



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ADMINISTRACION DE PROYECTOS -  
EN LA INGENIERIA CIVIL

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL  
PRESENTA:  
MARIO SOBERANES PEREZ



DIRECTOR DE TESIS  
ING. ALEJANDRO PONCE SERRANO

MEXICO, D. F.

1996

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

Señor  
**MARIO SOBERANES PEREZ**  
Presente.

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
60-1-131/95

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. ALEJANDRO PONCE SERRANO**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

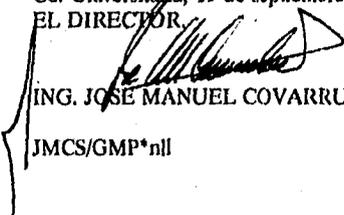
**"ADMINISTRACION DE PROYECTOS EN LA INGENIERIA CIVIL"**

- INTRODUCCION**
- I. INGENIERIA DE PROYECTOS**
- II. METODOLOGIA PARA DESARROLLAR UN PROYECTO**
- III. CONSIDERACIONES SOBRE PLANEACION**
- IV. LA ADMINISTRACION DE PROYECTOS**
- V. CONCLUSIONES Y COMENTARIOS**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, 19 de septiembre de 1995  
EL DIRECTOR

  
ING. JOSÉ MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/GMP\*nl

Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ingeniería

DIRECCION  
60-1-1995/5741

C. DIRECTOR GENERAL DE ADMINISTRACION ESCOLAR  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
P R E S E N T E .

Por medio de la presente, se hace constar que el Sr. SOBERANES PEREZ MARIO, con número de cuenta 87236110, que estudia la carrera de INGENIERIA CIVIL que se imparte en esta Facultad, realizó trabajos en EL DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA (INAM), en el periodo del 20 de Marzo de 1995 al 20 de Septiembre de 1995. Por la cual ha cumplido con el SERVICIO SOCIAL, en los términos que establece el Reglamento General del Servicio Social que en la materia tiene dispuesto la Universidad Nacional Autónoma de México.

Se extiende la presente para los fines que convengan al interesado.

Atentamente.  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, D. F., 10 de octubre de 1995  
EL DIRECTOR

Ing. José Manuel Covarrubias Salas



MCS/PGYC/MFS/TAPP

Facultad de Ingeniería  
Oficina de Servicio Social

AGRADEZCO A DIOS: POR HABERME  
DADO LA VIDA, SALUD, FUERZA  
Y ESPERANZA EN TODO MOMENTO.

SEÑOR, SOLO POR HOY DAME LA FUERZA  
NECESARIA PARA HACER LAS TAREAS QUE A MI  
CAMINO VENGAN, PENSAR EL PENSAMIENTO Y  
DECIR LA PALABRA QUE FUERZA REAL PARA MI  
ALMA SEAN.

SEÑOR, DAME EL VALOR PARA RESISTIR TODA  
PREOCUPACION O PERSISTIR EN PROYECTAR A LOS  
FUTUROS AÑOS DESCONOCIDAS PENAS Y  
TRABAJOS.

VERDADERO VALOR, FE Y PAZ MENTAL. SOLO POR  
HOY ENCUENTRE, IOH SEÑORI QUE POR MAÑANA  
YO ORARE CUANDO SE VUELVA UN NUEVO HOY.

ESCUCHA, HIJO MIO, LA INSTRUCCION  
DE TU PADRE, Y NO RECHACES  
LAS ADVERTENCIAS DE TU MADRE.

ELLAS SERAN TU CORONA , Y LAS  
LLEVARAS SIEMPRE COMO UN  
COLLAR PRECIOSO.

PROVERBIOS, 1:8

NADA APRENDE MEJOR EL HOMBRE QUE LO QUE  
APRENDE POR SI MISMO, LO QUE LE EXIGE UN  
ESFUERZO PERSONAL DE BUSQUEDA Y  
ASIMILACION; Y SI LOS MAESTROS SIRVEN DE  
GUIAS Y ORIENTADORES, LAS FUENTES PERENNES  
DEL CONOCIMIENTO ESTAN EN LOS LIBROS.

---

A MI PADRE:

**HILARIO SOBERANES LAVIN**

GRACIAS PAPA, POR HABERME ENCAUZADO  
SIEMPRE POR EL CAMINO DE LA VERDAD,  
LA FE Y LA ESPERANZA.

A MI MADRE:

**DIONISIA PEREZ DE SOBERANES**

GRACIAS MAMA, POR HABERME DADO LA VIDA, LA  
ATENCION DURANTE MI INFANCIA Y HABER TENIDO  
LA ILUSION DE VER A TU HIJO CRECER Y  
FINALMENTE LLEGAR A CULMINAR UNA CARRERA  
UNIVERSITARIA.

A MI ABUELA:

**ANASTACIA SANDOVAL MAYA**

ESPERO QUE CON LA REALIZACION DE ESTE  
TRABAJO, SEAN EN PARTE  
CORRESPONDIDOS Y VEAN CULMINADO UNO  
DE SUS MAS GRANDES ANHELOS.

---

**A MIS HERMANOS:**

POR SU CONFIANZA, APOYO Y COMPRENSION  
EN TODO EL TRAYECTO DE MI CARRERA,  
POR LOS MOMENTO FELICES Y AUN EN LOS  
DIFICILES QUE JUNTOS COMPARTIMOS, POR  
LA PACIENCIA QUE ME HAN TENIDO Y LA  
ESPERANZA DE QUE TODO ESTO SEA PARA  
USTEDES UN ESTIMULO MAS EN SU VIDA.

**A LA MEMORIA DE MI ABUELO: MARGARITO PEREZ  
MORENO, QUE CON TAN POCAS PALABRAS Y CON  
SU ESCASA PRESENCIA ..... FUE SUFICIENTE  
PARA QUE YO RECIBIERA LA MOTIVACION  
NECESARIA PARA PODER TERMINAR MI CARRERA.**

**A LOS SEÑORES:**

**LIC. ONOFRE GONZALEZ BRAVO  
MTRA. OBDULIA SANTILLAN DE GONZALEZ.**

POR EL APOYO Y CONFIANZA QUE  
HAN DEPOSITADO EN MI, PARA LA  
CULMINACION DE ESTE TRABAJO.

**A LA ING. MARINA MAYORQUIN RUIZ**

GRACIAS A TI, SIEMPRE TE LLEVARE EN  
MIS RECUERDOS; POR QUE TU AMISTAD  
FUE UN ALICIENTE QUE HIZO POSIBLE  
LA ELABORACION DE ESTE TRABAJO.

---

A MI DIRECTOR DE TESIS

**ING. ALEJANDRO PONCE SERRANO**  
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION F.I., UNAM.

POR SU ORIENTACION, PACIENCIA  
DEDICACION Y APOYO PARA LA  
REALIZACION DE MI TESIS, POR  
COMPARTIR SU ATENCION Y  
TIEMPO SIN ESCATIMAR.

**ING. MIGUEL ANGEL RODRIGUEZ VEGA**  
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS, F.I. UNAM.

POR SU APOYO INCONDICIONAL QUE  
SIEMPRE ME BRINDO, PARA LA REALIZACION  
DE ESTE TRABAJO ESCRITO.

CON AGRADECIMIENTO A:

**LIC. CARMEN TAMAYO DIAZ**  
**ING. CARLOS RIVAS MENDOZA**  
**ING. JAVIER CORTES CORTES**  
**ING. MARCOS TREJO HERNANDEZ**  
**ING. OSCAR E. MARTINEZ JURADO**  
**ING. ROBERTO CARBAJAL RODRIGUEZ.**

AMIGOS TODOS

---

**AL M. I. GABRIEL MORENO PECERO.**  
JEFE DE LA DIVISION DE INGENIERIA CIVIL, TOPOGRAFICA Y GEODESICA.

A MIS MAESTROS POR HABERME ENCAUZADO SIEMPRE POR EL CAMINO DE LA SABIDURIA Y EL CONOCIMIENTO, ASI COMO A TODOS LOS PROFESORES QUE REALMENTE SE PREOCUPAN EN DIFUNDIR SUS CONOCIMIENTOS Y EXPERIENCIAS.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
Y A LA FACULTAD DE INGENIERIA

POR ABRIRME SUS PUERTAS Y  
DARME LA OPORTUNIDAD DE  
REALIZAR MIS ESTUDIOS  
PROFESIONALES DE INGENIERO CIVIL.

POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU.

A MIS AMIGOS:

JESUS HUIDOBRO GONZALEZ, JESUS V. RAMOS MONTIEL, ALBERTO ROBLES CAZARES, JESUS PALACIOS PLASENCIA, SANTOS MARTINEZ, ALFONSO GARCIA CUADRA, MAURICIO TERAN BUENDIA, URIEL MANCEBO DEL CASTILLO STERNENFELS, LOURDES VICUÑA ALANIS, RAFAEL RAMIREZ WATANABE, ARTURO RAMIREZ RAMOS, MIRIAM TELLEZ BALLESTEROS, ING. JAVIER GALVAN, CINTHIA MIRANDA TREJO, JESUS GRANADOS SILVESTRE, ING. CARLOS TREJO, MARCO TULIO MENDOZA ROSAS, OLGA HERNANDEZ, ENRIQUE ROLDAN SUAREZ, JUAN ESPEJEL SOSA, ALEJANDRO VAZQUEZ LOPEZ, SCOTT DARBY DA GAMMA, ETC., ETC.

COMPAÑEROS DE MIS MEJORES MOMENTOS EN MI EPOCA DE ESTUDIANTE CON CARÍÑO A CADA UNO DE ELLOS, POR CONVIVIR JUNTOS A LO LARGO DE NUESTROS ESTUDIOS.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS QUE DEPOSITARON EN MI SU CONFIANZA PARA REPRESENTARLOS COMO PRESIDENTE DE LA GENERACION 90-94, ANTE LA ASAMBLEA DE GENERACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNAM, ASI COMO EN TODOS Y CADA UNO DE LOS GREMIOS, ASOCIACIONES Y EVENTOS QUE SE REALICEN...GRACIAS.

---

QUIERO HACER UN RECONOCIMIENTO MUY ESPECIAL AL GRUPO ICA Y EN PARTICULAR A LOS SIGUIENTES INGENIEROS, POR LA AYUDA BRINDADA PARA LA ELABORACION DE ESTE TRABAJO:

**ING. ALEJANDRO VAZQUEZ VERA  
ING. ALFONSO GUYOT AYALA  
ARQ. ARMANDO FLORES ORTIZ  
LIC. ELIZABETH DE REGULES SILVA  
ING. ENRIQUE SALINAS ALVA  
ING. FELIPE CONCHA HERNANDEZ  
ING. FEDERICO MARTINEZ SALAS  
ING. GUILLERMO ZAMBRANO ROMERO  
ING. JAVIER ALVAREZ MUÑOZ  
ING. JUAN J. SCHMITTER MARTIN DEL CAMPO  
ING. LUIS BERNARDO RODRIGUEZ GONZALEZ  
ING. MARCO AURELIO LARA MENDOZA  
ING. MARCO A. SOSA  
ING. OCTAVIO CORIA OCHOA  
ING. RICARDO MERIDA Y MONROY  
ING. RICARDO PEREZ RUIZ  
ING. ROBERTO QUIROZ DEL RIO**

**ASI COMO A TODO EL PERSONAL QUE COLABORO  
DE ALGUNA U OTRA FORMA PARA LA  
CULMINACION DE ESTA TESIS.**

**.... MUCHAS GRACIAS**

---

---

**ADMINISTRACION DE PROYECTOS EN LA INGENIERIA CIVIL**

INTRODUCCION	1
--------------	---

**I.- INGENIERIA DE PROYECTOS**

I.1).- Antecedentes.	5
I.2).- Que es un proyecto.	7
I.3).- El objetivo del proyecto.	9
I.4).- El objetivo de los proyectos en Ingeniería civil.	11
I.5).- Elementos de un proyecto, características y modalidades	17
I.6).- Naturaleza y categoría del proyecto.	23
I.7).- Porque se invierte y porque son necesarios los proyectos	25
I.8).- Ejemplos de proyectos.	27

**II.- METODOLOGIA PARA DESARROLLAR UN PROYECTO.**

II.1).- Identificación de la idea.	31
II.2).- Anteproyecto preliminar o de perfil.	34
II.2.1).- Aspectos de mercado.	
II.2.2).- Aspectos técnicos.	
II.2.3).- Aspectos económico-financieros.	
II.3).- Anteproyecto definitivo o estudio de preinversión.	36
II.3.1).- Descripción sumaria del proyecto.	
II.3.2).- Estudio del mercado.	
II.3.3).- Estudio técnico.	
II.3.4).- Evaluación social.	
II.3.5).- Estudio financiero.	
II.3.6).- Evaluación económica.	
II.3.7).- Estudio de impacto ambiental.	
II.3.8).- Plan de ejecución.	

---

---

II.4).- Desarrollo de la tecnología.	56
II.4.1).- Fase exploratoria.	
II.4.2).- Fase de desarrollo.	
II.4.3).- Fase complementaria.	
II.4.4).- Ingeniería de proyecto.	
II.5).- Desarrollo de la ingeniería básica.	58
II.6).- Desarrollo de la ingeniería de detalle.	59
II.6.1).- Ingeniería Civil.	
II.6.2).- Ingeniería Eléctrica.	
II.6.3).- Ingeniería Mecánica.	
II.6.4).- Diseño Arquitectónico.	
II.6.5).- Ingeniería de Instrumentos y Seguridad.	
II.6.6).- Especificación General de Instrumentos.	
II.7).- Adquisición de equipos y materiales.	62
II.8).- Construcción.	65
II.9).- Pruebas y puesta en marcha.	67
II.10).- Operación y mantenimiento.	69

### III.- CONSIDERACIONES SOBRE PLANEACION.

III.1).- Antecedentes.	70
III.2).- Definición.	71
III.3).- Principios de la planeación.	73
III.4).- Etapas del proceso de planeación.	75
III.5).- Necesidades de planeación y control de proyectos.	76
III.6).- La planeación en el diseño.	80
III.7).- La planeación en la obra.	83
III.8).- Errores frecuentes en la planeación.	87
III.9).- Métodos de programación.	90

---

---

<b>IV.- LA ADMINISTRACION DE PROYECTOS.</b>	
IV.1.- Introducción.	96
IV.2.- Administración de proyectos.	99
IV.3.- Tipos de contrato.	105
IV.4.- Tipos de contratos más usuales en México.	106
IV.4.1).- Contratos por administración.	
IV.4.2).- Contratos por administración con máximo garantizado.	
IV.4.3).- Contratos por incentivos.	
IV.4.4).- Contratos por precio alzado o total.	
IV.4.5).- Contratos por precio unitario.	
IV.4.6).- Contratos convertibles.	
IV.4.7).- Contratos "Llave en mano"	
IV.4.8).- Concesiones.	
IV.5.- Selección del contrato más conveniente.	124
IV.6.- Contenido de los contratos.	125
IV.7.- El proceso administrativo.	127
IV.7.1).- Planeación.	
IV.7.2).- Organización.	
IV.7.3).- Dirección.	
IV.7.4).- Control.	
IV.8.- CASO PRACTICO (Anexo)	144
<b>V.- CONCLUSIONES Y COMENTARIOS.</b>	
	184
 Bibliografía	 189

---

## **INTRODUCCION**

---

## INTRODUCCION

Para la sociedad en general, la ingeniería es una disciplina práctica cuyo campo de aplicación comprende todo aquello que permite transformar los recursos naturales en productos que generan bienestar a quienes la integran.

La ingeniería es más que una forma de aprovechar la materia, sus propiedades y la energía, procura obtener beneficios a través de estos elementos sin alterar el todo, representa la expresión más clara de la razón y el equilibrio.

Para entender la ingeniería es necesario dividirla en tantas partes como fuentes del conocimiento la soportan, sin que ello signifique que cada una de ellas sea una ingeniería diferente, sus aplicaciones son diferentes, pero en conjunto todas son interdependientes y necesarias para su comprensión cabal. El campo de la ingeniería es tan amplio y complejo como la sociedad la adopta, asimila, aplica y desarrolla. No se trata de algo abstracto, tiene nombre, forma, presencia y conlleva un serio compromiso para quien la practica.

Los cimientos de la Ingeniería son sólidos y han contribuido a construir de manera real y tangible la sociedad actual, la han provisto con generosidad de medios para satisfacerse y desarrollarse, sin embargo, su mayor riqueza radica en la posibilidad de ser un auténtico recurso para estudiar al hombre, su entorno y su problemática.

El ingeniero civil es el profesional capacitado con los conocimientos físico-matemáticos, que le permiten transformar óptimamente los recursos para la realización de obras civiles de servicio colectivo, tales como caminos, puentes, ferrovías, canales, terminales aéreas, marítimas, etc., donde cubren las etapas de planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de las mismas.

El ingeniero civil ha sido en México, desde siempre, un profesional que aplica sus conocimientos y tecnología para convertir las inversiones en obras que generan empleos y que promueven el desarrollo económico y social del país; lo cual implica, no sólo conocer diversas especialidades, sino cumplir con los objetivos sociales y económicos de proyectos que al mismo tiempo deben ser rentables y ambientalmente compatibles.

---

---

La palabra proyecto ha adquirido muchos significados a través de la evolución constante de la ingeniería. Es una palabra que se aplica a veces sin propiedad, a numerosas actividades. En ingeniería, se dice que un proyecto es el conjunto de cálculos, especificaciones y dibujos que sirven para construir un aparato o un sistema dado. Todas estas actividades tienen un vínculo común que consiste en desarrollar, en el futuro una idea.

El ritmo de crecimiento de la economía en México ha dado como resultado el desarrollo de empresas de la industria de la transformación en todas sus ramas, mismas que comenzaron siendo modestas y en la actualidad algunas de ellas son pilares económicas del país.

Los planes de crecimiento de éstas empresas demandan en forma continua la expansión de las plantas existentes y/o la instalación de nuevas plantas productivas, surgiendo nuevos proyectos de inversión.

El modo de administrar un proyecto de Ingeniería es único para cada caso, ya sea por su tamaño (pequeño o grande) o bien por la rama a la que pertenezca (química, petroquímica, alimenticia, siderúrgica, infraestructura, etc). Sin embargo, los principios administrativos (planeación, organización, dirección y control) generalmente son comunes a cualquier tipo y magnitud de proyecto de inversión.

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

Sin la aplicación de las técnicas administrativas, el logro de los objetivos de un proyecto está sujeto al azar y además no existe una aplicación eficiente de los recursos disponibles; los integrantes del grupo de proyecto no se desarrollan; los plazos de tiempo no se cumplen y los costos se desvían de los presupuestos.

---

La administración eficiente de un proyecto de ingeniería en México es una empresa difícil ya que existen varios factores como son:

Resistencia del dirigente del proyecto a aplicar con detalle las técnicas administrativas en la ejecución del proyecto, escudándose en el orden y volumen de trabajo que esto implica.

El bajo nivel de capacitación administrativa y de relaciones humanas con los dirigentes del proyecto.

La carencia de bases de diseño o definición completa de cada etapa del proyecto, antes de iniciar la siguiente.

En algunos casos la falta de capacitación adecuada por parte del representante del propietario del proyecto (cliente) en el conocimiento profundo del proyecto, para que funcione eficientemente en la toma de decisiones.

La escasez de personal técnico altamente capacitado en las diversas disciplinas que intervienen en un proyecto.

Los proyectos varían desde los muy pequeños hasta los extremadamente grandes y pueden variar mucho en complejidad. Entre más grande y más complejo es el proyecto, más probable es que sea multidisciplinario; esto es, el proyecto involucrará varias áreas diferentes de experiencias. En muchos proyectos, incluso no excesivamente grandes, la dificultad de gestión deriva más de tener que implicar conjuntamente a recursos muy diversos que del hecho de que la cantidad de cada recurso sea más o menos importante. Así por ejemplo, la construcción de una casa, por pequeña que sea, requiere emplear un conjunto diversas especialidades tales como estructuras, geotecnia, construcción, hidráulica, sanitaria, etc.. La complejidad deriva en este caso más de la diversidad de recursos que de la cantidad de cada uno de ellos que se precise.

El proyecto, no es un instrumento o fenómeno aislado, su realización tanto a nivel público como privado tiene repercusiones en un universo mayor, sea éste un país, entidad o corporación. El impacto de los proyectos públicos y privados que se realizan en un país es directo en el desarrollo económico, medido éste en términos de crecimiento del ingreso nacional e ingreso per-cápita.

De manera que es muy importante hacer notar que el administrador de un proyecto requiere capacitarse en las funciones administrativas que son su responsabilidad y dominar las técnicas aplicables a cada etapa del proyecto que esté desarrollando para que efectivamente enfoque todo su esfuerzo hacia el logro de los objetivos del proyecto.

**CAPITULO I**

**INGENIERIA DE PROYECTOS**

## I.-INGENIERIA DE PROYECTOS

### I.1).- ANTECEDENTES

En su significado básico, el proyecto es el plan prospectivo de una unidad de acción capaz de materializar algún aspecto del desarrollo económico o social.

Desde el punto de vista económico, esto implica proponer la producción de algún bien o la prestación de un servicio, con el empleo de cierta técnica y con miras a obtener un determinado resultado y/o ventaja social o económica.

Como plan de acción, el proyecto supone también la indicación de los medios necesarios para su realización y adecuación de esos medios a los resultados que se persiguen.

El análisis de estas cuestiones se hace en los proyectos no sólo desde el punto de vista económico sino también técnico y financiero, administrativo e institucional. Aunque el grado de coordinación puede variar en algunos aspectos, los proyectos se someten a alguna autoridad con miras a su coordinación.

En lo que respecta a la elaboración de proyectos se concluye que la racionalidad económica se realiza en diferentes niveles de decisión.

El intercambio de información entre ellos debe hacerse por mecanismos adecuados, que aseguren la consistencia y la compatibilidad entre los planteamientos de los cuales resulta la elección de los objetivos, de las estrategias y de los programas y proyectos específicos de inversión.

Por lo tanto el proyecto se presenta, como el eslabón final de una cadena de decisiones, en donde los planes y programas son antecedentes, aunque el orden cronológico de sus formulaciones no sea siempre el mismo, ni coincida con el orden lógico.

El análisis del empleo de los recursos y de los resultados que se obtendrán con los proyectos se hace también por esta razón de manera más afinada y con una perspectiva

obtenida más de cerca de los técnicos y económicos que determinen las decisiones que se adoptan.

Este análisis debe garantizar, en la medida de lo posible, el futuro éxito del programa de producción que constituye el objetivo final de cada proyecto.

Ello significa que, una vez acordado lo que se quiere o se necesita producir, se analice lo siguiente:

La existencia de demanda suficiente o de una necesidad a cuya atención a la comunidad esté dispuesta a asignar los recursos indispensables.

Una técnica de producción adecuada y económicamente factible, dado el volumen de producción previsto.

Una localización adecuada.

La capacidad financiera o de endeudamiento suficiente para atender tanto la instalación del proyecto como su operación.

La disponibilidad suficiente de insumos y factores requeridos para el proyecto, dadas la técnica y la capacidad de producción adoptadas.

Alguna evidencia de que los ingresos provenientes de la colocación de los bienes o servicios que se van a producir serán suficientes para cubrir sus egresos financieros, así como para obtener una rentabilidad mínima sobre el capital o de que la comunidad está dispuesta a sufragar total o parcialmente los gastos del proyecto, cuando este sea de carácter social.

Así se advierte que cada proyecto diferente, por cualquiera de sus aspectos, puede tener repercusiones distintas en el desarrollo económico y social de los países y regiones en que se implante.

## 1.2).- QUE ES UN PROYECTO

Un proyecto es una actividad única para tomar decisiones, en lo que al conocimiento de las bases de la ciencia de ingeniería, la habilidad matemática y la experimentación se conjugan para poder transformar los recursos naturales en sistemas y mecanismos que satisfagan las necesidades humanas. Todo proyecto, en su diseño, además de indicar los aspectos técnicos y científicos del tema y problema propuesto, el cual obedece a sus objetivos, debe contemplar además los aspectos logísticos del mismo, es decir, cómo se va a lograr la realización del proyecto, para lo cual en la parte administrativa del mismo se indica el manejo de los recursos, del tiempo y del presupuesto, para el desarrollo de las diversas actividades del proyecto.

El proyecto se identifica, por tanto, por un conjunto de notas características que lo diferencian profundamente de otras actividades de tipo continuo que se realizan en las empresas y administraciones.

Un proyecto es algo importante y que supone un esfuerzo notable para la entidad que lo acomete porque requiere inversiones cuantiosas y al mismo tiempo, está encaminado a producir un resultado de gran entidad y consecuencia posiblemente trascendentes para la empresa e incluso para el conjunto de la sociedad.

No todos los proyectos son, como es obvio, del mismo tamaño y trascendencia, siendo además éste un concepto relativo en función de la dimensión y capacidad económica del ente que acomete el proyecto. Pero, en todo caso, el proyecto es una obra de importancia y trascendencia pues de lo contrario, hablaríamos de una tarea de rutina, que no justificaría establecer toda la sistemática de control de los proyectos complejos. Por estar el proyecto encaminado a la realización de una obra de envergadura requiere la aportación de medios importantes en cantidad y calidad, tanto humanos, como materiales y económicos. El proyecto supone poner en juego un conjunto de recursos que entrañan para la empresa un esfuerzo económico apreciable y que implica normalmente a diversos conjuntos de personas, máquinas, mercados, etc..

Al margen de la cantidad y coste económico de los recursos a emplear, lo que depende del tamaño de cada proyecto concreto, es normal que sea preciso poner en juego

recursos muy diversos y variados, lo que constituye, no sólo una de las características más significativas de los proyectos, sino uno de los elementos que más dificultan la gestión de los mismos, al obligar a coordinar muy estrictamente el uso de cada recurso y a trabajar armónicamente con especialistas provenientes de campos técnicos a veces muy alejados.

En ocasiones se usan las palabras proyecto y diseño indistintamente. Esta es una práctica que convendría rechazar, puesto que la actividad del diseño es sólo una fase del conjunto de actividades que forman el proyecto. Diseñar es dibujar, delinear alguna figura o algún aparato. proyectar es una actividad que encierra conceptos más complejos.

Para evitar confusiones usaremos el término proyecto como la denominación global del esfuerzo contudente a materializar una idea. Por ejemplo, el proyecto para crear una nueva zona turística (fig. 1), abarca desde la investigación geográfica para la localización física, los estudios de factibilidad, la ingeniería para infraestructura urbana, etc., hasta llegar a la terminación de las obras correspondientes. Al referirnos al diseño nos limitaremos al proceso por el que ciertos especialistas (ingenieros, arquitectos) resuelven un planteamiento de necesidades y expresan la solución, mediante dibujos, planos, cálculos, etc., que son la base para la construcción de una obra.

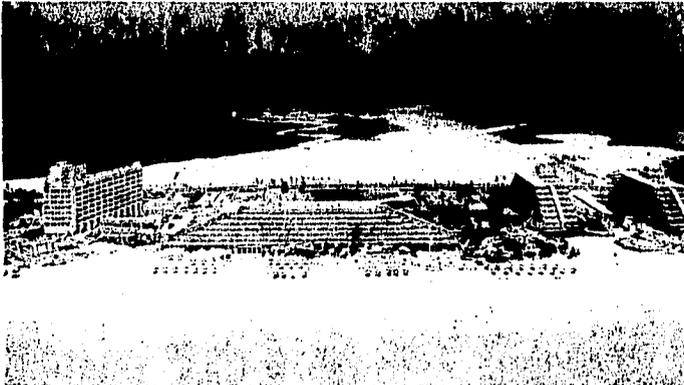


Fig. 1 Creación de una zona turística

### 1.3).- EL OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo de un proyecto es coordinar todos los elementos y subelementos en un plan maestro que debe ser un modelo de trabajo del cual éste se compone. El primer paso para crear tal plan maestro es determinar que actividades tienen que ejecutarse y su secuencia de realización.

La ejecución de un proyecto empieza con la instalación de un conjunto de bienes de producción o de capital, de cuya utilización adecuada se espera una corriente de bienes o servicios. Estos bienes o servicios son su producto, generado indirecta o directamente. Además se espera obtener ciertos efectos que se traducen en cambios en las situaciones y relaciones físicas, económicas y sociales en el área de influencia del proyecto. Frecuentemente el objetivo del proyecto mismo de la empresa responsable del proyecto no abarca deliberadamente todos estos resultados, sino que se limita a la obtención del producto directo de la actividad planeada o más precisamente de las ventajas económicas que resultan de la venta de éste producto. Aun en estos casos, hay que analizar el proyecto en todas sus dimensiones y evaluar sus productos y efectos en el marco general de la economía del país o región, comparando las ventajas (beneficios) de la producción con las desventajas (costos) de la utilización de los recursos necesarios para obtenerla y los resultados del proyecto con otros usos alternativos de los mismos recursos.

Se procurará describir brevemente los propósitos inmediatos del proyecto y el contexto económico y social en que se supone que se implantará. En esta parte del documento deben transcribirse sumariamente los datos macroeconómicos que contribuyan a aclarar las condiciones que afectan la viabilidad y rentabilidad del proyecto o los efectos de éste sobre la economía como un todo. Si se trata de proyectos sociales, se hará más hincapié en la estimación de las necesidades y de las presiones sociales a través de las cuales se manifiestan.

La planeación de cualquier actividad racional es un acto conciente con una finalidad determinada; nadie hace planes y menos fija un programa, para ir a ninguna parte, Y sin embargo, este aspecto fundamental es con mucha frecuencia descuidado y aun pasado por alto, lo que se traduce después en programas inútiles que son frecuentes de

continua frustración.

Vamos a dividir el proceso de planeación en dos componentes bien diferenciados:

Fijar el objetivo.

Establecer el programa.

Siempre en ese orden, ya que por lógica, primero hay que determinar a donde vamos (objetivo) y después el camino para llegar allá (programa).

Al decir fijar el objetivo, se trata de crear una imagen fija y bien afocada, del resultado o producto que deseamos alcanzar. No basta con un enunciado vago y abstracto; es indispensable concretarlo y precisarlo.

Las técnicas para fijar objetivos son una especialidad en si mismas y varían dependiendo de la índole del proceso. En el caso de la construcción, el objetivo se define durante el diseño, sea este de ingeniería civil o arquitectónico; la imagen del producto final queda plasmada mediante modelos a escala, especificaciones de construcción y presupuestos de costo.

En ningún caso es aconsejable iniciar la fase de programación, si antes no se ha llegado a esa imagen del resultado final, quedando definida en sus parámetros físicos, económicos, de lugar y tiempo.

#### 1.4).- EL OBJETIVO DE LOS PROYECTOS EN INGENIERIA CIVIL.

La Gerencia de Proyectos se ha aplicado, con mucha frecuencia a proyectos en los que un elemento importante lo representa la construcción de edificios. Por tratarse de un elemento tan repetido, en este trabajo esta sección, cuya finalidad es clarificar, el proceso del diseño arquitectónico, elemento importantísimo y vital para el proyecto, ya que los planos y especificaciones resultantes, son el objetivo del programa de construcción.

Un programa será tan bueno como la información en que se apoya. En la práctica de la construcción es muy común que "para ganar tiempo" se inicie la obra cuando aun falta mucho por definir en los diseños. Los resultados nunca han sido del todo buenos, pero tal procedimiento se sigue empleando por dos razones: uno porque no hay conciencia de los verdaderos sobrecostos ocultos que se generan y segundo, porque muchas personas relacionadas con las decisiones del proyecto, sean propietarios, gerentes o coordinadores, desconocen en detalle el proceso de elaboración del diseño y las grandes ventajas que les reportaría permitir que alcance la madurez suficiente este paso fundamental.

Existen dos tipos de proyectos que se utilizan en el ejercicio profesional. Uno es el proyecto por evolución y el otro es por innovación.

El proyecto por evolución, es una actividad que predominaba anteriormente, pues no existía la gran demanda tecnológica de la actualidad. Una vez que se establecía cierto sistema, éste evolucionaba poco a poco y se le introducían mejoras hasta alcanzar el nivel deseado en un momento específico. Esta evolución era lenta porque la iniciaban los consumidores que querían que algún sistema se incluyeran ciertas modificaciones. Aún existe este tipo de proyecto, pero es menos importante que el segundo y responde cada vez menos a las demandas de la vida moderna.

Durante mucho tiempo la construcción de casas y edificios se efectuó por evolución. Los primeros moradores de la Tierra se resguardaron del frío utilizando las cuevas y cavernas que encontraban en la región; posteriormente comenzaron a construir albergues con pieles y paja; el adobe se utilizó más tarde; la roca cortada vino después;

el tabique cocido fue un paso más en este proyecto por evolución, llegando hasta el concreto armado y los plásticos de la civilización actual.

El proyecto por innovación requiere una mayor disciplina mental. Es, por lo tanto, una actividad que se encuentra más dentro de nuestras definiciones anteriores de la ingeniería. Se recordará que la ingeniería es una actividad creativa y por consecuencia, intelectual. Lo único que se puede ver son los resultados de la ingeniería, pero no la ingeniería en sí.

El proyecto por innovación tiene su origen en las actividades de los ingenieros, mediante un estudio previo de las necesidades del mercado, pero no basado exclusivamente en ellos. Los ingenieros tienen cierta sensibilidad que les permite prever con mucha anticipación cuáles serán las necesidades futuras del hombre y por lo tanto, proyectan con esta idea en la mente.

Proyectar es un proceso complejo que al ingeniero le parece una barrera invencible en muchos casos. Sin embargo, este proceso puede metodizarse y dividirse en diversas actividades y en distintas etapas para lograr una solución mejor. Proyectar es una de las actividades fundamentales de la ingeniería, puesto que es la que más se ajusta al objetivo de la misma de manera económica, a los recursos naturales para el uso del hombre como ya se ha mencionado con anterioridad. Lo que produce esta transformación no es el proyecto en sí, sino la aplicación cuidadosa de los resultados obtenidos durante este proceso.

Para poder proyectar se necesita utilizar totalmente la capacidad del ingeniero, es decir, utilizar a su máximo los conocimientos académicos, el ingenio y la experiencia. Es, en consecuencia una actividad exigente, pero la satisfacción que de ella se obtiene bien vale el esfuerzo que se le ha aplicado.

Resulta evidente que existe una gran variedad de proyectos posibles, de ahí que resulte conveniente agrupar las áreas en que éstos pueden ser desarrollados. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas estos pueden proceder de:

Proyectos que tienen su origen en la realización de estudios sectoriales:

Sector primario. Agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca.

Sector secundario. Industria básica: generación de energía eléctrica; exploración y explotación petrolera; industria siderúrgica; industria de transformación.

Sector terciario. Comunicaciones; transportes; servicios educativos; médicos, bancarios, etc.

Proyectos que se originan de un programa global de desarrollo.

Conviene mencionar que en el caso de México, al existir un Plan Nacional de Desarrollo, las proyecciones y objetivos, de producción señalados en él, darán la pauta para seleccionar los proyectos que habrán de realizarse.

Proyectos que se derivan de estudios de mercado.

El estudio de mercado puede proporcionar elementos de juicio para la selección de proyectos posibles, siendo el caso de:

a).- Mercado de exportación de bienes para cuya producción el país está dotado de condiciones naturales abundantes; por ejemplo, el petróleo en México, el cobre en Chile o en Zaire, el café en Colombia, etc.

b).- Mercados de exportación de bienes cuya producción no depende de condiciones naturales excepcionales; por ejemplo, el mercado de películas mexicanas en Norteamérica.

c).- Sustitución de importaciones. Los proyectos para sustituir bienes y servicios de importación son una de las posibilidades más importantes para el desarrollo de las actividades productoras, ya que sus efectos impactan directamente la balanza de pagos y contribuye a lograr la independencia tecnológica.

d).- Sustitución de la producción artesanal por producción fabril, logrando así notables cambios en la productividad, tal como sucede en algunos casos con la cerámica y los textiles.

e).- Crecimiento con la demanda interna. Numerosos proyectos surgen de este fenómeno, cuyas causas principales son: el incremento de los salarios o bien una virtual disminución de los precios, sin olvidar que la demanda interna crece también por los incrementos demográficos y su localización, distribución y/o concentración geográfica.

f).- Demanda insatisfecha. Este caso se ilustra mencionando el proyecto el Sistema de Transporte Colectivo (METRO) de la ciudad de México (fig. 2), cuya necesidad se hizo evidente al analizar la gran demanda insatisfecha de transporte urbano en el área metropolitana.

Proyectos para aprovechar otros recursos naturales:

El proyecto del gasoducto Cactus-Reynosa, se realizó para racionalizar la explotación del gas natural (fig. 3), proveniente de los yacimientos petroleros de la región del sureste mexicano.

Proyectos de origen político y estratégico:

La industria maquiladora de las ciudades fronterizas del norte de México se ha desarrollado por su cercanía con los Estados Unidos de Norteamérica.

En la figura 4 se aprecia el marco de referencia en el que se origina un proyecto, independientemente de su clasificación por procedencia.

