

77  
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

“LA DIRECCION DE PROYECTOS EN  
EDIFICACION URBANA”

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A  
O S C A R   S O L I S   Y E P E Z

DIRECTOR DE TESIS: ING. ARMANDO DIAZ INFANTE



MEXICO, D. F.

1999

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

225106



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
FING/DCTG/SEAC/UTIT/150/98

Señor  
**OSCAR SOLIS YEPEZ**  
Presente

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

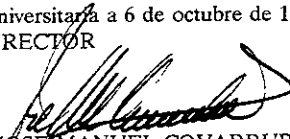
**"LA DIRECCION DE PROYECTOS EN EDIFICACION URBANA"**

- I. INTRODUCCION**
- II. ESTUDIOS PREVIOS**
- III. DISEÑO**
- IV. PRECONSTRUCCION**
- V. CONSTRUCCION**
- CONCLUSION Y PUESTA EN MARCHA**
- BIBLIOGRAFIA**

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. Universitario a 6 de octubre de 1998  
EL DIRECTOR

  
ING. JOSÉ MANUEL COVARRUBIAS SOLIS  
JMCS/GMP/mstg.

Gracias al grupo de profesionales que me han apoyado; guiándome, orientándome y brindándome oportunidades de desarrollo profesional dentro de la empresa de procuración, ingeniería y construcción más importante de México, el Grupo ICA:

***Ing. Rolando Zárate Rocha***

***Ing. Gerardo Sosa Mejorado***

***Ing. Salvador Carmona Ireta***

***Arq. Jorge Almazan Mañón***

***Arq. Delfino Rangel Yañez***

***Ing. Antonio González López***

***Ing. Enrique Medina Muguero***

***Ing. Oscar Gomez Ballinas***

***Ing. Alfonso Guerrero Villarreal***

***Ing. Vicente Cerón Pérez***

***Ing. José Luis Vázquez Elias***

***Ing. Armando Díaz Infante:***

*Gracias por haber creído en este proyecto y haber aportado sus valiosos conocimientos y experiencia en la elaboración del mismo.*

# DEDICATORIA

*Vaya una dedicatoria especial a los seres queridos que ya no se encuentran con nosotros, pero cuyo recuerdo aún permanece en nuestros corazones. Sea este trabajo un pequeño tributo a la memoria de ustedes donde quiera que se encuentren.*

***Aldegunda González Herrera***

***Angel Solís Gutiérrez***

***Victoria Sánchez Aguilar***

***Cesar Yépez Mayo***

***Elvia Yépez Sánchez***

***Victor Hugo Ramírez Yépez***

# AGRADECIMIENTOS

## ***Papá:***

*Gracias por haberme inculcado los principios del trabajo, dedicación, constancia, perseverancia y rectitud, mismos que me alentaron a seguir esta fascinante profesión con tu valioso ejemplo.*

## ***Mamá:***

*Gracias por haber compartido conmigo mis triunfos y fracasos en este arduo camino. Por haberme acompañado en mis desvelos y estar siempre al pendiente de mí.*

*Gracias a Dios por ser ustedes mis padres, los amo.*

***A mi hermana Myriam:***

*Gracias por tu cariño y por ayudarnos a resolver las situaciones difíciles atender personalmente. Te adoro.*

***Tía Arcelia y tío Francisco:***

*Gracias por su apoyo y cariño brindados en los momentos difíciles que hemos vivido. Por ayudarme a salir adelante con mis metas y por ser mi segunda familia. Los quiero mucho.*



Gracias al grupo de profesionales que me han apoyado; guiándome, orientándome y brindándome oportunidades de desarrollo profesional dentro de la empresa de procuración, ingeniería y construcción más importante de México, el Grupo ICA:

***Ing. Rolando Zárate Rocha***

***Ing. Gerardo Sosa Mejorado***

***Ing. Salvador Carmona Ireta***

***Arq. Jorge Almazan Mañon***

***Arq. Delfino Rangel Yañez***

***Ing. Antonio González López***

***Ing. Enrique Medina Muguero***

***Ing. Oscar Gomez Ballinas***

***Ing. Alfonso Guerrero Villarreal***

***Ing. Vicente Cerón Pérez***

***Ing. José Luis Vázquez Elías***

***Ing. Armando Díaz Infante:***

*Gracias por haber creído en este proyecto y haber aportado sus valiosos conocimientos y experiencia en la elaboración del mismo.*

