipos	45	32	18	Por equipo
56	Bases de diseño	3.2	2.4	1.6	Por equipo total por servicio cuando se requiera 6 H-H c/u

ESPECIALIDAD DISEÑO DE PROCESO (B)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
57	Esquema de Proceso.	204	153	102	Por contrato
58	Descripción del proceso.	3.3	2.3	1.3	Equipo total por servicio.
59	Criterios de Diseño.	3.8	2.9	1.9	Equipo total por servicio.
60	Lista de Equipo.	1.3	0.9	0.5	Equipo total por servicio.
61	Filosofía Operacional.	3	2.2	1.4	Equipo total por servicio.
62	Libro de Proceso.	87	68	48	Por contrato
63-70	Diagrama de Flujo de Proceso.	7	5.1	4	Equipo total por servicio incluyen revisiones.
71-75	Diagrama de Serv. Auxiliares.	3.7	3.1	2.5	No. de equipos por serv. Que requieran serv. Aux.
84	Comentarios D.T.I. Proceso.	22	16	10	Por D.T.I.
125	Comentarios D.T.I. Servicios Auxiliares	22	16	10	Por D.T.I.
126	Comentarios D.T.I. Sistema de Vacío.	22	16	10	Por D.T.I.

ESPECIALIDAD PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS (C)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min. (%)	
16	Programa mecanizado de ingeniería básica	10	5	2	
17	Programa mecanizado de ingeniería de detalle	25	20	15	
18	Programa condensado del proyecto	8	5	2	
19	Programa de barras de ingeniería básica y/o de detalle	10	7	4	
20	Reprogramaciones	9	6	3	
21	Programa de terminación	9	6	3	
22	Curvas de avance	26	23	15	
23	Reporte de la estimación y control de avance	10	7	4	
24	Información para cargas de trabajo	9	3	2	
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control	15	11	6	
2	Juntas	10	5	3	
3	Servicios auxiliares a los proyectos	6	2	1	Sumar las H-H de la administración

ESPECIALIDAD ESTIMACIÓN Y CONTROL DE COSTOS (C)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.(%)	
16	Estimado de costo de equipo	12	6	3	
17	Estimado de costo de requisición de materiales	15	9	6	
18	Control de costo de equipo y materiales	15	9	6	
19	Estimados de H-H de ingeniería básica y/o de detalle	32	28	20	
21	Estimados de costos de ingeniería	6	2	1	
22	Control de costos de ingeniería	8	4	2	
23	Reporte de la estimación de control de avance	8	5	2	
24	Información para cargas de trabajo	8	4	2	
25	Estimados detallados con precios unitarios	8	4	2	
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control	25	17	13	
2	Juntas	10	5	3	
4	Recopilación de información	10	5	3	
8	Servicios auxiliares a los proyectos	6	2	1	

ESPECIALIDAD EVALUACIONES Y ANÁLISIS ECONÓMICO (C)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.(%)	
16	Análisis de información para estudios específicos	7	5	2	
17	Estimados de costos de inversión	18	14	11	
18	Estimados de costos de operación y arranque	5	3	1	
19	Análisis económico-financiero	10	7	5	
20	Evaluaciones económicas de alternativas de proceso	15	10	8	
21	Análisis económico de proveedores	22	18	13	
22	Estimado de costos de fletes y aranceles	20	18	10	
23	Actualización de índices diversos	10	8	5	
24	Pronóstico de costo diversos	7	4	2	
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control	9	6	3	
2	Juntas	6	4	2	
8	Servicios auxiliares a los proyectos	5	3	2	Sumar las H-H de distribución de la administración

ESPECIALIDAD INGENIERÍA MECÁNICA (D)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
	<b>Bombas centrífugas y accionadores</b>				
16L	Selección	27	24	20	
16M	Especificaciones	12	10	8	
16R	Requisición	6	5	4	
16T	Tabulación	16	14	12	
16U	Documentos de compra	13	11	9	
16W	Revisión de dibujos	35	31	26	
	<b>Actividades generales</b>				
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control	19	17	15	
2	Juntas	4	2	2	
	<b>Total</b>	<b>132</b>	<b>114</b>	<b>96</b>	
	<b>Bombas de desplazamiento positivo y accionadores</b>				
17L	Selección	27	24	20	
17M	Especificaciones	12	10	8	
17R	Requisición	6	5	4	
17T	Tabulación	16	14	12	
17U	Documentos de compra	13	11	9	
17W	Revisión de dibujos	35	31	26	
	<b>Actividades generales</b>				
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control	19	17	15	
2	Juntas	4	2	2	
	<b>Total</b>	<b>132</b>	<b>114</b>	<b>96</b>	

ESPECIALIDAD INGENIERÍA MECÁNICA (D)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
	<b>Compresores centrífugos y accionadores</b>				
18L	Selección	98	85	75	
18M	Especificaciones	43	37	29	
18R	Requisición	22	20	17	
18T	Tabulación	59	51	45	
18U	Documentos de compra	48	42	37	
18W	Revisión de dibujos	127	113	98	
	<b>Actividades generales</b>				
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control	71	62	58	
2	Juntas	12	10	9	
	<b>Total</b>	<b>480</b>	<b>420</b>	<b>368</b>	
	<b>Compresores recíprocos y accionadores</b>				
19L	Selección	56	47	39	
19M	Especificaciones	25	21	17	
19R	Requisición	13	11	9	
19T	Tabulación	34	28	23	
19U	Documentos de compra	27	23	19	
19W	Revisión de dibujos	74	63	50	
	<b>Actividades generales</b>				
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control	41	34	29	
2	Juntas	8	11	8	
	<b>Total</b>	<b>278</b>	<b>238</b>	<b>194</b>	

ESPECIALIDAD INGENIERÍA MECÁNICA (D)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
	<b>Grúas</b>				
20L	Selección	13	11	9	
20M	Especificaciones	7	6	4	
20R	Requisición	4	3	2	
20T	Tabulación	10	8	7	
20U	Documentos de compra	8	6	5	
20W	Revisión de dibujos	21	17	14	
	<b>Actividades generales</b>				
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control	15	13	10	
2	Juntas	2	2	2	
	<b>Total</b>	<b>99</b>	<b>68</b>	<b>53</b>	
	<b>Turboexpansores</b>				
22L	Selección	75	64	53	
22M	Especificaciones	33	28	23	
22R	Requisición	17	14	12	
22T	Tabulación	45	38	32	
22U	Documentos de compra	37	31	26	
22W	Revisión de dibujos	98	84	72	
	<b>Actividades generales</b>				
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control	54	47	39	
2	Juntas	10	8	6	
	<b>Total</b>	<b>369</b>	<b>314</b>	<b>263</b>	

ESPECIALIDAD INGENIERÍA MECÁNICA (D)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
	Paquetes de aire				
23L	Selección	52	64	38	
23M	Especificaciones	33	19	17	
23R	Requisición	12	10	9	
23T	Tabulación	31	27	23	
23U	Documentos de compra	9	8	6	
23W	Revisión de dibujos	67	58	49	
	Actividades generales				
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control	37	32	27	
2	Juntas	6	6	4	
	Total	247	204	173	
	Aire acondicionado otros equipos				
24L	Selección y especificación	260	230	200	
24R	Requisición	50	40	20	
24T	Tabulación	90	70	50	
24U	Documentos de compra	52	35	20	
24W	Revisión de dibujos	70	60	50	
	Actividades generales				
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control	65	50	35	
2	Juntas	40	35	20	
	Total	627	520	395	
26	Anteproyecto de aire acondicionado	350	300	200	