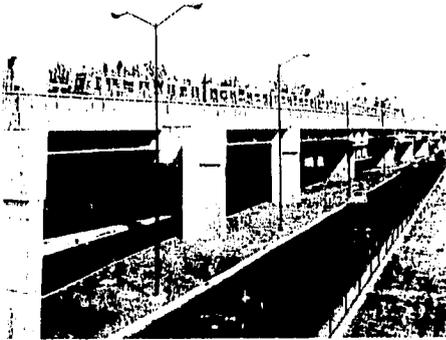


Fig. 2 Proyectos por demanda insatisfecha

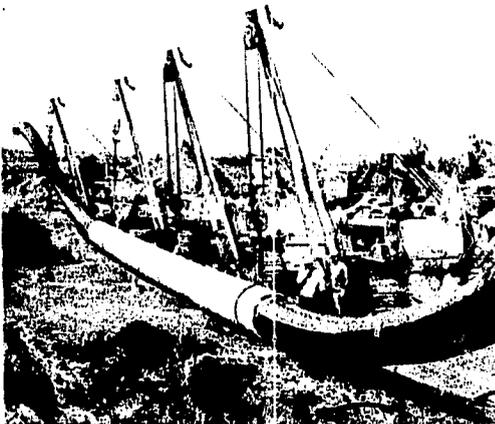


Fig. 3 Proyectos para aprovechar otros recursos naturales

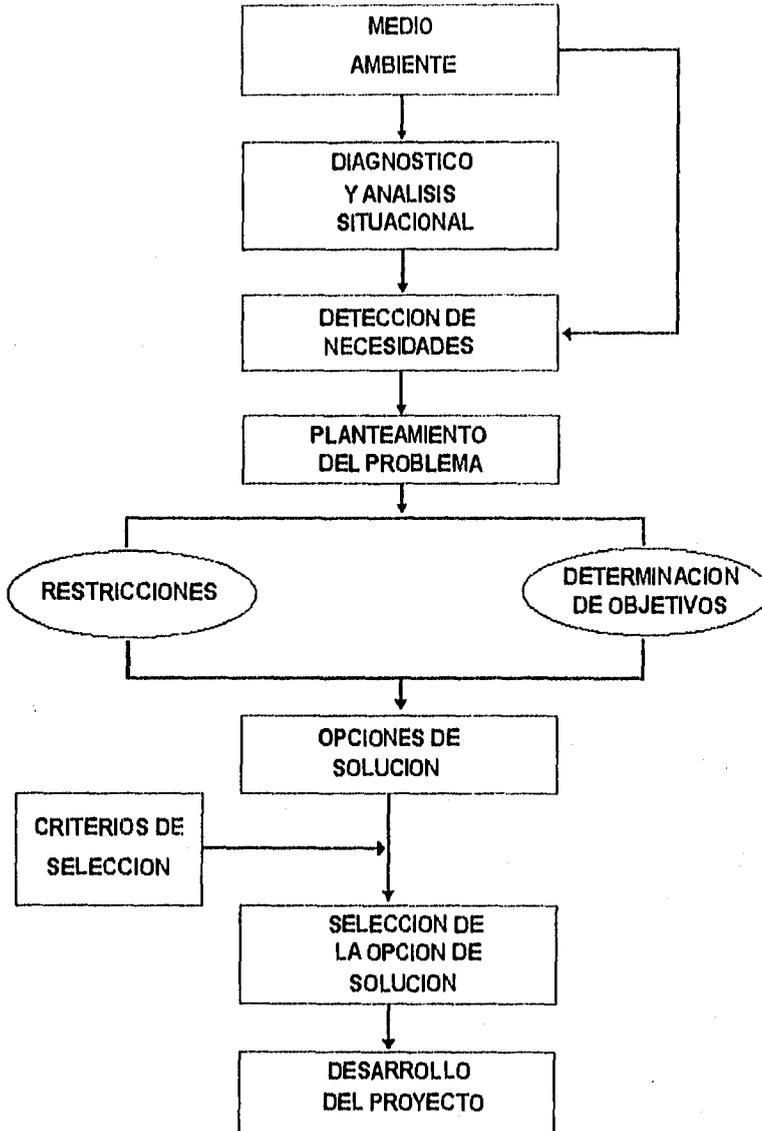


fig. 4 ORIGEN DE UN PROYECTO

### 1.5).- ELEMENTOS DE UN PROYECTO, CARACTERISTICAS Y MODALIDADES

Hay tres categorías generales de elementos de un proyecto:

1. Operaciones, o las cosas que hacemos.
2. Recursos, o las cosas que usamos.
3. Las condiciones o limitaciones bajo las cuales debemos trabajar.

Dentro de estos elementos principales hay ciertas características o subclasificaciones que deben considerarse. Estamos vitalmente interesados en la secuencia o el orden requerido de las operaciones. Por ejemplo, es bastante claro que debe comprarse o alquilarse el terreno antes de iniciar una construcción sobre él, sin embargo; si estamos levantando dos edificios adyacentes y tenemos solamente una excavadora, no es tan obvio cual debe ejecutarse primero. El método de realización de cada operación también debe establecerse, asociando el tiempo y el costo de ejecución.

Los recursos que se emplean en un proyecto son: Hombres, materiales, máquinas, dinero y tiempo. Estas condiciones pueden ser consideradas como restricciones internas. Con relación a las condiciones impuestas externamente, la mayor preocupación es la fecha de terminación predeterminada y necesaria. Cualquier plan de un proyecto debe tomar en cuenta la entrega, por agencias exteriores, de cosas tales como diseños, materiales, máquinas y cosas semejantes. Todos estos elementos y subelementos forman un proyecto.

La preparación o desarrollo de proyectos constituye la fase final de la formulación de preguntas y elementos de enlace con la etapa práctica de las realizaciones que ellos suponen, por lo que debe ser congruentes con los objetivos del desarrollo del país.

Plan	→	Metas.
Programa	→	Objetivos.
Proyecto	→	Fines específicos.

**PLAN.** Es el conjunto coherente de políticas, estrategias y metas. El plan constituye el marco general y reformable de acción, deberá definir las prácticas a seguir y el marco en el que se desarrollarán las actividades, se entiende como algo a lo cual se llega "desde arriba" mediante cálculos referidos a toda la economía, a ciertos sectores o a determinadas áreas. El plan será, en otras palabras, la estrategia a seguir.

**PROGRAMA.** Es un conjunto coordinado de proyectos. Estos pueden estar localizados en el mismo país o en alguna entidad geográfica más pequeña. Se inicia en un período determinado, que puede ser uno, cinco o más años. Aunque el grado de coordinación puede variar en algunos aspectos, los proyectos se someten a alguna autoridad con miras a su coordinación. En resumen se puede decir, que es la ordenación en el tiempo y el espacio de los acontecimientos.

**PROYECTO.** Es cualquier tarea que tiene un principio y un fin definibles y que requiere el empleo de uno o de más recursos en cada una de las actividades separadas, pero interrelacionadas e interdependientes, que deben ejecutarse para alcanzar los objetivos por los cuales el trabajo (o proyecto) fue instituido. Por lo general, constituye un esquema coherente desde el punto de vista técnico, cuya ejecución se encomienda a un organismo público o privado y que, técnicamente, puede llevarse a cabo con independencia de otros proyectos.

Así en el caso de México se tiene:

Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000.

Programa Nacional de Apoyo a las Autopistas Concesionadas.

Proyecto de Ley de Obras Públicas.

Considerando a una empresa privada se tendría que:

Plan quinquenal de producción.

Programa de obra.

Proyecto de ampliación de almacenes.

Por estar el proyecto encaminado a la realización de una obra de envergadura requiere la aportación de medios importantes en cantidad y calidad, tanto humanos, como materiales y económicos. El proyecto supone poner en juego un conjunto de recursos que entrañan para la empresa un esfuerzo económico apreciable y que implican normalmente a diversos conjuntos de personas, máquinas, mercaderías, etc.

Las características de un proyecto son múltiples y existen muchas modalidades. En realidad, son tantas las modalidades como el número de ingenieros cuya función principal es la de proyectar. Esto se justifica porque la creación es un proceso bastante personal y cada ingeniero va adquiriendo ciertos artificios para acelerar al cumplimiento de su trabajo. Sin embargo, no se puede proyectar sólo con modalidades sino que hay que basarse en algunos principios que rigen esta actividad.

Las características básicas son las siguientes:

Identificación de las necesidades existentes.

Acumulación de la información pertinente.

Formulación de las soluciones posibles.

Análisis de estas soluciones.

Valuación física y económica de las soluciones.

Optimización de las soluciones con miras a encontrar una solución específica con ciertos criterios.

Diseño detallado del sistema.

Valuación en el campo y;

Proyecto por evolución.

## **IDENTIFICACION DE LAS NECESIDADES EXISTENTES**

Este es el primer elemento de un proyecto y quizá el más importante. Un estudio de mercado o una tendencia identificada por un ingeniero son el punto inicial de un proyecto. Es importante cuantificar estas necesidades porque la ingeniería está sometida a un criterio económico y una falsa identificación puede traer consigo soluciones que no satisfagan las necesidades reales del consumidor provocando algún fracaso económico.

## **ACUMULACION DE LA INFORMACION PERTINENTE**

La información acumulada permitirá desarrollar validamente un proyecto, siempre y cuando ésta información sea útil. Esta etapa puede parecer tediosa y es a veces difícil de llevar a cabo por la aparente falta de información. No es raro que exista información sobre cualquier tema, menos del que se busca específicamente. Sin embargo, cuando el ingeniero logra obtenerla verá recompensado ampliamente su esfuerzo en esta actividad, pues le permitirá cuantificar mejor sus resultados y obtener mayor validez en los mismos.

## **FORMULACION DE LAS SOLUCIONES POSIBLES**

La tendencia a proporcionar una solución única a un problema determinado es por lo general muy fuerte. Esta tendencia, debe evitarse puesto que al iniciar un proyecto el ingeniero no se encuentra en posición de valorar todos los criterios que la rigen. Mediante la formulación de múltiples soluciones 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 como poco factible por más verosímil que parezca. La etapa de eliminación vendrá después.

## **ANALISIS 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.

## **VALUACION FISICA Y ECONOMICA DE LAS SOLUCIONES**

A veces se ha dicho que cualquier proyecto se puede realizar si existe bastante dinero y bastante tiempo para efectuarlo. Este no es un caso común, sino por el contrario,

siempre hay limitaciones de tiempo y de dinero. Por eso las soluciones deben valorarse 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; es decir, la relación beneficio/costo.

### **OPTIMIZACION DE LAS SOLUCIONES**

Las técnicas modernas de optimización son muy numerosas. 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.

### **DISEÑO DETALLADO DEL SISTEMA**

Un sistema es un conjunto ordenado de cosas que funcionan en cierta forma para lograr un fin común. Una vez que se obtiene una solución óptima 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. En esta etapa, cada ingeniero contribuye con sus conocimientos específicos dentro de su especialización para obtener el sistema más adecuado.

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 mismo.

El conjunto de planos y especificaciones son una representación simbólica del sistema, el sistema en sí no existe aún, para convertirlo en una realidad hay que construirlo. Cuando los planos y las especificaciones se entregan a una empresa para su construcción, el primer sistema físico que se obtiene es un prototipo. En algunos casos, el prototipo es la última etapa de un proyecto, como resulta en la construcción de un puente, ya que ese mismo puente no podrá duplicarse en su forma original.

## VALUACION EN EL CAMPO

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

## PROYECTO POR EVOLUCION

En base a las valuaciones 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.

Esto concluye las características de un proyecto. Las modalidades variarán en función del tipo de proyecto efectuado y de la experiencia del ingeniero proyectista. Es importante tener en cuenta estas modalidades en la valuación que se lleve a cabo, pues por lo general están basados en un amplio ejercicio profesional y contribuyen a disminuir el tiempo de realización. Así, un ingeniero basándose en su experiencia, eliminará muchas soluciones y sólo optimizará una o dos, logrando de esta manera una reducción en los costos de realización.

## 1.6).- NATURALEZA Y CATEGORIA DEL PROYECTO

En este sentido los proyectos pueden ser de instalación o de implantación de un conjunto integrado de bienes de producción (por ejemplo, una carretera), de operación (racionalización del uso de factores de producción) o combinación de las dos formas anteriores (instalación y operación de una industria).

La categoría del proyecto se refiere a la pertenencia de un sector de la actividad económica y social, producción de bienes (agrícolas, pecuarios, forestales, pesqueros, minerales, industriales), infraestructura económica (energía, transportes, comunicaciones) o social (salud, educación, vivienda, saneamiento ambiental) y de prestación de servicios (personales, materiales, técnicos, institucionales).

### a).- Carácter de un proyecto.

Se refiere a si el proyecto es considerado predominantemente económico o social.

Será de carácter económico si la decisión final sobre su realización se hace en base a una demanda efectiva capaz de pagar el precio del bien o el servicio que el proyecto produzca.

Será de carácter social si este precio o una parte de él, serán pagados por la comunidad a través de impuestos, subsidios, etc..

### b).- Tipo del proyecto.

Es lo que define dentro de cada categoría, los proyectos específicos, vale decir, carreteras, ferrocarriles, puertos, aeropuertos, dentro de la categoría de la infraestructura de transportes o la fabricación de aparatos electrodomésticos o de calzado dentro de la categoría de producción industrial.

### c).- Fases del proyecto.

Se llaman fases del proyecto a los elementos de la secuencia de tareas: preparación-

negociación-ejecución (o implantación)- operación.

Se llaman etapas de la preparación a la identificación de la idea, los anteproyectos preliminares ( estudios previos de factibilidad), el anteproyecto definitivo (estudio de factibilidad) y el proyecto ( de ingeniería o de ejecución).

d).- Resultados de un proyecto: (productos y efectos)

Un proyecto se concreta antes que nada en la implantación de un bien de capital o de producción.

Por definición, un proyecto es capaz de generar bienes o servicios, que son su producto en el sentido corriente de éste término.

Además, resultan del producto ciertos efectos sobre el sistema económico que se traducen en cambios en las relaciones, condiciones y situaciones que caracterizan el funcionamiento del sistema.

### 1.7).- POR QUE SE INVIERTE Y PORQUE SON NECESARIOS LOS PROYECTOS

Día a día y en cualquier sitio donde nos encontremos, siempre hay a la mano una serie de productos o servicios proporcionados por el hombre mismo. Desde la ropa que vestimos, los alimentos procesados que consumimos, el hogar donde habitamos, hasta las modernas computadoras que apoyan en gran medida el trabajo del ser humano. Todos y cada uno de éstos bienes y servicios, antes de venderse comercialmente, fueron evaluados desde varios puntos de vista siempre con el objetivo final de satisfacer una necesidad humana. Después de ello, alguien tomó la decisión para producirlo en masa, para lo cual tuvo que realizar una inversión económica.

Por tanto, siempre que exista una necesidad humana de un bien o un servicio habrá necesidad de invertir, pues hacerlo es la única forma de producir lo que se pretende. Es claro que las inversiones no se hacen sólo porque "alguien" desea producir determinado artículo o piensa que produciéndolo va a ganar dinero. En la actualidad, una inversión inteligente requiere una base que la justifique. Dicha base es precisamente un proyecto bien estructurado y evaluado que indique la pauta que debe seguirse. De ahí se deriva la necesidad elaborar los proyectos.

Cuando se trata de proyectos que contribuyen al desarrollo económico y social de los países y regiones es evidente que el concepto de "importancia de un proyecto" se refiere a su repercusión en las metas del desarrollo.

Aunque no puede darse una definición precisa y aplicable a todos los casos, en general, esa repercusión depende:

- a).- Del tamaño del proyecto en relación con las dimensiones económicas del sistema en que se inserta. (Por ejemplo, por su relación entre su valor agregado y el ingreso nacional).
- b).- De la naturaleza de sus insumos, de su producto y de la posición de éstos en cuadro general de la economía nacional (por ejemplo, en la matriz de relaciones interindustriales).

Por otra parte, las instituciones financieras dedicadas al desarrollo de la infraestructura, ya sean nacionales, regionales o internacionales, tienen como objetivo destinar recursos a la realización de inversiones que contribuyen al desarrollo de un determinado país o región, lo que depende entre otros factores y en diversos grados de intensidad de su desarrollo industrial y comercial; ya que cuando un país invierte en la infraestructura básica, el desarrollo que adquiere, medido en términos del PIB per-cápita, se incrementa más proporcionalmente que las inversiones realizadas.

El desarrollo debe orientarse para que los frutos del trabajo y de los esfuerzos realizados no se consuman o desperdicien por factores improductivos o de poco rendimiento. Si un país posee abundantes recursos naturales que pueden ser utilizados económicamente como factores de producción, debe procurarse aprovecharlos; porque en caso de existir problemas de desempleo puedan fomentar mano de obra aquellas empresas que demanden mano de obra para sus actividades.

## I.0).- EJEMPLOS DE PROYECTOS

Ningún proyecto utiliza solamente los conocimientos de un campo de la ingeniería, sino que es una combinación de varios campos. Un puente necesita ingenieros en estructuras, ingenieros mecánicos, electricistas e ingenieros en cimentaciones, entre otros. Una planta de concreto, usa igualmente una variedad de ingenieros en su proyecto exclusivamente en función de los campos de la ingeniería.

**UN ESTADIO DEPORTIVO.** Con las tendencias modernas hacia una preparación física y debido al auge de las competencias deportivas, la construcción de un estadio deportivo trae consigo la satisfacción de las necesidades de una comunidad en materia de participación deportiva y en la centralización de los deportes que practican o gozan un gran número de aficionados. Para poder proyectarlo, numerosos técnicos intervienen. Se necesitan hacer estudios de urbanística para decidir sobre el mejor emplazamiento del estadio en función de la afluencia de la gente que a él asistirá.

Si un estadio (fig. 5) no cuenta con vías de comunicación suficientes, asistir a un evento deportivo no es un esparcimiento, sino una carga sobre los nervios el espectador. Tienen que hacerse estudios del subsuelo para determinar la cimentación necesaria en la construcción del estadio, estudios estructurales para su construcción, estudios para los sistemas de abastecimiento de agua potable y drenaje, tanto para las instalaciones sanitarias como para el campo, tomando en cuenta la acumulación de agua de lluvias y otros factores. La instalación eléctrica es importante para prever la iluminación que permitirá competencias o juegos nocturnos. La instalación electrónica también será motivo de un estudio detenido para los altavoces, las comunicaciones dentro del estadio mismo y las comunicaciones con el exterior que incluyen radio, teléfonos y televisión. Todos estos elementos deben conjugarse para obtener el diseño óptimo considerando siempre los criterios económicos que rigen esta empresa. Ciertamente si la inversión que se lleva a cabo para su construcción no se recupera en cierto número de años predeterminados, la empresa se encontrará en una situación poco conveniente y no tendrá la posibilidad de seguir fomentando las instalaciones deportivas.

**PLATAFORMA MARINA.** Con la explotación del petróleo que yace bajo las plataformas continentales ha sido necesario desarrollar una plataforma sólida para la perforación y almacenamiento de este recurso natural (fig. 6). Una vez que se conoce la existencia del petróleo en un lugar determinado, habrá que erigir una plataforma que cumpla con los requisitos anteriores y otros más. Tales requisitos incluyen la estabilidad de la construcción, por cimentaciones o amarres resistentes, estabilidad frente a los oleajes fuertes debido a tormentas y huracanes; instalaciones mecánicas y eléctricas para la perforación, el almacenamiento y el traspaso del combustible a barcos tanque; los sistemas de alojamiento y de abastecimiento de víveres; la rotación del personal, las comunicaciones con tierra y las instalaciones para el esparcimiento son igualmente importantes. El tamaño óptimo de la plataforma y su elevación sobre el nivel del mar son parámetros que tendrán que determinar con sumo cuidado y con miras a obtener un comportamiento óptimo del sistema.

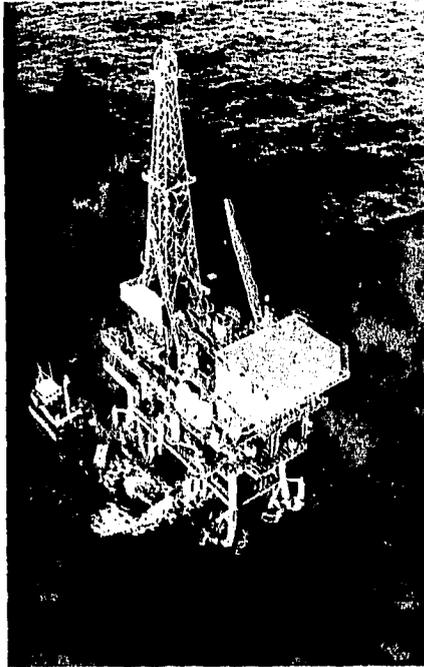


Fig. 6



## **CAPITULO II**

# **METODOLOGIA PARA DESARROLLAR UN PROYECTO**

## II.- METODOLOGIA PARA DESARROLLAR UN PROYECTO

En todo proyecto es necesario establecer un orden sistemático de los distintos pasos que hay que efectuar. Este orden permite un trabajo más eficiente, a la vez que la obtención de resultados que satisfagan las necesidades establecidas dentro de los límites más exigentes.

Cada uno de los pasos de la metodología es una unidad semi-independiente que tiene su vida propia y su personal especializado para efectuarlo. En los grandes proyectos, como la construcción de una presa, autopista o de un ferrocarril, existe un equipo administrador que controla todo el desarrollo del proyecto y que pide la colaboración de diferentes especialistas cuando ésta es necesaria.

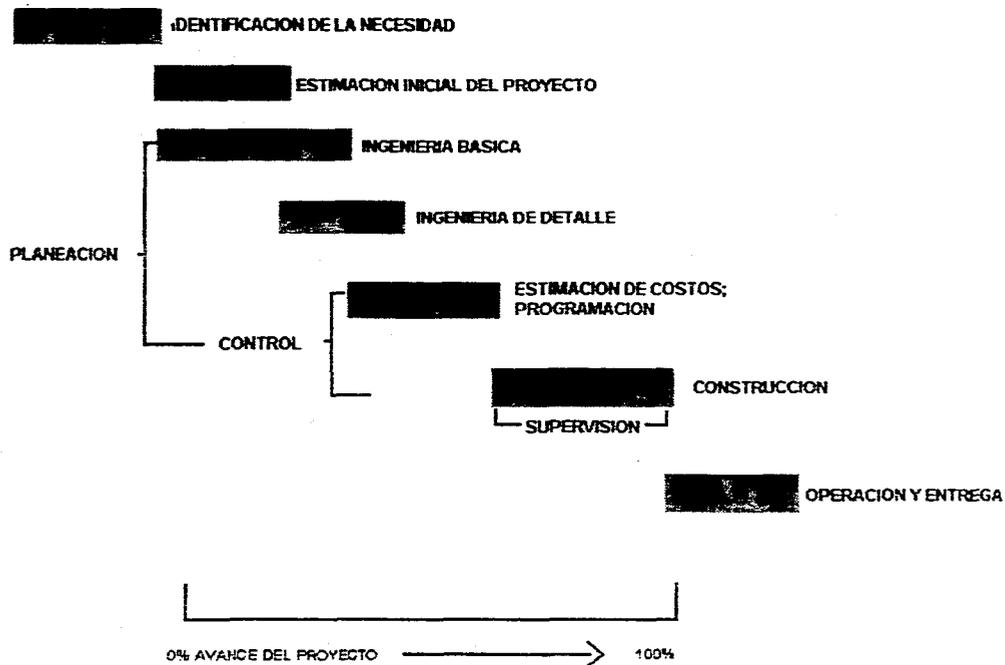
Es necesario tener en mente que en un proyecto complejo sólo el equipo administrador está en contacto con cada etapa. A medida que se van haciendo las diferentes síntesis y análisis, el equipo administrativo va llamando a equipos especializados como consultores del proyecto. Se pueden tener, por ejemplo, equipos de estructuras, equipos de estudios económicos, equipos de ingenieros electricistas, sociólogos, arquitectos y otros técnicos, cuyos conocimientos contribuyen estrechamente a la obtención de un mejor resultado.

La finalidad del proyecto como documento de análisis es aportar elementos de juicio para tomar decisiones sobre su ejecución o sobre el apoyo que se debiera presentar a su realización. Para ello deben analizarse problemas técnicos, económicos, financieros, administrativos e institucionales. Estos diversos aspectos se correlacionan en cada estudio parcial que compone la justificación del proyecto.

La preparación del proyecto se lleva a cabo en una sucesión de etapas:

- 1).- Identificación de la idea.
- 2).- Anteproyecto preliminar o de perfil.
- 3).- Anteproyecto definitivo o estudio de preinversión.
- 4).- Evaluación e instrumentación del proyecto.

## FASES GENERALES DE UN PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL



## II.1).- IDENTIFICACION DE LA IDEA.

El primer paso para la realización de un proyecto, es desde luego la identificación de la necesidad de un problema, o una deficiencia; es decir, inicia con un llamado o comunicado del cliente en cuanto a que desea los servicios de ingeniería para desarrollar un proyecto.

La necesidad puede ser determinada de dos formas: por una deficiencia actual o bien determinada por deficiencias futuras, siendo éstas obviamente, productos de estadísticas o estudios que permiten extrapolar resultados presentes y estimar situaciones futuras.

Necesidades determinadas por deficiencias actuales. Son las estimuladas o creadas como resultado de algún problema o deficiencia que actualmente está ocurriendo. La sociedad como un todo, el gobierno, empresa o inclusive una persona o grupo común de éstas, puede tener un problema específico que requiera ser solucionado. Los problemas pueden también surgir como consecuencia de políticas o nueva reglamentación a nivel gubernamental.

Ejemplo de éste tipo de necesidad sería la de crear determinadas vías de acceso a una población en desarrollo, la creciente necesidad de habitación en la periferia de la Ciudad de México, la creación de un centro de investigación de un gobierno estatal, la necesidad de infraestructura en un nuevo desarrollo turístico, etc..

Necesidades determinadas por deficiencias futuras. A través de la tendencia que observan los avances económicos, políticos, sociales, ecológicos, tecnológicos, etc., se pueden anticipar futuras necesidades con grados de confiabilidad bastante aceptables.

Un ejemplo claro de esto sería lo que ha sucedido con los automóviles, hace unos años los autos llamados "grandes" tanto por tamaño como por la potencia del motor, eran los preferidos por el público; sin embargo, por los aumentos de precios de los combustibles, así como de la materia prima de los autos, los constructores fueron anticipándose al tiempo, diseñando autos más compactos con motores más pequeños que aumentaban considerablemente el rendimiento del combustible, siendo este tipo de

automóviles los utilizados en la actualidad.

Este tipo de necesidades deben estar debidamente estudiadas sin escatimar costo y/o tiempo en la investigación, para la correcta determinación tanto su futura existencia como del tiempo de ocurrencia estimado.

Una vez identificado el tipo de necesidad, se continúa con una entrevista directa al cliente, escuchando sus necesidades y asesorándolo de una manera general buscando la economía y dando realce a sus necesidades a través de esquemas de solución (esquema conceptual donde se vean sus necesidades), los cuales pueden ser obsequiados por el proyectista, tener un costo (ser pagados a la hora de los esquemas) o incluirlos en el monto total del proyecto ejecutivo.

Definido el esquema conceptual y determinada la necesidad se debe tratar de definir en términos generales las características elementales del proyecto, esto es, se inicia con la etapa del anteproyecto.

El anteproyecto conceptual es útil para establecer claramente las relaciones de funcionamiento general. El propietario no debe ver en los esquemas de esta etapa otra cosa que las ideas generales y no esperar imágenes muy pulidas de lo que será la edificación.

Sin embargo, cabe aclarar que en muchas ocasiones, la identificación de ideas adolece de una carencia de visión general del contexto económico, la cual dificulta vincular las iniciativas de la unidad productiva al esquema nacional de desarrollo el cual contempla prioridades de mayor trascendencia para la comunidad.

Obviamente la posición ideal es conjugar la programación a nivel macroeconómico y la visión particular de los encargados de manejar dichas unidades productivas a fin de encauzar los recursos con los que cuentan (humanos, financieros, técnicos y materiales) de manera altamente productiva.

Esto implica el desarrollo y perfeccionamiento de mecanismos de comunicación y consulta que hagan llegar las ideas de los encargados de elaborar planes a nivel

general hasta los administradores de las diversas entidades generadoras de bienes y servicios.

Una vez definidas las fuentes de ideas para nuevos proyectos, basándose en la información existente e inmediatamente disponible, se debe determinar si hay o no alguna razón bien fundada para rechazar de plano la idea del proyecto. Si no la hay, se adopta la decisión de proseguir con el análisis y se especifican los estudios de la siguiente etapa.

## II.2).- ANTEPROYECTO PRELIMINAR O DE PERFIL

Esta etapa surge de la necesidad de formular un esquema racional de la idea que en un momento dado se tenga de un proyecto de inversión.

La característica principal del anteproyecto preliminar es el hecho de que su elaboración está sustentada en una investigación de índole preliminar y costo reducido. El objetivo principal que se persigue al efectuar el perfil de un proyecto específico, es ver si es o no conveniente destinar más recursos financieros para la realización de estudios más profundos con el fin de implementar el proyecto.

Un anteproyecto preliminar o perfil consta de tres partes:

- a).- Aspecto de Mercado.
- b).- Aspectos Técnicos.
- c).- Aspectos Económicos-Financieros.

Lo siguiente es un compendio de los conceptos contenidos en el perfil cuya obtención es ágil y expedita, sin embargo el contenido del mismo podrá variar según la institución o empresa que lo realice.

### II.2.1).- ASPECTOS DE MERCADO

- Usos del bien o servicio.
- Análisis de la producción. Consumo
- Análisis de la importación. Nacional
- Análisis de la exportación. Aparente
- Proyección de la demanda.
- Demanda internacional del producto.
- Política de comercialización.

**II.2.2).- ASPECTOS TECNICOS**

- Análisis de materias primas.
- Política actual de fabricación nacional.
- Descripción somera de procesos constructivos.

**II.2.3).- ASPECTOS ECONOMICO-FINANCIEROS**

- Análisis socio-económico (habitabilidad, productividad).
- Generación de empleos.
- Derrama de salarios.
- Ahorro y generación de divisas.
- Relación con otras ramas industriales.
- Inversión.
- Estrategia de control.

Ya que el perfil ha sido completado, se pondera y evalúa. La evaluación nos da la pauta para decidir si es o no procedente el continuar adelante con la etapa del anteproyecto definitivo o estudio de preinversión con la consecuente asignación de recursos que se requieren.

Un perfil no es el sustento decisivo de la inversión del proyecto, sino la base que antecede a estudios más completos como lo es el estudio de preinversión.

### II.3).- ANTEPROYECTO DEFINITIVO O ESTUDIO DE PREINVERSION

El anteproyecto definitivo representa el instrumento más importante dentro de la disciplina de análisis, elaboración y evaluación de proyectos de inversión para dar confiabilidad a las decisiones que se tomen al respecto.

La complejidad del anteproyecto definitivo implica la necesidad de hacer confluir esfuerzos en lo que toca a la consecución de información, al procesamiento de la misma y al concurso de técnicos especializados para llevarlo a cabo.

En el anteproyecto definitivo se trata de ordenar las alternativas de solución para el proyecto, según ciertos criterios elegidos para asegurar la optimización en el uso de los recursos empleados tanto desde el punto de vista del empresario público o privado, como desde el punto de vista de la economía en su conjunto.

Dichos criterios suelen incluir la rentabilidad, prevista a través de los ingresos y gastos proyectados para toda la vida útil del proyecto transformados a precios actuales y los efectos del proyecto sobre el ingreso nacional, sobre el uso de la capacidad instalada en la economía del país y la ocupación de la mano de obra, sobre el saldo de la balanza de pagos y la deuda externa y sobre las condiciones ambientales. La combinación adecuada de estos criterios permite ordenar las alternativas de solución técnica, económica y financiera de cada proyecto.

En el anteproyecto definitivo debe justificarse cabalmente la opción hecha por una de las alternativas y caracterizar otras que le siguen en orden de prelación para justificar la selección hecha frente a los criterios aceptados para evaluar el proyecto.

Esta etapa de elaboración de proyectos debe recomendar la alternativa de solución considerada como la mejor, dados los recursos disponibles y las restricciones a su empleo.

Un anteproyecto definitivo consta de los siguientes estudios parciales:

Estudio de Mercado.

Estudio Técnico.

Evaluación Social.

Estudio Financiero.

Evaluación Económica.

Estudio de Impacto Ambiental.

Plan de Ejecución.

A continuación se dan los conceptos que deben ser incluidos en el estudio, con el fin de que el anteproyecto definitivo sea lo más completo y confiable posible:

### **II.3.1.- Descripción Sumaria del Proyecto.**

Para facilitar la negociación del proyecto, el documento debe contener una descripción sumaria del mismo. La descripción se iniciará con los propósitos del proyecto y se completará con una síntesis de las conclusiones a que se ha llegado en cada uno de los estudios parciales realizados para su análisis y justificación. Esta información proporciona a los ejecutivos de más alto rango que toman decisiones sobre su realización la oportunidad de formarse una idea precisa y en forma sintética, de los elementos fundamentales del proyecto, sin tener que leer todo el texto, frecuentemente extenso, del documento y sus anexos. Es importante que constituya un capítulo aparte y reúna los resultados fundamentales de los estudios en forma comprensiva y lógica.

En resumen debe de contener al menos los siguientes aspectos.

a).- Objetivos del Proyecto.

- \* Identificación del producto.
- Calidad.
- Destino.
- Grado de esencialidad.
- Durabilidad.
- Usuarios o consumidores.
- \* Caracterización del proyecto.
- Naturaleza.
- Importancia.
- Ubicación sectorial y localización física.

b).- Síntesis de las Conclusiones.

- \* Del estudio de Mercado.
- Demanda actual del producto y su proyección.
- Oferta actual y futura.
- Fracción de la demanda que atenderá el proyecto.
- \* Del estudio Técnico.
- Capacidad instalada.
- Insumos críticos.
- Tecnología.
- Rendimientos físicos.
- Localización (microlocalización).
- Obras físicas principales o características
- Características principales de la empresa como organización.
- Fechas principales de la realización del proyecto.
- Costo de producción total y unitario en funcionamiento normal.
- \* Del estudio financiero.
- Necesidades totales de capital.
- Capital propio y créditos.
- Ingresos y gastos en funcionamiento normal.
- Punto de nivelación.

- \* De la evaluación económica.
- Principales relaciones del proyecto con la economía del país, región y sector.
- Criterios adoptados para la evaluación.
- Principales indicadores y coeficientes utilizados.
- Síntesis de las conclusiones de la evaluación.
- \* Del plan de ejecución.
- Fechas importantes de iniciación y terminación de las tareas de ejecución del proyecto.
- Alternativas de plazos de ejecución y sus costos.

### II.3.2.- Estudio del Mercado.

La finalidad del estudio de mercado es probar que existe un número suficiente de individuos, empresas u otras entidades económicas que, dadas ciertas condiciones, presentan una demanda que justifica la puesta en marcha de un determinado programa de producción (de bienes o servicios) en un cierto período.

El estudio de mercado de un proyecto debe presentar cuatro bloques de análisis, precedidos de una caracterización adecuada de los bienes que se espera producir y de los usuarios de esos productos.

El primer bloque (demanda) se refiere a los aspectos relacionados con la existencia de demanda o necesidad de los bienes o servicios que se buscan producir. El segundo (oferta) se relaciona con las formas actuales y previsibles en que esas demandas o necesidades están o serán atendidas por la oferta actual y futura. El tercer bloque (precios) tiene que ver con las distintas modalidades que toma el pago de esos bienes o servicios, sea a través de precios, tarifas o subsidios. Finalmente, el cuarto bloque (comercialización) debe señalar las formas específicas de elementos intermedios que se han previsto para que el producto del proyecto llegue hasta los demandantes, consumidores o usuarios.

Este estudio debe contener básicamente los siguientes conceptos:

a).- El producto en el mercado.

- \* Producto principal y subproductos.
- \* Productos sustitutivos o similares.
- \* Productos complementarios.

b).- El área del Mercado

- \* Población.
  - Contingencia actual y tasa de crecimiento.
  - Estructura y sus cambios.
- \* Ingresos.
  - Nivel actual y tasa media de crecimiento.
  - Estratos actuales y cambios en la distribución.
- \* Factores limitativos de la comercialización o distribución.
  - Alterables (plazo viable alterarlos).
  - Inalterables.

c).- Comportamiento de la demanda.

- \* Situación actual.
  - Series estadísticas básicas.
  - Estimación de la demanda actual.
  - Distribución espacial y tipología de los consumidores.
- \* Características teóricas de la demanda.
  - Coeficientes de crecimiento histórico.
  - Índices básicos, funciones y curvas de demanda.
- \* Situación futura - proyección de la demanda.
  - Extrapolación de la tendencia histórica.
  - Análisis de los factores condicionantes de la demanda futura.

d).- Comportamiento de la oferta.

- \* Situación actual.
- Series estadísticas básicas.
- Estimación de la oferta actual.
- Inventario crítico de los principales proveedores.
- Análisis de régimen de mercado.
- Naturaleza y grado de la intervención estatal.
- Grado de competencia entre los proveedores.
- Situación futura-evaluación previsible de la oferta.
- Utilización de capacidad ociosa.
- Planes y proyectos de ampliación de la capacidad instalada.
- Análisis de los factores que condicionen la evolución previsible.
- Estimación corregida y calificada de la oferta futura.

e).- Determinación de los precios de producto.

- \* Mecanismo de formación de los precios del producto.
- \* Márgenes de precios probables y su efecto sobre la demanda.
- Análisis de las series históricas de precio.
- Hipótesis de evolución futura de precios.
- Influencia prevista de los precios de la cuantía de la demanda.

f).- Posibilidades del proyecto (posición en el mercado)

- \* Condiciones de competencia del proyecto.
- \* Demanda potencial del proyecto.

### II.3.3.- Estudio Técnico.

El objetivo básico del estudio técnico es demostrar la viabilidad del proyecto, justificando la mejor alternativa según los aspectos de restricción de recursos, ubicación, procesos y técnicas más eficientes; esto siempre y cuando el estudio se desarrolle a un nivel de factibilidad. Los estudios técnicos engloban la selección en la organización del proceso,

de la maquinaria, equipo y tecnología a utilizar; los requerimientos de insumos y la forma de distribución del bien o servicio para la población que hará uso de los beneficios del proyecto.

El estudio técnico no solamente ha de demostrar la viabilidad técnica del proyecto, sino que también debe mostrar y justificar cual es la alternativa técnica que mejor se ajusta a los criterios de optimización que corresponde aplicar al proyecto. Las decisiones que se adopten como resultado del estudio técnico determinarán las necesidades de capital y de mano de obra que tendrá que atenderse para ejecutar el proyecto y para ponerlo en operación.

#### A.- Estudio Básico.

##### a).- Capacidad del proyecto.

- \* Definición del tamaño.
- \* Capacidad diseñada.
- \* Márgenes de capacidad utilizables.
- Reserva.
- Sobrecarga posible.
- Fraccionamiento.

##### b).- Factores condicionantes del tamaño.

- \* Dimensiones del mercado.
- \* Capacidad financiera.
- \* Disponibilidad de insumos materiales y humanos.
- \* Problemas de transporte.
- \* Problemas institucionales.
- \* Capacidad administrativa.

##### c).- Justificación del tamaño en relación con el proceso y la localización.

**B.- Proceso.**

1).- Descripción de las unidades de transformación (separando las existentes y las proyectadas).

a).- Descripción del proceso de transformación.

- \* Insumos principales y secundarios.
- \* Insumos alternativos y efectos de su empleo.
- \* Productos principales, subproductos e intermedios.
- \* Residuos.
- \* Identificación y descripción de las etapas intermedias.
- \* Diagrama de flujo de todo el proceso.

b).- Descripción de las instalaciones, equipo y personal.

- \* Del proceso de transformación.
- \* De los sistemas complementarios.

2).- Calificación de las unidades existentes.

a).- Calificación del diseño (proceso de transformación e Instalaciones).

- \* Problema de adecuación.
- \* Problema de escala de producción.

b).- Calificación de la operación.