# DEDICATORIA

*Vaya una dedicatoria especial a los seres queridos que ya no se encuentran con nosotros, pero cuyo recuerdo aún permanece en nuestros corazones. Sea este trabajo un pequeño tributo a la memoria de ustedes donde quiera que se encuentren:*

***Aldegunda González Herrera***

***Angel Solís Gutiérrez***

***Victoria Sánchez Aguilar***

***Cesar Yépez Mayo***

***Elvia Yépez Sánchez***

***Victor Hugo Ramírez Yépez***

# CONTENIDO

<b>INTRODUCCION</b>	<b>I</b>
<b>I. ESTUDIOS PREVIOS</b>	
I.1. Geotecnia	1
I.2. Impacto Ambiental	10
I.3. Vialidad	14
I.4. Urbanismo	20
I.5. Factibilidad Económica	23
<b>II. DISEÑO</b>	
II.1. Anteproyecto	39
II.2. Estimado de Costos	40
II.3. Proyecto Ejecutivo	50
<b>III. PRECONSTRUCCION</b>	
III.1. Solicitud de Propuestas	54
III.2. Valor de Ingeniería	64
III.3. Planeación	64
III.4. Programación	67
III.5. Presupuesto	84
III.6. Adjudicación y Elaboración del Contrato	97
III.7. Seguros, Fianzas y Licencias	100
<b>IV. CONSTRUCCION</b>	
IV.1. Organización	104
IV.2. Controles	110
IV.3. Administración del Contrato	121
IV.4. Procuramiento	123
IV.5. Aseguramiento de Calidad	127
IV.6. Seguridad e Higiene	135
<b>V. CONCLUSION Y PUESTA EN MARCHA</b>	
V.1. Conclusión del Proyecto	143
V.2. Cierre del Contrato	147
V.3. Mantenimiento	149
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>153</b>

# INTRODUCCION

Un proyecto es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendiente a resolver entre tantas, una necesidad humana. Cualquiera que sea la idea que se pretenda implementar, cualquiera la inversión, metodología o la tecnología por aplicar, ella conlleva necesariamente a la búsqueda de proposiciones coherentes destinadas a resolver las necesidades de las personas en todos sus alcances: alimentación, salud, educación, vivienda, religión, defensa, política, cultura y recreación.

Si se desea evaluar un proyecto, cualquiera que este sea, tal proyecto debe evaluarse por el hecho de que se desea conocer su conveniencia, de tal forma que asegure que habrá de resolver una necesidad humana en forma eficiente, segura y rentable. En otras palabras, se pretende dar la mejor solución al problema económico que se ha planteado y así conseguir que se disponga de los antecedentes y la información necesarios que permitan asignar en forma racional los recursos escasos a la alternativa de solución más eficiente y viable frente a una necesidad humana percibida.

La naturaleza misma de cada proyecto define en alguna medida cuales actividades, del conjunto a realizar, serán críticas para el éxito del mismo.

El desarrollo de proyectos comprende cada una de las diferentes fases desde que se concibe la idea hasta su implementación final, pasando por todas sus etapas intermedias. En este sentido, se trabajará para concebir y formular el mejor proyecto alcanzable, materializarlo en las mejores condiciones técnico económicas posibles, y por último, alcanzar los rendimientos de diseño de las instalaciones, en términos físicos, de calidad y de costo del producto, todo ello en el menor plazo que resulte aconsejable.

La tarea de desarrollar el mejor proyecto pasa por el convencimiento de que la optimización requiere de un criterio maximizador aplicado al conjunto de las fases y etapas, aprovechando sus aportes recíprocos. En este sentido, es obvio que un profundo y exacto estudio de evaluación no nos exime de abordar la ingeniería y construcción con la misma acuciosidad y atención a sus definiciones conceptuales, criterio que es igualmente aplicable a la puesta en marcha de las instalaciones.

La dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas empleadas para cumplir o mejorar las expectativas y necesidades de los propietarios, inversionistas y promotores. Cumplir y mejorar esas necesidades y expectativas invariablemente requiere un balance de los siguientes aspectos:

- *Alcance, tiempo, costo y calidad*
- *Inversionistas con diferentes necesidades y expectativas*
- *Requerimientos identificados (necesidades) y requerimiento indefinidos (expectativas)*

Un proyecto de edificación urbana comprende el diseño, planeación, construcción y puesta en marcha de obras destinadas al comercio, vivienda, salud, educación, recreación y servicios, dentro de las diferentes ciudades ubicadas alrededor del mundo entero.

Hoy en día los proyectos de edificación urbana son manejados por un grupo de personas quienes representan a propietarios, diseñadores, consultores y contratistas. Estas disciplinas convergen de diferentes maneras dependiendo primordialmente del tipo de proyecto, del grado de sofisticación manejado por el propietario, además del tiempo y presupuesto destinado para tal fin.

En el presente trabajo analizamos la dirección de proyectos en edificación urbana desde el punto de vista de su ciclo de vida, abarcando desde la conceptualización generada como consecuencia de una necesidad, hasta la puesta en funcionamiento del inmueble destinado a satisfacer dicha necesidad.

Sabiendo de antemano que cada proyecto tiene características particulares, hemos tratado de enfocarnos en un punto de vista general que sirva de base para el desarrollo específico de actividades en las diferentes fases de ejecución de un proyecto.

Comenzamos con los análisis de viabilidad y de las condiciones del sitio y el entorno en donde se pretende desarrollar el proyecto. Los resultados obtenidos como consecuencia de éste análisis determinarán la consecución, cambio de ubicación, modificación de la conceptualización o cancelación definitiva del proyecto mismo. Con objeto de entender desde un principio todos los aspectos involucrados en el desarrollo del proyecto, la dirección debe de iniciar su participación desde esta etapa, siempre que ello sea posible.

Enseguida pasamos a la etapa de diseño, donde la idea general del proyecto se transforma en conceptos de trabajo claros y específicos. Con el trabajo conjunto del propietario, diseñadores, consultores y de la dirección de proyecto, se obtienen los documentos que integran el llamado proyecto ejecutivo. Además, con el proyecto ejecutivo como base, se elaboran los estimados de costo, empleando para ello la información antecedente de proyectos previos. Esto sirve para que los inversionistas ratifiquen o rectifiquen su decisión para seguir con el desarrollo del proyecto. Se hace hincapié en que la información de diseño debe de ser clara y concisa, con el fin de evitar ambigüedades en su interpretación.

Posteriormente tratamos la fase de planeación, llamada en este trabajo preconstrucción, con objeto de vincularla más hacia el campo de la ingeniería civil. En este punto presentamos que elementos deben ser incluidos por el propietario o promotor en sus solicitudes de propuesta.

También se puntualiza el hecho de que se debe de invitar a participar al constructor lo más pronto posible en esta misma etapa, a fin de poder contemplar los elementos necesarios para el inicio de las actividades de construcción, así como resolver de forma anticipada posibles problemas que se pudieran presentar en el proceso constructivo propuesto, ganando así tiempo al programa de obra. Hablamos de esta manera del valor de ingeniería aplicado a la revisión puntual del proyecto, sistemas constructivos y procuramiento. Dentro de las labores de preconstrucción se incluye la programación de actividades, donde es muy importante dejar atrás la idea de que un programa es simplemente un conjunto de barras, y tomar conciencia de que el trabajo de programación debe analizar a detalle la secuencia de actividades, los tipos de relación entre ellas mismas, las duraciones y la asignación de recursos. Se presentan las herramientas más empleadas en el medio de la construcción para programación de proyectos, abarcando técnicas y paquetes de computación. En adición al programa tenemos la necesidad de elaborar un presupuesto a detalle, integrado por cuentas o partidas, donde se refleje el costo de cada actividad por ejercer, incluyendo costo directo, costo indirecto, gastos generales y utilidad. Una vez concluidos los programas y presupuestos, los cuales forman parte de la documentación básica de una licitación o negociación directa con el propietario, continuamos con el proceso de contratación, donde comentamos las diferentes modalidades que en la actualidad se manejan, así como los detalles que no se deben de perder de vista antes de que se proceda a firmar un contrato formalmente.