ESPECIALIDAD INGENIERÍA MECÁNICA (D)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
	Planos de aire acondicionado				
27	Distribución de ductos cuarto de eléctrico (plantas y cortes)	110	90	60	
28	Distribución de ductos cuarto de instrumentos (plantas y cortes)	105	80	50	
29	Distribución de ductos en oficinas (plantas y cortes)	90	60	30	
30	Casa de máquinas de control eléctrico (plantas y cortes)	85	70	50	
31	Casa de máquinas de control instrumentos (plantas y cortes)	100	70	30	
32	Diagrama de flujo de isométricos de tuberías	190	150	100	
33	Cuadro de equipos y diagramas de control y fuerza	140	110	90	
34	Arreglo general casa de compresores	266	214	161	

ESPECIALIDAD INGENIERÍA DE RECIPIENTES (E)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
	<b>Torres</b>				
16N	Cálculo y diseño	190	157	113	
16Q	Dibujo	137	118	99	
16R	Requisición	9	8	6	
16T	Tabulación	25	30	15	
16U	Documentos de compra	7	5	4	
16W	Revisión de dibujos de fabricante	68	48	30	
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control	64	52	38	
2	Juntas	3	2	1	
7	Asistencia técnica supervisión y control	3	2	1	
8	Servicios auxiliares a los proyectos	7	5	3	
	<b>Reactores</b>				
17N	Cálculo y diseño	211	175	129	
17Q	Dibujo	130	115	100	
17R	Requisición	9	8	6	
17T	Tabulación	24	20	16	
17U	Documentos de compra	6	5	5	
17W	Revisión de dibujos de fabricante	68	48	30	
	<b>Actividades generales</b>				
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control	67	57	45	
2	Juntas	3	2	1	
7	Asistencia técnica supervisión y control	3	2	1	
8	Servicios auxiliares a los proyectos	7	5	3	

ESPECIALIDAD INGENIERÍA DE RECIPIENTES (E)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
	<b>Recipientes a presión</b>				
18N	Cálculo y diseño	111	97	63	
18Q	Dibujo	80	70	60	
18R	Requisición	8	6	5	
18T	Tabulación	21	16	12	
18U	Documentos de compra	5	5	3	
18W	Revisión de dibujos de fabricante	50	36	22	
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control	58	46	34	
2	Juntas	3	2	1	
7	Asistencia técnica supervisión y control	3	2	1	
8	Servicios auxiliares a los proyectos	7	5	3	
	<b>Tanques atmosféricos</b>				
19N	Cálculo y diseño	85	72	42	
19Q	Dibujo	63	54	44	
19R	Requisición	5	3	3	
19T	Tabulación	12	9	6	
19U	Documentos de compra	3	3	1	
19W	Revisión de dibujos de fabricante	44	33	22	
	<b>Actividades generales</b>				
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control	56	45	33	
2	Juntas	3	2	1	
7	Asistencia técnica supervisión y control	3	2	1	
8	Servicios auxiliares a los proyectos	7	5	3	

ESPECIALIDAD INGENIERÍA DE RECIPIENTES (E)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
	Filtros				
20N	Cálculo y diseño	97	80	62	
20Q	Dibujo	27	25	23	
20R	Requisición	7	6	5	
20T	Tabulación	18	16	13	
20U	Documentos de compra	5	4	4	
20W	Revisión de dibujos de fabricante	50	36	22	
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control	43	36	29	
2	Juntas	3	2	1	
7	Asistencia técnica supervisión y control	3	2	1	
8	Servicios auxiliares a los proyectos	7	5	3	
	Mallas separadoras				
22R	Requisición	8	5	3	Por malla
22T	Tabulación	11	8	5	
22U	Documentos de compra	5	3	1	
22W	Revisión de dibujos de fabricante	18	14	10	

ESPECIALIDAD INGENIERÍA DE TUBERÍAS (F)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control	69	53	43	El % para actividades generales es de 3/17 de las H-H totales
2	Juntas	5	2	1	El 35 % que falta, corresponde a las actividades 261R a 264W
4	Recopilación de información	9	7	5	
6	Manuales y procedimientos	2	1	0.5	
8	Servicios auxiliares a los proyectos	3	2	1	

ESPECIALIDAD INGENIERÍA DE TUBERÍAS (F)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
16	Plano clave de dibujos	236	182	128	Por plano
17	Plano clave de modelo	128	100	72	Por plano
18-80	Planos de tuberías subterránea	150	120	120	Por plano
18F-80F	Estudios planos de tuberías subterránea	200	180	120	Por plano
81-138	Dibujos tuberías plantas y elevaciones	120	100	80	Po plano
81F-138F	Estudios de dibujos tuberías en plantas y elevaciones	160	150	130	Por plano
139	Isométricos líneas críticas de aleación hasta 10 in.	% 6	% 4	% 2	H-H totales de isométricos son: 3.79 * No. De equipo total
140	Isométricos líneas críticas de acero al carbón hasta 10 in.	13	10	7	Que se distribuyen en los % que se indican
141	Isométricos líneas críticas de aleación mayores de 10 in.	5	3	1	
142	Isométricos líneas críticas de acero al carbón mayores de 10 in.	10	7	3	
143	Isométricos fabricación de aleación hasta 10 in.	13	11	7	
144	Isométricos fabricación de acero al carbón hasta 10 in.	39	33	20	

ESPECIALIDAD INGENIERIA DE TUBERIAS (F)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
145	Isométricos fabricación de aleación mayores de 10 in.	9	6	3	
146	Isométricos fabricación de acero al carbón mayores de 10 in.	30	26	15	
149-198	Dibujos tuberías soportes elevados	90	80	60	Por plano
149F-198F	Estudios dibujos de tuberías en soportes elevados	115	100	80	Por plano
199	Planos notas generales para tuberías	152	122	92	Por plano
200	Fabricación bastidores para modelo	8	5	2	Las H-H de taller de maqueta 0.135 * No. de equipo total
201	Fabricación equipos para modelos	85	75	60	Que se distribuyen en los % indicados (200,201 y 202)
202	Fabricación otros componentes para modelos	30	20	15	
203	Selección del modelo a escala	90	80	60	
203F	Estudios para las selecciones del modelo a escala	60	40	30	
231	Plano de líneas entrada y salida límites de batería	320	252	184	H-H por plano
232	Dibujo sistema contra incendio y otros dibujos especiales	400	300	200	H-H por plano
243	Tuberías aleación (serie 600) R.M.	16	12	9	H-H para lista de materiales es 1/9 del total de H-H
244	Tuberías acero al carbón (s-601) R.M.	23	16	10	
245	Tuberías otros materiales (serie 602) R.M.	5	3	1	
246	Válvulas aleación (serie-603) R.M.	5	3	1	
247	Válvulas acero al carbón y otros (serie 604) R.M.	5	3	1	
248	Conexiones aleación (serie 605) R.M.	8	4	2	
249	Conexiones acero al carbón (serie 606) R.M.	8	4	2	
250	Conexiones otros materiales (serie 607) R.M.	5	3	1	
251	Juntas y empaques (serie 608) R.M.	5	3	1	
252	Tomillo, esparragos, pijas, tuercas (serie 609) R.M.	8	4	2	
253	Mangueras y equipo contra incendio (serie 610) R.M.	4	2	1	