- \* En cuanto a insumos.
- \* En cuanto a instalaciones.
- \* En cuanto a productos.
- \* En cuanto a mano de obra.
- \* En cuanto a economías externas.

c).- Posibilidades de expansión de la capacidad utilizada.

- \* Capacidad ociosa.
- \* Instalaciones incompletas.
- \* Sobredimensionamiento de diseño.
- \* Expansión por cambios tecnológicos.

3.- Justificación de unidades nuevas.

a).- Justificación técnica del proceso de transformación.

- \* Condiciones iniciales.
- Insumos importados.
- Insumos nacionales disponibles en el mercado.
- Insumos nacionales cuya producción se desarrollará.
- Factores restrictivos o condicionantes.
- \* Inventario crítico de los procesos existentes.
- \* Criterio de selección de alternativas y orden de su aplicación.
- \* Análisis de la escala de producción.

b).- Justificación de las instalaciones, equipo y personas.

- \* Del proceso de transformación.
- \* De los sistemas complementarios.

c).- Capacidad de expansión de las instalaciones.

d).- Justificación del proceso en relación con el tamaño y la localización.

C).- Localización.

1).- Descripción.

a).- Microlocalización.

b).- Integración en el medio.

- \* Condiciones naturales, geográficas y físicas.
- \* Economías externas.
- \* Condiciones institucionales.

c).- Ordenamiento espacial interno.

- \* Dimensiones y características técnicas del terreno.
- \* Distribución de las instalaciones en el terreno.
- \* Diagrama de localización.

2).- Calificación y/o justificación.

a).- Con relación al medio.

- \* Razones de geografía física.
- \* Economías y deseconomías externas.
- \* Razones institucionales.

b).- Con relación a las características del terreno.

- \* Del proceso productivo.
- \* Del programa de expansión.

c).- Distancias y costos de transporte.

- \* De los insumos.
- \* De los productos.

d).- Posibilidades de conexión de las unidades nuevas con las existentes.

- \* En la solución de los problemas actuales de localización.
- \* En la expansión de las instalaciones actuales.

e).- Justificación de la localización en relación con el tamaño y el proceso.

D).- Obras Físicas.

a).- Inventario.

- \* Relación y especificación de las obras que se realizarán.
- \* Clasificación funcional y características específicas de las obras.

b).- Requisitos de las obras.

- \* Materiales.
- \* Mano de obra.
- \* Equipo, maquinarias, herramientas e instalaciones para construcción.

c).- Dimensiones de las obras.

- \* Exigencias en terrenos.
- \* Dimensión en materiales.

d).- Problemas específicos.

- \* Resultantes de condiciones geográficas y físicas.
- \* Resultantes de problemas institucionales.

e).- Costos.

- \* Costos unitarios de los elementos de obra.
- \* Costos totales de las obras.

E).- Organización.

a).- Organización para la ejecución.

- \* Entidades ejecutoras.
- \* Tipos de contratos de ejecución.
- \* Administración y control de la ejecución.

b).- Organización para la operación.

- \* Establecimiento progresivo de la organización.
- \* Planteamiento de la organización jurídico-administrativo.
- \* Planteamiento de la organización técnica-funcional.
- \* Planteamiento del sistema de control.
- \* Organigrama general.

F).- Calendario.

a).- Conclusión del proyecto.

- \* Revisión del anteproyecto.
- \* Contactos finales con proveedores.
- \* Diseño definitivo y de detalles.

b).- Negociación del proyecto.

- \* Consecución del financiamiento.
- \* Obtención de autorizaciones legales.
- \* Contratación de firmas ejecutoras.

c).- Ejecución del proyecto.

- \* Construcción de obras físicas.
- \* Adquisición de maquinaria y equipo.
- \* Montaje de maquinarias y equipos.
- \* Contratación y capacitación del personal.
- \* Organización e instalación de la empresa.

d).- Operación del proyecto.

- \* Plazo para operación experimental y puesta en marcha.
- \* Período para llegar a la operación normal prevista.

G).- Análisis de costos.

a).- Costo total de la inversión física.

- \* De la construcción de obras físicas.
- \* De equipos y maquinaria.
- \* De existencias.

b).- Costo total de la operación.

- \* De la mano de obra.
- \* De los materiales.
- \* De los servicios.
- \* Depreciación.

c).- Costos unitarios.

- \* Costos unitarios básicos y su estructura.
- \* Costos unitarios mínimos y su comparación con otras alternativas analizadas en el estudio técnico.
- \* Clasificación de los rubros de costo en fijos y variables.

### II.3.4.- Evaluación Social.

Tiene como objetivo determinar si los beneficios esperados por éste justifican el empleo de los recursos necesarios para su realización y operación y, particularmente, si se justifica esta asignación cuando los recursos son escasos o restringidos. Estos recursos bien pudieran ser el capital, recursos naturales, personal capacitado, técnicos, mano de obra calificada, maquinaria, etc.. Este tipo de evaluación determina si en relación a

otros proyectos, la asignación óptima de los recursos ha sido adecuada al asignarlos a uno en particular. Es decir, desde el punto de vista social se pretende maximizar el aprovechamiento del recurso escaso.

En la evaluación social se toman en consideración los efectos del proyecto en la economía nacional, en la balanza de pagos del país, en la generación de oportunidades de trabajo, en las oportunidades de desarrollo que abre para otros proyectos, en la evaluación del nivel técnico y cultural que induce en la mano de obra de la localidad donde se realiza; en su aportación al desarrollo industrial, en el valor agregado que incorpora a los recursos renovables e históricos que se pongan en riesgo y en general, en el cuadro de insumo producto del país.

Para la evaluación social de un proyecto, al ser eliminados los impuestos y subsidios se obtiene una imagen más justa de los costos y beneficios derivados del proyecto; sin embargo, el que existan estos factores implica que el gobierno tiene el propósito de orientar los esfuerzos productivos en la dirección que más conviene a la comunidad o bien para redistribuir los beneficios por medio de la realización de proyectos relacionados a obras y servicios comunitarios.

### **II.3.5.- Estudio Financiero.**

El estudio financiero será la base para la evaluación del proyecto y para gestionar el monto de financiamiento necesario que el proyecto demanda para su estudio, ejecución y puesta en marcha, de hecho se basa en proyecciones de supuestos económicos y financieros, debe contener la determinación de inversiones, el financiamiento, los presupuestos de operación y los estados financieros proforma. Comprende la inversión, la proyección de los ingresos y de los gastos y de las formas de financiamiento que se prevén para todo el período de su ejecución y operación. El estudio deberá demostrar que el proyecto puede realizarse con los recursos financieros disponibles. Asimismo, se deberá evaluar la decisión de comprometer esos recursos financieros en el proyecto en comparación con otras posibilidades conocidas de colocación. En el proceso de evaluación de un proyecto determinado, que permite juzgar su viabilidad y su prioridad entre otras posibilidades de inversión, los resultados del análisis financiero deben confrontarse con los que se obtienen en el estudio económico; de ese modo se llegará

a una síntesis de los juicios que permiten tomar una decisión final sobre la realización del proyecto.

La presentación resumida de este estudio ha de mostrar los ingresos y gastos de un año típico del funcionamiento del proyecto. Se presentarán además los indicadores financieros más importantes, tales como la tasa interna de retorno, el valor presente neto, calculados sobre el movimiento de caja previsto (el segundo, con la indicación y justificación sumaria de la tasa de actualización adoptada); el horizonte económico; y otros índices importantes, conforme a la naturaleza del proyecto, como el cociente de ventas a costos, la proporción de capital propio y de préstamos en la inversión y el punto de nivelación de ingresos y gastos, calculados para el período de funcionamiento normal.

En relación con el financiamiento previsto en el resumen se indicarán los montos de capital propio de la empresa y de los aportes de crédito interno y externo que lo completarán. Se indicarán los plazos y tasas de interés de los préstamos previstos y se presentará un cuadro-resumen muy sintético de las fuentes y usos de fondos, con el máximo de agregación, que permita formarse una idea de la capacidad del proyecto para afrontar sus compromisos financieros.

Los principales puntos que deberán ser analizados durante el desarrollo del estudio financiero son:

1.- Inversiones en el proyecto.

- a).- Inversiones complementarias.
- b).- Inversiones sustitutas.
- c).- Inversiones mutuamente excluyentes.
- d).- Inversiones independientes.

Desde el punto de vista económico, las inversiones pueden clasificarse en:

- Inversiones fijas.
- Inversiones diferidas.

- Capital de trabajo.

## 2.- Financiamiento.

- a).- Fuentes de financiamiento.
- b).- Condiciones y programas de financiamiento.
- c).- Estructura de capital.
- d).- Amortización del capital.
- e).- Capacidad de pago.

## 3.- Presupuestos de operación.

- a).- Presupuestos de ingresos.
- b).- Costo total.
- c).- Gastos de administración.
- d).- Gastos financieros.

## 4.- Estados financieros Proforma.

En base al presupuesto original, deberá elaborarse el proforma a fin de contar con el documento de control que responsabilice a cada área involucrada en el monto total autorizado de costo por ejercer. Los elementos a controlar serán cuando menos:

- a).- Obra ejecutada.
- b).- Costo directo e indirecto.
- c).- Gastos generales.
- d).- Gastos financieros.
- e).- Estado de resultados del proyecto.
- f).- Flujo de efectivo.
- g).- Estado de origen y aplicación de recursos.
- h).- Estado de situación financiera.

El control de proyectos será el responsable de comparar en cada uno de los puntos mencionados, los resultados reales con los programados.

### **II.3.6.- Evaluación Económica.**

El proceso de evaluación de proyectos estima las ventajas y desventajas originadas por la asignación de recursos en el desarrollo de las inversiones; este análisis requiere de los datos definidos durante la formulación del proyecto y que son los relacionados a los estudios de ingeniería, técnico, de mercado, financiero y de impacto ambiental.

La evaluación económica es un estudio que nos permite conocer el bienestar económico que generará el proyecto. Se refiere al uso real que se le da a los recursos económicos que son destinados al proyecto, permitiéndonos determinar los costos y beneficios, considerando implícito el concepto de ganancia o utilidad social; es decir, se evalúan los efectos económicos provocados por la inversión, tanto para los directamente involucrados como para aquellos que se ven afectados de manera indirecta, positiva o negativamente; evaluando globalmente los impactos del proyecto sobre la sociedad en general.

En términos más amplios, la tarea de evaluar consiste en comparar los beneficios y los costos del proyecto, con miras a determinar si el cociente que expresa la relación entre unos y otros presenta o no ventajas mayores que las que se obtendrían con proyectos distintos, igualmente viables. Se trata de determinar si el aporte del proyecto a los objetivos del desarrollo económico y social justifica su realización, teniendo en cuenta los usos alternativos que pueden tener los mínimos recursos.

En suma, se podría decir que en la evaluación económica se aplican ciertos criterios prestablecidos al análisis de los resultados netos del proyecto para decidir si es viable, conveniente y oportuno realizarlo.

### **II.3.7.- Estudio de Impacto Ambiental.**

En la evaluación de un proyecto, este estudio es relativamente nuevo, ya que en México no se había tenido un estricto control sobre los efectos positivos o negativos, de la implantación de proyectos de Ingeniería Civil; ocasionalmente se desarrollaban estudios sobre las situaciones de tipo económico, social y cultural, pero casi nunca se determinaron las situaciones ambientales que tuvieron efectos negativos en el medio y

que al paso del tiempo aun se padecen, sin tener una posibilidad de recuperación en nuestros días.

Para saber lo que trata este estudio es necesaria definir en forma más clara lo que se entiende por impacto ambiental: es el efecto negativo o positivo que provocan sobre el medio ambiente ciertos fenómenos naturales o la actividad humana, permitiendo mitigar o evitar los efectos negativos sobre aspectos del medio, como pueden ser de carácter ecológico, social, estético, cultural, político y económico, los que son provocados por proyectos y obras de sectores tanto privado como público.

Conociendo el tipo de obras que se realizan en el área de Ingeniería Civil, podemos estar conscientes de los cambios que estas provocan sobre el medio y que algunas, a pesar del tiempo seguirán causando efectos ambientales. Podemos determinar y medir ponderadamente estos efectos en aspectos tales como:

1).- Magnitud.

Define la severidad de cada impacto potencial, determinado si el efecto es reversible o no, y si lo fuera, como sería la recuperación o adaptabilidad del área en estudio.

2).- Prevalencia o dominancia.

Define el grado en el cual el impacto puede extenderse como efecto acumulativo; es decir, quizá en el corto plazo el impacto tenga efectos mínimos y sin importancia en una determinada área, pero a largo plazo puede resultar de efectos muy significativos para la población y el medio ambiente.

3).- Duración y frecuencia.

Define si el efecto se dejaría sentir a corto, mediano o largo plazo así como también permitirá saber si está situado, se puede reducir al establecer un período de inactividad.

#### 4).- Riesgos.

Mide la probabilidad de que se tengan efectos importantes a corto plazo; esta evaluación del riesgo ambiental se basa en el conocimiento y entendimiento de las actividades y el impacto potencial del área de estudio.

#### 5).- Importancia.

Define el valor que se vería afectado por el proyecto; es decir, define el valor de determinada zona por pequeña que ésta sea, respecto a su importancia para la comunidad que subsiste de ella. Por ejemplo, las hectáreas de riego que son la base alimenticia de una comunidad, un manantial que es la fuente de agua potable por cierta población, etc..

#### 6).- Mitigación.

Son las soluciones propuestas a los problemas que podría acarrear el hecho de desarrollar un proyecto de una determinada zona. Se debe considerar el tipo de tecnología que pudiera dar soluciones variables de la ejecución del proyecto. Por ejemplo, en la construcción de una autopista, una medida de mitigación al problema del trazo sería proponer aquel que no pasara por determinados puntos poblacionales o zonas de riesgo, que a la larga pudiera causar problemas de inconformidad de los pobladores durante la construcción.

Para el estudio de impacto ambiental, es necesario tener claro que debemos dar soluciones y no ser creadores de situaciones críticas de subsistencia para la comunidad, por ello lo importante que es el conocer claramente los alcances del proyecto que se esté analizando y tratar de que su impacto en el medio ambiente sea mínimo.

Actualmente los planificadores deben tener la capacidad para tomar en cuenta las circunstancias ambientales que rodean al proyecto que analizan y cuya repercusión en el medio depende de ellos, la experiencia nos demuestra la necesidad de prever, desde la etapa de planeación, las consecuencias que tiene la actividad del hombre sobre el medio ambiente durante las etapas de:

- a) Selección y preparación del sitio del proyecto.
- b) Construcción.
- c) Operación y mantenimiento.
- d) Actividades futuras previstas

### **II.3.8.- Plan de Ejecución.**

En coordinación con el calendario, deberá presentarse aquí un esquema de la movilización oportuna de los requisitos del proyecto, en la secuencia en que van a ser necesarios para su ejecución. Este rubro especialmente importante si se plantea algún tipo de ejecución parcelada, en forma separada y progresiva. En esta fase se concentra la inversión y también, en general los desembolsos del financiamiento. Por esta razón es útil disponer con el mayor detalle posible de las previsiones de la cronología estimada, a fin de coordinar mejor la adquisición de materiales y equipos, la presentación de servicios por terceros y la realización directa de tareas de montaje y construcción, hasta la puesta en marcha del proyecto. Se trata de proponer según un esquema viable y coherente el desarrollo, en función del tiempo, de la movilización de todos los requisitos del proyecto (físicos, materiales, humanos e institucionales, técnicos y financieros) en la medida en que se hacen necesarios.

## **II.4).- DESARROLLO DE LA TECNOLOGIA.**

En la fase de investigación y desarrollo se tiene como meta primordial el obtener la tecnología de un proceso que permita llevar a cabo un diseño competitivo del mismo. El trabajo involucrado en esto es muy variado y depende de diversos factores entre los cuales se encuentran el tipo de proceso, la información que se tenga disponible y su confiabilidad.

Para un proyecto en general se tienen tres fases:

- 1).- Fase exploratoria.
- 2).- Fase de desarrollo.
- 3).- Fase complementaria.

### **II.4.1.- Fase exploratoria.**

En esta fase se establecen primeramente los objetivos del desarrollo tecnológico. En seguida se procede a realizar una investigación bibliográfica que tiene como finalidad conocer los avances que sobre el tema de interés o algunos otros relacionados, se han logrado en otros centros de investigación, para así evitar duplicación de trabajo o infringir patentes.

Los resultados del estudio bibliográfico se conjugan con la experiencia de los investigadores para definir los requerimientos de una experimentación preliminar que permita determinar la información necesaria para llevar a cabo una evaluación económica del proceso. Por otra parte, se define un esquema de proceso que satisfaga los objetivos del proyecto y con los resultados de la experimentación se procede a realizar la evaluación económica que será la base para predecir sobre la conveniencia de seguir adelante con el proyecto.

### **II.4.2.- Fase de desarrollo.**

El objetivo de ésta fase es el obtener la información técnica necesaria que permita llevar a acabo su comercialización o de concluirlo en esta fase. Por lo general se deberá

trabajar en los siguientes campos: síntesis y selección de esquemas de procesamiento, diseño de los equipos básicos como reactores, contactores, etc., determinación de propiedades termofísicas, metalurgia y evaluación económica.

#### **II.4.3.- Fase complementaria.**

Como su nombre lo indica, esta fase únicamente se lleva a cabo cuando habiendo terminado la anterior se ha decidido comercializar el proceso. En esta fase se realiza la determinación de todas aquellas propiedades termofísicas adicionales que son necesarias para obtener un diseño de equipo confiable; así mismo se desarrollan las correlaciones que permiten un mejor manejo de los datos experimentales y finalmente se llevan a cabo los estudios de optimización del proceso.

Algunos Institutos de Investigación y Desarrollo Tecnológico en México, han llevado a cabo con éxito proyectos en los que se han desarrollado tanto la ingeniería básica de sus procesos como la ingeniería de detalle, ahorrando considerable cantidad de divisas por concepto de compra de tecnología.

#### **II.4.4.- Ingeniería de proyecto.**

Es aquí donde la actitud general de la primera etapa cambia, ya no se trata de investigar como sería o quien puede proporcionar el proceso requerido, pues ya todo esto debe estar determinado y definido, ya se debe pensar en llevarlo a cabo, en realizarlo en la forma más económica y eficiente posible.

### II.5).- DESARROLLO DE LA INGENIERIA BASICA.

En esta fase del proyecto se complementan por el contratista los datos técnicos suministrados por el cliente, incorporando la información que permita editarlos en forma definitiva. En esta fase del proyecto, es de suma importancia el definir con anticipación que documentos requieren para la aprobación del cliente y cuáles se le envían con carácter informativo, reservándose el cliente el derecho de comprobar que todos ellos cumplan las especificaciones y requerimientos técnicos del proyecto, independientemente de que sean sujetos a aprobación o no. El número de documentos sujetos a aprobación debe ser el mínimo necesario, con el fin de aprovechar al máximo las ventajas en lo que a tiempo de ejecución se refiere.

Como parte final de la Ingeniería Básica (fig. 7), se elabora un documento con la filosofía operacional básica del proceso, el cual será la base para el desarrollo del manual de operación que se hará en la Ingeniería de Detalle.

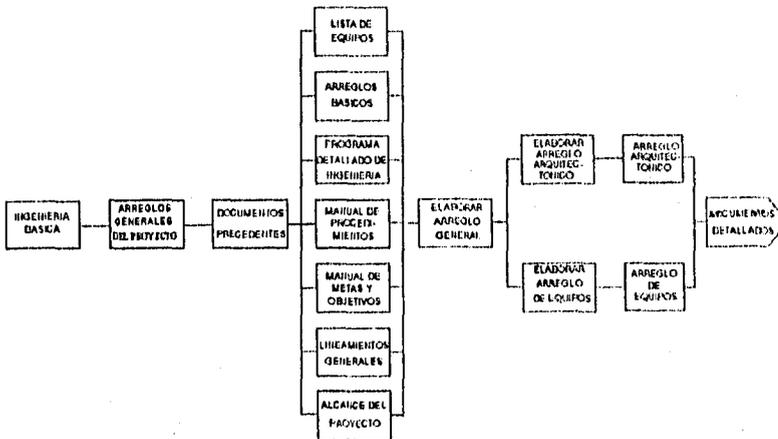


fig. 7 DESARROLLO DE LA INGENIERIA BASICA

## II.6).- DESARROLLO DE LA INGENIERIA DE DETALLE.

Dentro de la ingeniería de proyecto, uno de los aspectos más importantes y el que mayor cantidad y diversidad de personal especializado requiere, es el de ingeniería de detalle.

En esta fase del proyecto, se generan los dibujos constructivos y especificaciones necesarios que proporcionan la información requerida para la ejecución de la obra. Como es lógico suponer, para poder realizar el tipo de trabajo comprendido en la ingeniería de detalle es necesaria la agrupación de distintas ramas o campos profesionales a saber (fig. 8):

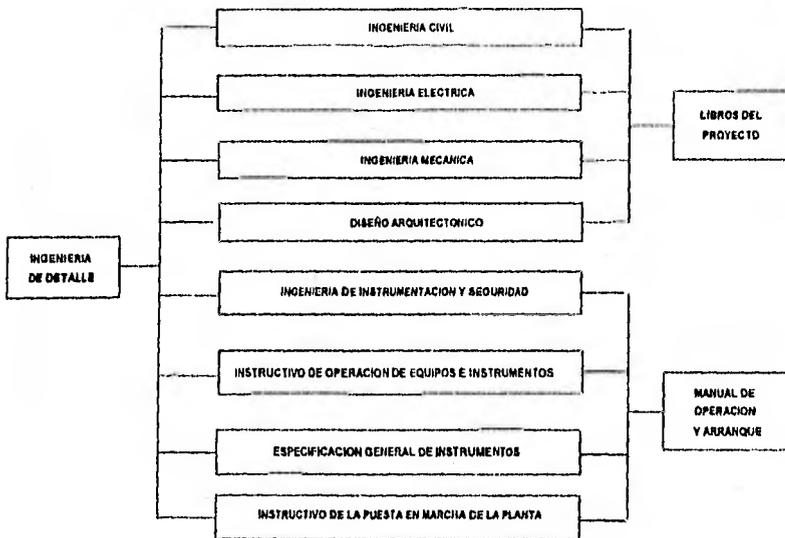


fig. 8 DESARROLLO DE LA INGENIERIA DE DETALLE

### II.6.1).- Ingeniería Civil.

La ingeniería civil en la realización de un proyecto interviene aplicando todas y cada una de sus ramas (fig. 9), así mismo, la interacción entre éstas permitirá garantizar un producto final de buena calidad; es por ello que no se puede soslayar el hecho de que la presencia de la ingeniería en este tipo de actividades es de suma importancia desde el inicio de ésta, hasta la culminación y puesta en marcha de la obra. Un aspecto importante en este trabajo es subrayar la importancia de la interrelación que existe en las diferentes ramas de la ingeniería en un proyecto y entre éstas a su vez, con el fin de exponer el valor que tienen todas y cada una ellas en un proyecto.

En ésta área se llevan a cabo los trabajos de diseño de cimentaciones, edificios y estructuras tanto de concreto como de acero. Algunas actividades que realizan son:

Estudios de mecánica de suelos.

Dibujos de localización de la planta topográficos y curvas de nivel.

Cimentaciones y estructuras de edificios y equipos.

Red hidráulica.

Especificaciones generales de construcción; etc..

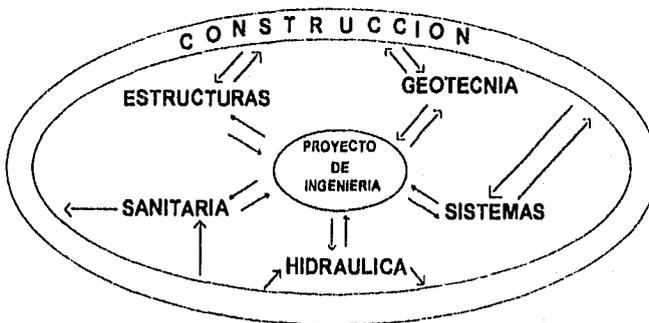


Fig. 9 INTERACCION DE LAS AREAS DE INGENIERIA CIVIL EN UN PROYECTO DE INGENIERIA

### **II.6.2).- Ingeniería Eléctrica.**

La finalidad de esta disciplina es diseñar la forma de suministrar la energía eléctrica de los equipos, alumbrado, comunicaciones, sistemas de control, etc.. El diseño eléctrico genera los siguientes documentos:

- Especificaciones de equipo eléctrico.
- Diagrama unifamiliar.
- Diagramas de control.
- Plano de clasificación aérea.
- Plano de alumbrado y contactos.
- Planos de red de tierras y pararrayos.
- Estudio de corto circuito.
- Memoria técnico descriptiva.

### **II.6.3).- Ingeniería Mecánica.**

Esta disciplina realiza las especificaciones mecánicas de equipos rotatorios y analiza técnica y económicamente las ofertas de los fabricantes de estos equipos. Sus actividades fundamentales son:

- Especificaciones de equipos.
- Especificaciones de aislamiento.
- Memorias de cálculo de equipos.
- Dibujo de arreglo de equipos.
- Dibujo de fabricación de equipos.
- Arreglo y colocación del equipo mecánico de la planta.

### **II.6.4).- Diseño Arquitectónico.**

Este grupo se encuentra encargado de elaborar los diseños de cuartos, casas o edificios que requieren un proceso dado. Se encargan de buscar además de su funcionalidad y economía, aspectos de comodidad y estética.

### **II.6.5).- Ingeniería de Instrumentación y Seguridad.**

Comprende básicamente lo siguiente:

- Indice de instrumentos y elementos de seguridad.
- Diagramas de instrumentación y control.
- Especificaciones de instrumentos.
- Memorias de cálculo de instrumentos y elementos de seguridad.
- Dibujos de localización de instrumentos.
- Dibujos de tableros de control.

### **II.6.6).- Especificación General de instrumentos.**

Las principales actividades de esta especialidad son especificar los instrumentos para su adquisición, elaborar los diagramas de instalación de instrumentos, especificar y adquirir los materiales y partes de repuesto que requieren los instrumentos de la obra en cuestión.

### **II.7).- Adquisición de equipos y materiales.**

Esta parte de la ingeniería de proyectos la podemos dividir para su análisis en tres partes (fig. 10):

- a).- Compra de equipo y materiales.
- b).- Inspección.
- c).- Expeditación.

- a).- Compra de equipo y materiales.

Se caracteriza por la preparación de concursos, evaluación técnica-económica y pronta colocación de órdenes de compra .

b).- Inspección.

Presenta especial interés debido a las nuevas técnicas y materiales que se utilizan en la industria moderna, ya que la inspección tiene como objeto verificar que la calidad del trabajo de fabricación de equipo se lleve de acuerdo con las especificaciones o prácticas más aceptables de fabricación.

c).- Expeditación.

Esta se inicia sobre el envío de especificaciones, continúa después del envío de la orden de compra hasta la entrega del equipo y/o materiales en el campo, estando siempre en contacto con los proveedores para confirmar tiempo de entrega, fecha de edición de dibujos y programas de fabricación.

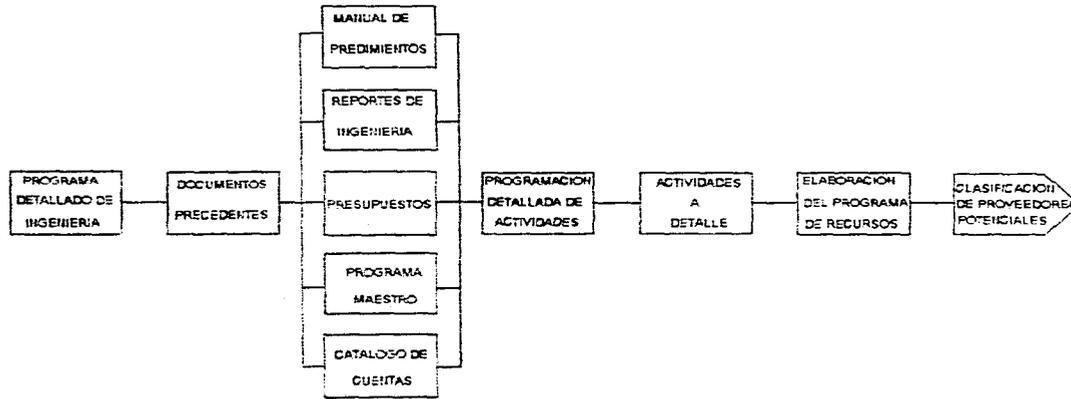


fig.10 ADQUISICION DE EQUIPOS Y MATERIALES

## II.8).- CONSTRUCCION.

Mediante esta actividad se establece un enlace entre el constructor y el personal de Ingeniería de Diseño, cooperando en la planeación de la construcción y vigilando que la consideración de diseño establecidas o indicadas en los planos constructivos se respeten.

En el campo de la construcción, se materializan las ideas que el diseñador ha expresado a través de planos y especificaciones, mismas que van desde pequeñas y modestas obras, hasta majestuosos proyectos monumentales que inciden de manera significativa en el desarrollo económico del país; de esta manera, las obras van conformando la infraestructura en que se apoyan múltiples actividades económicas, tales como la agricultura, la industria, el comercio y el turismo.

Las obras que el ingeniero civil realiza en ésta área, son muy diversas y abarcan todos los sectores de la actividad económica; teniéndose así:

### Obras hidráulicas y agropecuarias

Presas de almacenamiento y derivación, canales y sistemas de riego, obras fluviales, obras de protección.

### Obras industriales

Obras para la producción, regulación conducción y distribución de energía eléctrica, plantas industriales, astilleros, almacenes, obras de refinación.

### Obras de transporte y comunicaciones

Caminos, puentes, ferrocarriles, aeropuertos, puertos, telecomunicaciones, canales.

### Obras de urbanización

Obras de abastecimiento de agua potable y alcantarillado, vialidad urbana, alumbrado, guarniciones, banquetas, pavimentación, instalaciones diversas.

### Asentamientos humanos

Centros comerciales, religiosos, educacionales, recreativos, asistenciales, oficinas públicas, viviendas.

Lo variado de las obras y los problemas que se presentan durante la construcción, obligan al especialista en ésta área a tener una preparación muy completa en todas las ramas de la ingeniería civil; necesariamente tiene que relacionarse con Ingenieros de otras especialidades y, de acuerdo con la complejidad de la obra, frecuentemente forma parte de equipos interdisciplinarios. Asimismo, el medio ambiente en que se desenvuelve es muy amplio; las obras en el campo requieren de él una buena disposición para realizar actividades al aire libre y un reducido trato social circunscrito al personal de trabajo; las obras, en cambio, lo obligan a desenvolverse en un medio más complicado y exigente, ya que, a la vez desempeñan sus labores en áreas abiertas o aisladas, debe mantenerse en constante trato con problemas y personas de los grandes conglomerados.

## II.9).- PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA.

Esta actividad se caracteriza por iniciarse con la preparación de los instructivos de operación y mantenimiento, que servirán como base para el entrenamiento de los futuros operadores.

La puesta en servicio define una etapa de pruebas sucesivas y simultáneas para cerciorarse de que las estructuras, sistemas y componentes han sido instalados, contruidos y montados de acuerdo con los instructivos, procedimientos, planos y especificaciones y que por lo tanto funcionarán adecuadamente en su vida de servicio.

El cierre del proyecto comprende una serie de actividades, en donde se completan los pendientes de la documentación final de cierre tanto de empresa como del cliente: la entrega de documentación sobre compromisos contractuales, los planos del trabajo según lo construido y de la documentación confidencial facilitada por el cliente; contables (cobro y pagos finales, cancelación de registros y el cierre contable del proyecto); por último la elaboración de reportes de cierre del proyecto.

Se debe definir un plan donde se establezcan los tipos de reporte que serán internos y cuáles externos. Estarán divididos de la siguiente forma.

### Reportes de ingeniería.

Reporte de ruta crítica.

Reporte de horas-hombre por paquete de trabajo.

Reporte de horas hombre por disciplina.

Diagrama de barras para actividades

Reporte de trabajo ejecutado (planos y documentos)

Programa de entrega de planos.

Reporte de entrega de equipo y materiales en obra.

**Reportes de construcción.**

- Resumen de compra de material por paquete de trabajo.
- Revisión del estimado de costos.
- Reportes de ruta crítica.
- Reportes de mano de obra.
- Reporte de consumo de materiales.
- Curvas de avance.
- Reportes de cambios de alcance.
- Reporte estadístico de seguridad.

**Reportes de procuración.**

- Reporte de horas-hombre.
- Reporte de avance de especificaciones.
- Reporte de compras.
- Reporte de expeditación.
- Reporte de tráfico.
- Reporte de entrega de equipo y materiales en obra.

Los instructivos de operación y mantenimiento cubre en términos generales la siguiente información:

- Descripción del proceso.
- Base del diseño.
- Condiciones de operación.
- Preparación para la puesta en marcha.
- Paro normal.
- Paro de emergencia.
- Seguridad e instrucciones especiales.
- Pruebas de laboratorio, etc..

## II.10).-OPERACION Y MANTENIMIENTO.

Una vez concluida la obra, debe ponerse en operación, siguiendo los procedimientos previamente establecidos.

Analizando detalladamente cada una de las obras que realiza el ingeniero civil, observamos que no todas son operadas necesariamente por él, aunque sí interviene en muchos casos formando parte de equipos interdisciplinarios.

En un sistema aeroportuario por ejemplo, podrá tener bajo su responsabilidad aspectos tales como la operación óptima de las pistas y áreas de maniobra, del edificio terminal y zonas de estacionamiento; sin intervenir en la operación de sistemas como el de ayudas electrónicas y visuales que son operados por otros especialistas.

Con respecto al mantenimiento; el diccionario de la lengua española lo define como conservar o cuidar la permanencia de alguna cosa.

En Ingeniería, como en otras áreas para que las obras funcionen bajo condiciones óptimas de servicio y seguridad, es necesario realizar permanentemente estos trabajos de mantenimiento. Así por ejemplo, en una carretera, será necesario revisar que las características originales del pavimento se conserven, corregir deformaciones y desgastes excesivos, desazolver las obras de drenaje, verificar la estabilidad de los taludes, etc..

El hecho de que las actividades que realiza el ingeniero queden enmarcadas dentro de algunos de los campos mencionados, no implica que su conocimiento se restrinja únicamente a esa área específica; por el contrario, los campos de la ingeniería civil están íntimamente relacionados entre sí.

**CAPITULO III**

**CONSIDERACIONES SOBRE  
PLANEACION**

### III.- CONSIDERACIONES SOBRE PLANEACION

#### 1).- ANTECEDENTES.

La planificación es la condición más importante para la feliz realización de un proyecto:

Permite identificar claramente los objetivos de cada componente del proyecto y nos permite asegurarnos que todos los participantes conocen, comprenden y acepten estos objetivos.

Permite juzgar la eficiencia del desarrollo del proyecto. Así la gerencia puede anticipar los acontecimientos desfavorables y prepararse para reducir sus efectos sobre los objetivos del proyecto.

Un sistema de planificación general debe ser aplicable a cualquier tipo de proyecto, no importa el tipo ni la magnitud del mismo.

Todos sabemos que la planificación es la clave del éxito de los proyectos. Por ello se han invertido muchísimos recursos para mejorar, modernizar y optimizar los sistemas de planificación.

Por otro lado, observamos que sólo un pequeño porcentaje (<15 %) de los proyectos se terminan de acuerdo a los objetivos establecidos originalmente. La mayoría sufre retrasos considerables (\$), sobre pasa el presupuesto original (\$), no cumple totalmente las especificaciones de calidad establecidas o al final, muestran resultados desfavorables.

### III.2).- DEFINICION.

Cuando una persona, empresa o institución tiene el deseo e interés de alcanzar una meta, cual fuera esta y cuenta además con la disposición de que ésta se realice de la mejor forma posible, ajustándola a sus propios requerimientos y posibilidades tanto económicas como de recursos, entonces tendrá que realizar necesariamente un estudio y selección de diversas alternativas que pueden satisfacer sus necesidades; a todo este proceso se le llama planeación.

La planeación es el primer concepto que debe desarrollarse para alcanzar nuestras metas y debe ser de una manera lógica, ordenada y racional en la cual debe de contemplarse un estudio de todo el conjunto de eventos o actividades necesarios para el logro de los objetivos.

En términos generales se entiende por planeación todo un cuerpo de estudios y cálculos que tienden a ordenar, racionalizar y acelerar el desarrollo de un proyecto, de acuerdo con los recursos reales y potenciales de que se pueden disponer en un período determinado y conforme a las necesidades presentes y previsibles correspondientes a este período.

Se entiende como un medio o instrumento que nos permite lograr los objetivos definidos con anterioridad a la fase de realización de los planes, primeramente se delinea la situación deseada y posteriormente la forma de llegar a ella. Por este motivo la planeación no es un fin en si mismo, es una herramienta que nos permite hacer las cosas, utilizar mejor los recursos y lograr los propósitos señalados.

La idea central de la planeación es la racionalidad. Este principio supone que dada la multitud de posibilidades de acción es necesario elegir "racionalmente" que alternativas son mejores para la realización de los objetivos, planear implica entonces, el número de alternativas que se presentan a la acción de unas pocas, compatibles con los medios disponibles.

Se puede concluir que todas estas definiciones tienen desde su propio enfoque un contenido de razón y de certeza a la vez que son válidas y complementarias en lo que se tiene un acuerdo más generalizado es que la planeación es un proceso ordenado de decisiones mediante el cual se requiere precisar los objetivos a alcanzar, seleccionar entre los recursos alternativos de acción más viable para que con los escasos recursos disponibles, se pueden desarrollar las actividades correspondientes y lograr las metas previstas.

La planeación como proceso se desarrolla a través de las siguientes fases:

- a) Diagnóstico
- b) Diseño.
- c) Divulgación.
- d) Formulación.
- e) Asignación.
- f) Ejecución y control.
- g) Evaluación.

Se puede considerar que la planeación se inicia desde el momento en que se pone en marcha el estudio socio-económico enfocado a evaluar la factibilidad y costeabilidad de la obra. En principio, para que una planeación tenga mayores probabilidades de cumplir con su propósito habrá de involucrar en ella no sólo lo relacionado con el proyecto en sí, sino a todos los demás factores externos que de una u otra manera pueden incluir positiva o negativamente su desarrollo.

A la etapa de planeación se le debe conceder la importancia exacta que requiere de acuerdo a la magnitud de cada proyecto. Si le da una mayor atención se estará propiciando que se tengan que solucionar muchos problemas sobre la marcha quedando latente la posibilidad de que quizá habiendo realizado un esfuerzo extra en la planeación muchos de ellos se hubieran evitado reduciendo además en un ahorro significativo de recursos y por el contrario, otorgarle demasiado tiempo analizando hasta el más mínimo detalle ocasionará también constantes modificaciones provocadas por cualquier alteración en el programa.