En el momento que comienzan a hacer más frecuentemente su presencia las actividades de control, significa que hemos entrado a la etapa de construcción. Aquí iniciamos con la definición de quien controlará cada área dentro del proceso constructivo. Junto con el establecimiento de responsabilidades viene la definición de controles necesario para cumplir con los requisitos de costo, tiempo, calidad y seguridad del proyecto. Además, se presentan de forma general los documentos que deben de ser manejados a través del desarrollo del proyecto.

Como parte fundamental de la construcción tenemos las labores de procuramiento, mismas que son menospreciadas la mayoría de las veces, pero que repercuten directamente en el avance diario de la obra. También se desarrolla el concepto de aseguramiento de calidad, mostrando los sistemas internacionales de calidad, su estructura y requerimientos de certificación, refiriéndonos en especial a la norma *ISO 9000*.

Formando parte de los objetivos del proyecto encontramos la sección de seguridad e higiene, donde se trabaja en la elaboración de manuales para prevenir accidentes y se lleva el registro de todos los incidentes que se presentan a lo largo de la fase de construcción.

Para finalizar el presente trabajo, presentamos de manera general los procedimientos de conclusión del proyecto, tanto en el aspecto técnico como en el aspecto administrativo. Una vez que inician las operaciones dentro de los inmuebles concluidos, es necesario prolongar su vida útil mediante un mantenimiento adecuado, mismo que en muchos casos es nulo. El mantenimiento de inmuebles se enfoca hacia un cambio en la forma de pensar, pues se cree que una inversión en mantenimiento es infructifera, siendo la realidad una situación totalmente contraria.

# ESTUDIOS PREVIOS



Al emprender la construcción de un proyecto de edificación urbana se deben considerar los diferentes factores que afectan al entorno del mismo, así como también los aspectos urbanos existentes sobre los que el proyecto tendrá injerencia, con el fin de poder garantizar el éxito en su construcción y operación. De tal manera, los equipo de diseño y dirección del proyecto deben de recabar información básica con la cual puedan iniciar su trabajo y les permita presentar la propuesta más acertada de un anteproyecto que cubra las necesidades del propietario sobre las condiciones propias del sitio donde se ubique el nuevo inmueble. En este capítulo se describen los estudios previos que servirán de base para tomar decisiones referentes al diseño y al monto de la inversión inicial del proyecto.

## I.1 GEOTECNIA

Dentro de los estudios previos al inicio de un proyecto de edificación urbana tenemos los referentes a geotecnia, cuyo objetivo es identificar las características del terreno sobre el que se pretende erigir un nuevo edificio. Las condiciones geotécnicas del sitio se pueden conocer a través de: información geotécnica disponible, trabajos de exploración, resultados de laboratorio, interpretación estratigráfica y propiedades mecánicas.

### I.1.1 INFORMACION GEOTECNICA DISPONIBLE

Existen reglamentos, como lo es el caso para las Construcciones del Distrito Federal, que contienen información geotécnica general de diferentes zonas de la Ciudad de México. Así, el Distrito Federal se encuentra dividido en tres zonas geotécnicas con las siguientes características:

- .1 **Zona I.** Lomas, formadas por rocas o suelos generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre, pero en los que pueden existir, superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto o cohesivos relativamente blandos. En esta zona, es frecuente la presencia de oquedades en rocas y de cavernas y túneles excavados en suelos para explotar minas de arena.



- .2 **Zona II.** Transición, en la que los depósitos profundos se encuentran a 20 m de profundidad, o menos, y que está constituida predominantemente por estratos arenosos y limoarenosos intercalados con capas de arcilla lacustre; el espesor de éstas es variable entre decenas de centímetros y pocos metros.
- .3 **Zona III.** Lacustre, integrada por potentes depósitos de arcilla altamente compresible, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo o arcilla. Estas capas arenosas son de consistencia firme a muy dura y de espesores variables de centímetros a varios metros. Los depósitos lacustres suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales y rellenos artificiales; el espesor de este conjunto puede ser superior a 50 m.