ESPECIALIDAD INGENIERÍA DE TUBERÍAS (F)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
255	Material y equipo seguridad y protección personal	12	7	3	
256	Material anticorrosivo	6	3	1	
257	Material para aislamiento	12	7	3	
258	Materiales especiales y enfriadores	15	10	5	
259	Equipo especial	8	4	2	
260	Material para modelos a escala	15	10	5	
	Tuberías prefabricada de acero al carbón hasta 10 in.				Las H-H totales son el 35 % de las actividades generales que incluyen 261 a 264, para obtener las H-H por actividad usar factor
261R	Requisición	0.38	0.376	0.33	
261T	Tabulación	0.019	0.016	0.01	
261U	Documentos de compra	0.011	0.008	0.004	
	Tubería prefabricada de acero al carbón mayor de 10 in.				
262R	Requisición	0.09	0.08	0.06	
262T	Tabulación	0.015	0.013	0.012	
262U	Documentos de compra	0.009	0.007	0.005	
	Tubería prefabricada de aleación hasta 10 in.				
263R	Requisición	0.38	0.376	0.33	
263T	Tabulación	0.019	0.016	0.01	
263U	Documentos de compra	0.011	0.008	0.004	
	Tubería prefabricada de aleación mayor a 10 in.				
264R	Requisición	0.09	0.08	0.06	
264T	Tabulación	0.015	0.013	0.012	
264U	Documentos de compra	0.009	0.007	0.005	
265	Volumenes de obra	18	15	12	H-H por equipo total

ESPECIALIDAD INGENIERÍA DE CONTROL (G)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control	60	55	40	El % para actividades generales es de 1/9 del total de H-H estim.
2	Juntas	20	15	10	
4	Recopilación de información	30	20	10	
8	Servicios auxiliares a los proyectos	15	10	5	
16	Hojas de datos	0.4	0.35	0.3	Por instrumento
17	Válvulas de control	11	10	9	Por instrumento
18	Válvulas solenoide	7	6	5	Por instrumento
19	Válvulas operadas por motor	27	23	20	Por instrumento
20	Tubos Venturi o Dall	15	13	11	Por instrumento
21	Placas de orificio	8	7	6	Por instrumento
22	Tubos Pitot o Annubar	21	18	16	Por instrumento
23	Rotámetros	14	12	9	Por instrumento
24	Medidores desplazamiento positivo	30	26	22	Por instrumento
26	Medidor de flujo tipo magnético	30	26	22	Por instrumento
27	Interruptores por flujo	49	42	37	Por instrumento
28	Instrumentos de nivel	30	26	22	Por instrumento
29	Interruptores de nivel	14	12	10	Por instrumento
30	Vidrios de nivel	13	11	9	Por instrumento
31	Medidores de nivel tipo cinta o regleta	42	37	31	Por instrumento
32	Transmisores de nivel tipo capacitancia	14	12	10	Por instrumento
33	Manómetros	4	3	2	Por instrumento
34	Manómetros de tiro	23	20	18	Por instrumento
35	Interruptores por presión	4	3	2	Por instrumento

ESPECIALIDAD INGENIERÍA DE CONTROL (G)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
36	Transmisores de presión diferencial	7	6	5	Por instrumento
37	Termómetros bimetalicos	5	4	3	Por instrumento
38	Termómetros sistema termal lleno	14	12	9	Por instrumento
39	Termopares y termopozos	5	4	3	Por instrumento
40	Interruptores por temperatura	14	12	9	Por instrumento
41	Consola indicadora de temperatura	4	3	2	Por instrumento
42	Gabinete de alarmas	2	1.5	1	Por instrumento
43	Paquete electrónico	8	7	6.5	Por instrumento
44	Paquete neumático	6	5	4.5	Por instrumento
47	Reloj digital	49	41	33	Por instrumento
48	Manómetros de presión diferencial	21	19	17	Por instrumento
49	Válvulas tipo Trunnion	11	10	8	Por instrumento
50	Válvulas operadas por pistón	10	9	8	Por instrumento
51	Cromatógrafos	60	52	45	Por instrumento
52	Analizadores de humedad	60	52	45	Por instrumento
53	Analizadores de oxígeno	60	52	45	Por instrumento
54	Analizadores de conductividad	60	52	45	Por instrumento
55	Analizadores de PH	60	52	45	Por instrumento
56	Analizadores de otro tipo	60	52	45	Por instrumento
57	Tablero principal de control	63	56	49	Para adquisición del tablero
60	Sistemas de respaldo	202	173	147	Por contrato
61	Mirillas de flujo	13	11	9	Por instrumento
63	Medidores desplazamiento positivo	30	26	22	Por instrumento

ESPECIALIDAD INGENIERÍA DE CONTROL (G)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
64	Materiales para típicos de instalación	3	2.5	2	Por típico de instalación
65	Requisición de materiales para tableros de control	42	35	28	Por tablero
70	Índice de instrumentos lleno	306	268	230	Por contrato
71	Diseño y selección de diagramas funcionales de instrumentación	3	2.5	2	Por diagrama
72	Sumario de válvulas de control	17	15	13	Por contrato
73	Sumario de placas de orificio	17	15	13	Por contrato
74	Sumario de alarmas paros y/o arranques	63	62	60	Por contrato
75	Sumario para instalación de instrumentos de nivel	17	15	13	Por contrato
76	Selección de típicos de instalación	5	4.5	3	Por típico
79	Volumen de obra para proceso	150	120	90	Por contrato
80	Bases de diseño de tablero principal	150	126	103	Por tablero
81-99	Planos de tableros principal de instrumentos	202	170	136	
100	Diagramas funcionales de instrumentos especiales	3	21.5	2	Por diagrama
101-108	Diseño y dibujo de típicos de instalación especiales	5	4.5	3	Por típico
109-110	Diseño y dibujo de tableros locales	120	102	83	Por tablero
111	Tablero principal de instrumentos e isométricos con distribución	12	10	8	Por instrumento
118	Componentes de los sistemas de instrumentación para tablero principal	29	25	20	
119	Diagramas lógicos de control	8	7	6	Por circuito
120	Planos de localización de instrumentos electrónicos	150	127	104	
121	Plano de localización de instrumentos neumáticos	150	127	104	
122	Plano de suministro de aire para instrumentación electrónica	15	127	104	
123	Plano de conducción de señales neumáticas y cajas de distribución	64	56	49	
124-135	Plano de alambrado e interconexión eléctrica	124	105	86	

ESPECIALIDAD INGENIERÍA DE CONTROL (G)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
136	Planos de alambrado típico de los sistemas	30	27	22	
137	Diagrama de flujo de proceso	37	32	28	Por diagrama
138	Diagramas de flujo de proceso servicios auxiliares	4	3	2	Por diagrama
139	Diagramas de tuberías e instrumentación de proceso	9	8	7	Por D.T.I.
140	D.T.I. De servicios auxiliares	7	6	5	Por D.T.I.
141	D.T.I. Servicios a calentador	9	8	7	
142	D.T.I de lubricación arranques	9	8	7	
143	D.T.I. de desfogue	7	6	5	
144	D.T.I. Sistemas de vacío	7	6	5	
146	D.T.I. Diversos para proceso	9	8	7	
147	Localización, orientación y dimensionamiento de boquillas	7	6	5	Por D.T.I.
148	Diagrama de control unifilar	29	25	20	
149	Diagrama de control eléctrico	29	25	20	