### III.3).- PRINCIPIOS DE LA PLANEACION

La planeación cualquiera que sea el campo en que se le aplique, debe ajustarse a ciertos conceptos fundamentales de validez general. Estas ideas han sido agrupadas y definidas en forma de principios básicos de la planeación, a saber:

a).- Racionalidad. Indica que hay que seleccionar cuidadosamente las alternativas de acción, es decir, que la variedad de posibilidades de actuar debe de ser sopesada en sus ventajas y desventajas a través del conocimiento científico y el razonamiento sistemático, con el objeto de que se logre el máximo aprovechamiento de los recursos de que se disponga.

b).- Previsión. Con la planeación se está previendo el futuro, se está guiando la conducta que deberá seguir un proyecto. En función de este principio se fijan plazos definidos para la ejecución de las acciones que se están planeando. La previsión surge del análisis y diagnóstico del pasado inmediato del presente y la proyección de las tendencias observadas.

c).- Unversalidad. Esto significa que la planeación debe abarcar las diferentes fases o etapas del proceso productivo y todos los sectores y niveles de la administración ya que todos ellos se desenvuelven en una mutua y constante interacción, de ahí que la planeación parcial irustre la posibilidad de dar coherencia a la conducta marcada inicialmente.

d).- Unidad o coherencia. Se refiere a la necesidad de que no se fijen más objetivos estipuladas en los planes, de manera que no se propongan metas o propósitos que pudieran resultar incompatibles. Quiere decir también que los planes o actividades estén integradas entre sí y formen un solo todo orgánico y totalmente compatible, además de que debe de existir coordinación para evitar duplicidad o interferencia de las propias acciones.

e).- Interdependencia. Implica reconocer explícitamente que todos los trabajos a desarrollar están directa o indirectamente relacionados entre sí, de manera que las acciones que se emprendan o los cambios que se registren en uno de ellos

determinará cambios o los exigirán en todos los otros.

f).- Continuidad. La planeación no tiene fin en el tiempo, la formulan y ejecutan los planes de tal manera que se pueden corregir las desviaciones o alteraciones que sufra el proyecto para adecuarlo a la realidad cambiante y a los efectos provocados por efectos externos.

g).- Importancia de la planeación. En cualquier obra de ingeniería civil, como todo tipo de actividad realizada por el ser humano, la planeación es fundamental para reducir al mínimo posible todos los contratiempos, fallas, imprevistos, cambios y problemas que invariablemente se presentan, ya sea en la etapa de diseño o durante la construcción, la operación y el mantenimiento de las mismas. Si se logra en buena medida este objetivo se tendrá por consecuencia que tanto el tiempo de ejecución como el costo de la obra se apeguen en forma considerable a lo programado.

### III.4).- ETAPAS DEL PROCESO DE PLANEACION

En la ingeniería civil, la planeación ocupa un papel de primordial importancia, ya que en ésta, se plantean las bases del proyecto, se engloban todos los aspectos que pudieran intervenir en el mismo (recursos económicos y materiales, obra de mano, maquinaria, procesos constructivos, etc.), así mismo se tendrá que prever en la mayor medida posible todos aquellos obstáculos que pudieran impedir o retrasar nuestras actividades; por tal razón se dice que la planeación es pronosticar, imaginar y registrar. En la etapa de planeación, se establecerá con precisión lo que tendrá que hacerse, fijando la ruta que habrá de seguirse, estableciendo las reglas que la presidirán y orientarán hacia el objetivo deseado. Se fijarán los tiempos y unidades necesarias, dependiendo de las condiciones propias del proyecto.

A continuación se mencionan las etapas del proceso de la planeación. Cabe aclarar que estas etapas no son reglas generales que rigurosamente tendrán que seguirse para alcanzar los objetivos de la planeación; ya que para algunas personas o instituciones puede o no parecerles adecuados, pero que en general representan una secuencia lógica y ordenada de este proceso.

Fijar objetivos y metas que se pretenden alcanzar.

Definir los medios para alcanzar los objetivos y metas, así como las diferentes alternativas para lograrlos.

Establecer los recursos necesarios en cantidad, donde y cuando se necesitan y cuantos hay disponibles.

Evaluar las opciones y medir cual permite lograr los objetivos con el menor número de recursos y/o al menor tiempo.

Toma de decisiones y ordenación o programación de actividades; es decir, ordinarias en espacio y tiempo.

Llevar un control y supervisión de los programas y un seguimiento de los objetivos y metas realmente alcanzados.

Para nuestro caso, la planeación comienza desde el momento que se ha identificado el deseo de satisfacer una necesidad y se continúa con la elaboración de las bases y condiciones que deberán cumplir el proyecto.

### III.5).- NECESIDADES DE PLANEACION Y CONTROL DE PROYECTOS

Construir algo o emprender un nuevo proyecto: una casa, un edificio, hoteles, fábricas o crear empresas, organizar eventos representa una experiencia importante en la vida de los que participan en el proceso, para muchos es algo que ocurre una vez en la vida; para otros llega a ser un medio de vida. En cualquier caso, ya sea que participemos como propietarios, inversionistas, funcionarios de alguna institución privada, pública o como profesionales de esta actividad, el proyecto nunca es un hecho intrascendente y suele marcar un capítulo en la vida de las personas: "cuando construimos (la casa, las nuevas oficinas, aquel proyecto)".

Quizá esto es así por la importante demanda de esfuerzo y energía, tanto física como emocional, que todo proyecto hace sobre aquellos que de una u otra manera están relacionados con él (fig.11).

Para el constructor profesional la excitación y las tensiones de las obras no son menos intensas aun cuando llegue a ser parte de su vida diaria; él, más que nadie se ve directamente involucrado en el proceso y su responsabilidad en los resultados llega a ser total.

Un proyecto, cualquiera que sea, es un proceso con un producto muy tangible que no puede pasar desapercibido y su obtención consume cantidades apreciables de tiempo y esfuerzo humano e invariablemente, tiene un costo considerable. Por su propia naturaleza, requiere una gran dosis de imaginación, obligando a los involucrados a ver en sus mentes y planear de algún modo el resultado que se busca. Todo el proceso que sigue es el puente para unir las imágenes con los sólidos resultados que constituyen el proyecto terminado.

Es durante la travesía de este "puente" que se producen las tensiones y la experiencia se graba con gran intensidad en el alma de diseñadores, inversionistas y constructores, trascendiendo muchas veces, el ámbito de sus oficinas y alcanzando con su impacto a muchas personas alrededor de los directamente involucrados.

Todo esto, como es natural, plantea la necesidad de disponer de instrumentos que ayuden a facilitar el largo camino entre la concepción de la idea y su materialización en toneladas de roca, acero, cemento y tantos otros elementos propios de cada proyecto. De ahí el desarrollo de las técnicas destinadas a facilitar la planeación y el control del proceso; técnicas que intentan dar respuesta a las preguntas que con ansia plantea todo inversionista al Gerente, sea éste un Ingeniero, Arquitecto o Administrador: ¿Cuánto va a costar? y ¿Cuándo terminaremos?.

La respuesta a estas preguntas, que no es más que el muy antiguo anhelo del hombre por dominar su entorno, ha motivado desde siempre los intentos de planear antes de ejecutar. Estos procedimientos han evolucionado, pasando del empirismo a técnicas con base científica, que están disponibles hoy, con el respaldo casi mágico de la tecnología electrónica.

Controlar el proceso; de esto se trata, cuando el proyecto implica obras de construcción, se presentan características especiales: el producto está fijo y son los obreros los que se desplazan por él; intervienen una gran cantidad de obreros, tanto especializados como no, estorbándose mutuamente y destruyéndose con su trabajo parte del realizado por otros; se requieren numerosos suministros, muchos de los cuales se manejan a granel y los rendimientos de la mano de obra se vuelven punto menos que incontrolables, cuando existen numerosos rincones en la obra, fuera de la vista de sobrestantes y personal técnico, que vienen muy a punto para descabezar una siesta. En otra índole de proyecto la mayor dificultad, a veces, radica en que no existe experiencia anterior, puesto que es la primera vez que se intenta la aventura.

De aquí la necesidad de contar con un método racional y eficaz para establecer con anticipación las actividades a realizar por unos y otros, su precedencia lógica, su duración, la fuerza de trabajo y equipo necesario. En pocas palabras, se trata de la partitura que el director va a utilizar para conjuntar la labor de los ejecutantes.

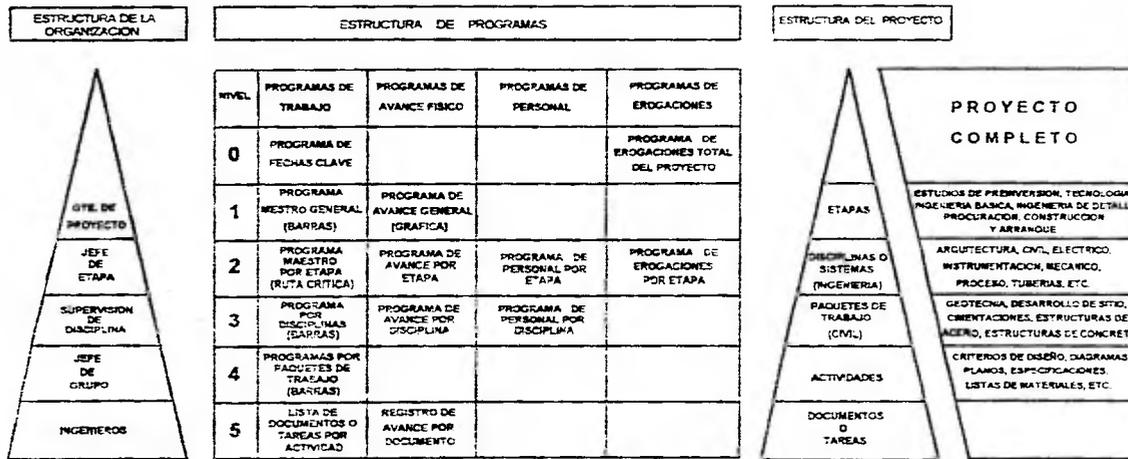
Pero no es suficiente; se requiere que, a medida que progresa el trabajo, se comparen los logros con lo planeado, se detecten y evalúen las desviaciones, se tomen decisiones para corregirlas y se pongan en acción; es decir, elaborar un programa maestro donde se integren los eventos y fechas clave de cada fase del proyecto, ingeniería, procuración

y construcción, siguiendo una secuencia lógica en cada una de las fases en que se desarrollará el proyecto, será elaborado por el responsable de cada área y coordinado por el control de proyectos. Este programa es el que identifica aquellas actividades que obligatoriamente deben ocurrir en cierta fecha para lograr los objetivos del proyecto; se elabora a nivel general y por disciplina.

Toda esta labor de previsión y control es compleja; consume tiempo y requiere métodos e instrumental. Pero los resultados son valiosos, tanto en dinero, como en satisfacción personal, porque marcan la diferencia entre la dirección empírica de otros tiempos y la moderna capacidad del ejecutivo para saber exactamente lo que quiere, como y cuando lo va a hacer y controlar sus resultados.

PARA SER  
 USADO EN LA  
 PLANIFICACION

fig. 11 SISTEMA DE PROGRAMACION DE PROYECTOS



### III.6).- LA PLANEACION EN EL DISEÑO

Considerando que el diseño representa una mínima parte del costo total del proyecto resulta conveniente no escatimar esfuerzos en su elaboración, esto quiere decir que debe estar totalmente definido cuando menos en todos sus principales detalles al momento de proporcionarlo al constructor procurando evitar cambios sustanciales en el mismo (fig. 12). Mientras mejor solucionado este el diseño desde un principio menores problemas podrá inducir durante la construcción con el consiguiente ahorro económico para la misma.

La base para la realización económica de una obra quedan establecidas desde el diseño: si se especifican materiales que tengan que transportarse a una gran distancia o si los requisitos de pruebas e inspecciones son demasiado rígidos para el fin con el cual se van a utilizar los materiales, los costos pueden ser innecesariamente altos. Con frecuencia cerca del sitio de la obra pueden encontrarse materiales sustitutos que esencialmente son satisfactorios.

De igual forma, la calidad especificada de la mano de obra y los métodos de construcción tienen una influencia considerable en la cantidad y clase de mano de obra que se requiere así como en su costo. Las estructuras de concreto complicadas son relativamente fáciles de diseñar y reducir a dibujos, pero pueden ser excesivamente difíciles de construir. Un terminado de concreto de alto grado puede requerirse para las superficies expuestas en un edificio de lujo, pero la misma calidad de mano de obra no se justifica en una bodega. También convendría utilizar métodos para reducir costos de construcción como pueden ser: empleo de módulos y miembros iguales que incidirían en un mejor aprovechamiento de cimbras, simplificación en lo posible del diseño de la estructura y eliminar los requisitos especiales de construcción que sean innecesarios.

Observando las continuas discrepancias e irregularidades que surgen entre el diseño y la construcción en sí, además de la poca compatibilidad de los procedimientos o métodos constructivos que pudiera aplicar el constructor con las especificaciones propuestas por el proyectista se puede pensar que lo más idóneo sería que quien realiza el diseño se hiciera cargo también de la construcción. Pero ante la imposibilidad de que esto se lleve a cabo se plantean como alternativa las siguientes sugerencias:

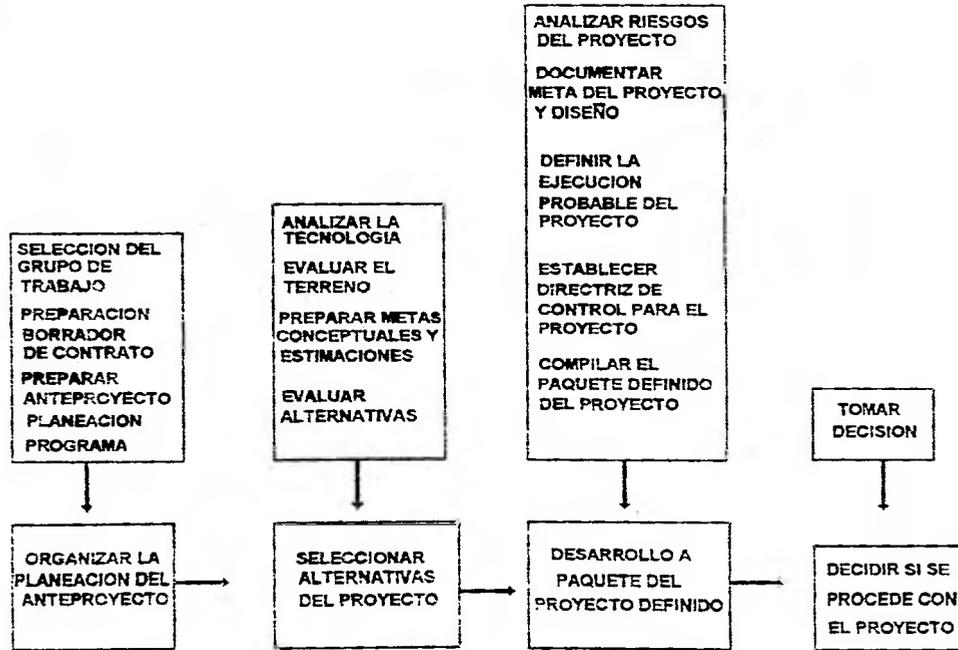


fig. 12 PROCESO DE PLANEACION DEL PROYECTO

Que desde un principio se elijan tanto quien va a encargarse del diseño como quién realice la construcción, propiciando que exista comunicación y razonamiento mutuo entre ambos y se asesoren continuamente unos con otros.

O en su defecto, que el mismo proyectista, pensando un poco como constructor, diseñe la obra de acuerdo a equipos y procedimientos más adecuados para utilizarse en la construcción.

Una característica deseable de un buen ingeniero ya sea proyectista o constructor, es un cierto grado de insatisfacción con respecto a los planos y métodos en consideración para la construcción de la obra, lo cual representa la posibilidad de desarrollar nuevos equipos, métodos o sistemas para la ejecución del proyecto. Algunas veces podrá cambiarse el diseño, modificar los requisitos de construcción o revisar parte de las especificaciones de manera que reduzca el costo del proyecto sin alterar su concepción original.

### III.7).- LA PLANEACION EN LA OBRA

Para llevar a cabo la eficiente planeación de una obra es indispensable conocer antes que nada, qué se va a hacer, cuándo se va a hacer, cómo se va hacer y con que se va a hacer; para ello es necesario lograr una identificación total del proyecto. En virtud de la dificultad que representa para el que construye poder intervenir en la etapa de diseño, deberá empezar por compenetrarse con el proyecto, analizando de una manera global, comprenderlo y proseguir con un estudio detallado del mismo para poder implementar la planeación de la obra.

Es importante que la elaboración y ejecución cuidadosa de la planeación, programación, presupuestos y control de la obra se realicen en forma integral y bajo una misma política en general.

Durante la etapa de planeación se debe de partir de lo general a lo particular. En las grandes obras puede ser deseable dividir el proyecto en varias etapas de construcción, las cuales pueden hacerse independientemente o en conjunto.

Una vez que se ha comprendido perfectamente el proyecto, se procede a calcular los volúmenes de obra por ejecutar en base a los planos que se tengan, a detectar cuales serán las actividades principales de acuerdo al volumen o la dificultad que representen y a establecer la secuencia que deberán dárseles para que no se produzcan interferencias de ningún tipo.

El siguiente paso es la programación de actividades, la cual viene siendo una representación gráfica de los conceptos más significativos ordenados lógicamente y cronológicamente donde además aparecen los tiempos de duración, iniciación y terminación de cada uno de ellos. Este desglose debe ser el adecuado, ni excesivo teniendo infinidad de actividades, como tampoco reducido agrupando demasiados trabajos en un pequeño número de actividades.

La planeación de la obra y el programa de trabajo se deben adecuar a las condiciones y limitaciones que se tengan en cada caso en particular. Generalmente la ejecución de un proyecto, a supeditado a la intervención y combinación de varios e importantes

factores como son: tiempo de ejecución, recursos disponibles, condiciones topográficas, climatológicas, etc.. Con relación a lo anterior se puede mencionar que efectivamente, la primera gran imposición que se tiene es que el tiempo para ejecutar una obra es limitado, pero esta limitación es impuesta arbitrariamente pensando en forma demasiado optimista respecto a la relación del proyecto y sin tomar mucho en cuenta los problemas inherentes a la construcción, por este motivo, en muy contadas ocasiones se termina la obra dentro del plazo fijado y por consecuencia, un programa de trabajo elaborado bajo estas condiciones es sumamente difícil que se cumpla.

Entre las principales razones que provoca ésta situación se pueden mencionar las siguientes:

El tiempo de ejecución es muy corto debido a un apresuramiento ilógico por parte de quienes promueven la construcción ya que no prevén con la debida anticipación el realizar una obra que, supuestamente debe estar concluida para determinada fecha.

Otra razón es no considerar que puede haber imprevistos de cualquier índole que ocasionen serios trastornos durante el desarrollo de la obra y en lugar de eso se piense que todo ocurrirá de acuerdo a lo planeado. Estos imprevistos pueden presentarse en forma de cambios en el proyecto, escasez de refacciones o mano de obra, dificultades para aplicar los procedimientos constructivos, etc..

En segundo término, muy rara vez se podrá disponer totalmente de los recursos adecuados necesarios para la construcción de una obra, en cuyo caso no queda otra alternativa sino ajustarse a los medios con los que se cuente. Sin embargo, aquí se tiene una mayor flexibilidad y se está en condiciones de ejercer una importante influencia para contrarrestar las condiciones adversas que pudieran presentarse a lo largo de la construcción, cosa que no ocurre cuando se trata del tiempo para ejecutarla.

Generalmente la mano de obra no representa grandes dificultades para contratarse pero sí en cambio para capacitarla y conseguir su permanencia en el trabajo. Es indispensable que se le proporcione a la gente las condiciones propicias para trabajar y en caso de que se requiera, para vivir y convivir dentro de la obra, aparte de la justa

remuneración que debe recibir para su trabajo. Muchas veces los trabajadores que laboran en el ramo de la construcción no tienen las facilidades para trasladarse a diario hasta sus respectivos hogares y se ven en la necesidad de quedarse en la obra durante periodos mas o menos largos, por lo que se les deberán acondicionar instalaciones para ese propósito tales como campamentos, comedores y salas de recreación. Aunque no lo parezca estas actividades colaterales aparentemente simples como puede ser también el aprovisionamiento de alimentos en los lugares remotos es tan importante como cualquier actividad principal en el proyecto y por tanto se les debe prestar la atención que merecen.

Respecto a los materiales que se utilizarán para la construcción se hace necesario un programa que regule su abastecimiento en forma oportuna y suficiente para que en ningún momento se llegue a detener el avance de los trabajos por falta de los mismos. También se requerirán instalaciones apropiadas donde se almacenen debidamente los materiales más delicados o costosos, así como un control efectivo que regule eficientemente los suministros para la obra de tal manera que se eviten la pérdidas y despilfarros. Inclusive, cuando por cualquier motivo llegara a dificultarse la adquisición de alguno de los materiales que se estén utilizando, siempre se tendrá la opción de sustituirlo o conseguirlo aunque sea a un precio más alto.

Con relación al equipo que se empleará en la construcción, aún cuando no se tenga el más adecuado, también se podrán manejar varias alternativas para cumplir con el programa de trabajo. Como se ha mencionado anteriormente, el proyecto se pudo haber diseñado en base a la utilización de cierto equipo de construcción que quizá no fuera el más recomendable y que quizá tampoco es necesariamente el que se ocupará finalmente en la práctica.

Existen varias razones que impiden muchas veces el uso de la maquinaria y equipo más eficiente en la ejecución de los trabajos como pueden ser:

El carecer de los equipos por parte del contratista y que la obra no amortice o no amerite su adquisición.

Que se estén utilizando en otra obra y por el momento no se encuentren disponibles, en cuyo caso se deberán planear las actividades para prevenir la futura implementación de ese equipo.

Que el proyectista no autorice el uso de determinado equipo por considerar que alterará las especificaciones de diseño.

De cualquier modo, estas deficiencias o limitaciones podrán cubrirse o disminuirse optimizando el manejo de los recursos con los que efectivamente se puedan contar.

Utópicamente el tiempo de ejecución de una obra debería estar en función directa de los recursos que se emplean en ella además de los retrasos provocados por las situaciones imprevistas, pero que en la realidad ocurre exactamente lo contrario, o sea que la duración y el desarrollo de las actividades se ajustan en base al tiempo de que se dispone y consecuentemente los recursos se incrementan tratando de cumplir con el programa de trabajo sin quedar holgura para absorber ningún tipo de contratiempo. Por ello es que cualquier interferencia se traduce directamente como un retraso en la fecha de terminación ya que generalmente ese tiempo no se logra recuperar.

Tomando en cuenta lo anterior, la programación de las actividades se realiza considerando en primer término el tiempo de ejecución, una vez que se ha fijado la duración de cada actividad se procede a asignarle los recursos necesarios de acuerdo al volumen de obra que corresponde a los trabajos. En algunas ocasiones la programación de ciertas actividades también estará en función de elementos externos como pueden ser: el clima, suministro de materiales, disponibilidad extemporánea de otro equipo, dependencia con relación al avance de otras obras, etc..

### III.B).- ERRORES FRECUENTES EN LA PLANEACION

Pocas cosas se han descreditado tanto en los últimos años como el concepto de planeación. Planes en todos los niveles de la vida, que nunca llegan a realizarse o son olvidados en el cesto de la basura o las gavetas de los escritorios burocráticos. Hasta algún agudo humorista habla creado la imagen del "planeador" como una especie de zopilote de la burocracia, cerniéndose en vuelo planeado sobre la problemática nacional.

En el ámbito de la construcción el descrédito ha sido mayor: se preparan programas, si es que tal nombre merecen en forma burda, por personal no preparado, para llenar un trámite de contratación. Después, la obra no guarda ninguna relación con el documento y la improvisación diaria, a veces con una enorme habilidad, hay que reconocer, es la norma del trabajo. ¿Por qué, entonces, ésta manía de hablar y escribir sobre las técnicas de planeación, programación y control de proyectos si, aparentemente, nunca han sido útiles?

La respuesta tal vez la encontraremos si nos detenemos un poco para analizar las prácticas habituales que se siguen en este campo.

a).- Los plazos ilusorios. No cabe duda que las inversiones en proyectos son cuantiosas y el tiempo que se tarda el capital en estar improductivo, llega a pesar fuertemente en la planeación financiera. De aquí la preocupación por acortar el plazo de las construcciones y la preferencia que el propietario muestra hacia empresas constructoras que le ofrezcan la fecha de terminación lo más cercana posible. Ahora bien, la competencia ha ido creando la ilusión de que es posible acortar la duración de las obras sin límite alguno: el gran hotel que antes se planeaba para construirse en veinticuatro meses, se planea ahora en dieciocho. Y si alguien lo prometió en dieciocho meses, no faltará otro ejecutivo que exija que en su caso se fije un plazo no mayor de quince, y los competidores llegarán a ofrecer hasta doce... y así, en poco tiempo, como en el mercado sólo se conocen las ofertas, pero nada comprueba los resultados, se ha llegado a crear un tejido de ilusiones que rodean a los plazos asignados para realizar las obras.

b).- Mala memoria. Cuando existe un programa riguroso, es posible medir el avance del proceso y compararlo contra lo que se esperaba y sólo entonces se tiene una medida objetiva de la realización en el tiempo. Pero en la práctica común, tal programa es inexistente; en muchos casos tanto los contratantes como los contratistas ya están de acuerdo en que el plazo expresado no puede cumplirse, porque faltan desde los planos hasta el dinero; por consiguiente, durante la obra no existe nunca forma de comparar la realidad contra lo planeado. Ya hacia el final, las presiones, a veces políticas, hacen que se aceleren todos los trabajos: se trabaja en tiempo continuo; los ingenieros casi no van a dormir a sus casas y finalmente, en un desplante, se entrega una obra terminada a la carrera y de pésima calidad. Pero en la memoria de los involucrados no existe la conciencia de la realidad del ochenta por ciento de la obra y sólo queda el recuerdo de aquellos heroicos días en que se hizo el veinte por ciento final, creándose una falsísima noción de los tiempos verdaderamente necesarios y confundiendo el caso extraordinario con la norma. Y casi lo mismo podemos decir de cualquier otro tipo de proyectos.

c).- Objetivos imprecisos. Se va a preparar el programa para el proyecto; se encomienda el trabajo a un joven ingeniero con muy poca experiencia en el campo, el cual consulta algunos de los pocos ejecutivos disponibles en ese momento; a sus preguntas le informan que probablemente habrá una serie de trámites, se realizarán construcciones en donde la estructura es de concreto, los acabados son de "lujo". Armado de tan escasa información, el ingeniero inventa un programa que en la práctica guardará muy pequeña relación, con el proyecto que se realiza.

d).- El engaño de los "conceptos de obra". Esta es otra práctica muy común; se toma el catálogo de conceptos preparado para concursar la obra y se prepara un diagrama de barras con él. Pero el catálogo de conceptos es un instrumento cuya finalidad es diferente al propósito del programa. Los conceptos son la base para cuantificar y presupuestar, por tanto, se agrupan en un concepto todas aquellas partes de la obra que son similares y pueden sujetarse a un sólo analista de precios unitarios. Por ejemplo: acero de refuerzo de tal y cual diámetro, sin importar si una parte se coloca en un extremo o en otro de la obra; al utilizar este concepto, erradamente como una actividad del programa y diagramar este por el sistema de barras, resulta una cuya duración es imposible definir más que a partir de que se empiezan a construir

elementos de concreto reforzado y termina poco más o menos cuando se suponga toda la estructura concluida. Intentar posteriormente, utilizar esta información para algún propósito útil, es absolutamente imposible.

e).- Las técnicas obsoletas. La revolución en las técnicas de planeación y programación de procesos se dio a finales de los años cincuenta, cuando un grupo de ingenieros, puestos ante el problema de crear un procedimiento constructivo efectivo para controlar la producción de los submarinos Polaris, llegaron a la conclusión de que el tradicional sistema de barras, creado por el Ing. Gantt casi a principios de siglo, dejaba sin resolver muchos de los problemas. Decidieron entonces, utilizar los desarrollos que a partir de la segunda guerra se venían haciendo en el campo de la teoría de las redes. El resultado fue la creación de la Ruta Crítica como un método, que permite al director del proceso evaluar su avance con la programación de procesos productivos que do dividido a partir de entonces en antes de la Ruta Crítica y después de ella.

f).- El programa olvidado. En ocasiones se preparan buenos programas y se procede a guardarlos en una carpeta o a colgarlos como adorno de una oficina. Con suerte, se realizan uno o dos "cortes" de avance, llenando de vistosos trazos de colores la gráfica, pero luego, el tiempo pasa; las diferencias entre lo programado y lo real son numerosas; se abandona todo seguimiento y el documento duerme en una gaveta o se empolva en la pared. Cuando se inicia otra obra, alguien dice: "Hay que hacer el programa" y el recuerdo de la inutilidad del anterior lleva a la respuesta; "¿Para qué?, eso no sirve".

Ahora, quizá se pueda llegar a la conclusión de que quienes se quejan de la inutilidad de la planeación, en realidad nunca se han servido de ella adecuadamente. Han ignorado los avances de las técnicas en este campo y han preferido continuar con prácticas tradicionales a pesar de su probada inutilidad.

### III.9).- METODOS DE PROGRAMACION

Entre los sistemas más conocidos que se aplican en la programación de las obras se puede mencionar el método de Ruta Crítica y el sistema desarrollado por John W. Fondahl, así como variaciones o modificaciones de los mismos. Se cuenta además con el Diagrama de Barras o Diagrama de Gantt, el cual ha terminado por ser un complemento indispensable de los anteriores.

A pesar de la diferencias y variaciones que pudieran detectarse entre los métodos mencionados, la esencia de todos ellos es la misma y consiste en resumir la imagen general del proyecto permitiendo identificar rápidamente contradicciones u omisiones en la planeación de las actividades. Son la representación del plan y programa de la obra en sí mediante un diagrama o red que describe la interrelación de sus componentes, así como el análisis lógico y operación de la red para la mejor determinación del programa definitivo, permiten además la evaluación y comparación rápida de distintos programas de trabajo, métodos de construcción y el tipo de maquinaria o equipo a utilizar. De esta forma se pueden establecer cuales son las actividades que controlan la duración del proceso (actividades críticas) y las holguras que lleguen a tener las demás actividades, también se puede recurrir a la ayuda de la computadora con objeto de efectuar de una manera más rápida y simple los cálculos necesarios.

El Método de la Ruta Crítica consiste en un diagrama realizado a base de nodos y flechas con las siguientes características:

El evento también llamado nodo es un momento dentro del proceso constructivo que no consume tiempo, ni recursos, representa la iniciación de una actividad o su terminación y se simboliza con un círculo.



La actividad es la ejecución física de una labor que consume tiempo y recursos, se representa por una flecha y queda enmarcada entre dos eventos.



Una Actividad Ficticia es aquella que no consume tiempo, ni recursos se usa para expresar interrelaciones como son las dependencias entre actividades, se representa por una flecha con el siguiente detalle:



Las actividades dependiendo del proceso productivo pueden representar: a).- Una iniciación simultánea o terminación en la misma función. b) La iniciación de un conjunto de actividades inmediatamente después de terminar otro.

El conjunto de actividades constituye una cadena y el conjunto de cadenas ligadas entre sí, forman la red o diagrama, debe pensarse en que la longitud de la flecha no representa su duración, ni el volumen de la obra, la flecha representa algo que tiene que ser realizado. Hay ocasiones en que dos actividades que parten de un mismo evento han de realizarse inmediatamente antes de una misma actividad y por lo tanto, llegan al mismo evento y en este caso es cuando se debe hacer uso de las actividades ficticias para hacer accesible el diagrama a una computadora.

Fondahl, en cambio introduce una nueva notación en el cual la actividad es representada por un nodo y las secuencias de las actividades son representadas mediante flechas, o sea que invierte la nomenclatura haciendo los nodos actividades y las flechas las convierte en secuencias o relaciones entre actividades este sistema se conoce como "Actividades en Nodos" o "Diagrama de Precedencias"

Las ventajas que ofrece el empleo de ésta técnica en comparación con el método de Ruta Crítica son las que se mencionan a continuación.

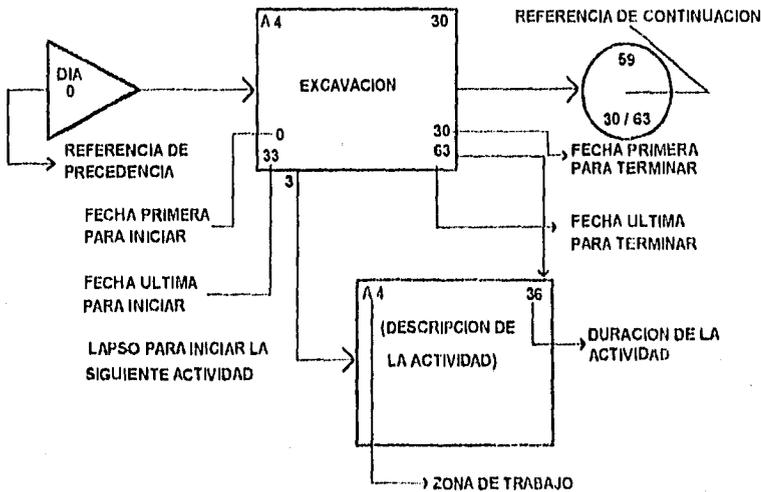
**Simplicidad.** El sistema de precedencias tiene dos ventajas de simplificación en la construcción de diagramas. En primer lugar, la eliminación de actividades ficticias para representar las correctas relaciones entre actividades del proyecto a plasmar en la red. En segundo término, son bastante más fáciles de dibujar las actividades en la posición de correcta secuencia que en los diagramas de flechas, puesto que las actividades vienen de ser representadas mediante nodos en tanto los diagramas de flechas usan nodos y una flecha. Además y por consecuencia de lo anterior, si se pretende aumentar actividades o relaciones nuevas en diagramas ya construidos lo único que se tiene que hacer en el diagrama de precedencias es agregar las nuevas actividades con sus relaciones correspondientes, mientras que en el diagrama de flechas habría necesidad de modificar gran parte de la red.

**Facilidad de revisión.** Durante la ejecución del proyecto los cambios en los diagramas son inevitables, las secuencias a veces son cambiadas por alternativas más favorables o alteraciones en los procedimientos constructivos, también pueden presentarse cambios por desviaciones durante la ejecución. Por tal motivo es deseable que los diagramas sean continuamente actualizados para poder reflejar esos cambios, los cuales resulta más sencillo realizar en un diagrama de precedencias que en uno de flechas.

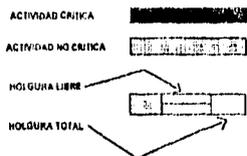
**Numeración.** Otra simplificación que se tiene en un diagrama de precedencias es que al anexar una nueva actividad ésta se incorpora a la lista de actividades con un nuevo número, en cambio, en el diagrama de flechas no solo se va a tener una nueva actividad con dos números (nodo I,J) sino que otra u otras actividades sufrirán cambios en su numeración y es muy posible que se recurra además de la creación de nuevas actividades ficticias.

Por otro lado es evidente en que en éste método cada actividad va a tener asignado un número permanente, el cual va a conservar a pesar de las modificaciones que pueda sufrir la red.

El Sistema Fondahl modificado utiliza los siguientes símbolos y notaciones:



El Diagrama de Barras o Diagrama de Gantt, consiste en graficar las actividades en forma "de barras" dentro de un esquema donde aparezcan unidades de tiempo (días, semanas, meses). A continuación se ilustran las simbologías convencionales que se emplean y su significado.



Haciendo un análisis del Diagrama de Barras en un programa de obra se logra obtener gran cantidad de información como puede ser:

Cantidad y tipo de maquinaria que se ocupará a lo largo de la construcción.

Mano de obra requerida en cada tramo para cumplir con los volúmenes programados.

Materiales que al conocer su cantidad con anticipación pueden conseguirse en condiciones más ventajosas.

El monto total de los egresos que tendrán que hacerse cada determinada fecha.

Independiente de cual sea el método que se emplee, la conjunción de los factores que se enuncian a continuación es necesaria para poder hacer una planeación y programación eficientes:

- a).- Tener personal con experiencia en la ejecución de procesos similares o con amplios conocimientos en cada una de las fases del proceso en cuestión.
- b).- Conocer los posibles métodos de realización de acuerdo con los recursos humanos, económicos, de equipo, espacio, materiales, etc., disponibles para cada proceso.

Los análisis de costos y los de recursos son dos estudios íntimamente relacionados con el programa. Los de costos se refieren a las variaciones que tienen éstos con respecto al tiempo de ejecución, tanto de las actividades como del proyecto y los análisis de recursos se refieren a la distribución óptima de ellos y su cuantificación respecto al tiempo. El programa financiero de un proceso productivo, en base a la distribución óptima de los recursos puede afinarse tanto como lo permitan los conocimientos y la experiencia del personal de planeación, cuantificación y programación.

Generalmente, después de una primera planeación, programación y asignación de recursos se tendrán que efectuar cambios y manipulaciones de preferencia en actividades no críticas, con objeto de distribuir de una manera más uniforme los recursos a lo largo del tiempo. El arreglo se vuelve a programar cuantas veces sea necesario, dando fechas fijas para venir a formar el programa final del proyecto de acuerdo a la duración específica que se pide.

c).- Planeación de cada actividad.

Por la complejidad que representa el hecho de contemplar dentro del programa general todas y cada una de las actividades, es deseable que aparezcan en él sólo las más representativas y que éstas a su vez contengan los trabajos secundarios que se relacionan con ellas. Por lo tanto se hace necesario y es recomendable planear por separado cada actividad en particular pero sin aislarla de los efectos que provoque o le provoquen las demás actividades.

Esta planeación podrá subdividirse nuevamente cuantas veces sea necesario tratando de lograr el mayor detalle posible y reduciendo así el riesgo de cometer errores. Todo ello además servirá para checar y revisar el programa global pudiendo darse cuenta si no se ha subestimado o sobreestimado los recursos para cada actividad. Resulta obvio que dicha planeación habrá de efectuarse teniendo un rango de acción o de libertad más reducido propiciado por las mismas limitaciones que inducen las otras actividades.