En base a esta información previa, lo que procede a continuación es localizar dentro de esta zonificación el predio donde se pretende llevar a cabo el proyecto, teniendo con ello una base para el inicio de los trabajos de exploración.



### 1.1.2 TRABAJOS DE EXPLORACION

Con la finalidad de determinar con precisión las condiciones estratigráficas del sitio, se llevan a cabo sondeos por medio de diferentes métodos. Los métodos de sondeo definitivo tienen por objeto proporcionar muestras inalteradas en suelos, apropiadas para pruebas de compresibilidad y resistencia, así como para muestras de roca, que no pueden obtenerse por métodos preliminares. Cuando la clasificación del suelo deje abierta la posibilidad de existencia de problemas referentes a asentamientos o falta de adecuada resistencia al esfuerzo cortante en los suelos, se hará necesario recurrir a los siguientes métodos:

- 1.1 **Pozos a cielo abierto.** Consiste en excavar un pozo de dimensiones suficientes para que un técnico pueda directamente bajar y examinar los diferentes estratos de suelo en su estado natural, así como darse cuenta de las condiciones precisas referentes al agua contenida en el suelo. Desafortunadamente este tipo de excavación no puede llevarse a grandes profundidades, principalmente por la dificultad de controlar el flujo de agua bajo el nivel freático.
- 1.2 **Muestreo con tubos de pared delgada.** Los procedimientos de muestreo con tubo de pared delgada actualmente encuentran su mayor utilidad en suelos cohesivos. Muestreadores de tal tipo existen en muchos modelos y es común que cada institución especializada desarrolle el suyo propio. El grado de perturbación que produce el muestreador depende principalmente del procedimiento usado para su hincado; la experiencia ha comprobado que si se desea un grado mínimo de alteración aceptable, el hincado debe efectuarse ejerciendo presión continua y nunca a golpes ni con algún otro método dinámico. Hincando el tubo a velocidad constante y para un cierto diámetro de tubo, el grado de alteración parece depender esencialmente de la llamada "relación de áreas".

$$A_r (\%) = \frac{D_e^2 - D_i^2}{D_e^2}$$

Donde  $D_e$  es el diámetro exterior del tubo y  $D_i$  el interior. La expresión anterior equivale a la relación entre el área de la corona sólida del tubo y el área exterior del mismo. Dicha relación no debe ser mayor de 10% en muestreadores de 5 cm de diámetro interior, hoy de escaso uso por requerirse en general muestras de mayor diámetro. Aunque en muestreadores de mayor diámetro pueden admitirse valores mayores, no existen motivos prácticos que impidan satisfacer fácilmente el primer valor.

En ocasiones en suelos muy blandos y con alto contenido de agua, los muestreos de pared delgada no logran extraer la muestra; esto tiende a evitarse hincando el muestreador lentamente y dejándolo en reposo un cierto tiempo antes de proceder a la extracción, con el fin de que la adherencia entre el suelo y el muestreador aumente.

En arenas, especialmente en las situadas bajo el nivel freático se tiene la misma dificultad, la cual hace necesario recurrir a procedimientos especiales y costosos para darle al material una "cohesión" que le permita conservar su estructura y adherirse al muestreador.

**.3 Métodos rotatorios para roca.** Cuando un gran bloque o un estrato rocoso aparecen en la perforación, se hace indispensable recurrir al empleo de máquinas perforadoras a rotación, con broca de diamantes o cáliz. En las primeras, en el extremo de la tubería de perforación se coloca un muestreador especial, llamado "corazón", en cuyo extremo inferior se acopla una broca de acero duro con incrustaciones de diamante industrial. En las segundas, los muestreadores son de acero duro y la penetración se facilita por medio de municiones de acero que se suministran a través de la tubería hueca hasta la perforación y que actúan como abrasivo.

La colocación de los diamantes en las brocas depende del tipo de roca por atacar. En rocas duras es recomendable usar brocas con diamantes tanto en la corona como en el interior para reducir el diámetro de la muestra, y en el exterior para agrandar la perforación y permitir el paso del muestreador con facilidad. En rocas medianamente duras suele resultar suficiente emplear brocas con inserciones de carburo de tungsteno en la corona. En rocas suaves basta usar broca de acero duro en diente de sierra.