ESPECIALIDAD INGENIERÍA ELÉCTRICA (H)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
			%		
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control		51.19		
2	Juntas		17.93		
4	Recopilación de información		9.27		
6	Manuales y procedimientos		3.66		
7	Asistencia técnica		1.03		
8	Servicios auxiliares a los proyectos		16.92		

ESPECIALIDAD INGENIERÍA ELÉCTRICA (H)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
16	Clasificación de áreas	185	140	95	
17	Diagrama unifilar	222	185	148	
18	Arreglo de equipo eléctrico	306	250	194	
19	Sistema general de fuerza	315	242	169	
20	Cédula de conductores y tuberías	122	96	70	
21	Cortes de ductos	201	153	105	
22	Sistema general tierra y apartarrayos	208	162	116	
23	Sistema general de alumbrado	332	255	178	
24	Alumbrado tonos y recipientes	153	130	107	
25	Alumbrado en edificio de control	200	159	118	
26	Alumbrado en edificio compresores	194	158	122	
28	Cuadro de carga y especificaciones	179	153	127	
29	Alumbrado de homos	138	117	96	
30	Diagramas de control	15	10	6	Por motores totales
31	Alumbrado de gabinete de relevadores	299	225	151	
32	Sistema general alimentación de instrumentos	377	302	227	
33	Cédula de conductores y tuberías para instrumentos	135	129	117	
34	Sistema general de intercomunicación y voceo	92	72	52	
35	Coordinación de protecciones	86	71	56	

ESPECIALIDAD INGENIERÍA ELÉCTRICA (H)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
	<b>Tablero tensión media</b>				
36N	Cálculo	70	50	35	
36R	Requisición	10	8	2	
36T	Tabulación	30	23	15	
36U	Documentos de compra	18	13	10	
36W	Revisión de dibujos	55	46	35	
	<b>Total</b>	<b>183</b>	<b>140</b>	<b>97</b>	
	<b>Transformador</b>				
37N	Cálculo	70	50	35	
37R	Requisición	10	8	2	
37T	Tabulación	30	23	15	
37U	Documentos de compra	18	13	10	
37W	Revisión de dibujos	55	46	35	
	<b>Total</b>	<b>83</b>	<b>140</b>	<b>97</b>	
	<b>Tablero baja tensión</b>				
38N	Cálculo	70	50	35	
38R	Requisición	10	8	2	
38T	Tabulación	30	23	15	
38U	Documentos de compra	18	13	10	
38W	Revisión de dibujos	55	46	35	
	<b>Total</b>	<b>183</b>	<b>140</b>	<b>97</b>	

ESPECIALIDAD INGENIERÍA ELÉCTRICA (H)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
	<b>Sistema de fuerza ininterrumpible</b>				
39N	Cálculo	70	50	35	
39R	Requisición	10	8	2	
39T	Tabulación	30	23	15	
39U	Documentos de compra	18	13	10	
39W	Revisión de dibujos	55	46	35	
	<b>Total</b>	<b>183</b>	<b>140</b>	<b>97</b>	
	<b>Generadores eléctricos</b>				
40N	Cálculo	70	50	35	
40R	Requisición	10	8	2	
40T	Tabulación	30	23	15	
40U	Documentos de compra	18	13	10	
40W	Revisión de dibujos	55	46	35	
	<b>Total</b>	<b>183</b>	<b>140</b>	<b>97</b>	
	<b>Otros equipos</b>				
41N	Cálculo	70	50	35	
41R	Requisición	10	8	2	
41T	Tabulación	30	23	15	
41U	Documentos de compra	18	13	10	
41W	Revisión de dibujos	55	46	35	
	<b>Total</b>	<b>183</b>	<b>140</b>	<b>97</b>	

ESPECIALIDAD INGENIERIA ELÉCTRICA (H)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
	Requisiciones de materiales				
42	Fuerza	6	3	1	Por equipo
43	Alumbrado	4	2	1	Por equipo
44	Volumenes de obra	7	4.5	2	Por equipo

ESPECIALIDAD CIVIL CONCRETO (I)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
			%		
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control		54		El % para actividades generales 1/9 del total del H-H
2	Juntas		3		
4	Recopilación de información		7.5		
6	Manuales y procedimientos		18		
7	Asistencia técnica		7.5		
8	Servicios auxiliares a los proyectos		10		Además las H-H de distribución de administración

ESPECIALIDAD CIVIL CONCRETO (I)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
81	Análisis, diseño estructural y dibujo para el edificio control e instrumentos	170	138	105	H-H por plano
82	Análisis, diseño estructural y dibujo para edificio de compresores	170	153	135	H-H por plano
83	Análisis, diseño estructural y dibujo de cimentación de diques para tanques	70	58	45	H-H por plano
85	Análisis, diseño estructural y dibujo de marcos de soportería	115	93	70	H-H por plano
86	Análisis, diseño estructural y dibujo de cimentación de bombas	95	78	60	H-H por plano

ESPECIALIDAD CIVIL CONCRETO (I)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
87	Plano clave de cimentación	165	150	130	H-H por plano
88	Distribución parteaguas y nivel de piso terminado	95	80	60	H-H por plano
89	Localización, diseño de registro, pozos de vista, trincheras, etc.	85	68	50	H-H por plano
91	Plano de localización de pilotes	70	60	50	H-H por plano
92	Requisiciones de materiales	8.50%	7.50%	5.00%	De actividades generales
93	Volumenes de obra	5	3	2	
94	Empeques	130	100	85	

ESPECIALIDAD ARQUITECTURA (J)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
			%		
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control		54		El % para actividades generales 0.282 del total del H-H de planos
2	Juntas		3		
4	Recopilación de información		7.5		
6	Manuales y procedimientos		18		
7	Asistencia técnica		7.5		
8	Servicios auxiliares a los proyectos		10		Además las H-H de distribución de administración

ESPECIALIDAD ARQUITECTURA (J)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
16	Cuarto control anteproyecto	90	80	60	H-H por plano
17	Cuarto control plantas y acabados	144	123	102	H-H por plano

ESPECIALIDAD ARQUITECTURA (J)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
18	Cuarto control fachadas	107	90	73	H-H por plano
19	Cuarto control cortes y detalle	92	52	72	H-H por plano
20	Cuarto control instalación hidráulica y sanitaria	110	90	70	H-H por plano
21	Edificio de compresores anteproyecto	90	80	60	H-H por plano
22	Edificio de compresores plantas y acabados	138	112	86	H-H por plano
23	Edificio de compresores fachadas	147	125	103	H-H por plano
24	Edificio de compresores cortes	92	82	72	H-H por plano
25	Edificio de compresores detalles	128	108	84	H-H por plano
32	Casetas de análisis	60	55	50	H-H por plano
33	Volumenes de obra	60	50	40	H-H por edificio incluye material para construcción