## **CAPITULO IV**

# **LA ADMINISTRACION DE PROYECTOS**

## IV.- LA ADMINISTRACION DE PROYECTOS

### IV.1 INTRODUCCION

El término "Administración de Proyectos", sobre todo referido a la ingeniería, es de creación reciente; sin embargo, su aceptación es prácticamente general y el significado global considerado es el de "la optimización de los parámetros fundamentales de un proyecto de inversión de capital mediante el uso de técnicas y herramientas, de tipo inter y multidisciplinario".

Se ha dicho de manera reiterada en diversos foros e instancias internacionales (OEA, ONU, BID, Banco Mundial, CEPAL, etc.) que los países en desarrollo y subdesarrollados carecen de la capacidad de realización de proyectos; sin embargo, la aseveración es muy amplia y hace algunos años se pensaba que el problema principal era la falta de proyectos, más recientemente dicho problema se consideraba superado debido al cúmulo de estudios de factibilidad y las dificultades se centraron en la concreción de los proyectos arguyendo su desesperante lentitud, las grandes desviaciones en el costo o la evidente diferencia entre los resultados reales y lo que se pensó y decidió cuando fueron evaluados. Ya en la actualidad se manejan otros argumentos como la carencia de financiamiento (o su alto costo), elevado índice inflacionario y modificaciones en el establecimiento de prioridades, entre otros.

A pesar de lo comentado, algunos especialistas han concluido que existe un gran desequilibrio entre los estudios de factibilidad favorablemente evaluados que permanecen en los archivos o adornan bibliotecas y aquellos que se han ejecutado de manera tan cabal como lo indica el estudio. Algunas de las causas que originan dichas diferencias son las siguientes:

- 1.- Grado de complejidad. Los estudios de factibilidad proveen una base para la decisión de la inversión; una vez que se toma dicha decisión se tiene que realizar un conjunto de actividades totalmente diferenciadas que involucran a diversos especialistas en muy variados campos de actividad, a diversas actividades, llevadas a cabo por numerosos grupos de personas y entidades, al cumplimiento del proyecto en un tiempo fijo y un costo previamente asignado.

En términos económicos la ejecución de un proyecto puede visualizarse como una función de producción, cuyo producto final puede ser una planta industrial, una unidad generadora de electricidad o el mejoramiento del nivel de vivienda de una zona geográfica. Una característica fundamental de la función de producción es la variada cantidad de insumos que requiere, de diferente índole y en momento preciso, lo cual obliga a actuar simultáneamente en diferentes frentes para su obtención con una amplia y definida división del trabajo. En pocas palabras requiere de una excelente organización y administración de los recursos.

2.- Mentalidad de los participantes. La mentalidad de los formuladores de proyectos ha sido acremente criticada por los ejecutores, en el sentido que sólo "planean" y jamás aterrizan. Aunque comprometidos en un mismo proyecto los que llevan a cabo la planeación y los que ejecutan perciben y conciben su responsabilidad de manera diferente. Los primeros se sienten obligados a contestar "que" hacer y "como" hacerlo, pero sólo en lo global, sin detallar ni crear compromisos con las partes en muchos casos. Los ejecutores por su parte, muchas veces se concretan al "aquí y ahora" y desdeñan las orientaciones de los planeadores por considerarias demasiado teóricas.

3.- Técnicas de administración. La fase de ejecución contiene una mayor cantidad de recursos que la de formulación y por ende requiere de técnicas específicas de administración; esto ha llevado a extrapolar técnicas de administración de empresas que son propias de la etapa de operación, en la cual el ciclo administrativo tiene una dinámica regular que contrasta con la ejecución que está más vinculada a aspectos no predecibles que a períodos predeterminados.

En tanto los responsables de la formulación y de la ejecución comprendan las diferencias anotadas y traten de subsanarlas, se podrá ganar en capacidad de realización, actividad que implica, entre otras tareas el desarrollo de técnicas de administración de proyectos. En la gráfica 1 se observa la interacción de los diversos participantes en un proyecto de ingeniería civil.



GRAFICA 1.- PARTICIPANTES PRINCIPALES EN UN PROYECTO

## IV.2 ADMINISTRACION DE PROYECTOS

La administración de proyectos en su fase de ingeniería requiere de una definición precisa y detallada de todas aquellas actividades que se van a realizar, su duración y costo estimado, así como la definición de responsables y sus compromisos. Los aspectos necesarios en la administración de proyectos son: planeación, organización, dirección y control.

Este aspecto de la ingeniería tiene especial importancia, porque es a través de ella, que se asegura la realización y la integración apropiada de toda la información y actividades requeridas para el desarrollo de un proyecto, por medio de la planeación, organización, dirección y control de todas las actividades de ingeniería, diseño, construcción, puesta en operación y mantenimiento de una planta, de tal forma que se logren los objetivos previamente establecidos de tiempo, inversión y calidad.

Se pueden considerar dos formas para obtener la mano de obra y experiencia para llevar a cabo el desarrollo de los proyectos de las empresas:

Mediante personal propio de la empresa que requiere el proyecto.

Mediante personal contratado perteneciente a una organización especializada en el desarrollo de los proyectos.

Entre las ventajas y desventajas que tienen las alternativas mencionadas, se pueden enumerar las siguientes:

### VENTAJAS

Primera alternativa.

a).- La empresa propietaria del proyecto, aumentará su acervo de conocimientos técnicos y experiencia relacionados con su ramo.

- b).- La empresa propietaria puede mantener la confidencialidad del proyecto contra posible filtración de información a las empresas competidoras.
- c).- El personal contratado por la empresa para desarrollar el proyecto, al finalizar el mismo tomará parte activa en la dirección de la planta en operación.

### **DESVENTAJAS**

- a).- La principal dificultad al tratar de realizar un proyecto con personal propio, es que puede ser muy grande el número de personas requeridas para realizarlo y una vez terminado el proyecto no haya requerimientos dentro de la empresa para darles trabajo a todos.

Segunda alternativa.

### **VENTAJAS**

- a).- Es una forma relativamente sencilla de conseguir un número sustancial de personal preparado, sin necesidad de hacer erogaciones por concepto de contratación entrenamiento y/o costo de separación cuando éste personal es temporalmente necesario.
- b).- Facilidad para obtener los servicios de un grupo de personas que tienen una organización propia, acostumbradas a trabajar como unidad.
- c).- Disponibilidad de especialistas que no se podrían tener en la nómina de la empresa.
- d).- Disponibilidad de una organización con experiencia en el desarrollo de un proyecto, contando con el personal experimentado para llevarlo a cabo.
- e).- Disponibilidad de facilidades tales como equipo de oficina, por períodos cortos de tiempo sin necesidad de hacer erogaciones fuertes para su adquisición.

f).- El obtener en general una buena eficiencia en las operaciones contratadas, debido básicamente a que la naturaleza competitiva del ramo obliga a las firmas de ingeniería a mejorar sus operaciones.

### **DESVENTAJAS**

a).- La principal desventaja de utilizar los servicios de un contratista, es la divergencia de objetivos entre la parte que contrata el proyecto más rentable para su inversión y la firma, la cual está tratando de lograr el máximo beneficio de su contrato.

Si es seleccionada la segunda alternativa, para llevar a cabo la contratación de la ingeniería se deben tomar dos decisiones, primeramente seleccionar la firma de ingeniería y después seleccionar el tipo de contrato.

Selección de la firma de Ingeniería.

Existen varios caminos para seleccionar una firma de ingeniería:

Basándose en experiencias propias anteriores de la empresa contratante.

Haciendo concursos e investigaciones del comportamiento de plantas en operación, diseñadas por las firmas que coticen en el concurso.

En México el número y tamaño de las firmas contratistas de Ingeniería ha ido creciendo paulatinamente, además de que a pesar de que los proyectos han ido variando en naturaleza y tipo, cada vez hay una mayor tendencia a desarrollar en México las actividades de ingeniería que antes se contrataban en el extranjero.

Debido, a que durante el desarrollo del proyecto, deben trabajar de manera acorde y conjunta el contratante y el contratista, es necesario que ambos conozcan:

El proceso de contratación.

El mercado de el otro.

Dependiendo de la frecuencia con que una persona física o moral requiera desarrollar proyectos, es conveniente que realice visitas a las diversas firmas contratistas de ingeniería con el fin de que conozca directamente el "mercado" de las mismas.

A través de estas visitas podrá conocer a detalle varios aspectos de las firmas contratistas como son:

- Potencial humano (ingenieros, diseñadores, etc.).
- Carga de trabajo actual y esperada.
- Areas de especialización.
- Experiencia de la compañía.
- Experiencia del personal.
- Esquema de organización.
- Métodos de trabajo, etc.

Por otra parte las firmas contratistas conocerán de los proyectos planeados, de su alcance y del tiempo en que se planea su ejecución.

El equipo encargado del proyecto por parte del propietario debe analizar internamente las particularidades del proyecto y otros factores relevantes como son:

- Tipo de proyecto.
- Area de especialidad.
- Tipos de proceso involucrados.
- Tamaño del proyecto.
- Especialidades técnicas requeridas.
- Fuente de tecnología.
- Experiencia del contratista con la tecnología seleccionada.
- Estado presupuestal del proyecto.
- Sensibilidad del proyecto a la inversión.
- Tiempo de ejecución del proyecto.
- Efectos de programación del proyecto en su economía, etc..

Conocido el mercado de las firmas de ingeniería y las características del proyecto, la empresa propietaria del proyecto puede proceder a establecer internamente las diversas trayectorias para implementar el proyecto y definir las alternativas prácticas; esto involucra el tipo y número de contratos.

El conocimiento de la situación del mercado de las firmas de ingeniería le permite al propietario hacer una selección preliminar. Lo importante es encontrar la adecuación de las características de las firmas contratistas a las características, necesidades y planes que se han elaborado para la ejecución del proyecto.

Una firma puede ser excelente para un tamaño de proyecto e inadecuada para otro o puede ser fuerte en áreas de especialidad diferentes a la del proyecto considerado. La investigación preliminar permite evitar una discriminación por desconocimiento de características pero al llegar al punto de invitación debe hacerse una primera selección. El propietario tiene la responsabilidad de limitar el número de firmas concursantes.

Esto significa que debe hacer los juicios necesarios en función de la información obtenida sobre competencia técnica y organización al registro de proyectos efectuados, experiencias pasadas con cada firma y limitar el campo de selección.

Así que la firma contratista debe aprovechar la oportunidad en la visita previa a la invitación para mostrar su capacidad sobre el proyecto, ya que esto le dará su mejor posibilidad de ser seleccionada.

Por otro lado, si el propietario no reduce adecuadamente el número de firmas invitadas provocará esfuerzo desperdiciando tanto por el mismo como por las firmas.

La invitación a cotizar debe al menos incluir:

Información a los contratistas sobre como y cuando deben presentar su proposición.

Definición del alcance de trabajo, requerimientos del propietario y procedimientos de coordinación.

### Forma deseada de contrato.

Formato de proposición que asegure que la información sea en base comparable.

En algunos casos el propietario selecciona de principio una firma y negocia una contratación inmediata. En la modalidad de administración debe evaluarse en conjunto los términos de negocios y las habilidades de las firmas (el binomio costo-servicio), con objeto de seleccionar a quienes pueden producir el resultado económico óptimo y normalmente esto lleva aparejado prácticas de negociación. Al terminar la negociación, si se ha desarrollado el sentimiento de confianza mutua entre ambas partes y se ha hablado con claridad sobre lo que persigue obtener una de la otra, el éxito esta asegurado. El lenguaje legal es sólo un complemento que desde el punto de vista operacional es secundario.

### IV.3 TIPOS DE CONTRATO

Los contratos son convenios que producen o transfieren las obligaciones y derechos, son una especie del género convenios; es decir, es el acuerdo de dos o más personas para crear, transferir, modificar o extinguir obligaciones. A su vez es una especie del alto jurídico, que es la manifestación de la voluntad para producir efectos jurídicos.

Para la existencia del contrato, el Código Civil exige dos elementos: "consentimiento y objeto que pueda ser materia de contrato" y un tercero "la forma" en los casos que la ley determina.

Los contratos pueden clasificarse en los siguientes grupos:

a).- Unilaterales y bilaterales. Es unilateral cuando se obliga a una de las partes y, bilateral cuando las dos partes se obligan recíprocamente.

b).- Onerosos y gratuitos. Son onerosos cuando las partes estipulan provechos y gravámenes recíprocos y, gratuitos cuando el provecho es solamente de una de las partes.

c).- Conmutativos y aleatorios. Los contratos conmutativos son aquellos en que las prestaciones que se deben las partes son ciertas desde que se celebra el contrato, de tal suerte que ellas pueden apreciar inmediatamente el beneficio o la pérdida que este les cause y es aleatorio cuando la prestación debida, depende de un acontecimiento incierto que hace que no sea posible la evaluación de la ganancia o pérdida, sino hasta que este acontecimiento se realice. Esta clasificación de contratos sólo es aplicable a los contratos onerosos.

d).- Consensuales y solemnes. Contratos consensuales son los que se forman por el sólo consentimiento de las partes y contratos solemnes son los que requieren determinada forma externa prescrita por la ley, sin la cual el consentimiento no tiene eficacia jurídica.

#### IV.4 TIPOS DE CONTRATOS MAS USUALES EN MEXICO

Por lo general los contratos de ingeniería y/o construcción se denominan de acuerdo con el modo o método de reembolso:

1.- Contrato por administración.

Regalías por porcentaje.  
Regalías por tiempo y material.  
Regalías fijas.  
Regalías por porcentaje con un límite máximo.

2.- Contratos con garantía máxima.

Incondicional  
Con previsión para incrementos.

3.- Contratos por incentivos.

Regalías con escalas proporcionales.  
Participación por ahorro en gastos.  
Premio o penalización por terminación en función del tiempo.

4.- Contratos por precio alzado o total.

Basado en especificaciones completas.  
Basado en especificaciones preliminares y ajustes en el desarrollo.

5.- Contratos por precio unitario.

Precio fijo.  
Precio escalado.

6.- Contratos convertibles.

7.- Contratos "llave en mano".

8.- Concesiones.

#### **IV.4.1.- Contratos por Administración.**

Bajo un contrato de este tipo el propietario paga todos los gastos que surgieran en el proyecto mas un porcentaje de los mismos por servicios para la firma contratista. El pago del porcentaje por servicios cubre todos los gastos de oficinas, administrativos y financieros de la firma contratista.

Este tipo de contratos es adecuado para aquellos proyectos o trabajos en que se requiera flexibilidad ya que el propietario puede tomar o llevar el control del trabajo, de lo que se hace y lo que no se hace o puede dejar a juicio de la firma contratista el desarrollo del trabajo.

Una de las principales desventajas que se le atribuyen a este tipo de contrato, es el poco incentivo que tiene la firma contratista para procurar que los gastos bajen. La regalía puede fijarse de diversas maneras:

- a).- La regalía por porcentaje es la que se otorga a la firma contratista en base a un porciento del total de los gastos efectuados en el desarrollo del proyecto.
- b).- Las regalías por tiempo y material son similares a lo anterior. Los gastos de material y mano de obra son otorgados al propietario a costo actual así como el tiempo empleado por el personal administrativo de la firma contratista de acuerdo a tarifas previamente concertadas.
- c).- La regalía fija es más deseable que la regalía sobre gastos para aquellos casos en los cuales es posible especificar con mayor exactitud el alcance del trabajo a desarrollar; en base a esto, la firma contratista estima una regalía fija de acuerdo a sus necesidades. En este tipo de contrato se tiene la ventaja que la firma contratista no se interesa en prolongar en exceso el trabajo y se ve obligado a terminarlo en el tiempo estipulado para liberarse del compromiso y cubrir otros

proyectos.

#### **IV.4.2.- Contrato con garantía máxima.**

Este tipo de contrato es ligeramente diferente a los contratos por administración. En este contrato el propietario paga todos los costos mas un cierto porcentaje en regalías o regalfía fija hasta una cantidad máxima garantizada total. Este tipo de contrato es ventajoso para el propietario ya que fija un costo máximo del proyecto y cualquier cifra abajo de lo estipulada es una ahorro en la inversión. Por el otro lado, la firma contratista acepta un riesgo, el cual debe prever en la fijación del máximo garantizado.

Una variante es el contrato con garantía máxima y con previsión para escalación. Este se aplica cuando el proyecto está sujeto a modificaciones o expansiones durante el desarrollo del mismo o cuando se prevén factores externos que pueden modificar el presupuesto original como son: aumento en el costo de materia prima o mano de obra, devaluación en la moneda, etc..

#### **IV.4.3.- Contrato por incentivos.**

Este tipo de contratos se celebran cuando por circunstancias del proyecto, no es posible una oferta global de costo por parte de la firma contratista; pero sin embargo, es conveniente establecer un incentivo encaminado a reducir el costo del proyecto. El contrato puede ser hecho de tal manera que se le de al contratista una regalfía de acuerdo a una escala proporcional al ahorro que se pudiera alcanzar en el desarrollo del proyecto en tiempo o en costo sobre un tiempo y costo base estimados.

Una forma de plantear un contrato por incentivos es el fijar un mecanismo entre la firma contratista y el propietario para planear ahorros de acuerdo a bases que se fijan periódicamente. Estos contratos pueden plantear además del ahorro en costo, el ahorro en tiempo, proporcionando así otro tipo de incentivo tan atractivo a la firma contratista como al propietario.

Normalmente estos acuerdos se fijan en función a un premio o penalización basados en tabuladores previamente concertados.

#### **IV.4.4.- Contratos a precio alzado.**

En este tipo de contrato la firma contratista efectúa el trabajo a cambio de una cierta cantidad de dinero; es atractivo cuando se conoce en detalle el alcance del proyecto y ha sido lo suficientemente bien definido por medio de dibujos y especificaciones; en esta forma puede ser el mejor tipo de contrato para ambas partes. En este tipo de contrato es premisa fundamental una base de confianza mutua por ambas partes, ya que puede haber conflictos cuando no se cumplen estrictamente las especificaciones en calidad de materiales y mano de obra como resultado de los controles de costos de la firma contratista.

El contratista en esta base presenta su cotización y tiene un completo control sobre las operaciones en el desarrollo del proyecto, teniendo además la oportunidad de obtener utilidades extras cuando el trabajo se ha llevado en forma eficiente. El hacer una cotización a detalle significa para la firma contratista invertir tiempo y dinero lo cual le representa un costo, siendo este un riesgo que debe considerar y que en el mejor de los casos podrá recuperar si su oferta es aceptada.

El propietario tiene la garantía de un costo definido y del resultado de un concurso puede estar seguro de obtener la mejor oferta en su proyecto; sin embargo, es conveniente que aporte una buena supervisión al proyecto para una mejor realización del mismo. Para el propietario se hace obligatorio presentar en su solicitud de cotización la definición y componentes del proyecto muy bien determinados, ya que una falla en este renglón causa problemas durante el desarrollo del proyecto, creando un clima de desconfianza entre la firma contratista y el propietario.

En un contrato a precio alzado, las ventajas para el propietario son:

Posibilidades de selección de la firma contratista en base objetivamente competitiva.

Un precio firme desde el inicio.

Diseño terminado totalmente antes de ser construido.

Concentración de responsabilidades.

Simplificación en la administración del proyecto.

Las ventajas para la firma contratista son:

Oportunidades de lograr el contrato por una buena estimación en la cotización.  
Control de coordinación y optimización de costos entre diseño, suministro y construcción.

Oportunidades de incrementar su utilidad por eficiencia en las operaciones realizadas.

#### **IV.4.5.- Contratos por precio unitario.**

Cuando la información de que se dispone no es lo suficientemente completa para lograr una cotización bien definida o cuando las cantidades que se presentan están sujetas a cambios, se utiliza el contrato por precio unitario. En este caso la firma contratista deberá presentar tabuladores por unidad, las cuales pueden ser en base a precio fijo o variables con respecto al volumen de obra, de esta manera el propietario tiene el control de las cantidades trabajadas por evaluar.

En este tipo de contratos, la calidad del trabajo juega un papel muy importante ya que muchas veces se da a los operadores trabajo a destajo y no cumplen las normas de calidad establecidas; también es importante una mayor supervisión por parte del propietario.

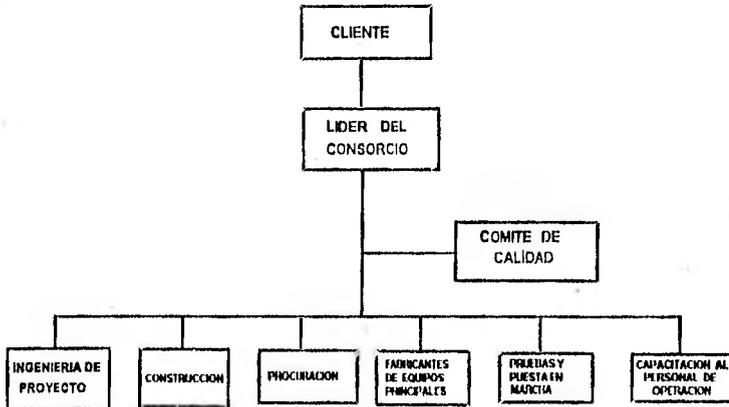
#### **IV.4.6.- Contratos-Convertibles.**

Cuando hay una combinación en las formas de contrato antes expuestas, resultan los contratos convertibles, así puede surgir el caso de un proyecto que por premura en su tiempo, se inicia sin contar con la suficiente información, elaborándose un contrato por administración y al contar con la información adecuada durante el desarrollo del proyecto, tal que permita la firma contratista estimar un costo total, se podrá cambiar el contrato a precio alzado.

#### IV.4.7.- Contratos "Llave en Mano".

Tradicionalmente en nuestro país en el caso particular de las obras públicas (vías terrestres, hospitales, etc) se ejecutaban bajo esquemas de contratación a base de precios unitarios y tiempo determinado. En los que se tienen definidos ciertos alcances o fases de un proyecto (estructura de un edificio), ya que los proyectos ejecutivos no se tienen elaborados totalmente por lo que con éste sistema no se pueden estimar los presupuestos para una obra determinada, originando descontrol en la asignación de los recursos económicos que se requieren programar y solicitar oportunamente.

fig. 13 ORGANIZACION DE UN PROYECTO LLAVE EN MANO



En la actualidad, se ha buscado otros tipos de contratación para lograr disminuir los problemas antes planteados. Surge entonces el llamado contrato llave en mano o "Proyecto Integral", denominado así por la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas vigente definiéndose éste término como el de una obra que cubre una gama integrada de bienes y servicios requeridos para un proyecto completo: diseño, construcción, fabricación, transporte, montaje, pruebas y puesta en servicio de un inmueble, capaz de satisfacer las necesidades de producción y/o servicio de un cliente.

Un contrato llave en mano está basado en el concepto de responsabilidad única en la ejecución del proyecto, refiriéndose ésta responsabilidad a que el contratista realiza los servicios de ingeniería y procuración, suministro de equipo y materiales, obra civil y electromecánica, pruebas y puesta en marcha, entregando al dueño las instalaciones listas para operar comercialmente, de acuerdo a las garantías de capacidad y calidad establecidas contractualmente. En la figura 13 se observa la organización de un proyecto llave en mano.

El contratista que ejecuta un proyecto llave en mano debe administrar la realización técnico-administrativa del mismo, de manera de garantizar que las instalaciones se entreguen al cliente en el tiempo establecido y con la calidad especificada. De acuerdo a la complejidad de cada proyecto, en esta fase de la ejecución se requiere de una especial atención, con el propósito fundamental de utilizar eficientemente los recursos que disponen el cliente y el contratista y, para aprovechar las ventajas que representa un contrato llave en mano y realizar por consiguiente un proyecto exitoso.

Se hace hincapié que en este tipo de obras, el contratista requiere de un alto nivel de servicios y experiencia en concepto y técnicas de gerencia de proyectos. Este tipo de contratación, es sumamente efectivo en proyectos en los que es relativamente sencillo el fijar por parte del dueño los requerimientos básicos de la instalación, ejemplo de esto son las unidades de proceso de tipo repetitivo plantas paquete, instalación de servicios auxiliares y proyectos industriales de gran magnitud, con tecnologías bien definidas que puedan reflejarse en grandes paquetes integrados claramente definidos.

Las principales ventajas del sistema de manejo "llave en mano", que facilitan la administración del proyecto son las siguientes:

- 1.- Simplificación técnica ya que se facilita la coordinación de toda la ingeniería, lo cual efectuaba antes el cliente, en su totalidad.
- 2.- Simplificación administrativa debido a la realización de un solo proceso de licitación y manejo de un sólo contrato.
- 3.- Menor riesgo de incumplimiento de los programas ya que independientemente del costo o importancia de los equipos, el contratista pone interés y cuidado en la entrega oportuna para afectar el cumplimiento global.
- 4.- Mejores condiciones de financiamiento, ya que se cubren todos los sistemas y equipos menores que por sí solos no son financiables.

#### Desventaja aparente.

Al licitarse en paquete todo el proyecto, en los equipos no se obtiene el mejor precio, como sería en el caso de concursar uno por uno seleccionando en cada caso el mejor, sin embargo, las dificultades de coordinación al hacer muchos concursos conducen a sobrecostos que pueden hacer a ambos esquemas equiparables.

A continuación se da un ejemplo de un contrato "Llave en Mano" de un proyecto hidroeléctrico para la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Antiguamente la CFE realizaba sus obras por "administración", esto es la CFE se ocupaba de todo desde la ingeniería básica hasta la puesta en marcha de la unidad, pero esto traía consigo una carga económica muy grande, el costo indirecto muy elevado, etc.; después se contrato por precios unitarios y actualmente utilizando el esquema "Llave en Mano".

En el caso de CFE estos contratos llave en mano se están realizando con compañías nacionales y/o con consorcios formados por compañías mexicanas y extranjeras, existiendo ya una amplia experiencia por parte de CFE en el otorgamiento de estos contratos.

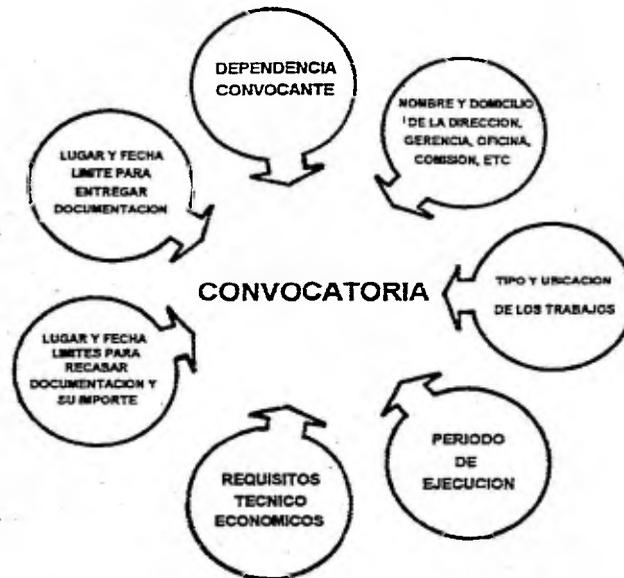
### **Bases del Concurso.**

El éxito de la realización de un proyecto llave en mano depende en forma importante de las bases de concurso que se establecen, ya que estas fijan el alcance del proyecto, prestableciendo los alcances de suministro, las características y especificaciones técnicas de las instalaciones, permitiendo esta definición que el contrato llave en mano que se establezca contemple las necesidades del dueño (fig. 14 y 15).

En el caso de CFE, las bases de concurso en lo que se refiere a la parte técnica, contempla generalmente los siguientes rubros:

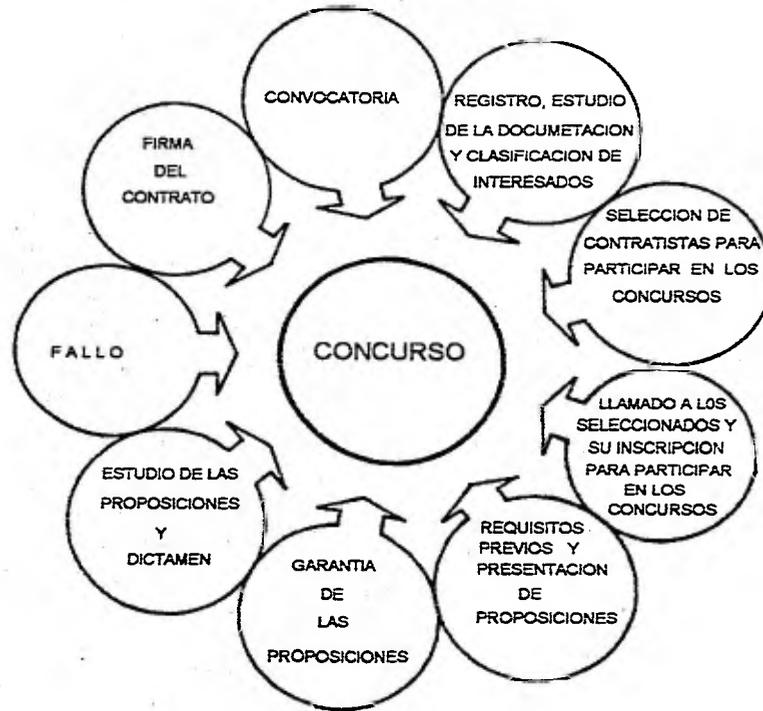
- 1.- Descripción del proyecto.
- 2.- Alcance del suministro.
  - a).- Servicios de ingeniería básica complementaria.
  - b).- Servicios de ingeniería de detalle y procuración.
  - c).- Equipos, aparatos y materiales.
  - d).- Estructuras y edificios.
  - e).- Empaque, embarque, transporte y almacenamiento.
  - f).- Construcción civil, mecánica y eléctrica.
  - g).- Pruebas y puesta en servicio.
  - h).- Pruebas de capacidad y comportamiento.
- 3.- Criterios de diseño generales.
- 4.- Criterios de diseño y descripción de obras civiles, cimentaciones, estructuras y edificios.

fig. 14 ELEMENTOS DE LA CONVOCATORIA PARA UN PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL



LA CONVOCATORIA SE PUBLICARA CUANDO MENOS UNA VEZ, EN DOS O MAS DE LOS DIARIOS DE MAYOR CIRCULACION EN EL PAIS

fig. 15 ETAPAS DEL CONCURSO DE UN PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL



- 5.- Criterios de diseño y descripción de sistemas mecánicos, eléctricos y de control.
- 6.- Especificaciones de equipo principal y auxiliar.
- 7.- Procedimientos y requerimientos para la construcción de obras civiles, cimentaciones, estructuras y edificios.
- 8.- Procedimientos y requerimientos para la construcción y montaje de equipos, componentes mecánicos, eléctricos y de instrumentación.
- 9.- Procedimientos y requerimientos de aseguramiento y control de calidad en la ejecución del proyecto.
- 10.- Requerimientos de protección ambiental en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente.
- 11.- Procedimientos y requerimientos para las pruebas, puesta en servicio, verificación, comportamiento y garantías.
- 12.- Dibujos específicos relacionados con el proyecto tales como: arreglos generales, diagramas del ciclo, diagramas de tubería e instrumentación, diagramas unifamiliares, diagramas de control básico, etc..

Los documentos anteriores corresponden a los datos básicos del proyecto que permiten preparar la oferta técnica y en caso de otorgamiento de contrato contemplarlos para poder integrar la ingeniería básica del proyecto.

El contrato en su ejecución contempla las siguientes fases: complemento de ingeniería básica, servicios de ingeniería de detalle y procuración, suministro de equipo y materiales, construcción civil y electromecánica, pruebas y puesta en servicio y, pruebas de comportamiento y garantías.

### **Complemento de Ingeniería Básica y Servicios de Ingeniería de Detalle.**

En esta fase del proyecto se complementan por el contratista los datos técnicos suministrados por CFE, incorporando la información que permitan editarlos en forma definitiva, actualizando documentos tales como el diagrama del ciclo, los diagramas de tubería e instrumentación, especificaciones de equipo y control, etc., paralelamente, debe iniciarse la elaboración de todos los documentos necesarios para la construcción de las instalaciones y para la fabricación de equipo y suministro de materiales, así como la edición de las requisiciones que permitan al contratista proceder a la procuración de los equipos y materiales necesarios. En esta fase del proyecto y dado el tipo de contrato, que implica una responsabilidad integral del contratista, es de suma importancia el definir con anticipación que documentos requieren de aprobación del cliente y cuáles se le envían con carácter informativo, reservándose el cliente el derecho de comprobar que todos ellos cumplan las especificaciones y requerimientos técnicos del proyecto, independientemente de que sean sujetos a aprobación o no. El número de documentos sujetos a aprobación debe ser el mínimo necesario, con el fin de aprovechar al máximo las ventajas inherentes a un contrato llave en mano en lo que a tiempo de ejecución se refiere.

Los documentos que deben aprobarse y el tiempo de que se dispone para hacerlo, se establece en el manual de procedimientos del proyecto que se edita al inicio de los trabajos.

### **Suministro de equipo y materiales.**

Las características técnicas de los equipos e instrumentos se establecen en la Ingeniería básica del proyecto, en cuanto a los materiales, estos se definen en la ingeniería de detalle correspondiente. Es importante mencionar que en el caso de los equipos e instrumentos, se establece una lista de proveedores aceptables por el dueño, quedando en libertad el contratista de adquirirlos de acuerdo a la misma, por lo que respecta a los materiales, siendo que éstos se contratan en base a especificaciones previamente establecidas y se adquieren en función primordialmente al programa establecido, en el caso de CFE, todas las

actividades referidas al aseguramiento y control de calidad bajo este rubro, son realizadas por el contratista en base a los procedimientos aprobados por el laboratorio de CFE y se describen estos en el manual de procedimientos del proyecto.

#### **Construcción Civil y Electromecánica.**

En esta fase del proyecto es importante destacar el que un contrato llave en mano, dadas las características de responsabilidad integral del contratista, la intervención directa del dueño en la ejecución de la obra es menor, sobre todo si la comparamos con otro tipo de contratos como es el de precios unitarios.

La función de supervisión y de vigilancia del cumplimiento de los requerimientos técnicos del proyecto debe realizarse, a través del establecimiento del programa de aseguramiento y control de calidad que garantice el cumplimiento de las especificaciones y procedimientos técnicos y constructivos. Para ello deben definirse en este programa, en su sección de control de calidad, aquellas actividades que deben ser aprobadas (puntos de espera), los procedimientos constructivos específicos y las pruebas deben realizarse para garantizar el cumplimiento de la calidad requerida.

En general podemos considerar que en los proyectos llave en mano que se realizan para CFE, se han establecido procedimientos que permitan ejecutar los trabajos acorde a lo antes mencionado, sin embargo, estos pueden mejorarse en función a la experiencia adquirida en el desarrollo de este tipo de contratos, tomando en consideración aquellos aspectos que CFE desea supervisar, controlar y teniendo en cuenta las condiciones y características del contrato correspondiente y los objetivos que el programa general de proyecto establece.

#### **Aseguramiento y control de calidad.**

En un proyecto llave en mano es requisito fundamental el contar con un plan de aseguramiento y control de calidad que garantice que el proyecto se ejecute en todas sus fases conforme a sus requerimientos técnicos establecidos en el

contrato. En los contratos que ejecuta CFE, existen planes que cumplen con las normas locales y códigos internacionales vigentes en la realización de este tipo de proyectos.

### **Pruebas y puesta en marcha.**

Una vez que la construcción de las instalaciones ha sido terminada, el contrato llave en mano contempla la realización de las pruebas y puesta en marcha de la unidad. Esta fase del proyecto es realizada por el contratista en base a los procedimientos y requerimientos para las pruebas, puesta en servicio, verificación, comportamiento y garantías establecidas por CFE y conforme a los manuales de operación, y arranque, que son preparados tomando en cuenta las recomendaciones de proveedores de equipo e instrumentos, y los requerimientos definidos en la ingeniería básica del proyecto. Dado que ésta fase final del proyecto corresponde a la entrega física de las instalaciones listas y aprobadas para su operación comercial, se requiere para su adecuada realización de una estrecha colaboración entre el contratista y el dueño, con el fin de efectuar una entrega de las instalaciones de acuerdo a las condiciones contractuales previamente establecidas. Con este fin, como parte de los documentos técnicos del proyecto, deben incluirse los protocolos y procedimientos que contemplen la ejecución de esta fase del proyecto.

### **CONCLUSION DE LOS CONTRATOS LLAVE EN MANO.**

La realización de proyectos llave en mano ya está dando buenos resultados en obras de generación, transmisión y transformación, permitiéndose canalizar importantes recursos extrapresupuestales que, además de indispensables, resultan convenientes. En términos generales y en apretada síntesis, la contratación de proyectos llave en mano:

a).- Permiten canalizar importantes recursos extrapresupuestales que significan inversiones atractivas en obras de generación, transmisión, transformación, distribución e infraestructura para el suministro y la venta de energía eléctrica.

b).- Hace posible la disminución de los tiempos de ejecución de los proyectos, sin detrimento de la garantía de la calidad total.

c).- Facilita la incorporación de equipos y procesos acordes con los más avanzados desarrollos tecnológicos, con estricto control sobre su impacto ambiental.

d).- Propicia el incremento de la eficiencia y de la productividad, con el consecuente abatimiento en costos de inversión, operación, conservación y mantenimiento. Además, se puede afirmar que la contratación de proyectos llave en mano:

1).- Nos obliga a plantearnos nuevas preguntas y a encontrar nuevas respuestas, desarrollando esquemas ingeniosos e imaginativos para enfrentar problemas, aún no resueltos en su totalidad, derivados de la legislación y la normatividad vigentes, de la competencia internacional de la necesidad de incrementar nuestra capacidad y nuestros conocimientos tecnológicos.

2).- Nos obliga a crear y desarrollar consorcios fuertes, confiables y experimentados.

3).- Permite la participación en proyectos de generación (termoeléctrica, hidroeléctrica, geotérmica, etc.) de transmisión y transformación (líneas y subestaciones), y de infraestructura en general (oficinas, almacenes, talleres, etc.); comprendiendo los distintos tipos de obras (civiles, eléctricas, mecánicas) y el suministro, instalación y montaje de los equipos.

4).- Finalmente, nos da la oportunidad de poder desarrollar recursos humanos con alta capacidad para el diseño y construcción de las obras que al cliente le compete programar y realizar.

#### IV.4.8.- Concesiones.

Existe actualmente en el mundo una tendencia clara hacia la privatización de las empresas estatales y hacia la inversión y el financiamiento privados en nuevos proyectos de infraestructura destinados a proporcionar servicios públicos.

El esquema de proyectos concesionados a la iniciativa privada resurge en algunos países como España, aparece particularmente acentuado en algunas economías de Asia y se estructura con ambiciosas proyecciones en México. Para ello, se combina una variedad de factores que dan origen a esta situación.

Se han diseñado políticas para reducir los requerimientos de préstamos del sector público, disminuir su déficit y eventualmente, reducir la carga impositiva.

Existe una reducida disponibilidad de financiamiento, incluyendo créditos de exportación, para prestatarios de países en desarrollo.

Existen buenas expectativas de eficiencia en el manejo y la asignación de recursos por parte del sector privado.

Se percibe toda una gama de ventajas derivadas de la privatización.

En una concesión, el contratista privado o concesionario, tiene completa responsabilidad por los servicios, incluyendo operación, mantenimiento y administración, así como inversiones de capital para la expansión de los servicios. Los activos fijos, sin embargo, permanecen bajo propiedad del gobierno o de la autoridad pública, pero son confiados al concesionario por la duración que tenga el título de concesión y deberán ser entregados en las mismas condiciones al final del período de concesión.

La ventaja de asumir la responsabilidad de las operaciones y las inversiones en la misma entidad es la creación de un incentivo al operador para que éste tome eficientes decisiones de inversión, debido a que sus consecuencias lo afectarán a él directamente. También provee de un incentivo por innovaciones tecnológicas, debido a que el operador será beneficiado directamente por cualquier mejoría en la eficiencia.

Los títulos de concesión usualmente duran de veinte a treinta años, dependiendo del nivel de las inversiones y del período de retorno de capital necesario para que el concesionario recobre los costos de inversión. El concesionario retiene los derechos exclusivos durante el contrato.

Bajo un título de concesión, el contratista recibe su pago por los servicios brindados directamente del consumidor, basándose en el precio fijado contractualmente. Los ingresos del contratista son la cantidad que resulta después de haber pagado impuestos y cargos a consumidores por la autoridad pública. Si los gastos exceden a los ingresos, la compañía privada sufre pérdidas, siendo éste el riesgo más grande que ésta asume.

Las sanciones en los títulos de concesión son impuestas si el concesionario no cumple con sus objetivos en la cobertura de los servicios o la calidad de éstos especificados en el contrato. La multa deberá ser claramente ligada a cada causa y deberá aumentar en la manera en que el incumplimiento del contrato se haga más grande. Las sanciones son generalmente pagadas a la entidad reguladora.

#### **IV.5 Selección del contrato más conveniente.**

Cualquier tipo de contrato resulta satisfactorio siempre y cuando sea seleccionado atendiendo a las características propias de las empresas contratantes, tipo y alcance del proyecto, así como también las condiciones específicas en que éste se realice.

Los factores que determinan el tipo de contrato a seleccionar son:

##### **I.- Factores debido al tipo de compañías contratantes:**

Origen de las compañías.

Tipo y organización de compañías.

Experiencia previa.

Políticas de cada compañía legal, financiera, personal, etc..

Factores económicos.

Consideraciones éticas.

##### **II.- Factores debido al tipo y al alcance del proyecto:**

Estudio de mercado.

Investigaciones técnico-económicas.

Tipo y características de la construcción a realizar.

Localización.

Información disponible.

Alcance económico.

Tiempo.

##### **III.- Otros factores Inherentes al proyecto:**

Area geográfica de localización.

Potencial económico de la zona.

Comunicaciones.

Disponibilidad de personal y servicios para éstos.

En resumen podemos decir que hay que evaluar:

- Consideraciones técnicas.
- Consideraciones económicas.
- Consideraciones sociales.

Es conveniente que en la selección y elaboración de un contrato, la persona o personas que interviene tengan un mínimo de conocimientos en el aspecto legal, asimismo conviene que exista un asesoramiento de un departamento legal o de personas con experiencia en la materia.

#### IV.6 Contenido de los contratos.

Un contrato puede ser tan amplio o tan corto como se desee; para evitar que el contrato sea tan amplio que sea difícil manejarlo y consultarlo o tan corto que deje de contener muchas definiciones básicas, es importante tratar de establecer contratos tipo a los que únicamente sea necesario cambiar información específica y contar así con un contrato suficientemente claro y preciso. El clausulado que se puede encontrar en un contrato es el siguiente:

##### Acuerdo general:

Cláusula	Concepto.
Primera	Objeto del contrato.
Segunda	Costo y términos de pago a contratistas.
Tercera	Instrucciones.
Cuarta	Cambios en el proyecto.
Quinta	Precios.
Sexta	Precios unitarios para trabajos o servicios adicionales.
Séptima	Especificaciones.
Octava	Inspección.
Novena	Materiales y mano de obra.
Décima	Supervisión del contratista.
Décima Primera	Tiempos de iniciación y terminación del programa.

Décima Segunda	Demoras.
Décima Tercera	Penas.
Décima Cuarta	Pagos.
Décima Quinta	Garantías y seguros.
Décima Sexta	Registros e impuestos.
Décima Séptima	Supervisión de la obra.
Décima Octava	Responsabilidades.
Décima Novena	Otros contratos.
Vigésima	Obligaciones legales del contratista.
Vigésima Primera	Subsistencia de las garantías
Vigésima Segunda	Desacuerdos.
Vigésima Tercera	Traspasos.
Vigésima Cuarta	Rescisión del contrato.
Vigésima Quinta	Jurisdicción de los tribunales.

Anexos	Concepto
A	Planos, dibujos, detalles.
B	Especificaciones.
C	Volúmenes de obra, precios, presupuestos.
D	Condiciones generales.
E	Programa de obra.

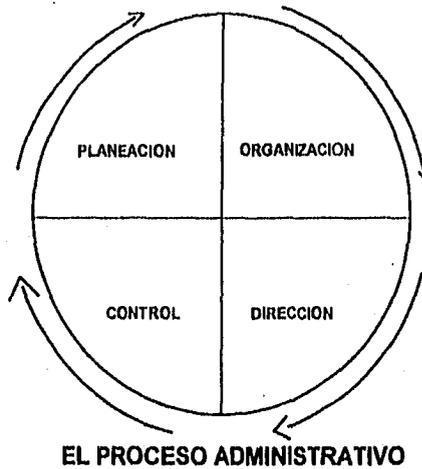
En un contrato nunca deberá existir entre las partes concentrantes, dolo o uso de terminología que cree confusión. El contrato es un acuerdo por escrito para conservar y recordar todas las cláusulas en caso de duda o consulta.

Legalmente el contrato contiene previsiones para la cancelación y castigos por fallas en la eficiencia, pero estas acciones a la larga resultan costosas para ambas partes en caso de llevarse a cabo; la integridad y competencia técnica del personal involucrado, bastan para la mejor realización del contrato. El contrato protege contra fallas y actos ilegales, pero no puede proteger contra prácticas antiéticas o incompetencia.

## IV.7 EL PROCESO ADMINISTRATIVO

El proceso administrativo es la administración en marcha. Las funciones en las cuales se ha clasificado la administración para su estudio son:

- A).- PLANEACION.
- B).- ORGANIZACION.
- C).- DIRECCION.
- D).- CONTROL.



### IV.7.1).- Planeación.

Se inicia con la definición del proyecto, la cual es una descripción detallada de que abarca el proyecto con especificaciones generales de lo que se desea; de las condiciones de contratación del proyecto y de las condiciones del sitio donde se ubicará el proyecto. Implica también el plazo de ejecución, la calidad de las instalaciones y el costo total. La finalidad de este aspecto es establecer de manera general en que consiste el proyecto y bajo que condiciones se realizará.

La planeación se fundamenta en datos estadísticos y la experiencia de sucesos ocurridos en otros proyectos que permiten realizar predicciones sobre hechos que se desean alcanzar. Es un proceso dinámico que se realimenta constantemente con el fin de corregir desviaciones de manera oportuna.

La planeación tiene como función fundamental decidir de antemano "qué hacer", "cómo hacerlo", "cuándo hacerlo", "quién deberá hacerlo" y donde.

Planear es un proceso intelectual, la planeación conciente de vías de acción, la fundamentación de las decisiones en las metas, en los hechos y en los cálculos razonados. La naturaleza esencial de la planeación puede explicarse a través de cuatro principios básicos:

- Seguimiento de los objetivos.
- Predominio de la planeación.
- Extensión de la planeación.
- Eficacia de los planes.

Seguimiento de los objetivos. El propósito de cada plan y de todos los planes derivados del mismo es facilitar la consecución de los objetivos de la empresa. Los meros planes no hacer que una empresa tenga éxito, se requiere la acción para que la empresa funcione.

Los planes pueden dirigir la atención hacia los fines, pueden anticipar qué acciones llevarán hacia el objetivo final, cuales se anularán entre sí y cuales son intrascendentes.

La planeación de obtener una estructura de actividades consistente y coordinada dirigida a ciertos fines deseados sin planes, la acción se transforma en una actividad aleatoria que produce el caos.

Predominio de la planeación. Todas las funciones empresariales de planeación, organización, dirección y control están diseñadas para soportar el cumplimiento de los objetivos del proyecto, lógicamente la planeación precede a todas las demás. En la práctica todas las funciones se mezclan, sin embargo, la planeación es única ya que

establece las acciones necesarias a realizar por parte de todo el grupo de proyecto.

La planeación y el control son inseparables, la acción no planeada no puede controlarse, porque el control requiere mantener encauzada las actividades, corrigiendo las desviaciones de los planes iniciales.

Cualquier tentativa de controlar sin tener planes iniciales no tiene sentido ya que no se puede saber si se va a donde se desea ir, por lo tanto los planes ofrecen las normas de control.

Extensión de la planeación. Planear es función de todo administrador, aunque el carácter y la amplitud de la planeación variará con su autoridad y con la naturaleza de las políticas y planes delineados por su superior. Un administrador a causa de su posición en la organización puede hacer planeación con mayor o menor trascendencia que otro; sin embargo, todos los administradores planean.

Eficiencia de los planes. La eficiencia de un plan se mide por el valor de su contribución a los objetivos como compensación de los costos requeridos para hacerlos funcionar.

### **Tipos de planes**

Los tipos de planes de una empresa se puede clasificar como:

- Objetivos.
- Estrategias.
- Procedimientos.
- Políticas.
- Programas.
- Presupuestos.

**Objetivos.** Son los fines hacia los cuales se dirige la actividad. Representan no sólo la actividad de la planeación sino también el fin hacia el cual se encamina el proyecto por medio de su organización.

**Estrategias.** La estrategia es un plan que tiene alcance competitivo, muestra la dirección y el empleo general de los recursos y esfuerzos que disponen una empresa para alcanzar sus objetivos. No tratan de delinear exactamente cómo se deben ejecutar las acciones, sino de establecer las directrices para tomar decisiones en presencia de obstáculos.

**Procedimientos.** Los procedimientos son planes que establecen un método habitual de manejar actividades futuras, son verdaderas guías de acción que detallan la forma exacta en que deben realizarse ciertas actividades.

**Políticas.** Las políticas son planes generales que guían o canalizan el pensamiento y la acción en la toma de decisiones de los subalternos. Las políticas delimitan un área dentro de la cual se debe decidir y asegurar que las decisiones sean consistentes y contribuyan al logro de los objetivos y metas. Las políticas tienden a determinar de antemano las tendencias, a evitar los análisis repetitivos y a dar una estructura unificada a otros tipos de planes, permitiendo a los administradores delegar autoridad sin perder el control.

La política debe considerarse como una manera de fomentar la formación de criterios e iniciativa dentro de ciertos límites. No son normas rígidas sino que se deben aplicar con criterio.

**Programas.** Un programa es una mezcla de metas, políticas, procedimientos, reglas, asignación de tareas, pasos que deben efectuarse, recursos que deben emplearse y una secuencia cronológica de las acciones requeridas para alcanzar un objetivo.

Un programa primario puede requerir muchos programas derivados, los cuales demandan coordinación y cálculo de tiempos, puesto que la falla de cualquier parte de esta red de planes derivados implica retraso en el programa primario y en consecuencia aumento en los costos y pérdida de ingresos.

Una secuencia en la programación sería:

Fechas de iniciación y terminación.

Programa de fechas clave.  
Definición de paquetes de trabajo.  
Duración estimada de paquetes de trabajo.  
Red lógica.  
Programa maestro.  
Relación de planos y documentos.  
Matriz de tiempo de actividades.  
Ruta crítica.  
Calendario de entrega de reportes.  
Programa de actividades por sistema.  
Programa de requerimientos de personal.  
Programa de avance físico-financiero.  
Programa de erogaciones.

Presupuestos. Un presupuesto puede considerarse como un programa numérico y puede ser de gastos, de inversiones, de horas-hombre asignables, etc.

El presupuesto es necesario para el control y para esto solamente funcionará cuando refleje los planes.

Pasos de la Planeación.

Los pasos que se siguen para hacer una planeación son aplicables tanto para la ejecución de un proyecto de un complejo industrial como al trabajo diario de cada persona:

- a).- Definir el problema o detectar una oportunidad.
- b).- Localizar la información.
- c).- Analizar y clasificar la información.
- d).- Formular premisas, es decir, pronosticar en base a la información.
- e).- Formular planes alternativos.
- f).- Elegir el plan a seguir.
- g).- Definir la sucesión y dirección de las operaciones.
- h).- Control del plan.

### **IV.7.2).- Organización.**

La organización nació de la necesidad humana de trabajar en grupo; los hombres se han visto obligados a cooperar entre sí para lograr sus fines personales, por causa de limitaciones físicas; biológicas, psicológicas y sociales. Si se dispone de una organización la cooperación puede ser más productiva. Consiste en agrupar las actividades comunes y establecer responsabilidades de dichas actividades.

Es un instrumento que permite estructurar los diversos trabajos que se necesitan realizar para alcanzar un objetivo, formando células o grupos con asignación de responsabilidades concretas y relacionadas de autoridad.

La estructura orgánica de un proyecto puede ser fijo o variable, dependiendo del proyecto mismo, el tipo de contratación y debe ser tal que haga posible la obtención de los objetivos establecidos. Los principales tipos de organización son:

#### **I.- Organización Funcional.**

La organización está disgregada en distintas unidades funcionales (ingeniería, finanzas, recursos humanos, contabilidad, etc.). Esta estructura se basa en la teoría de la gestión administrativa: especialización, relaciones de línea y asesoramiento, autoridad, responsabilidad y esferas de control. Las principales subunidades funcionales son disciplinas tales como la ingeniería o las finanzas, según principio de la especialización. Se considera más fácil administrar especialistas si se les agrupa y si el jefe tiene una formación y experiencia en la misma disciplina.

Con esta estructura se logra máximo control del proyecto, adaptación inmediata de procedimientos y coordinación más efectiva del trabajo; se utiliza cuando el proyecto se ejecuta lejos de la empresa sede, en proyectos de gran magnitud, siendo el gerente un ejecutivo de alto nivel y con gran experiencia.

#### **II.- Organización del Proyecto.**

Es el polo opuesto a la organización jerárquica y funcional, ya que es una organización

vertical con objetivo singular. En este tipo de organización todos los recursos para la realización de un proyecto están separados de la estructura funcional ordinaria y organizados como una unidad autónoma; a cuyo frente se coloca un director de proyecto dotado de la totalidad de las funciones, en otras palabras; la organización mayor establece una estructura más pequeña, temporal y con la exclusiva finalidad de realizar un determinado proyecto; su estructura interna es funcional. Generalmente se utiliza en proyectos donde hay gran número de subcontratistas o cuando hay una gran urgencia.

Para el desarrollo ordenado y eficiente de un proyecto de ingeniería es conveniente e indispensable, contar con una estructura de organización adecuada y de asignación clara de responsabilidades.

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

### III.- Organización Matricial.

Es una estructura multidimensional que procura maximizar las virtudes y minimizar las debilidades de la estructura funcional y de proyecto. En esta organización se combina la estructura lateral u horizontal superpuestas de un coordinador de proyectos.

Sus principales ventajas son el equilibrio de los objetivos, la coordinación de los departamentos funcionales y la visibilidad de los objetivos del proyecto.

Su principal desventaja es que el individuo ubicado en un nivel intermedio depende de dos jefes; si las funciones, responsabilidades y facultades de cada uno no están bien definidas, será origen de un grave conflicto.

Es posible utilizar las tres estructuras en una misma empresa en diferentes proyectos. Asimismo, es posible estructurar de las tres formas el mismo proyecto pero en niveles diferentes; depende solamente del tipo de proyecto y de los recursos con que se

cuenta, ya que hay Directores o Gerentes de Proyecto usados en una u otra organización.

En la siguiente tabla se sintetizan los principales factores que inciden en la toma de decisión de una estructura orgánica; por ejemplo, si una compañía tiene entre sí un proyecto importante, complejo, de ejecución prolongada y gran amplitud, observará que le conviene más en la estructura del proyecto.

### CRITERIOS PARA DECISION SOBRE LA FORMA DE ORGANIZACION

ASPECTO	ESTRUCTURA		
	FUNCIONAL	MATRICIAL	DE PROYECTO
Incertidumbre	Baja	Alta	Alta
Tecnología	Común	Compleja	Nueva
Complejidad	Baja	Mediana	Alta
Duración	Breve	Mediano	Prolongada
Dimensión	Pequeña	Mediana	Amplia
Importancia	Poca	Mediana	Alta
Cliente	Diversa	Mediana	Unica
Carácter crítico en el tiempo	Baja	Mediana	Alta
Carácter crítico en los recursos	Depende	Depende	Depende
Diferenciación	Poca	Alta	Mediana

Las actividades a realizar durante la organización son:

Definición del tipo de organización y elaboración del programa.

Asignación y selección del personal del proyecto.

Manual de procedimientos.

Definición del flujo de información.

Catálogo de cuentas.

Sistema de información.

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

- a).- Preparar el cuadro de organización.
- b).- Establecer el cuadro de organización.
- c).- Delinear las relaciones (horizontales y verticales).
- d).- Definir líneas de enlace para facilitar la coordinación.
- e).- Crear las descripciones de puesto.
- f).- Definir las funciones de responsabilidad y autoridad.
- g).- Fijar los requerimientos para cada puesto.
- h).- Definir las cualidades de la persona para cada puesto.

#### **IV.7.3).- Dirección.**

La dirección es la función dinámica de la administración que integra al grupo de trabajo, asigna responsabilidades, motiva a la ejecución eficiente, coordina los esfuerzos de los miembros y los dirige hacia la consecución del plan y el logro de los objetivos.

Se refiere a lograr que los subordinados se identifiquen con los objetivos de la empresa y contribuyan con eficiencia a alcanzarlos.

El director, es el responsable de la ejecución total del proyecto con respecto a las obligaciones contractuales en lo referente a costos, programas, Ingeniería y calidad de los servicios proporcionados. Es básicamente el que dirige las actividades del personal que ha sido asignado al proyecto, analiza las desviaciones y toma de decisiones oportunas para desarrollar el proyecto en el tiempo preestablecido con el costo asignado y con la calidad requerida.

#### **Funciones de la Dirección:**

- a).- Orientar. Familiarizar a los subordinados con las funciones que deberán realizar, señalando los objetivos los parámetros de comparación y los resultados esperados.

b).- Adiestrar. Dirigir el entrenamiento del personal mediante la instrucción teórica y práctica.

c).- Desarrollar. Propiciar el mejoramiento en el conocimiento de las habilidades y de la conducta a través de cursos de capacitación, permitir toma de decisiones y con el ejemplo.

d).- Delegar autoridad. Se entiende por delegar, investir a una persona con la facultad de actuar a nombre de otra. Paralelamente con la delegación de autoridad se comparte la responsabilidad.

### **Herramientas de la Dirección.**

**Liderazgo.** El liderazgo 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.

Actuar de líder es guiar, conducir, dirigir y anteceder. El líder actúa para ayudar al grupo a lograr sus objetivos con la aplicación máxima de su capacidad.

**Comunicación.** La comunicación la usa el administrador para adiestrar al personal; para informar a sus jefes, para transmitir conocimientos, ideas, deseos de superación, sentimientos de admiración, reconocimiento al mérito y para negociar con los clientes.

La comunicación es además la herramienta para impulsar la producción, mantener las operaciones en marcha, ejecutar planes, difundir políticas, asignar tareas, revisar avances, establecer y mantener controles; también es la base para lograr cooperación, comprensión y acción. La comunicación es el proceso mediante el cual se transmiten las ideas entre dos o más personas, de tal manera que el o los receptores lo comprendan.

Cualquier sistema de comunicación consta de las siguientes partes:

Emisor.  
Mensaje  
Receptor.  
Vehículo de transmisión (fonético, símbolos, mímica, etc.).

Factores que contribuyen a una dirección satisfactoria:

- a) Objetivos claros y definidos.
- b) Planes bien meditados.
- c) Colocación de las personas en puestos adecuados.
- d) Estrategias seleccionadas.
- e) Formación de grupos de trabajo adecuados.
- f) Comunicación efectiva.
- g) Controles adecuados.

#### **IV.7.4).- Control.**

El control se define como el proceso para determinar lo que se esta llevando a cabo, evaluarlo y si es necesario aplicar medidas correctivas de manera que la ejecución se efectúe de acuerdo con lo planeado. El control incluye la vigencia activa de una operación para mantenerla dentro de los límites definidos. Define los sistemas para la evaluación de los resultados obtenidos en relación con el plan propuesto.

Consiste en contar con los instrumentos necesarios que permitan medir el cumplimiento de cada actividad del proyecto respecto al programa maestro del mismo y tomar las decisiones oportunas que se conviertan en acciones correctivas en el caso de desviaciones para asegurar el cumplimiento de los compromisos contraídos.

El control de un proyecto se orienta al avance físico, al avance económico, financiero y al aseguramiento de la calidad, comprende las siguientes actividades:

Reporte de avance físico.  
Reporte de avance económico-financiero.  
Control de horas-hombre por actividad.

- Control de calidad de las actividades.
- Control de facturación y pagos.
- Control de información.
- Reporte de estados financieros.

Cualquier actividad puede controlarse con respecto a uno o todos los factores siguientes: cantidad, calidad, uso del tiempo y costo.

El control implica la medida del cumplimiento de cada etapa del proyecto con respecto al programa maestro del mismo y la toma de medidas correctivas en el caso de desviaciones para asegurar el cumplimiento de los compromisos contraídos. La secuencia normal para la implantación del control en cualquier tipo de actividad planeada es la siguiente:

- a).- Establecimiento de los sistemas de información para precisar los datos que se requieren, cuando y en qué se deben presentar.
- b).- Desarrollar medidas estándares cuantitativas y cualitativas que representen el rendimiento esperado, para que sirvan como base de comparación.
- c).- Comparación de los resultados reales con los estándares.
- d).- Corrección de desviaciones. De poco servirán las valuaciones de control y los informes, a menos que se tomen medidas correctivas; ya sea haciendo una reconsideración de las metas, modificando los alcances o bien renegociando compromisos.

Los conceptos a controlar durante el desarrollo del proyecto son:

- a).- Calidad de la ingeniería.
- b).- Cumplimiento de los programas establecidos.
- c).- Costo del proyecto.

Calidad de la ingeniería. Es función de la capacidad técnica del personal encargado de desarrollarla. La experiencia de cada uno de los especialistas en las distintas disciplinas y en los diferentes campos de esta actividad así como los recursos de especialización son fundamentales para mejorar la calidad de un proyecto.

La Ingeniería de proyectos es una actividad de mano de obra y por ello la capacitación de recursos humanos es sumamente importante. Otro factor importante son los sistemas operativos, organización y capacidad económica de la firma contratista. La revisión de los dibujos, especificaciones, listas de material, etc., antes de ser editados por la firma contratista, representan una seguridad adicional con lo cual se logra evitar problemas posteriores por calidad de ingeniería.

Cumplimiento de los programas establecidos. Depende en gran parte del personal directivo del proyecto; los factores que influyen en el incumplimiento de los programas son:

- 1).- Programación deficiente.
- 2).- Deficiencia en la coordinación.
- 3).- Tiempos reales de toma de decisiones mayores que los programados.
- 4).- Atrasos en la entrega de información.

Costo del proyecto. El primer problema que surge al hablar de costos de un proyecto es como establecer un primer estimado cuando aún no se ha iniciado la ingeniería.

Para considerar un proyecto factible, es indispensable conocer cuando menos su costo aproximado. El presupuesto de inversiones en obra del propietario requiere de los estimadores de costos. Generalmente se considera hacer estimados conforme avanza el proyecto; a saber:

- 1).- Estimado preliminar.
- 2).- Estimado original.
- 3).- Estimado definitivo.
- 4).- Costo real.

Estimado preliminar. Puede hacerse en base a datos disponibles en la literatura o bien recopilados de experiencias con proyectos similares. Es importante corregir estos datos por factores que ponderen el cambio de capacidad, localización, inflación, etc..

Estimado original. Se puede realizar cuando ya se cuenta con las hojas de datos y especificaciones de los equipos; con estos datos se calcula el costo total de los equipos que incluyen la nueva planta. Al obtener el costo del equipo se le aplican al mismo factores que se encuentran en la literatura los cuales nos dan directamente el costo estimado de la inversión total.

Estimado definitivo. Se puede llevar a cabo cuando la ingeniería ha sido casi totalmente terminada y ya se cuenta con:

- Diagramas para estimar cantidades de obra.
- La mayoría de equipo y materiales adquiridos.
- Costo de la ingeniería.

Este estimado es muy cercano a la realidad y generalmente se realiza antes de iniciar la construcción.

Costo real. Al terminar una obra se debe recopilar toda la información de costos, obtener el costo real y retroalimentar esta información con objeto de verificar, los factores utilizando en la elaboración de los primeros estimados y poder usarlos en el futuro de manera confiable.

Cualquiera de los estimados mencionados debe modificarse cuando cambia el alcance de trabajo del proyecto.

El control de costos del proyecto se efectúa a través de un reporte del estado financiero del proyecto, el cual tiene como objetivo controlar los costos directos, los gastos reembolsables, los no reembolsables y los ingresos del proyecto.

Los costos indirectos no se incluyen ya que no son una función directa del proyecto, sino que se prorratan los costos totales de la empresa entre todos los proyectos que esté realizando. Para el control de proyectos se consideran los siguientes rubros:

Presupuesto.

Avance a la fecha de corte.

Pronóstico.

a).- Presupuesto. Este corresponde a la cantidad de dinero que originalmente se estima se tendrá por concepto de ingresos y egresos.

b).- Avance. Corresponde a lo que se haya gastado en cada concepto a la fecha de corte en egresos y a lo que se haya facturado a la fecha de corte en ingresos.

c).- Pronóstico. Corresponde a lo que se estima se requiere para terminar cada concepto, así como todo el proyecto y su desviación con respecto al presupuesto.

### **Control de calidad del proyecto**

El control de calidad de un proyecto tiene como objetivo verificar que la ejecución de los diseños sea confiable, funcional y económica.

Para lograrlo debe contar con procedimientos de cálculo confiables, diseños típicos para instalaciones repetitivas, normas de control de calidad en materiales, códigos de diseño y fabricación de equipos, códigos de seguridad, reglamentos de construcción y reglamentos de protección al medio ambiente.

**Procedimiento de cálculo.** Consiste en un método ordenado de ecuaciones que han sido probadas con éxito para el diseño de uno o varios elementos de un sistema, además contiene criterios prácticos y datos tabulados que contribuyen a mejorar la eficiencia y eficacia del cálculo.

**Diseños típicos.** Normalmente se basan en la operabilidad de instalaciones que

han sido probadas y/o criterios prácticos que han dado buenos resultados.

Normas, control de calidad de los materiales. Consisten en una clasificación codificada de los materiales que se producen, en la cual se especifican: a) composición cualitativa; b) composición cuantitativa; c) propiedades físicas y d) pruebas.

Código de diseño y fabricación de equipo. Consisten en una serie de procedimientos de cálculos para las diferentes condiciones de operación de los equipos.

Códigos de seguridad. Estos códigos establecen una serie de condiciones de diseño para tener una operación segura de las instalaciones industriales.

Reglamentos de construcción. Estos son específicos para cada zona geográfica y establecen requisitos mínimos que deben cumplir las construcciones en un determinado lugar tanto en diseño, como en materiales y procedimientos constructivos. El carácter de estos reglamentos es de aplicación obligatoria, la cual se ejerce mediante la aprobación de los planos por una dependencia gubernamental y la autorización de permisos de construcción y operación de la obra en cuestión.

Reglamentos de protección del medio ambiente. Establecen los límites tolerables de contenidos contaminantes en las corrientes de desechos industriales, tales como aguas residuales, desechos sólidos, humos, vapores, polvos en suspensión, ruidos, etc., para hacer un diseño adecuado es necesario tomar en cuenta dichos límites que pretenden proteger la continuidad de la naturaleza y el ser humano.

Códigos, normas y reglamentos. Algunos de ellos son: ASTM (American Society For Testing and Materials); ASME (American Society of Mechanical Engineers); ANSI (American National Standards Institute); NEC (National Electrical Code), FAA (Federal Aviation Administration), Reglamento de Construcciones del Distrito Federal; Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto; Normas ISO-9000, etc.

Las normas internacionales ISO-9000, son de carácter general y aplicables a todo tipo de industrias o empresas, ya que define los principios de la gestión y del aseguramiento de la calidad. Para el caso de la industria de la construcción se deben analizar estos requisitos para identificarlos, interpretarlos y aplicarlos en este sector.

La norma ISO-9000: es un modelo para el aseguramiento de la calidad. En el diseño/desarrollo, producción, instalación y el servicio post-venta, siendo aplicable principalmente a empresas cuya actividad es de diseño, desarrollo de proyectos, etc..

La norma ISO-9002: modelo para el aseguramiento de la calidad en la producción y la instalación; se aplica principalmente a las empresas constructoras, pues edifica a partir de un proyecto y de unas especificaciones predeterminadas.

La norma ISO-9003: modelo para el aseguramiento de la calidad en la inspección y los ensayos finales, es de aplicación en la empresa que se dedica a la ingeniería especializada.

La norma ISO-9004: es un modelo de elementos para un sistema de calidad de reglas generales y guía para los servicios, se utiliza para sugerir y recomendar un sistema de calidad interno; no son de carácter contractual. Establece en varios de sus puntos la necesaria participación de todo el personal de la organización, el cliente, el proyectista, los subcontratistas, etc..

En el proceso constructivo de cualquier proyecto, la calidad final depende de la calidad obtenida en cada fase y estas influyen entre sí, por lo que es un proceso complejo en donde las decisiones adoptadas en cada fase se repercutirán en otras.

---

### **Reporte de terminación del proyecto**

Este reporte debe indicar en forma concisa y resumida el alcance del trabajo desarrollado, la información inicial de que se dispuso y las experiencias relevantes. Este reporte sirve para evaluar los resultados finales obtenidos, en base a los programas y presupuestos del proyecto; además de registrar la información entregada al cliente.

Es recomendable para alcanzar el objetivo del reporte de terminación:

- Emitirlo durante los quince días calendario siguientes al cierre del proyecto.
- Hacer el análisis comparativo de las horas-hombre programadas y usadas, desglosando el presupuesto inicial, las adiciones autorizadas por el cliente así como las desviaciones y sus respectivas causas.
- Hacer el análisis de los planos equivalentes terminados desglosando los dibujos que hayan sido cancelados por disciplina.

El reporte de terminación, deberá contener:

- Descripción general del proyecto.
- Trabajo realizado.
- Análisis comparativo del proyecto.
- Manual de operación y mantenimiento.
  - Tecnología y proceso utilizados.
  - Alcance global del proyecto.
  - Trabajos realizados.
  - Ingeniería de detalle.
  - Dibujos, listas de materiales, especificaciones y memorias de cálculo por especialidad.
  - Estudios especiales

**A N E X O**

**CASO PRACTICO**

**"TUNEL NUEVO ACCESO ACAPULCO"**

## CASO PRACTICO

### TUNEL NUEVO ACCESO ACAPULCO

#### INTRODUCCION

Hoy es una práctica común hacer una serie de estudios previos a la construcción de los túneles, donde intervienen varios especialistas, desde las etapas de planeación y factibilidad, la selección del alineamiento (vertical y horizontal) y la investigación de las dificultades constructivas que se tendrán al perforar el túnel. Por ejemplo, el hecho de localizar el túnel a una cierta profundidad pueda alojar el túnel de una manera ventajosa para evitar la presencia de formaciones fracturadas, blandas o con mucha agua, o para reducir al mínimo la presencia de frentes mixtos (suelos y rocas); esto no siempre es posible y frecuentemente, en los túneles urbanos la localización del túnel está fija por el derecho de vía disponible y por las estructuras vecinas (superficiales y subterráneas).

Muchos han sido los avances logrados en los últimos años en la Ingeniería de Túneles del Mundo. México, no ha sido ajeno a estas circunstancias y ha logrado avances muy significativos, sobre todo en la perforación de túneles en suelos blandos (arcillas).

En relación a la excavación de túneles en roca, también se ha tenido un gran avance, tanto en el tamaño y profundidad de túneles y lumbreras, como en los rendimientos obtenidos. Las principales razones de estos progresos en los túneles atacados con procedimientos convencionales, tienen que ver con el aumento de la eficiencia de los equipos de barrenación, con la aparición de la perforación hidráulica, de los "yumbos" de barrenación computarizados y con equipos muy eficientes de colocación de anclas y concreto lanzado. Recientemente se ha incluido en el concreto lanzado fibras de acero que han mejorado la resistencia a la compresión simple a edad temprana, incrementando notablemente la resistencia al corte y a la tensión. Los cortadores han evolucionado mucho desde las brocas tricónicas y las de carburo de tungsteno hasta los actuales cortadores compuestos de disco de 12 a 14 pulgadas de diámetro, de aceros especiales muy duros que han permitido atacar rocas tan duras con resistencias tan altas como 3600 kg/cm<sup>2</sup>.

El proyecto y dirección de obra, entendido como la acción que se desarrolla durante toda la construcción de la obra subterránea, desde la planeación, estudios previos, diseño y construcción por un equipo compuesto por los proyectistas, asesores, constructores, residentes y supervisores, que interactúan a medida que la obra avanza y que el diseño de los sistemas de soporte, es retroalimentado con la geología y condiciones de los suelos y rocas que se van presentando dentro del túnel y en muchas ocasiones, los procedimientos tienen que ser modificados, adecuados o en situaciones extremas cambiados. A continuación se da un ejemplo de obras subterráneas.

## **INGENIERIA BASICA**

### **ANTECEDENTES**

La orografía peculiar de Acapulco, que tanta fama turística le ha dado, está formada por una cadena de montañas que rodea la bahía semejando un gran anfiteatro. El notable incremento del turismo y el desarrollo urbano, principalmente fuera del denominado "anfiteatro", han motivado un importante flujo vehicular entre la glorieta de las Cruces y las avenidas Farallón, Cuauhtémoc y Ruiz Cortines, este túnel complementará a la autopista del Sol y será de gran beneficio para la actividad turística del Puerto, que es una de las zonas turísticas más importantes del país (fig 1).

### **ANTEPROYECTO**

De acuerdo con un estudio de tránsito realizado por el Gobierno del Estado de Guerrero en 1989, entre la glorieta de las Cruces y el Anfiteatro, se concluyó que los accesos al puerto de Acapulco con que se contaba eran insuficientes para satisfacer el tránsito promedio diario anual (TPDA) que era del orden de 30,000 vehículos, a nivel de servicio F, correspondiente a una circulación forzada. La Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y el Gobierno del Estado de Guerrero, después de analizar de manera conjunta diversas opciones de accesos al puerto, concluyeron que la mejor opción era por medio de dos túneles gemelos, uno por cada sentido, con tres carriles cada uno y con capacidad para canalizar cerca de 40,000 vehículos por día a un nivel de servicio C, el cual combinado con el acceso por la Cima operando a nivel F, permitirá cubrir la demanda total esperada, incluso para más allá del año 2010.

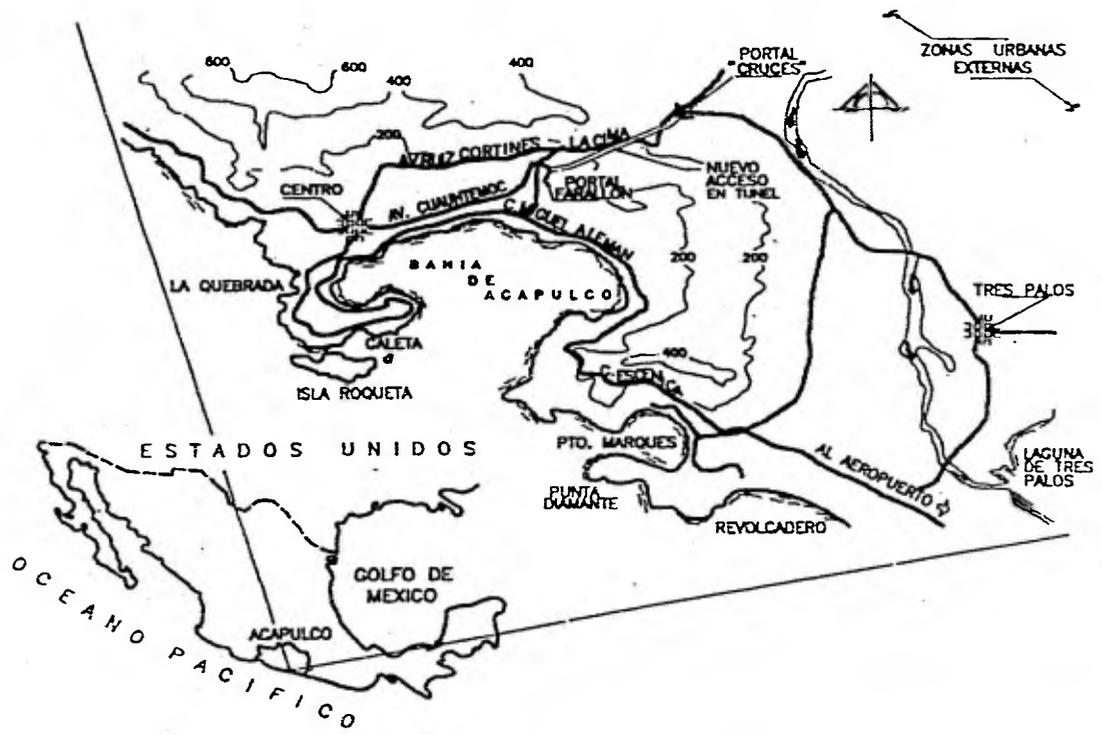


Fig. 1

El túnel se ubico de tal forma que se tuviera comunicación y acceso a las principales calles y avenidas; en el lado de las Cruces se tiene acceso a la autopista del Sol, al camino a Pinotepa Nacional y a Puerto Marquez; por el lado de Farallón se tiene acceso a la avenida del Farallón que se comunica con la glorieta de la Diana y la Avenida Cuauhtémoc.

El denominado túnel Nuevo Acceso Acapulco, cruzará bajo las escarpadas montañas que rodean el puerto turístico y facilitará la comunicación de las zonas urbanas externas. Al entrar en operación la nueva autopista México-Acapulco, se espera un importante incremento en el flujo vehicular, debido a los nuevos turistas de "fin de semana".