ESPECIALIDAD COORDINACIÓN TÉCNICA (K)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
			%		
16	Visitas de coordinación de fabricación inspección y/o expedición		20		
17	Elaboración de reportes de fabricación inspección y/o expedición		18		
18	Revisión, distribución y archivo de información técnica		18		
19	Coordinación de actividades técnicas con jefes de proyecto y especialistas		19		
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control.		19		
2	Juntas		6		

ESPECIALIDAD DIBUJOS FORÁNEOS (K)				
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre		Criterios de aplicación
			%	
16	Expeditación a proveedores inspección y/o expeditación		7	
17	Recepción, clasificación, numeración de dibujos y distribución a especialistas		15	
18	Expeditación interna a especialistas		3	
19	Transmisión de información a fabricantes y distribución interna cliente		9	
20	Archivo de información de fabricantes		15	
21	Libros de proyecto		45	
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control		3	
2	Juntas		2	
6	Manuales y procedimientos		1	

ESPECIALIDAD COORDINACIÓN DE ADQUISICIONES (K)				
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre		Criterios de aplicación
			%	
16	Captación de datos y archivo de documentos fuente, actualización, etc.		96	
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control		3	
2	Juntas		1	

ESPECIALIDAD DEPARTAMENTO DE COMPRAS (K)				
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre		Criterios de aplicación
			%	
16	Revisión y trámite de requisiciones		21	
17	Revisión y trámite cotizaciones técnicas y comerciales y aclaraciones		16	
18	Elaboración de documentos de intento con revisión de tabulación técnica		18	

ESPECIALIDAD DEPARTAMENTO DE COMPRAS (K)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
			%		
19	Revisión, elaboración y trámite de pedidos		15		
20	Revisión y trámite de requerimientos de materiales		15		
21	Archivo de documentos de compra		5		
22	Comunicación con proveedores		4		
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control		4		
2	Juntas		2		

ESPECIALIDAD ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS (L)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
			%		
16	Supervisión de documentos técnicos		14		
17	Control de equipo y materiales		2		
18	Reporte de dibujos		5		
19	Reporte de avance		5		
20	Programa del proyecto		5		
21	Control de cargos al proyecto		3		
22	Alcance del proyecto		2		
23	Procedimiento de trabajo		1		
24	Revisión y distribución de documentos básicos		5		
26	Supervisión documentos de compra		14		
27	Compilación y procedimiento de información técnica		11		
28	Supervisión inicio de actividades en fechas programadas		4		

ESPECIALIDAD ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS (L)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
			%		
29	Control de avance de actividades con programa y consumo de horas-hombre		4		
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control		17		
2	Juntas		3		
4	Recopilación de información		1		
8	Servicios auxiliares a los proyectos		4		

ESPECIALIDAD CONTROL ADMINISTRATIVO Y SERVICIOS (L)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
			%		
18	Control de personal		5		
17	Adquisición y control de materiales y equipo		5		
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control		10		
8	Servicios auxiliares a los proyectos		80		Las H-H para esta actividad son el 8% de las H-H totales del proy

ESPECIALIDAD DISEÑO TÉRMICO DE HORNOS (M)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación Capacidad en MMBTU/HR:
		51-100	101-150	151-200	
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control	85	120	155	
2	Juntas	20	30	40	
4	Recopilación de información	20	20	20	
7	Asistencia técnica	40	40	40	
8	Servicios auxiliares a los proyectos	50	50	50	

ESPECIALIDAD DISEÑO TÉRMICO DE HORNOS (M)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación Capacidad en MM/BTU/HR
		51-100	101-150	151-200	
16A-16-D	Croquis del horno o equipo especial	405	750	1075	
17A-17D	Especificaciones y hojas de datos de quemadores y sopladores de hollín	60	85	90	
18A-18D	Paquete de requisición	125	130	170	
19A-19D	Hojas de datos A.P.I.	110	155	220	
20A-20D	Tabulaciones técnicas de cotizaciones	140	140	195	
21A-21D	Tabulaciones comerciales de cotizaciones	90	95	135	
22A-22D	Dictamen de selección	55	60	80	
23A-23D	Pedidos y suplementos	160	165	220	
24A-24D	Manuales de operación	55	60	75	
	H-H totales	1415	1900	2565	

ESPECIALIDAD DISEÑO TÉRMICO DE HORNOS (M)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación Capacidad en MM/BTU/HR
		Max.	Prom	Min	
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control	160	265	275	
2	Juntas	50	50	60	
4	Recopilación de información	30	30	30	
7	Asistencia técnica	40	40	40	
8	Servicios auxiliares a los proyectos	70	70	70	

ESPECIALIDAD DISEÑO TÉRMICO DE HORNOS (M)					
No. Activ y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		<=100	01-300	301-600	
16A-16D	Requis del horno o equipo especi	975	1790	2570	Capacidad en MM/BTU/HR
17A-17D	Especificac. y hojas de datos quemadores y sopladores de hollin	100	190	240	
18A-18D	Paquete de requisición	150	190	340	
19A-19D	Hojas de datos A.P.I.	125	240	290	
20A-20D	Tabulaciones técnicas de cotizaciones	150	240	295	
21A-21D	Tabulaciones comerciales de cotizaciones	105	180	215	
22A-22D	Dictamen de selección	70	95	120	
23A-23D	Pedidos y suplementos	175	510	590	
24A-24D	Manuales de operación	115	130	230	
	H-H totales	2315	4030	5360	

ESPECIALIDAD DISEÑO MECÁNICO DE HORNOS (M)					
No. Activ y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control	260	235	212	
2	Juntas	85	70	55	
4	Recopilación de información	65	60	55	
7	Asistencia técnica	55	45	30	
8	Servicios auxiliares a los proyectos	80	75	65	
16A-16D	Requisitos específicos y hojas de datos de quemadores y sopladores	55	50	45	
23A-23D	Alcance de suministro y partes de repuesto	45	30	25	
25A-25D	Volumenes de obra	70	50	35	
26A-26D	Ingeniería de dibujos	2700	2685	2100	

ESPECIALIDAD ANÁLISIS DE ESFUERZOS (N)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
16	Apoyos para tuberías en recipientes, cálculo, diseño y dibujo	140	125	110	Por plano equivalente se consideran 4
17	Guías para tuberías en recipientes, cálculo, diseño y dibujo	35	20	10	Por plano se consideran 3 equipos
18	Apoyos para tuberías cálculo, diseño y dibujo	8	5	3	H-H por equipo total
19	Guías para tuberías cálculo, diseño y dibujo	6	3	1	H-H por equipo total
20	Grapas para soporte de tuberías en recipientes, cálculo, diseño y dibujo	170	160	140	Por plano a recipientes mayores a 12m.
21	Detalles apoyo típicos, cálculo diseño y dibujo	120	105	95	H-H por plano
22G	Resortes para tuberías, cálculo, diseño y dibujo	6	3	1	Se multiplican por 0.8 y por número de isométricos
22H	Resorte para tuberías	6	3	1	Se multiplica por 0.2 y por número de isométricos
23	Detalles juntas de expansión, cálculo, diseño y dibujo	2.5	1.5	0.5	Se multiplica por 0.3 y por número de isométricos
24	Soportes colgantes, cálculo, diseño y dibujo	3	1	0.5	H-H por equipo total
25	Soportería en isométricos para líneas críticas aleación hasta 10 in.	10%	8%	6%	Las H-H totales se estiman multiplicando 1.5*No. De isométricos y se distribuyen en los % indicados
26	Soportería en isométricos para líneas críticas de acero al carbón 10 in.	30%	28%	20%	
27	Soportería en isométricos para líneas críticas de aleación mayores a 10 in.	10	5	3	
28	Soportería en isométricos para líneas críticas acero al carbón > a 10 in.	16	12	9	
29	Soportería isométricos fabricación de aleación hasta 10 in.	19	11	6	
30	Soportería isométricos fabricación de acero al carbón hasta 10 in.	32	20	15	
31	Soportería isométricos fabricación de aleación mayores a 10 in.	7	5	3	
32	Soportería isométricos fabricación de acero al carbón mayores a 10 in.	13%	11%	9%	
33	Detalles típicos fabricación de muñones en tuberías	12	8	5	H-H por No. de recipientes mayores a 12 mts.
34	Localización y dimensionamiento de loops de expansión	2.5	1.5	0.5	Las H-H se multiplican por 0.3 y por el número de isométricos
36	Estructuras y/o aditamentos especiales diseño	2.5	1	0.5	H-H por equipo total