#### PROPUESTA DEL PLAN DE ESTUDIO

El reporte propuesto revela y presenta estimaciones del flujo vehicular y la tarifa estratégica que se usará en el túnel. El tráfico anual y el anual neto se renueva para el proyecto que será extendido desde 1997, estimando el primer año de operación, hasta el 2017.

Para complementar esto se requirieron datos de tráfico y datos económicos del área de estudio analizada, planeando y mejorando el sistema regional carretero; el diseño conceptual del proyecto fue examinado y dando posibles alternativas, así como especificaciones:

Definición y análisis de características de tráfico en el túnel, esto incluye horario diario y variación temporal por tipo de vehículo, viajes origen-destino, frecuencias de viajes y características socioeconómicas de los usuarios.

La identificación y proyección de los parámetros económicos.

La valuación a corto y largo plazo de los efectos de diciembre de 1994, devaluación de la moneda en México en el presente y futuro, así como un estudio de la demanda en el área.

Revisión regional de la red carretera, incluyendo el mejoramiento planeado en el túnel y sus posibles efectos, la reducción en el tiempo entre los viajes origen-destino una vez terminado el proyecto.

Inspección de las condiciones generales de las rutas alimentadoras e Identificación del factor de Influencia de la capacidad de carga vehicular.

Proyección del Ingreso anual.

### ESTUDIO POTENCIAL DEL AREA DE DESARROLLO

El área turística de Acapulco se divide en cuatro áreas de desarrollo, Acapulco Tradicional, Acapulco Popular, Acapulco Dorado y Acapulco Diamante, y Bahía de Acapulco. Desde 1955 se desarrollan las bahías como centros turísticos y el alto desarrollo de estas ha causado que estén muy demandados sobre todo en épocas vacacionales.

El Gobierno del Estado de Guerrero desarrolló un plan con FONATUR (Fondo Nacional de Turismo), el cual especifica el desarrollo de Acapulco Diamante dividiendo en zonas y desarrollando la infraestructura necesaria de soporte. Para el desarrollo de esta área el proyecto comprende lo siguiente y se espera tener un impacto positivo de tráfico en el túnel:

Construcción a gran escala de condominios en Acapulco Tradicional

Desarrollo de 500 unidades incluyendo condominios, villas y una marina.

Un complejo de 60 condominios vendidos a un precio de \$ 450,000 por unidad.

La Marina Acapulco que incluirá 150 residencias unidas a un complejo con 300 botes deslizables.

Un supermercado abierto con una superficie total de 25,000 m<sup>2</sup>

## Jai-Lai Arena

Dos country clubs. Club Diamante y Tres Vidas Country Club.

En vista de los recientes eventos económicos, esto no está todavía claro si procederá este proyecto; sin embargo, el renunciar a desarrollar dicho plan mostrado del área de estudio en el corredor del túnel, implica fomentar un desarrollo correspondiente a la generación del crecimiento en la demanda de viajes a largo plazo sobre todo de automóviles/camiones foráneos. De manera que en muchos casos las rutas especificadas entre el proyecto a desarrollar y otros viajes origen o destino no fueron incluidas para usarse en el túnel.

## TURISMO

Las bahías de Acapulco están destinadas a los vacacionistas nacionales mientras que el turismo internacional ha declinado entre 1989 y 1993. Acapulco tuvo la experiencia de tener un incremento de 340,000 personas durante este período, llegando a un total de 1.9 millones de visitantes anuales.

Acapulco se ha venido desarrollando desde mediados de 1950 como un centro turístico doméstico e internacional; sin embargo, debido a la escasez de planeación en la Ciudad la Bahía se ha vuelto a congestionar. El Gobierno de Acapulco aceptó el plan desarrollado por FONATUR en 1990, para revitalizar el turismo e incrementar la inversión en el área. Este plan proporciona la infraestructura y desarrollo en el área Diamante, así como la inversión en la bahía de Acapulco, teniendo como resultado un renovado interés en el área, en 1993 la demanda en el Municipio de Acapulco se incrementó un 22 % y se ha desarrollado cuatro veces lo planeado.

Actualmente más y más turistas mexicanos arriban Acapulco por vía terrestre. En 1988, 792,122 turistas llegaron por vía aérea. En 1992 éste número ha decrecido a 755,333; esto representa una tasa anual compuesta de decremento del 1.2 %. Con el crecimiento del turismo doméstico este incremento tiende a tener un mayor arribo vía automóvil o autobús, esperando tener una buena oportunidad para la utilización de carreteras y el túnel de Acapulco.

## DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto del túnel Nuevo Acceso Acapulco, localizado en el puerto del mismo nombre en el Estado de Guerrero (fig. 1), contempla la construcción de dos túneles gemelos de tres carriles y tres kilómetros de longitud cada uno, mas 1,100 m. de accesos y entronques, que servirán para unir de una manera más efectiva a la carretera del Sol proveniente de la Cd. de México, con la Costera Miguel Alemán, en el puerto de Acapulco.

Por ahora se está realizando uno de los dos túneles, cuyo programa de obra es de 30 meses, lo que significa que deberá estar terminado para fines de 1996. El segundo túnel considera un plazo similar.

El túnel en construcción será del tipo herradura; tendrá 12.30 m de base y 8.45 m de altura (fig. 2).

La sección transversal de los túneles, se determinó de acuerdo con los gálibos establecidos por la SCT y con los requerimientos de ventilación vehicular. La elevación de la rasante en el emportalamiento de Las Cruces quedará en la cota 48.83 (m.s.n.m.) y por el lado de La Garita en la cota 97.40 (m.s.n.m.), lo cual significa que los túneles tendrán una pendiente del orden de 1.6 %, ascendente hacia Acapulco.

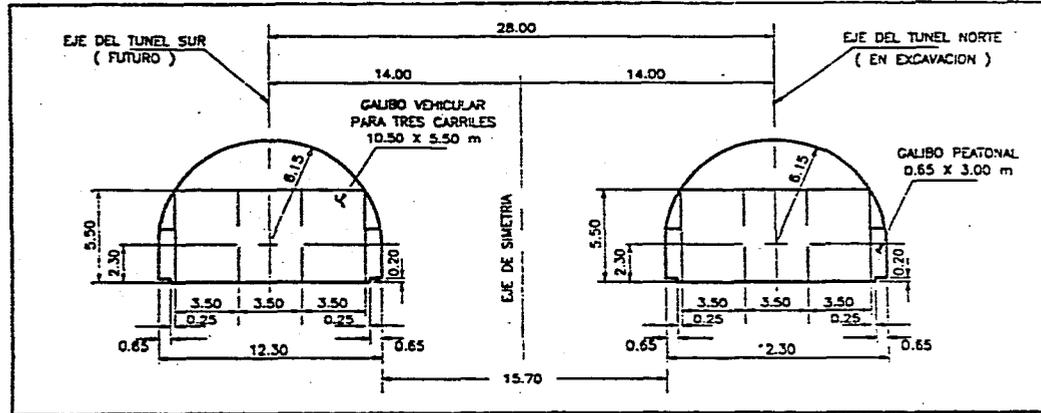


Figura 2 Sección transversal de los túneles.

Los túneles contarán con bahías para estacionamiento de vehículos en situaciones de emergencia, las cuales tendrán casi 50 m de longitud y estarán separadas aproximadamente a cada 500 m; para facilitar la salida de vehículos en caso de emergencia los túneles estarán conectados entre sí por medio de dos retornos separados de aproximadamente 900 m.

El segundo túnel se construirá a futuro, lo cual implica que en el primero, el flujo vehicular tendrá dos sentidos de circulación. El túnel contará con dos lumbreras y con instalaciones auxiliares para asegurar la debida ventilación; asimismo, tendrá iluminación y señalamientos adecuados para coadyuvar a la seguridad del usuario.

## INGENIERIA DE DETALLE

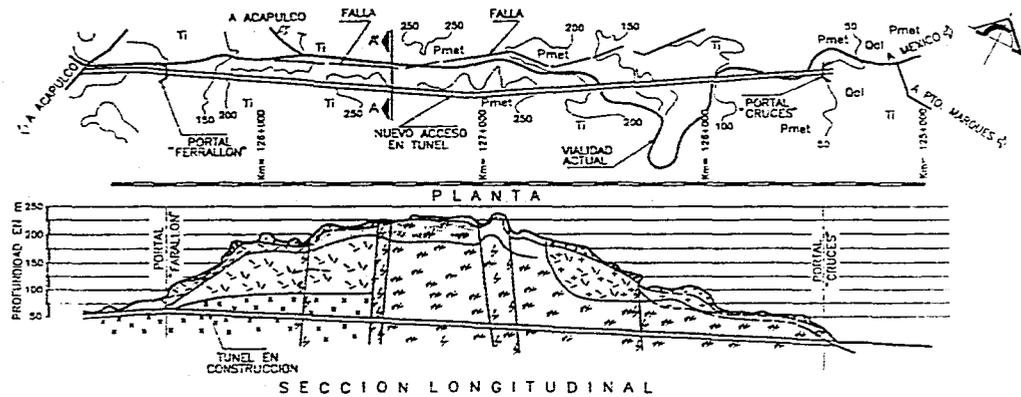
### ESTUDIO TECNICO

El proyecto se localiza en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, que incluye la región montañosa al Sur del Eje Neovolcánico y que se extiende desde el Estado de Nayarit hasta el Golfo de Tehuantepec. En esta región se encuentra la subprovincia de la vertiente del sur que abarca los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca y está formada por una angosta franja de montañas que corren paralelas a la costa del Pacífico y en algunas ocasiones surgen indirectamente del océano.

La Zona de Acapulco, está constituida por rocas metamórficas del Paleozoico (Complejo Xolapa) y rocas intrusivas (granito-granodiorita) interrumpida esta última por la planicie costera.

El área donde se ubican los túneles en proyecto se encuentra en una zona montañosa conocida como Fosa de Acapulco, donde el principal fenómeno estructural está representado por la formación de un tronco granítico que intrusiónó a las rocas metamórficas preexistentes.

Para corroborar el perfil geológico del túnel (fig. 3), se realizaron exploraciones directas, que permitieron obtener un mejor conocimiento de las condiciones geológicas que se encontraron durante la excavación de los túneles; se aprecia que desde el



## SIMBOLOS

- RELLENO
- DEPOSITO ALUVIALES (GRAVAS, ARENAS Y LIMOS)
- ARENAS Y LIMOS (PRODUCTO DE LA INTEMPERIZACION DEL GRANITO)
- GRANITO MUY INTEMPERIZADO
- GRANITO INTEMPERIZADO
- GRANITO
- ALTERNANCIA DE GRANITOS Y DIORITAS
- DIORITA
- ROCA METAMORFICA MUY INTEMPERIZADA
- ROCA METAMORFICA INTEMPERIZADA
- ROCA METAMORFICA ( GNEISS Y ESQUISTOS)
- GRANODIORITA
- CONTACTO ROCA METAMORFICA - GRANITO, SE PREVE PRESENCIA DE MATERIAL MUY FRACTURADO.
- ZONA FRACTURADA
- CONTACTO ENTRE MATERIAL DE DIFERENTE LITOLOGIA
- CONTACTO ENTRE ROCAS CON DIFERENTE GRADO DE INTEMPERIZACION

## SIMBOLOS GEOLOGICOS

- DEPOSITOS ALUVIALES (GRAVAS, ARENAS Y LIMOS)
- ROCAS INTRUSIVAS (GRANITOS, GRANODIORITAS Y DIORITAS)
- ROCAS METAMORFICAS (GNEISS Y CUARCITAS)
- ZONA DE FALLA (CON LINEA INTERRUPTIDA CUANDO ESTA INFERIDA)

## SIMBOLOS TOPOGRAFICOS

- EJE DE TUNEL
- CARRETERA PAVIMENTADA
- CURVAS DE NIVEL

Figura 3

emportalamiento de Las Cruces hasta aproximadamente 1900 m, los túneles se excavarán en rocas metamórficas poco fracturadas, constituidas principalmente por gneises y esquistos, previéndose encontrar zonas de fracturamiento en 820 m, 1370 m y 1500 m; a una distancia de 1700 m se detectó un tramo de unos 200 m, correspondiente a una zona de falla, la cual obligó a desviar el trazo de los túneles. De los 1900 m en adelante se detectaron rocas ígneas, después de una zona de contacto entre la roca metamórfica y el granito, de 50 m de ancho aproximado.

## DISEÑO

### a) Portales:

En esta zona la excavación alcanzará más de 1100 m<sup>2</sup> para permitir la colocación de marcos metálicos como soporte; en el resto del túnel la sección excavada será de 100 m<sup>2</sup> y el soporte definitivo se resolverá con anclas y concreto lanzado.

### b) Túneles:

Tomando en cuenta las características geotécnicas y la calidad del macizo rocoso se juzgó conveniente dejar una separación de 22 m. entre los ejes de cada túnel.

Su soporte primario constará de una capa de 8 cm de concreto lanzado, reforzado con malla electrosoldada y anclas de fricción formadas con varilla corrugada de 1" de diámetro y 4.5 m de longitud, con separaciones de 1.5 x 1.5 m.

En los tramos donde la calidad de la roca resultó muy mala se realizó un análisis de Interacción roca-revestimiento, considerando que el revestimiento deberá soportar el peso del material que se encuentre por debajo del arco de soporte natural de la excavación. El soporte primario en los casos anteriores se complementó con marcos metálicos formados con IPR de 8" x 5 1/4".

### c) Pavimentos:

El pavimento seleccionado para las vialidades y entronques de liga es flexible con carpeta de concreto asfáltico, mientras que en el interior de los túneles será rígido de concreto hidráulico por tener un color más claro que el asfáltico, lo cual mejora las condiciones de visibilidad, además de reducir los trabajos de mantenimiento en el interior de los túneles.

## SERVICIOS

### a) Ventilación:

Los túneles serán ventilados mediante un sistema lineal, con parejas de ventiladores independientes, de flujo reversible, colgados de la media sección superior de los túneles fuera del gálibo vehicular y repartidos uniformemente a lo largo de cada túnel.

La capacidad total de los ventiladores será suficiente para producir un flujo de aire de 6 m/s requerido para el caso eventual de un incendio en el interior de alguno de los túneles.

En condiciones normales el volumen de aire fresco será suficiente para asegurar que la concentración del monóxido de carbono sea menor a 150 ppm, además de remover una cantidad de humo suficiente, para conservar una visibilidad mayor a 200 m.

### b) Luminosidad:

Los niveles de luminosidad diurno y nocturno, se establecerán utilizando fuentes luminosas de vapor de sodio en alta presión.

El suministro de corriente eléctrica contará con un sistema Interruption que encenderá instantáneamente una serie de lámparas incandescentes para dar una luminosidad del 20 % de la necesaria en condiciones nocturnas, mientras la planta de emergencia y las

luminarias desarrollan su capacidad de operación.

c) Accesorios:

Para garantizar la seguridad del tránsito en el interior de los túneles, se instalarán señales de tránsito, sensores del movimiento vehicular, cámaras de TV de circuito cerrado, magnavoces en el campo visual de las cámaras de TV, telefonía, extinguidores contra incendio, monitores del nivel de contaminantes, monitores de los equipos de iluminación, ventilación y un centro para el control de la operación de los túneles.

### **DESARROLLO DE LA TECNOLOGIA**

Actualmente se encuentra en proceso de construcción el túnel norte, el cual está siendo excavado a través de dos portales de acceso. Dentro de los trabajos que se están llevando a cabo destaca la colocación de concreto lanzado, del cual se seleccionó el procedimiento de colocación por medio de mezcla vía húmeda, ya que este método se ha venido empleando en diversas partes del mundo con muy buenos resultados, en lo que se refiere a calidad, rapidez y seguridad en la realización de los trabajos.

La tecnología empleada en el procedimiento de concreto lanzado por vía húmeda ha avanzado notablemente en los últimos años, principalmente en lo que se refiere a desarrollo de equipos de lanzado y al empleo de aditivos, continuando con la tradición del Método Austriaco cuyo principio fundamental en la construcción de túneles consiste en hacer que la masa de roca que circunda una cavidad participe en forma conjunta y activa con el mecanismo de soporte del propio suelo y en muchas ocasiones se combina con un sistema de anclaje y/o marcos metálicos, de tal modo que se logre que toda la masa de suelo trabaje como un anillo de soporte (fig. 4).

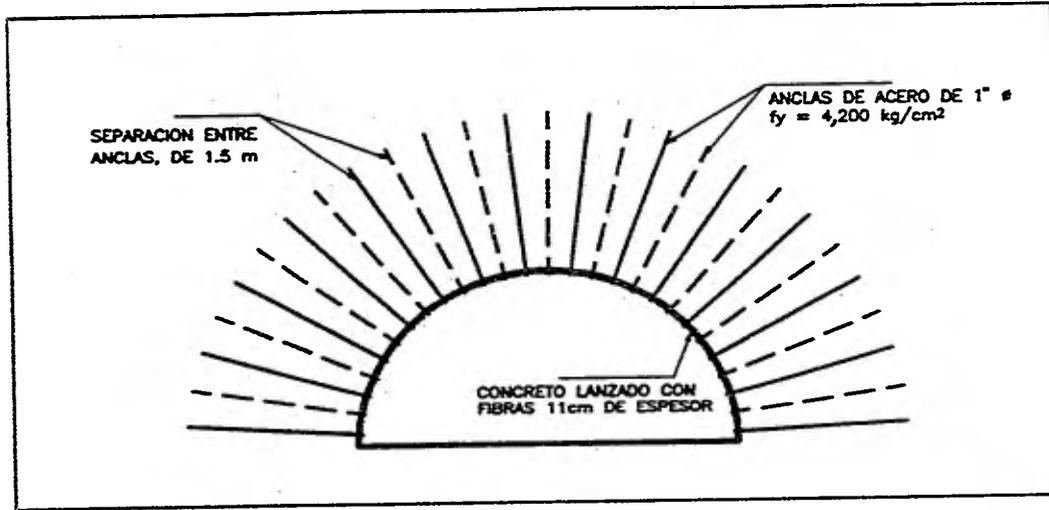


Fig. 4 Soporte definitivo con anclas de acero y concreto lanzado con fibras de acero.

\* VOLUMENES POR EJECUTAR EN AMBOS TUNELES

Cortes a cielo abierto	209,303 m
Excavación en túnel	310,624 m
Concreto lanzado:	
En cortes	850 m
En túnel	6,369 m
Concreto hidráulico en túnel (incluyendo pavimento)	11,817 m
Acero de refuerzo (incluyendo anclaje)	1,278 ton
Malla electrosoldada	86,059 m <sup>2</sup>
Marcos metálicos	271 ton

\* DATOS GENERALES DE LOS TUNELES GEMELOS

Túneles	Dos de tres carriles cada uno
Longitud	2,974 m
Sección neta	Portal de 12.30 m de ancho y 8.45 m de altura
Pendiente	1.6 % ascendente hacia Acapulco
Elevaciones de la rasante:	
Portal Las Cruces	48.83 m
Portal Farallón	97.40 m
Profundidad máxima	170.00 m
Velocidad de operación	110 km/hr
Estructuras complementarias	Vialidades y entronques de liga en Las Cruces y en las avenidas Farallón y Cuahtémoc.

\* En principio se construirá sólo uno de los dos túneles.

## PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO GENERAL

El procedimiento constructivo que se está llevando a cabo para la excavación del túnel, cuando se tiene en la frente roca de regular calidad, consiste en el siguiente ciclo de trabajo:

- a) Trazo y nivelación
- b) Barrenación de la media sección superior derecha.
- c) Barrenación de la media sección superior izquierda.
- d) Carga y tronado.
- e) Ventilación.
- f) Rezaga del material producto de la voladura.
- g) Colocación de concreto lanzado, reforzado con 50 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, de 11 cm de espesor.

## METODO DE EXCAVACION DEL TUNEL

Una vez que se terminó la excavación de los tajos de los portales de entrada y salida correspondientes a Las Cruces y Farallón, respectivamente, se procedió a la construcción del túnel, iniciando con los emportalamientos.

### A) Portales de Entrada y Salida

Para estas zonas, el ancho de la sección excavada de proyecto es de 13.60 m, debido a que se requiere instalar marcos de acero, por lo tanto y de manera práctica, la sección se divide en un medio círculo superior con un diámetro de 13.60 m y una zona inferior como un rectángulo de 13.60 m de largo por 2.65 m de altura, (figs. 5, 5a, 5b y 5c).

Los pasos que se siguieron para la excavación del túnel norte fueron los siguientes:

- a.- Construcción de una rampa con material de rezaga para alcanzar la media sección circular superior.
- b.- Barrenación y voladura de la cuña a un metro de profundidad.

- c.- Ampliación de la cuña a un metro de profundidad.
- d.- Barrenación y voladura del recorte de toda la media sección superior (perímetro).
- e.- Soporte con anclas y concreto lanzado de la media sección superior.
- f.- Colocación de rastras metálicas en ambos lados del túnel, de un metro de longitud, para colocar de inmediato el marco metálico en dos secciones simétricas.
- g.- Ademado de los marcos metálicos contra el terreno.

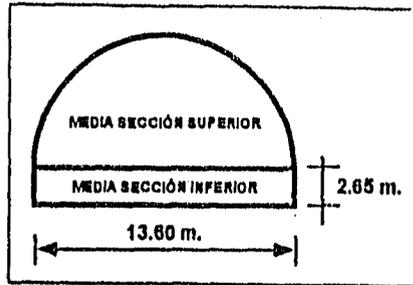


Fig. 5 Sección Transversal dividida en media sección circular y media sección inferior.

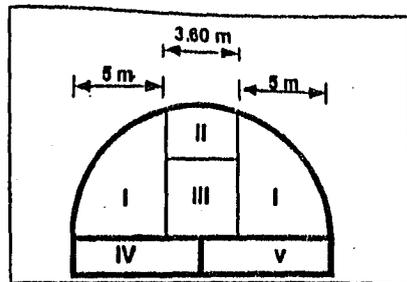


Fig. 6 Sección transversal, dividida en dos laterales (I), un núcleo central (III) y dos inferiores (IV y V).

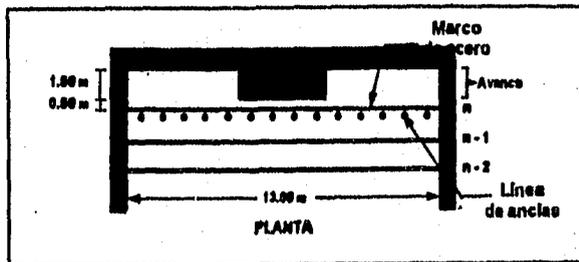


Fig. 7 Excavación de los tercios laterales de la media sección superior.

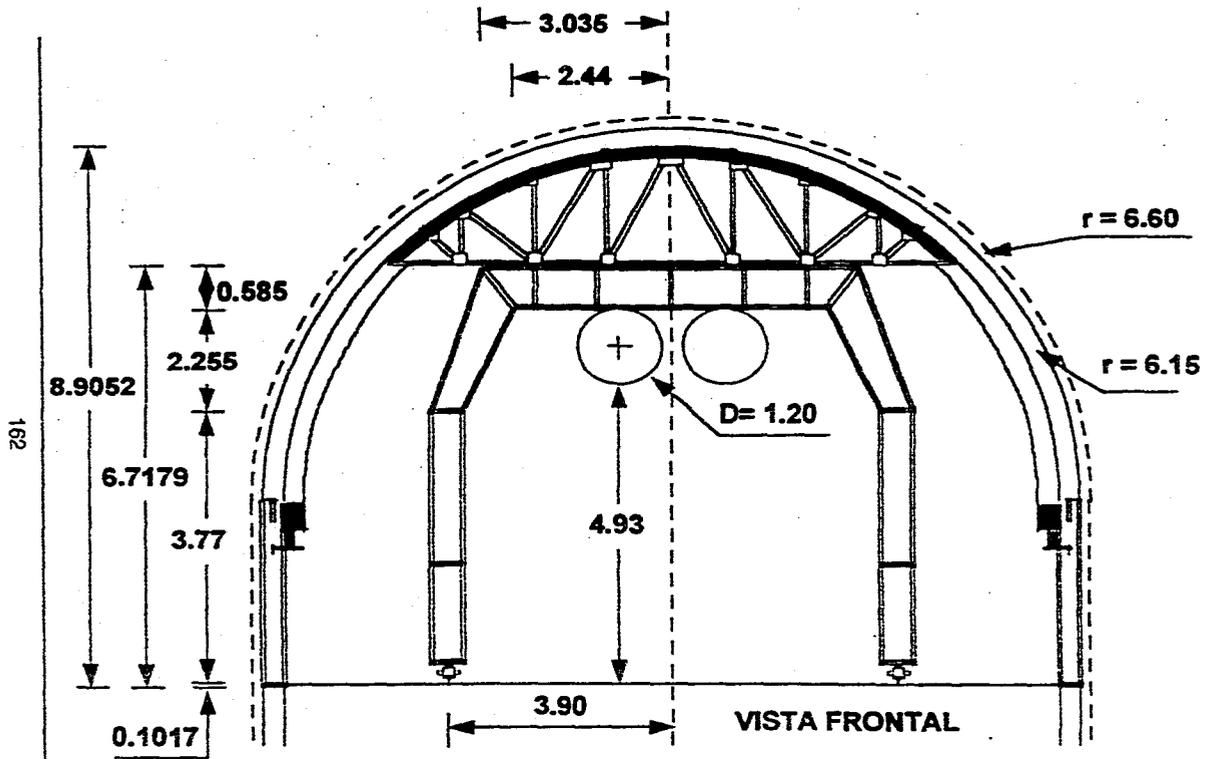


Fig. 5a Croquis de cimbra autodeslizante para revestimiento definitivo en la media sección superior ( bóveda).

ANEXO  
 CASO PRÁCTICO: TUNEL, MUNDO ACCESO AGRUPADO

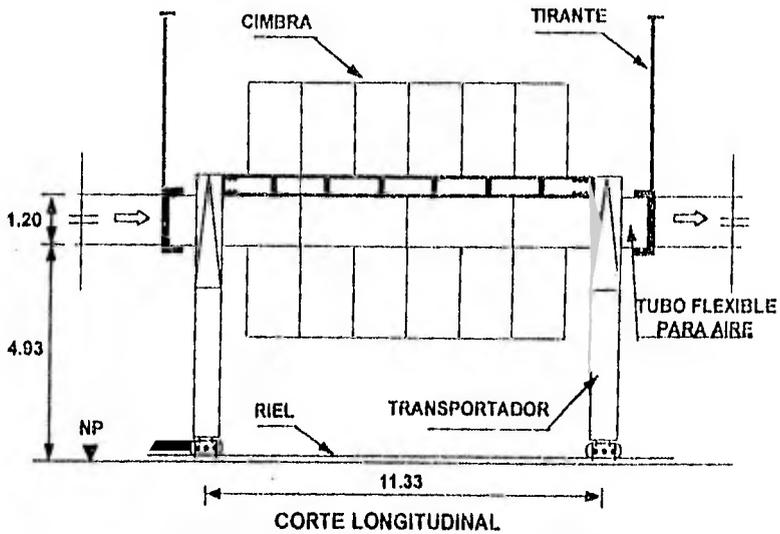


Fig. 5b Croquis de cimbra autodeslizante para revestimiento definitivo en la media sección superior.

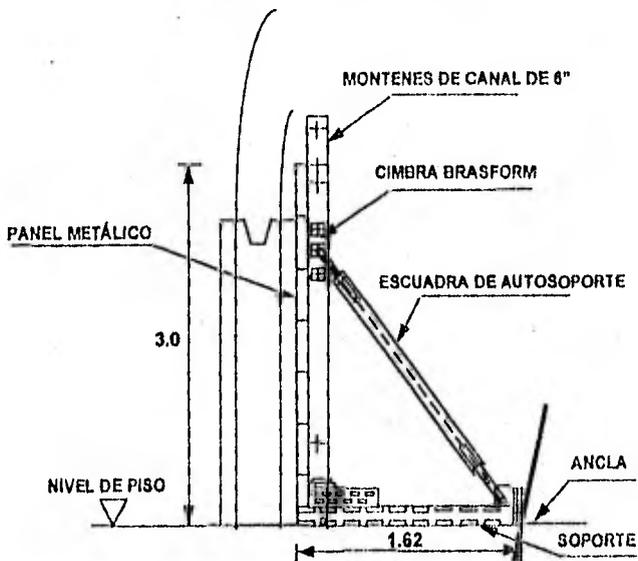


Fig. 5c Módulo de cimbra para revestimiento definitivo en la media sección inferior (muros).

La secuencia del procedimiento se repitió metro a metro, hasta que la calidad de la roca permitió mayores longitudes de barrenación. Cuando se alcanzó un techo de túnel suficiente y seguro, las longitudes de barrenación se realizaron a 3 m de profundidad, continuando con este procedimiento hasta aproximadamente 100 m de longitud en el portal farallón y de 150 m en el portal Las Cruces.

B) Procedimiento de excavación del túnel en zonas clasificadas, desde el punto de vista geológico, como mala a muy mala.

Se subdivide la media sección superior en tres partes, dos laterales de 5 m y un núcleo central de 3.60 m, como se indica en la fig. 6.

Iniciar la excavación mediante barrenación y explosivos en las zonas laterales (I), fig. 6 de tal manera que el avance sea igual a 1.50 m y lograr una simetría similar a la indicada en la fig. 7, lanzar concreto reforzado con 50 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, hasta alcanzar un espesor de 11 cm, fig. 8; rezagar el material producto de la voladura y proceder a colocar anclas de la manera propuesta en la fig. 9, según permita el equipo de barrenación y anclaje.

Al término del anclaje de los laterales, se continuará la excavación de los mismos mediante barrenación y explosivos, de manera tal que se logre un avance total de 3 m y la geometría indicada en la fig. 10; lanzar concreto reforzado con 50 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero hasta alcanzar un espesor de 11 cm, fig. 11; rezagar el material producto de la voladura y colocar las anclas que se indica en la fig. 12.

Al término del anclaje se procederá a excavar una ranura de 2 m de altura y 1.50 m de penetración, referida al marco anterior, en el núcleo, fig. 13, mediante demolición con martillo si el material lo permite o con barrenación y explosivos controlando la voladura a fin de no dañar la clave de la excavación.

Cuando se termine la excavación se lanzará inmediatamente concreto reforzado con 50 kg/m<sup>3</sup> de fibras metálicas para proteger la clave del túnel hasta alcanzar un espesor de 11 cm, fig. 13.

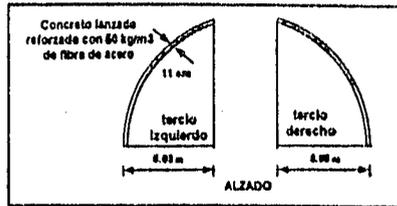


Fig. 8 Colocar concreto lanzado, reforzado con fibras de acero, hasta alcanzar un espesor de 11 cm.

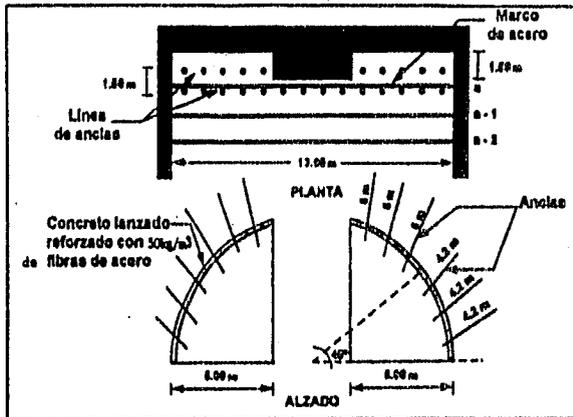


Fig. 9 Anclaje de los laterales utilizando elementos de 6 m arriba de la inclinación de 45° y de 4.20 m abajo.

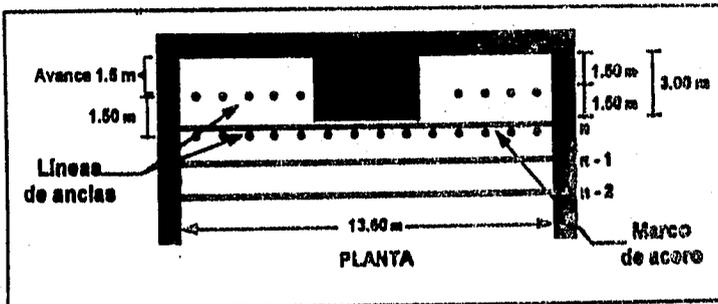


Fig. 10 Continuar la excavación hasta 3 m en los laterales laterales.

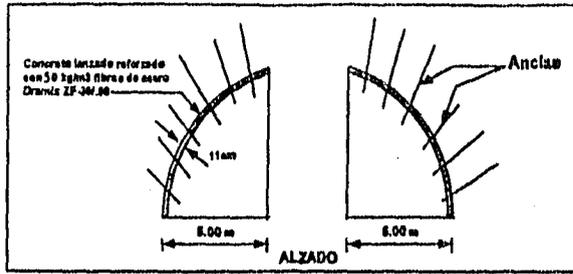


Fig. 11 Continuar con la colocación del concreto lanzado reforzado con fibras de acero en la sección recién excavada.

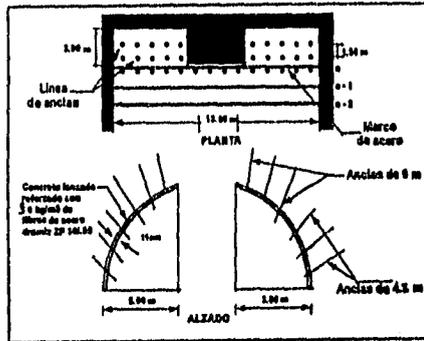


Fig. 12 Anclaje de la sección recién excavada en los laterales.

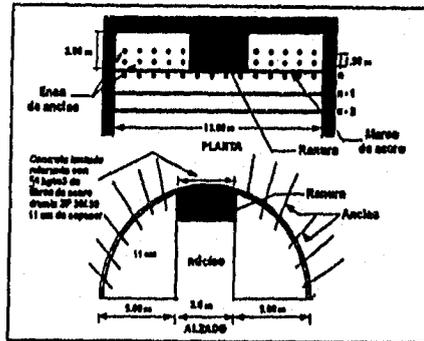


Fig. 13 Excavación de la porción superior del tercio central y colocación del concreto lanzado en la clave.

Una vez protegida la clave de la excavación se procederá a colocar el marco de acero n+1 de la manera especificada en el proyecto y según se indica en la fig. 14, a continuación se procederá a excavar el núcleo mediante barrenación y explosivos hasta alcanzar una nueva penetración o avance de 1.50 m fig. 15.

Después de la voladura y rezaga del material del núcleo se procederá a terminar el anclaje de la clave tal como se indica en la fig. 15, y posteriormente continuar el ciclo con un nuevo avance de 1.50 m, como se ilustra en la figura 12.

C) Procedimiento de excavación del túnel en zonas clasificadas, desde el punto de vista geológico, como de regular a buena.

Para estas zonas, el proyecto reduce el ancho de la sección excavada de 13.60 a 12.80 m, debido a que no se requiere instalar marcos de acero como soporte; por lo tanto, de manera general el procedimiento consiste en dividir la sección transversal del túnel en dos partes, una superior, correspondiente a un medio círculo con un diámetro de 1.80 m, y la otra inferior que puede representarse como un rectángulo de 12.80 m de largo por 2.65 m de altura, fig. 16.

Subdividir la media sección superior en dos partes, una con área igual a 2/3 y la otra de 1/3 y la media sección inferior se divide en dos partes iguales, ver fig. 17.

Iniciar la excavación en la zona I, figura 17, mediante barrenación y explosivos hasta alcanzar una profundidad de 7 m. A partir del momento en que se alcance esta profundidad iniciar las excavaciones de la zona II, fig. 18, también mediante barrenación y explosivos, prosiguiendo a las excavaciones de la media sección superior manteniendo el desfase mostrado en la fig. 18.

Por las características de la roca, el proyecto especifica que deben de colocarse anclas de acero como soporte definitivo de la sección del túnel fig. 4, formando un arreglo de 1.50 por 1.50 m. Asimismo, el proyecto especifica que la sección recién excavada se proteja con una capa de 11 cm de espesor de concreto lanzado reforzado con 50 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero tanto para proteger la roca contra el intemperismo como para prevenir desprendimientos de la misma fig. 4.

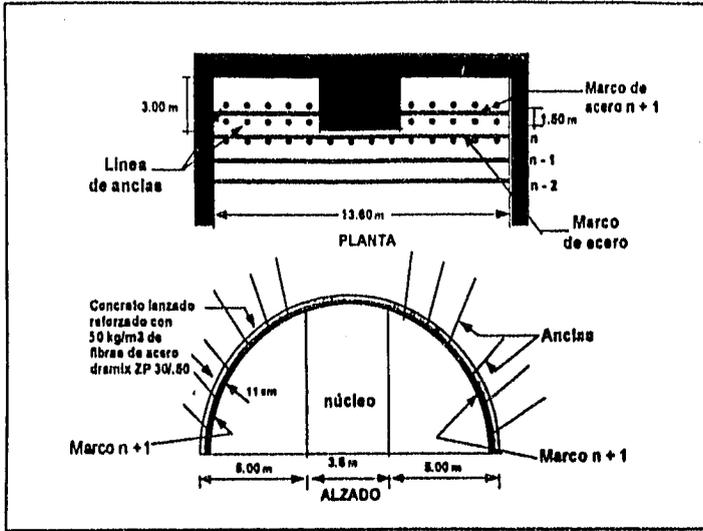


Fig. 14 Colocación del marco n+1.

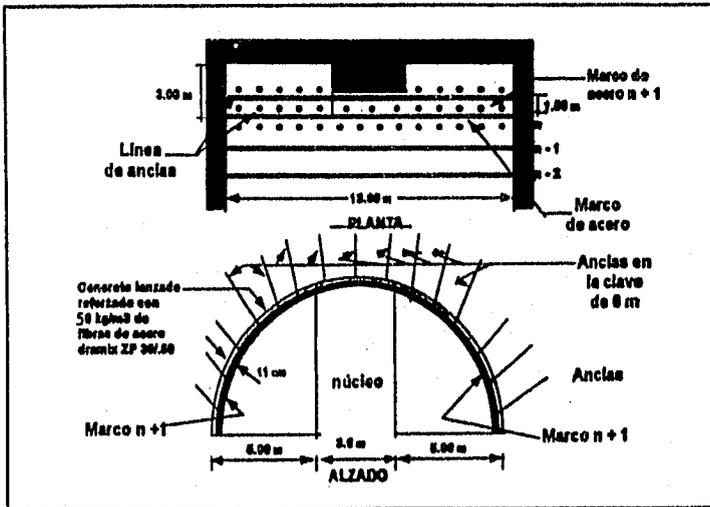


Fig. 15 Excavación del resto del tercio central y anclaje de la bóveda.

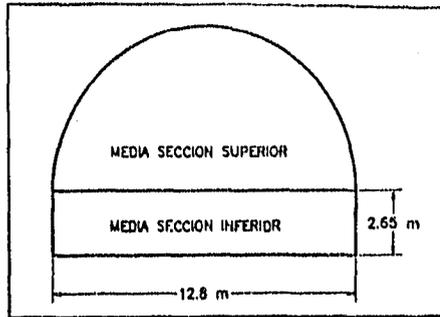


Fig. 16 Sección transversal dividida en sección superior y sección inferior.

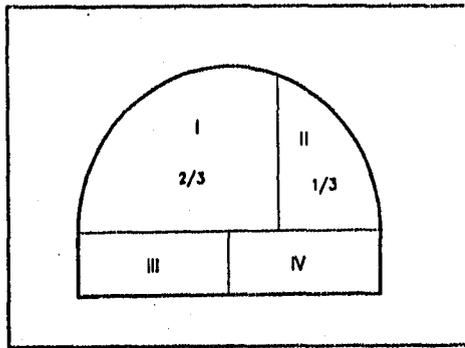


Fig. 17 Subdivisión de la media sección superior e inferior.

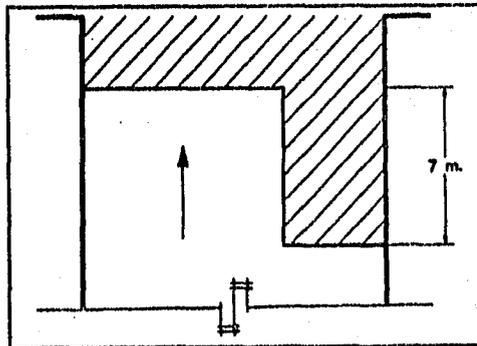


Fig. 18 Profundidad de excavación en Zona I para alcanzar Zona II.

**FABRICACION, TRANSPORTE Y COLOCACION DEL CONCRETO LANZADO****A) Proporcionamiento y características de los materiales**

El proporcionamiento base que se está utilizando para elaborar un metro cúbico de concreto, es el siguiente:

Cemento	400 kg
Agua	175 lts
Grava	528 kg
Arena	1,234 kg
Microsílica	40 kg
Super-plastificante	6 kg
Plastificante	2 lts
Aditivo acelerante	5 lts

El orden de colocación de los materiales influye de una manera muy importante para la manejabilidad del concreto; con el que se han obtenido mejores resultados en este renglón es el siguiente:

Agua  
Super-plastificante  
Microsílica  
Cemento  
Grava  
Arena  
Plastificante  
Aditivo acelerante

Ya mezclados los materiales se revisa que el revestimiento del concreto, esté dentro de los estándares que se solicitan. Para la elaboración de un buen concreto lanzado por el método de vía húmeda se deben tomar en cuenta las condiciones de los materiales y las características siguientes:

### Cemento

El cemento debe cumplir con los requisitos especificados en las normas ASTM C-150, NMX C-2. La temperatura del cemento usado en la elaboración del concreto no debe exceder los 50°C.

### Microsilica

Es un aditivo mineral que rellena los espacios entre las partículas cementadas. Reacciona químicamente con el concreto mejorando la resistencia, contribuye a una mejor bombeabilidad del concreto, mejor mezclado y una mejor distribución de fibras.

### Aditivos

#### Plastificantes

Retardan el fraguado del concreto manteniendo un revenimiento determinado durante 60 o 120 minutos dosificándose en una proporción mínima a fin de evitar efectos adversos.

#### Superfluidizantes o superplastificantes

Deben proporcionar al concreto características de fluidez para poder ser bombeado, además de dar cohesión entre los materiales y dar compatibilidad entre los otros aditivos usados.

#### Acelerantes

Deben tener capacidad para producir instantáneamente la pérdida del revenimiento, producir un fraguado rápido y ser compatibles con los demás aditivos empleados.

### Agregados

La calidad de los agregados debe cumplir con las especificaciones de la norma ASTM

C-33, CNMX-C-111. La distribución de las partículas del agregado debe ser uniforme (suelo bien graduado), con tamaño máximo de 12 mm para poder ser bombeado y evitar la pérdida por rebote.

#### Fibras de acero

Las fibras de acero que comúnmente se emplea en el concreto lanzado, deben cubrir los parámetros siguientes:

- Relación longitud/espesor (L/D) mayor a 50.
- Alta calidad del acero.

Se establece que el área de deformación del concreto reforzado con fibras de acero, es mayor que la del concreto que utiliza malla de refuerzo electrosoldada; sin embargo, el factor tiempo-avance compensa los costos finales.

#### B) Preparativos previos al lanzado

Un aspecto determinante para tener un buen inicio de lanzado de concreto por vía húmeda y evitar taponamientos, es la correcta lubricación de la línea de descarga, ya que comúnmente se utilizan mangueras de alta presión de 2.5" de diámetro, las cuales se deben lubricar por medio de lechadas cemento y/o mortero para facilitar el paso del concreto al momento de estar bombeando y así disminuir la presión que ejerce la bomba.

#### C) Equipo

Para lograr una rápida y adecuada colocación del concreto lanzado vía húmeda se utiliza el siguiente equipo principal de trabajo:

- a) Autohormigonera de 5 m de capacidad .
- b) Bomba de lanzado de concreto por vía húmeda de 12 m /hr.
- c) Compresor estacionario.
- d) Brazo lanzador de concreto.

Para la fabricación del concreto en obra se utiliza la autohormigonera (fig. 19), cuya ventaja inicial es que es autocargable y no necesita de instalaciones complicadas, ya que únicamente requiere tener un silo para almacenar cemento a granel y que los agregados estén perfectamente clasificados. La maquina puede cargar en aproximadamente 15 minutos un volumen de 5 m<sup>3</sup>.

#### D) Colocación del concreto lanzado

Una vez realizada la fabricación de la mezcla, se transporta al sitio donde se va a efectuar su colocación. Previamente deben haberse instalado el brazo lanzador y la bomba de concreto.

Antes de que el concreto sea colocado, debe verificarse que el revenimiento sea el especificado en el proyecto, el cual puede variar de 2 a 3 cm sin aditivo y de 4 a 6 cm con aditivo. El concreto lanzado se coloca por medio de un brazo lanzador el cual debe tener la capacidad suficiente para que en una sola posición cubra toda el área por proteger; así mismo, debe soportar el peso de las mangueras llenas de concreto y estar diseñado para soportar los esfuerzos ocasionados por el pistoneo de la bomba. Como se mencionó anteriormente, la bomba de concreto es la que impulsa la mezcla a través de las mangueras de conducción hasta la boquilla de lanzado, en donde se introduce el aire a presión el cual proyecta el concreto hacia las paredes del túnel. En la misma boquilla se adiciona el aditivo acelerante de fraguado inyectándose desde la misma bomba de concreto por una bomba eléctrica de flujo continuo.

El lanzado de concreto inicia en las paredes y de abajo hacia arriba, con espesores no mayores de 2 cm de esta manera se garantiza en primer lugar que el concreto se adhiere correctamente en las paredes del túnel y en segundo lugar se disminuye el rebote. Con este procedimiento se ha observado que el rebote del concreto es de hasta un 3 % contra un 25 % que se tiene utilizando el método de lanzado por vía seca, lo cual beneficia al costo de la obra (fig. 20).

La colocación del concreto en la parte superior del túnel, es donde se tienen las mayores dificultades, ya que entran en juego varios factores que influyen en su correcta colocación, como son la fuerza de gravedad y la aplicación correcta del aditivo

acelerante de fraguado que garantice que la mezcla pierda instantáneamente su revenimiento y se adhiera a la clave del túnel en forma inmediata; aquí también juega un papel muy importante la bomba del aditivo, ya que debe trabajar en perfecta armonía el volumen que bombea con el volumen del concreto que se está bombeando, para lograr darle las propiedades requeridas para su colocación.

Esto es lo más difícil de controlar, ya que en caso de no lograrse el adecuado control se obtienen grandes rebotes de concreto y por ende mayores costos en la obra. Otro elemento que influye para una mejor aplicación de concreto es el operador del brazo, ya que esta persona debe estar todo el tiempo muy atenta, observando las características del concreto que se está colocando. El operador del brazo lanzador, por lo tanto, debe ser altamente calificado y con experiencia en este tipo de trabajos.

Asimismo es importante conservar la distancia entre la boquilla de lanzado y las paredes del túnel entre 1.00 y 1.50 m. La separación óptima es la que nos genera el menor rebote y la mejor compactación. Una vez terminada la operación de colocación del concreto se procede al lavado y mantenimiento de todos los equipos.

### VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Existen varias ventajas del método de lanzado de concreto por vía húmeda respecto al tradicional de lanzado por vía seca, que son:

- a) Se tiene un mejor control de la relación agua-cemento y de los materiales, con lo que se logra la consistencia deseada (que puede medirse por medio de la prueba del revenimiento), y en consecuencia se produce un control de la uniformidad de las mezclas.
- b) Ya que de la calidad de la mezcla depende el grado de bombeabilidad que se logra, es posible mejorar esta por medio de adicionar aditivos fluidizantes o superfluidizantes en sus diferentes aplicaciones.
- c) El índice o promedio de los resultados de la resistencia del concreto, respecto a los de proyecto, se cumplen en un 98 % según las experiencias que se tienen;

lo cual, habla muy bien de las bondades de este método.

d) De las desventajas que se pueden mencionar de este sistema, esta la limitación a las interrupciones, menor vida útil de la mezcla, mayor dependencia de máquinas para su colocación. Con la presencia de agua en las paredes del túnel la adherencia del concreto con la superficie es deficiente.

### PRUEBAS DE LABORATORIO

Se han realizado pruebas del laboratorio para determinar la dosificación de fibras metálicas; dichas pruebas, consistieron en la preparación de testigos dosificados con diferentes cantidades de fibra metálica así como los agregados, el cemento y el agua de la zona. Los resultados obtenidos se aprecian en las figuras 21 y 22, gráficas de resistencia a la compresión con la edad y gráfica de módulo de ruptura respectivamente. Con base a lo anterior se determinó que una proporción de fibras metálicas de 50 kg/m de concreto es la dosificación óptima de este proyecto.

### OPERACION Y PUESTA EN MARCHA

El cobro y control de pasaje se efectuará mediante dos núcleos, con sistemas electrónicos que detectan el número de ejes de los vehículos y determina el pago correspondiente con forme a su clasificación. Los módulos se localizarán a 300 m de los portales para evitar que se formen filas dentro de los túneles.

Desde el punto de vista vial, los túneles ofrecen una solución conceptual óptima al movimiento vehicular, que debe refrendarse mediante eficientes entronques que los ligen a las vialidades de Acapulco (figs. 23 y 24).

### TARIFAS DE PEAJE

La tarifa en el túnel será cobrada a través de una caseta. El costo por automóvil será de \$ 9.00 (US \$ 1.17)<sup>1</sup> para viajes locales y \$ 16.50.00<sup>1</sup> (US \$ 2.20) para foráneos incluyendo el IVA (15 %), de acuerdo al tipo de concesión.

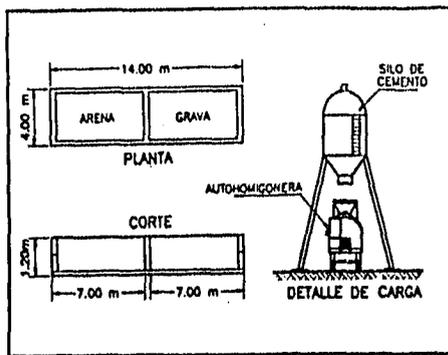


Fig. 19 Fabricación del concreto por vía húmeda.

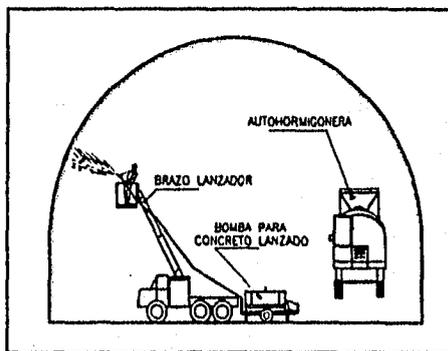


Fig. 20 Aplicación de concreto lanzado vía húmeda.

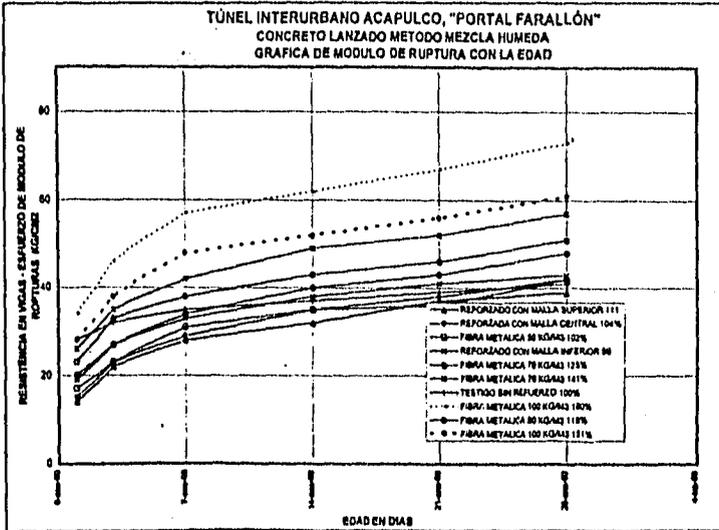


Figura 21

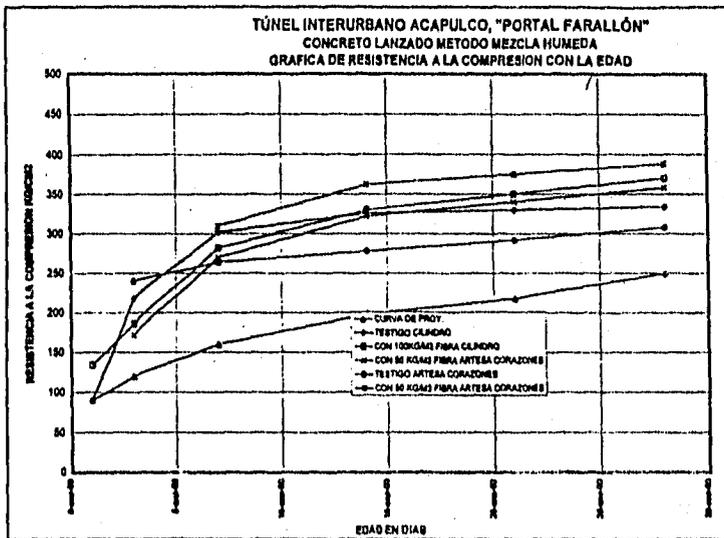


Figura 22

Las tarifas por vehículo está expresada en pesos en la siguiente tabla:

### COSTO POR VEHICULO

TIPO DE VEHICULO	USUARIOS LOCALES	USUARIOS FORANEOS
Microbuses	\$ 9.00 <sup>1</sup>	\$ 16.50 <sup>1</sup>
Camiones de pasaje	\$ 15.50 <sup>1</sup>	\$ 30.00 <sup>1</sup>
Camiones de carga	\$ 50.00 <sup>1</sup>	\$ 50.00 <sup>1</sup>

De acuerdo a la concesión se podrá permitir el incremento de tarifas en el túnel de vez en cuando para compensar el incremento de los usuarios.

<sup>1</sup> Para éste estudio se tomó el tipo de cambio de US \$ 1.00 - \$ 7.50.

### CONCLUSIONES

La realización de obras de excavación de esta magnitud, requieren del esfuerzo conjunto y coordinado de diversas áreas especializadas de la ingeniería (civil, geológica, topográfica, eléctrica, mecánica, etc.), ya que la falta o retraso de alguna de las actividades que aisladamente realizan dichas áreas redundará en el retraso de toda la obra, con el consecuente costo económico adicional al programado (fig. 25).

Adicionalmente, la aplicación de técnicas actuales como son resinas que permiten una respuesta casi inmediata de las anclas (figs. 26 y 27), la utilización de jumbos autopulsados (fig 28), así como la colocación de concreto lanzado por vía húmeda reforzando con fibras de acero, nos permiten realizar las excavaciones subterráneas con mayor calidad y seguridad.

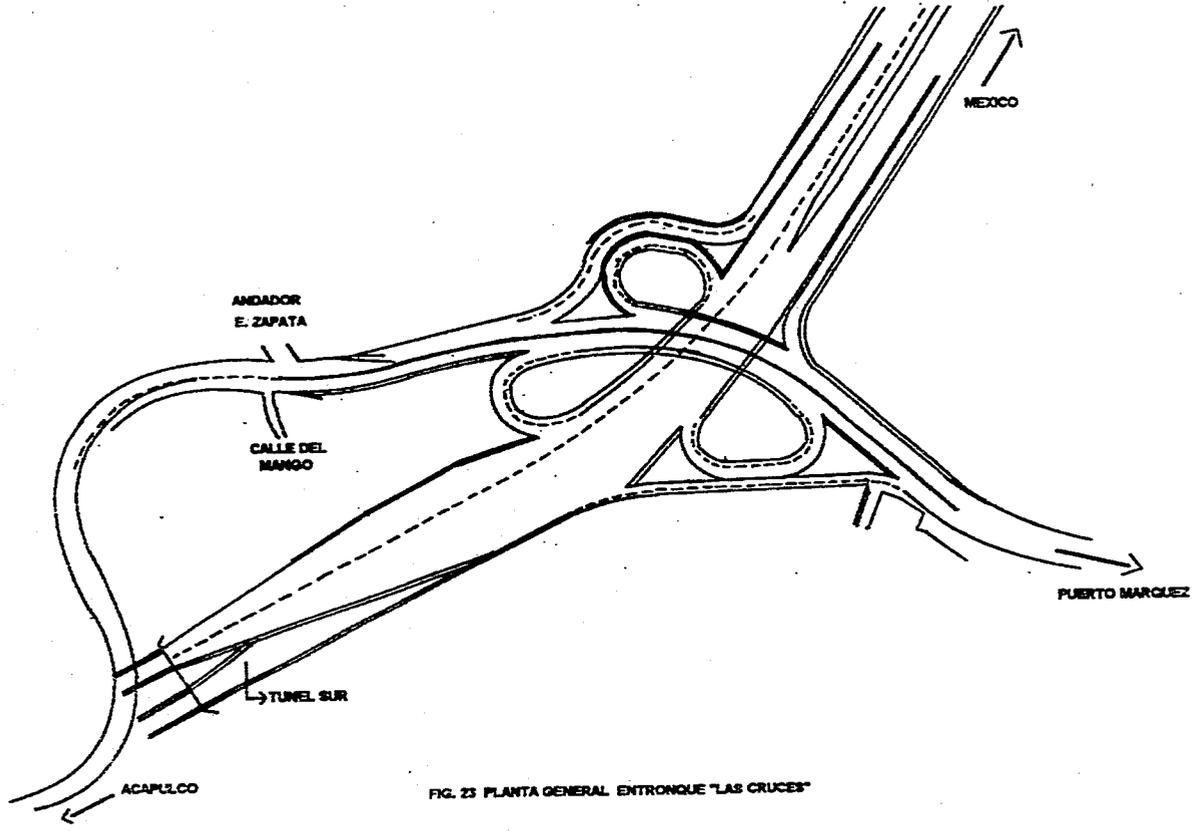


FIG. 23 PLANTA GENERAL ENTRONQUE "LAS CRUCES"





# DIRECCION DE CONSTRUCCION

## ORGANIGRAMA TECNICO-ADMINISTRATIVO

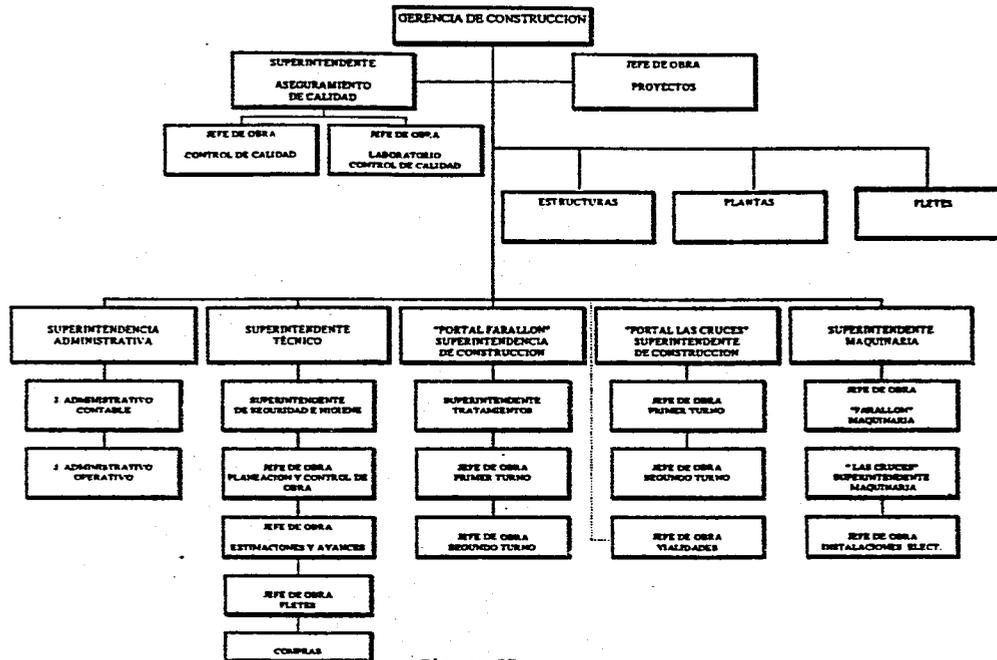


Figura 25

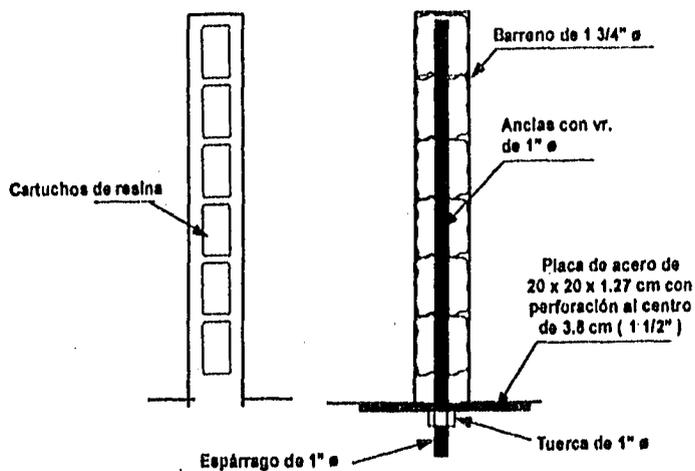


Fig. 26 Anclaje con resina.

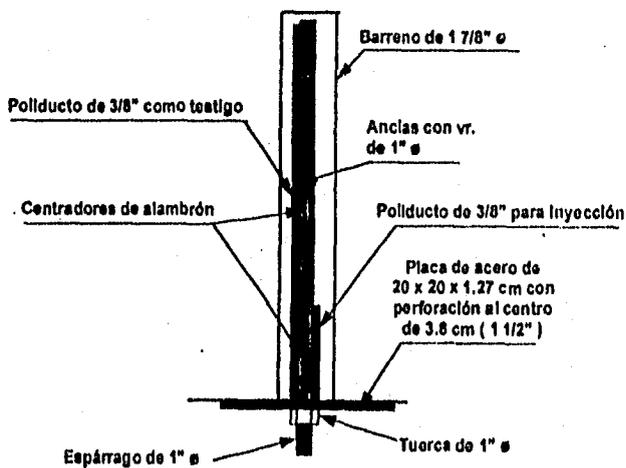


Fig. 27 Anclaje con lechada.

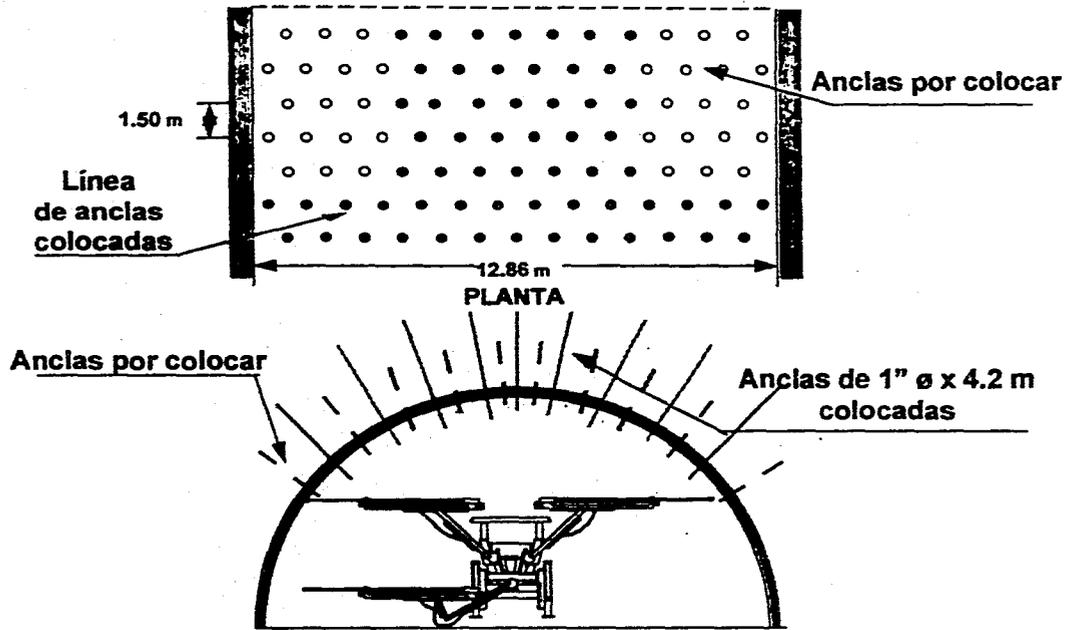


Fig. 28 Colocación de anclajes laterales utilizando un jumbo autopropulsado .

La utilización del concreto lanzado por vía húmeda trae consigo muchas ventajas, de las cuales algunas son: garantía en la resistencia del concreto, ahorro en el rebote del concreto, eliminación total del polvo del cemento en el interior del túnel; aunado a estos beneficios, con la introducción de las fibras metálicas y la eliminación de la malla electrosoldada, se hará más eficiente la colocación del concreto lanzado en el interior del túnel y por ende se logrará mejorar los avances e incrementar el número de ciclos de trabajo por jornada. Otra herramienta muy importante que se aprovechará es la de aditivos los cuales se están desarrollando notablemente en los últimos años y no cabe duda que ésta traerá consecuencias positivas para mejorar la colocación del concreto principalmente en la clave del túnel.

Lo indicado anteriormente nos lleva a concluir que una obra de esta importancia requiere que toda la maquinaria y el equipo funcionen perfectamente que los materiales e insumos sean de óptima calidad y que el personal tanto obrero como técnico esté altamente calificado.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y COMENTARIOS**

## V.- CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

Conforme pasa el tiempo, día con día van siendo más complejos y de mayor importancia los problemas técnicos y científicos que debe resolver el país, la solución a los mismos no es tan sencilla como lo fue en el pasado y cualesquiera que sean los resultados o soluciones, así como las decisiones que se tomen con relación a los mismos serán mas relevantes, traerán mas consecuencias que puedan ser benéficas o perjudiciales y afectarán en una u otra forma a mayor número de personas. El avance y desarrollo tecnológico de México y del mundo así lo exige y no puede ser de otra forma. Ante esta situación a habido necesidad de ir abandonando poco a poco la formación generalizada de las profesiones que fue tan común en los siglos anteriores y abocarse a la especialización creciente como ha estado sucediendo en los últimos años. Los problemas que se presentan son tan complejos y comprenden tantos aspectos diferentes que no es posible encajarlos en alguna especialidad; es decir, son problemas multidisciplinarios, por lo que su análisis y solución requieren de grupos compuestos de especialistas en diferentes áreas. Estos grupos interdisciplinarios requieren necesariamente de una cierta coordinación y comunicación, pues es lógico pensar que si atendemos particularmente la parte del problema que comprende una sola especialidad despreciando las demás, la solución que obtengamos no será la mejor.

La administración de proyectos tiene un lugar definido en las organizaciones actuales. Las situaciones de competencia, énfasis en la productividad, resolver problemas y explotar oportunidades llegarán a ser más y más importantes en el futuro. La complejidad de los problemas que afrontan las organizaciones seguirán incrementándose. Eso a su vez hará los trabajos de los altos directores más y más difíciles. La administración de proyectos puede verse como un tipo de dirección en sí. La alta dirección confía en que la administración de proyectos alcance sus objetivos de manera oportuna y dentro del presupuesto, espera reportes del progreso oportuno, teniendo esperanza de que las decisiones significativas se traigan al nivel apropiado para decisiones y que las elecciones alternativas y las recomendaciones sean delineadas por la administración de proyectos.

El estudio de la administración de proyectos de ingeniería suministra técnicas para responder a los fracasos en la implementación de programas de desarrollo y en la ejecución del proyecto, las cuales aunque lograron entregar el producto esperado, lo hicieron en tiempos y con costos mucho mayores que los originalmente previstos.

Para la obtención de los objetivos, la función del administrador consiste en crear conservar un ambiente adecuado para que el equipo de trabajo (técnico-administrativo) pueda trabajar eficiente y eficazmente en el logro de los objetivos, es decir, la toma de decisiones debe estar en función de los objetivos del proyecto los cuales se refieren a costo, calidad y tiempo.

La Ingeniería, como profesión, sólo cuenta su razón de ser en la satisfacción de necesidades humanas. Consecuentemente, en las decisiones que día a día debe tomar el Ingeniero influyen factores de carácter técnico, a la vez que factores económicos y humanos. La excelencia de las obras de ingeniería se estima tomando como base no sólo su eficiencia técnica, sino también su eficiencia económica. Las decisiones estratégicas de Inversiones en nuevos equipos e instalaciones son particularmente importantes y requieren de herramientas especiales de análisis.

Es de suma importancia recalcar que, el sistema económico de un país constituye el marco dentro del cual se desarrollan las actividades públicas y privadas, en él se nutren vía información, abastecimiento y disponibilidad de mano de obra, recursos materiales y, desde luego recursos financieros, todas las actividades primarias, industriales y de servicios, las que al ser llevadas a la práctica generan efectos que impactan en mayor o menor medida, positiva o negativamente, el sistema económico en general. De esta manera el Estado orienta la función de planeación del desarrollo económico de un país por medio de planes que señalan las políticas que deberán seguirse en los sectores económicos del país. Sin embargo, a fin de lograr efectividad en los planes, éstos se desglosan en programas, los que a su vez, para tener flexibilidad y especificar los objetivos finales que han de lograrse, se integran en proyectos.

Así, la administración de proyectos evolucionó en su mayor parte a partir de la necesidad de desarrollar y producir sistemas grandes, costosos y complejos dentro de un programa restringido de tiempo. La falta de un fundamento conceptual detallado,

hace que la administración de proyectos tienda a operar a través de arreglos organizacionales que varían dependiendo del equilibrio deseado entre la estructura del nuevo proyecto y los componentes funcionales establecidos. La administración es un negocio duro, ya que no solamente está disminuyendo el margen de error entre el éxito y el fracaso, entre la ganancia y la pérdida, sino que las cosas que administramos frecuentemente parecen ser Inadministrables. El rápido cambio tecnológico, la disminución del margen de utilidades, el aumento en la competencia, una vida útil mas corta para los nuevos productos y un ritmo de vida más rápido, todo se combina para hacer la administración más difícil y exigente. Para tomar decisiones efectivas, debemos de disponer de información pertinente y oportuna.

La preparación o desarrollo de proyectos constituye la fase final de la formulación de preguntas y el elemento de enlace con la etapa práctica de las realizaciones que ellos suponen por lo que deben ser congruentes con los objetivos del desarrollo del país.

Con respecto a la excavación de túneles, puede concluirse que es un trabajo que esta catalogado como de alto riesgo, pero esto no significa que necesariamente el túnel tiene que estar en condiciones deplorables. Siempre se podrá mantener el túnel bien iluminado, bien ventilado, limpio, con las filtraciones canalizadas, con los obreros equipados con su equipo de protección y con la señalización necesaria. La seguridad es un negocio, hacer seguridad significa orden, limpieza, personal capacitado, equipo e instalaciones bien conservadas y mantenidas, en suma: la seguridad en la construcción de túneles es vital.

Si el equipo encargado del proyecto, construcción y supervisión trabaja en conjunto, cotidianamente podrán tomarse las decisiones que mas convenga al desarrollo del túnel, atendiendo siempre a la calidad de la obra, al programa de trabajo, al presupuesto y a las reclamaciones o reconsideraciones que hubiera lugar en el pago de las estimaciones del contratista. Mientras no se asuman estos cambios en las obras subterráneas, se presentarán problemas recurrentes en el proceso de construcción de las mismas, puesto que el costo de corregir es más caro que el costo de prevenir.

Es muy difícil generar cambios en las formas, criterios y actitudes al hacer ingeniería, comúnmente se dice y se escucha por doquier la célebre frase de "Así lo hemos hecho

siempre y nos ha ido muy bien ", ¿Porqué cambiar nuestro sistema?...Nada permanece estático, todo se mueve y todo movimiento es cambio por la relación de fuerzas que se establece , el cambio es algo que nadie puede detener; lo único permanente en el Universo es el cambio mismo. Es preferible controlar el cambio que responder a él, su control recibirá todavía mayor atención.

El residente encargado de un proyecto subterráneo es una pieza vital para alcanzar el éxito, es mucho mas que un administrador, es la cabeza de un equipo constituido por el proyectista, el constructor y el supervisor. En el corto plazo se deberá estudiar la manera más conveniente para contratar o concursar las obras subterráneas en México, tomando en cuenta las opiniones de los dueños de la obra, proyectistas, constructores y supervisores.

Hacia el umbral del siglo XXI, los retos y obstáculos por vencer demandan respuestas diferentes, la Ingeniería y los Ingenieros las tienen. Es oportuno reflexionar sobre la importancia y el valor de nuestra participación, para adquirir un renovado compromiso de servicio hacia aquellos con quienes compartimos un destino común y hacia la Ingeniería misma. Para progresar, México requiere promover proyectos de inversión tanto nacionales como extranjeros. Para ello hay que generar confianza y esto necesita un cambio de actitud hacia la promoción y fomento que sólo se puede conseguir mediante el orden expresado en planes de inversión a largo plazo que tomen en cuenta a la ciudadanía.

Una condición para superar el subdesarrollo es precisamente que los mexicanos aprendamos a tener orgullo por nuestro trabajo, cualquiera que éste sea; que tengamos amor al oficio o la profesión que desempeñemos; que estemos involucrados siempre en el afán de honrar a nuestra labor y de hacer bien lo que cada uno haga como miembro de la comunidad; personas comprometidas con elevados y desafiantes estándares de desempeño, que se fomenten e inculquen un "espíritu de insatisfacción constructiva", saber trabajar en equipo; estar dispuestos a asumir riesgos, tener visión a largo plazo y estar dispuestos a crecer y hacer crecer. Esa mística del trabajo, ese celo profesional, constituye la moral social e individual de los pueblos que realmente progresan; constituye la esencia del verdadero desarrollo, la fuerza interior de las naciones avanzadas. Hoy, las actuales y nuevas generaciones de Ingenieros civiles tendremos

que estar constantemente actualizados en los avances de la tecnología mundial, saber trabajar en equipo, en forma inter y multidisciplinaria; perfeccionarnos en materias de planeación y administración y a más de saber hacer las cosas, aprender a mantenerlas y sacarles el mayor provecho. Debemos trabajar con plena conciencia de la trascendencia social y humana de nuestras acciones, de la importancia y apremio de cada proyecto, de la repercusión y urgencia que para el país tienen sus obras, pues siempre marchamos contra el tiempo.

## BIBLIOGRAFIA

CORZO MIGUEL ANGEL.

Introducción a la ingeniería de proyectos.

Edit. Limusa-Noriega.

226 p.

ISBN 968-18-0459-7.

México, 1992.

AHUJA HIRA N.

WALSH MICHAEL A.

Ingeniería de costos y administración de proyectos.

Edit. Alfaomega.

373 p.

ISBN 968-6062-97-1.

México, 1992.

CLELAND D.I.

KING. W.R.

Manual para la administración de proyectos.

Edit. CECSA

México, 1993.

PEREÑA BRAND JAIME

Dirección y gestión de proyectos.

Edit. Díaz de Santos s.a.

298 p.

ISBN 84-87189-78-4.

Madrid, 1991.

EROSSA MARTIN VICTORIA E.

Proyectos de inversión en ingeniería (su metodología)

Edit. Limusa-Noriega.

227 p.

ISBN 968-18-1933-0

México, 1991.

Dr. R.L. MARTINO

Administración y control de proyectos.

Vol. I Y II.

Edit. Técnica s.a.

México, 1974.

MARIO TAMAYO Y TAMAYO

El proceso de la investigación científica (manual de evaluación de proyectos).

Edit. Limusa-Noriega

231 P.

México, 1994.

URIEGAS TORRES CARLOS

Análisis económico de proyectos de ingeniería.

Centro de Educación Continua.

Facultad de Ingeniería.

México, 1980.

ILPES

Guía para la presentación de proyectos.

Edit. siglo XXI.

12a. edic.

ISBN 968-23-0140-8

230 p.

México, 1984.

LUIS VIEITEZ-UTESA

Towards New Worlds in Tunnelling Vol. I.

Edit. A.A. Balkema/Rotterdam/Brookfield/1992

ISBN 90 5410 0516

440 p.

Rotterdam, 1992.

Memoria Técnica  
Primer Congreso Mexicano de Ingeniería de Túneles y Obras Subterráneas.  
AMITOS.  
464 p.  
México, 1995.

Traffic and Revenue Forecasts and Toll Strategies for the Acapulco Tunnel; prepared for TUCA.  
1995.

TOM ARILD MELBYE  
Shotcrete for Rock Support  
Manager Underground Construction  
MBT Europe (Master Builders Technologies)  
152 p.  
Italy, 1994.

PONCE SERRANO ALEJANDRO  
Apuntes de la Clase Seminario de Construcción.  
Grupo 02.  
Semestre 95-II  
Facultad de Ingeniería, UNAM.  
México, 1995.