ESPECIALIDAD ANÁLISIS DE ESFUERZOS (N)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
37	Análisis de esfuerzos líneas críticas de aleación hasta 10 in.	15%	13%	10%	Las H-H se estiman por 0.3 por el No. de isométricos
38	Análisis de esfuerzos líneas críticas de acero al carbón hasta 10 in.	62%	57%	50%	Las H-H se distribuyen en los % que se indican
39	Análisis de esfuerzos líneas críticas de aleación mayores a 10 in.	9%	7%	5%	
40	Análisis de esfuerzos líneas críticas de acero al carbón mayores a 10 in.	26%	23%	20%	
41	Revisión de isométricos originales	0.5	0.3	0.1	H-H por isométrico
43	Volumenes de obra	1.5	1	0.5	H-H por equipo total
44	Requisiciones de materiales	1	0.5	0.1	H-H por equipo total

ESPECIALIDAD DISEÑO TÉRMICO DE INTERCAMBIADORES (P)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
			%		
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control		55		Estos valores son la distribución del 15% del total de H-H equipo
2	Juntas		25		
3	Estudios específicos y propuestas		15		
4	Recopilación de información		5		

ESPECIALIDAD DISEÑO TÉRMICO DE INTERCAMBIADORES (P)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación Diseño interno del tipo:
		Max.	Prom.	Min.	
	Intercambiadores de calor				Tubos en U, doble espejo, doble tubo y multitubos
17P	Predimensionamiento térmico	4	2	1	Por equipo
17M	Diseño térmico y/o revisión	43	35	25	Por equipo
17O	Hojas de datos	10	8	6	Por equipo
17R	Requisición	120	110	100	Por equipo
17T	Tabulación	12	10	7	Por equipo
17U	Documentos de compra	32	29	26	Por equipo
18	Análisis de esquemas	15	10	7	Por equipo
1-11	Actividades generales	17%	15%	10%	Este % es en base al total de H-H estimadas por equipo
	Enfriadores por aire				
18P	Predimensionamiento térmico	12	10	8	Por equipo
18M	Diseño térmico y/o revisión	53	45	40	Por equipo
18O	Hojas de datos	15	12	9	Por equipo
18R	Requisición	73	65	55	Por equipo
18T	Tabulación	13	10	8	Por equipo

ESPECIALIDAD DISEÑO TÉRMICO DE INTERCAMBIADORES (P)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
18U	Documentos de compra	35	28	20	Diseño interno Por equipo
18	Análisis de esquemas	73	60	50	Por equipo
1-11	Actividades generales	18%	15%	10%	del total de H-H estimadas
	Enfriadores por aire				Diseño externo
18P	Predimensionamiento térmico	12	10	7	Por equipo
18M	Diseño térmico y/o revisión	40	30	19	Por equipo
18O	Hojas de datos	15	10	7	Por equipo
18R	Requisición	80	75	70	Por equipo
18T	Tabulación	65	55	45	Por equipo
18U	Documentos de compra	45	30	25	Por equipo
18P	Análisis de esquemas		5		Por equipo
1-11	Actividades generales	18%	15%	10%	del total de H-H estimadas
	Condesadores de superficie				Diseño interno
18P	Predimensionamiento térmico	15	10	7	
18M	Diseño térmico y/o revisión	45	35	30	
18O	Hojas de datos	12	8	6	
18R	Requisición	80	45	35	
18T	Tabulación	60	50	40	
18U	Documentos de compra	50	42	35	
18	Análisis de esquemas	50	40	30	
1-11	Análisis de esquemas	18%	15%	10%	Del total de H-H estimadas

ESPECIALIDAD DISEÑO TÉRMICO DE INTERCAMBIADORES (P)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
	Condensador de superficie				Diseño externo
19P	Predimensionamiento térmico	45	30	25	Por contrato
19M	Diseño térmico y/o revisión	45	30	25	Por equipo
19O	Hojas de datos	-	-	-	
19R	Requisición	-	-	-	
19T	Tabulación	-	-	-	
19U	Documentos de compra	-	-	-	
18	Análisis de esquemas	15	10	8	Por equipo
1-11	Actividades generales	18%	15%	10%	Del total de H-H estimadas
	Desaeradores				Diseño externo
19P	Predimensionamiento térmico	15	10	8	Por equipo
19M	Diseño térmico y/o revisión	-	-	-	
19O	Hojas de datos	12	8	6	Por equipo
19R	Requisición	65	55	40	Por contrato
19T	Tabulación	90	80	60	Por equipo
19U	Documentos de compra	43	35	25	Por equipo
18	Análisis de esquemas	50	40	20	Por contrato
1-11	Actividades generales	18%	15%	10%	Del total de H-H estimadas
	Torres de enfriamiento				Diseño externo
20P	Predimensionamiento térmico	75	60	50	Por equipo
20M	Diseño térmico y/o revisión	30	21	15	Por equipo
20O	Hojas de datos	15	12	10	Por equipo

ESPECIALIDAD DISEÑO TÉRMICO DE INTERCAMBIADORES (P)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
20R	Requisición	55	45	35	Por contrato
20T	Tabulación	210	190	180	Por equipo
20U	Documentos de compra	45	35	25	Por equipo
16	Análisis de esquemas	50	40	30	Por equipo
1-11	Actividades generales	18%	15%	10%	Del total de H-H estimadas

ESPECIALIDAD DISEÑO MECÁNICO DE INTERCAMBIADORES (P)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
			%		
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control		53		El % de distribución representa el 15% del total H-H por equipo
2	Juntas		17		
3	Estudios específicos y propuestas		16		
4	Recopilación de información		6		
6	Manuales y procedimientos		4		
7	Asistencia técnica		3		
8	Servicios auxiliares a los proyectos		1		

ESPECIALIDAD DISEÑO MECÁNICO DE INTERCAMBIADORES (P)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.(%)	
	Intercambiadores de tipo flotante, tubos U, espejos fijos con y sin juntas de exp.				
17L	Selección de materiales	15	10	7	Por contrato
17N	Prediseño, diseño mecánico y/o revisión de ingeniería	70	63	55	
17Q	Dibujos	50	35	25	
17T	Revisión cotizaciones técnica	10	5	2	
17X	Dibujos APC	25	20	10	
17Y	Dibujos finales	13	10	8	
1-11	Actividades generales	16%	15%	14%	Este % en base al total de H-H estimadas

ESPECIALIDAD DISEÑO MECÁNICO DE INTERCAMBIADORES (P)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
	Intercambiadores de calor de tipo doble tubo y múltiple tubo				Diseño interno
17L	Selección de materiales	15	10		Por contrato
17N	Prediseño, diseño mecánico y/o revisión de ingeniería	70	60	50	Por equipo
17Q	Dibujos	55	47	40	Por equipo
17T	Revisión cotizaciones técnicas	10	5	3	Por equipo
17X	Dibujos APC	25	20	15	Por equipo
17Y	Dibujos finales	15	10	7	Por equipo
1-11	Actividades generales	18%	15%	10%	Este % en base al total de H-H estimadas

ESPECIALIDAD DISEÑO MECÁNICO DE INTERCAMBIADORES (P)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
	Intercambiadores de calor de tipo alta presión y reactores				Diseño interno
17L	Selección de materiales	13	10	5	Por contrato
17N	Prediseño, diseño mecánico y/o revisión de ingeniería	150	147	135	Por equipo
17Q	Dibujos	135	121	110	Por equipo
17T	Revisión cotizaciones técnicas	20	15	10	Por equipo
17X	Dibujos APC	65	54	40	Por equipo
17Y	Dibujos finales	70	63	50	Por equipo
1-11	Actividades generales	18%	15%	10%	Este % en base al total de H-H estimadas
	Enfriadores con aire				Diseño interno
18L	Selección de materiales	20	15	10	Por contrato
18N	Prediseño, diseño mecánico y/o revisión de ingeniería	215	202	190	Por equipo
18Q	Dibujos	155	140	120	Por equipo
18T	Revisión cotizaciones técnicas	12	7	5	Por equipo
18X	Dibujos APC	70	64	50	Por equipo
18Y	Dibujos finales	45	38	30	Por equipo
1-11	Actividades generales	18%	15%	10%	Este % en base al total de H-H estimadas
	Enfriadores con aire				Diseño Externo
18L	Selección de materiales	20	15	10	Por contrato
18N	Prediseño, diseño mecánico y/o revisión de ingeniería	145	130	120	Por equipo
18T	Revisión cotizaciones técnicas	20	10	5	Por equipo
18Y	Dibujos finales	75	66	50	Por equipo
1-11	Actividades generales	18%	15%	10%	Este % en base al total de H-H estimadas

ESPECIALIDAD DISEÑO MECÁNICO DE INTERCAMBIADORES (P)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
	Condensadores de superficie				Diseño interno
19L	Selección de materiales	55	41	33	Por contrato
19N	Prediseño, diseño mecánico y/o revisión de ingeniería	160	147	120	Por equipo
19Q	Dibujos	100	80	70	Por equipo
19T	Revisión cotizaciones técnicas	80	70	60	Por equipo
19X	Dibujos APC	55	43	30	Por equipo
19Y	Dibujos finales	35	23	15	Por equipo
1-11	Actividades generales	18%	15%	10%	Este % en base al total de H-H estimadas
	Desaeradores				Diseño interno
19L	Selección de materiales	20	15	10	Por contrato
19N	Prediseño, diseño mecánico y/o revisión de ingeniería	95	87		Por equipo
19Q	Dibujos	60	5	35	Por equipo
19T	Revisión cotizaciones técnicas	14	7	3	Por equipo
19X	Dibujos APC	60	42	35	Por equipo
19Y	Dibujos finales	35	24	15	Por equipo
1-11	Actividades generales	18%	15%	10%	Este % en base al total de H-H estimadas
	Torres de enfriamiento				Diseño Externo
20L	Selección de materiales	10	5	3	Por contrato
20N	Prediseño, diseño mecánico y/o revisión de ingeniería	175	162	151	Por equipo
20X	Dibujo APC	35	25	18	Por equipo
18Y	Dibujos finales	43	30	22	Por equipo
1-11	Actividades generales	48%	15%	10%	Este % en base al total de H-H estimadas

ESPECIALIDAD DISEÑO MECÁNICO DE INTERCAMBIADORES (P)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
	Condensadores de superficie				Diseño externo
21N	Prediseño, diseño mecánico y/o revisión de ingeniería	125	110	90	Por equipo
1-11	Actividades generales	18%	15%	10%	Este % en base al total de H-H estimadas
	Desaeradores				Diseño Externo
21L	Selección de materiales	30	15	10	Por contrato
21N	Prediseño, diseño mecánico y/o revisión de ingeniería	43	37	25	Por equipo
21T	Revisión cotizaciones técnicas	30	25	20	Por equipo
21X	Dibujos APC	25	20	15	Por equipo
21Y	Dibujos finales	22	16	10	Por equipo
1-11	Actividades generales	18%	15%	10%	Este % en base al total de H-H estimadas

ESPECIALIDAD INFORMACIÓN TÉCNICA (R)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
			%		
16	Solicitudes de materiales y ordenes de trabajo		3		
17	Supervisión en dibujo general		6		
18	Laboratorio fotográfico		12		
19	Salidas de personal a laboratorio externos		5		
20	Archivo maestro		24		
21	Trámites y control de aprobación de documentos		37		
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control		9		
4	Recopilación de información		4		

ESPECIALIDAD INGENIERÍA DE SISTEMAS (S)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
16	Válvulas de seguridad, hojas de datos y adquisición	15	10	7	Por válvula
35	Lista de líneas de proceso	12	9	6	Este valor es % de las H-H Totales de los D.T.I.s proceso
36	Lista de líneas servicios auxiliares	12	9	6	Este valor es % de las H-H totales de los D.T.I.s serv. Aux.
37	Lista de líneas de desfogue	12	9	6	Este valor es % de las H-H totales de los D.T.I.s desfogue
38	Especificación de materiales e índice de servicios de tuberías	108	85	62	Por contrato
40	Hojas de datos de válvulas de control	4	4	3	Por unidad
41	Hojas de datos de bombas	9	7	5	Por unidad
43	Verificación hidráulica	970	766	562	Por contrato
44	Diagramas lógicos operacionales	175	142	109	Por contrato
45	Hojas de datos de equipo de servicios auxiliares	40	30	20	Por unidad
49	Volumenes de obra	50	40	30	Por contrato
76-80	Plano de localización general	390	320	250	Por plano
81-83	D.T.I. Notas, leyendas y símbolos	60	48	38	Por D.T.I.
84-121	D.T.I. De proceso	320	275	200	Por D.T.I. ó H-H totales de sistemas 1.20H-H de proceso
122-124	D.T.I. De desfogue	300	250	200	Por D.T.I.
125-150	D.T.I. de servicios auxiliares	312	244	176	Por D.T.I.

ESPECIALIDAD CIVIL ACERO (U)				
Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
	Max.	Prom.	Min.	
Planeación, organización, dirección, supervisión y control	59	47	30	
Juntas	12	8	6	
Recopilación de información	7	4	3	
Manuales y procedimientos	10	8	5	
Asistencia técnica	4	2	1	

ESPECIALIDAD CIVIL ACERO (U)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
16	Plataformas y escaleras en equipo vertical	105	80	70	Se emite un plano por cada dos equipos
17	Plataformas y escaleras en equipo horizontal	105	80	70	Se emite un plano por cada dos equipos
18	Grapas en equipo vertical	16	14	12	Por equipo
19	Grapas en equipo horizontal	16	14	12	Por equipo
20	Escaleras y barandal en equipo atmosférico	60	45	30	Un plano por unidad
21	Plataformas o escaleras de operación de válvulas soportería de concreto	100	90	75	2 a 3 Planos por planta
22	Plataformas o escaleras de operación de válvulas apoyadas en piso	100	90	75	2 a 3 Planos por planta
23	Plataformas o escaleras de operación de válvulas soportería de acero	100	90	75	2 a 3 Planos por planta
24	Estructuras apoyo y servicio de equipo o rehervidores separados de la torre	110	100	90	
25	Apoyos especiales de tuberías	145	125	100	
26	Cobertizos de servicios (bombas, almacenes, etc.)	100	125	70	
27	Estructuras fija para extracción de haz de tubos	185	100	95	
28	Estructura móvil para extracción de haz de tubos	100	80	90	
29	Edificio cambiadores de calor o apoyo de varios equipos en mas de un nivel	105	100	90	7 planos por edificio mediano
30	Soportería de tuberías	100	85	70	
31	Estructura metálica para casa de compresores	135	130	130	
32	Trabe carril casa de compresores apoyo y servicio equipo.	115	100	85	6 planos promedio
33	Estructura de apoyo de enfriamiento por aire	85	80	75	
34	Bancos de apoyo para siletas de equipo sobre estructuras concreto	80	75	70	1 plano por equipo
35	Protección contra incendio	75	70	60	Se emite 1 a 2 planos
36	Cajas enfriadoras	70	70	70	6 planos promedio por equipo
37	Poste o torres para alumbrado	40	40	40	

ESPECIALIDAD CIVIL ACERO (U)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
38	Soportería de ductos especiales eléctricos o instrumentación	90	80	70	Se emiten 2 planos
40	Requisiciones, concurso y adquisiciones	%	%	%	Porcentaje de las actividades generales
41	Volumenes de obra	5	2	1	H-H por equipo total

ESPECIALIDAD OPERACIÓN (W)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control		25%		
2	Juntas		35%		
4	Recopilación de información		10%		
6	Manuales y procedimiento		3%		
7	Asistencia técnica		27%		
16	Revisión de D.F.P.	7	5	3	
17	Revisión de hojas de datos de equipos	1.5	1	0.5	H-H por equipo por servicio
18	Revisión fillos básicas de operación	0.5	0.4	0.3	H-H por equipo por servicio
19	Revisión de D.T.I.	12	10	5	H-H por D.T.I.
20	Revisión de plano localización general	100	80	40	H-H por plano
21	Revisión de hojas de datos válvulas seguridad y sumarios de alamas	1.5	1	0.5	H-H por válvula de seguridad
22	Revisión diagramas control eléctrico	0.8	0.5	0.3	H-H por motor eléctrico
23	Revisión maqueta y/o dibujo de plantas y elevaciones	0.6	0.5	0.4	H-H por equipo total
24	Revisión de dibujos tuberías subterráneas	7	5	3	H-H por plano
25	Elaboración manuales operación	385	310	265	H-H por contrato
26	Desarrollo de ingeniería básica de la red de agua contra incendio	95	80	75	H-H por plano

ESPECIALIDAD OPERACIÓN (W)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
		Max.	Prom.	Min.	
28	Revisión de ingeniería de detalle de la red contra incendio	25	20	15	H-H por plano
30	Revisión de otros documentos adquisiciones	2	1.5	1	H-H por equipo por servicio
31	Revisión diagrama lógico de control	1.5	1	0.5	H-H por equipo por servicio

ESPECIALIDAD DINÁMICA DE ROTORES (Y)					
No. Activ. y/o dibujo	Descripción de la actividad y/o dibujo	Horas-Hombre			Criterios de aplicación
			%		
1	Planeación, organización, dirección, supervisión y control		12		
2	Juntas		2		
4	Recopilación de información		7		
6	Manuales y procedimiento		3		
7	Asistencia técnica		30		
8	Servicios auxiliares a los proyectos		4		
16	Evaluación por métodos analíticos		16		
17	Evaluación por métodos de laboratorio		23		
18	Mantenimiento, preparación y calibración de equipo de laboratorio		1		
19	Actividades de procura de equipo de monitoreo y análisis		2		

**BIBLIOGRAFÍA**

1. CORZO MIGUEL ANGEL  
INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA DE PROYECTOS  
LIMUSA 1990
2. MARTINO ROCCO L.  
ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE PROYECTOS  
TÉCNICA 1965
3. MACKIE DANIEL  
ENGINEERING MANAGEMENT OF CAPITAL PROJECTS  
MC GRAW HILL 1984
4. LOZANO RÍOS LETICIA  
ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS  
UNAM 1985
5. HAJEK VICTOR G.  
MANAGEMENT OF ENGINEERING PROJECTS  
MC GRAW HILL 1984
6. BACA URBINA GABRIEL  
EVALUACIÓN DE PROYECTOS  
MC GRAW HILL 1990
7. DAVID I. CLELAND  
MANUAL PARA LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS  
CECSA 1990
8. CULP GORDON L.  
MANAGING PEOPLE (INCLUDING YOURSELF) FOR PROJECTS SUCCESS  
VAN NOSTRAND REINHOLD 1992
9. JONATHAN F. BARD  
PROJECT MANAGEMENT, ENGINEERING, TECHNOLOGY AND  
IMPLEMENTATION  
PRENTICE HALL 1994
10. RASE HOWARD F.  
INGENIERÍA DE PROYECTOS PARA PLANTAS DE PROCESO  
CONTINENTAL 1973

11. HIRA N. AHUJA  
INGENIERÍA DE COSTOS Y ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS  
ALFAOMEGA 1989
12. VICTORIA EUGENIA EROSSA MARTIN  
PROYECTOS DE INVERSIÓN EN INGENIERÍA SU METODOLOGÍA  
LIMUSA NORIEGA 1987
13. STEPHEN P. ROBBINS  
ADMINISTRACIÓN TEORÍA Y PRÁCTICA  
PRENTICE HALL 1994
14. DAVID A. GENZO  
FUNDAMENTOS DE ADMINISTRACIÓN  
PRENTICE HALL 1996
15. GARY DESSLER  
ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN  
PRENTICE HALL 1979
16. BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
PROYECTOS DE DESARROLLO PLANIFICACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y  
CONTROL  
LIMUSA NORIEGA 1990
17. JAMES MARTÍN  
ORGANIZACIÓN DE LAS BASES DE DATOS  
PRENTICE HALL 1994
18. DANTE C. S.  
INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE BASES DE DATOS  
ADDISON WESLEY 1986
19. ALAN SIMPSON  
COMO USAR DBASE III PLUS  
MACROBIT 1990
20. RAMON M. CHORDA  
DOMINE MICROSOFT ACCESS PARA WINDOWS  
RA-MA 1996

21. RAMÓN M. CHORDA  
COMO USAR MICROSOFT ACCESS  
ADDISON-WESLEY 1994

22. BAUNDER AND BÜR  
ACCESS PARA WINDOWS  
MORCOMBO BOIXAREU 1993

23. BAUNDER AND BÜR  
EL GRAN LIBRO DE ACCESS 2.0  
MORCOMBO BOIXAREU 1995