Las velocidades de rotación son variables, de acuerdo al tipo de roca por atacar. En todos los casos, a causa del calor generado por las grandes fricciones producidas por la operación de muestreo, se hace indispensable inyectar agua fría de modo continuo. También se hace necesario ejercer presión vertical sobre la roca, a fin de facilitar la penetración. El éxito de una maniobra de perforación rotatoria depende fundamentalmente del balance de estos tres factores principales: velocidad de rotación, presión de agua y presión sobre la broca, respecto al tipo de roca explorado.

**.4 Sondeos de cono eléctrico.** Este método consiste en hacer penetrar una punta cónica en el suelo, acompañada de un sensor eléctrico que permite medir la resistencia que el suelo ofrece. El cono se hinca a presión, la cual es controlada en la superficie por medio de un gato hidráulico.

El número, tipo y profundidad de los sondeos que deban ejecutarse en un programa de exploración de suelos depende fundamentalmente del tipo del subsuelo y de la importancia del proyecto. En ocasiones, se cuenta con estudios anteriores cercanos al lugar, que permiten tener una idea aproximada de las condiciones del subsuelo y esta información permite fijar el programa de exploración con mayor seguridad y eficacia. Otras veces, la información preliminar de las condiciones del subsuelo se obtiene por medio de sondeos de tipo preliminar. En proyectos de edificación pequeños probablemente tales sondeos tendrán carácter definitivo. Según el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, la investigación del subsuelo del sitio mediante exploración de campo y pruebas de laboratorio deberá ser suficiente para definir de manera confiable los parámetros de diseño de la cimentación, la variación de los mismos en la planta del predio y los procedimientos de construcción. El número mínimo de exploraciones a realizar (pozos a cielo abierto o sondeos) será de uno por cada 80 m o fracción de perímetro o envolvente de mínima extensión de la superficie cubierta por la construcción en las zonas I y II, y de una por cada 120 m o fracción de dicho perímetro en la zona III. La profundidad de las exploraciones dependerá del tipo de cimentación y de las condiciones del subsuelo pero no será inferior a dos metros bajo el nivel de desplante, salvo si se encuentra roca sana y libre de accidentes geológicos o irregularidades a profundidad menor. Los sondeos que se realicen con el propósito de explorar el espesor de los materiales compresibles en las zonas II y III deberán penetrar el estrato incompresible y, en su caso, las capas compresibles subyacentes si se pretende apoyar pilotes o pilas en dicho estrato.

Por otra parte, otros autores recomiendan para fines de cimentación, en donde asentamientos y resistencia son los factores determinantes, el área de apoyo de las estructuras, concretamente el ancho, es de importancia vital, pues el efecto de las presiones superficiales aplicadas al suelo es netamente dependiente de este concepto. En estos casos ha sido frecuente la recomendación práctica de explorar una profundidad comprendida entre  $1.5B$  y  $3B$ , siendo  $B$  el ancho de la estructura por cimentar. Sin embargo, este criterio no es suficientemente riguroso y es preferible considerar las presiones transmitidas al subsuelo por las cargas superficiales como norma, decidiendo que el sondeo debe llevarse a una profundidad tal que los esfuerzos transmitidos desde la superficie ya no produzcan efectos de importancia; en la práctica esto suele lograrse cuando las presiones transmitidas llegan a ser del orden de 5 a 10% de las aplicadas.

En otras ocasiones la profundidad de los sondeos se fijará con criterios muy diferentes. Un caso típico se tiene cuando los sondeos revelan la presencia de suelos muy blandos que obliguen a pensar en la conveniencia de cimentaciones piloteadas, apoyadas en estratos resistentes; en tales casos se hará necesario seguir la exploración hasta encontrar tales estratos, si existen a profundidades económicas e inclusive rebasarlos, para verificar que su espesor sea adecuado y en caso de que bajo ellos sigan otros estratos blandos, aún será preciso investigar las características de éstos, para poder estimar los asentamientos y capacidades de carga con que se diseñen los pilotes.

### I.1.3 RESULTADOS DE LABORATORIO

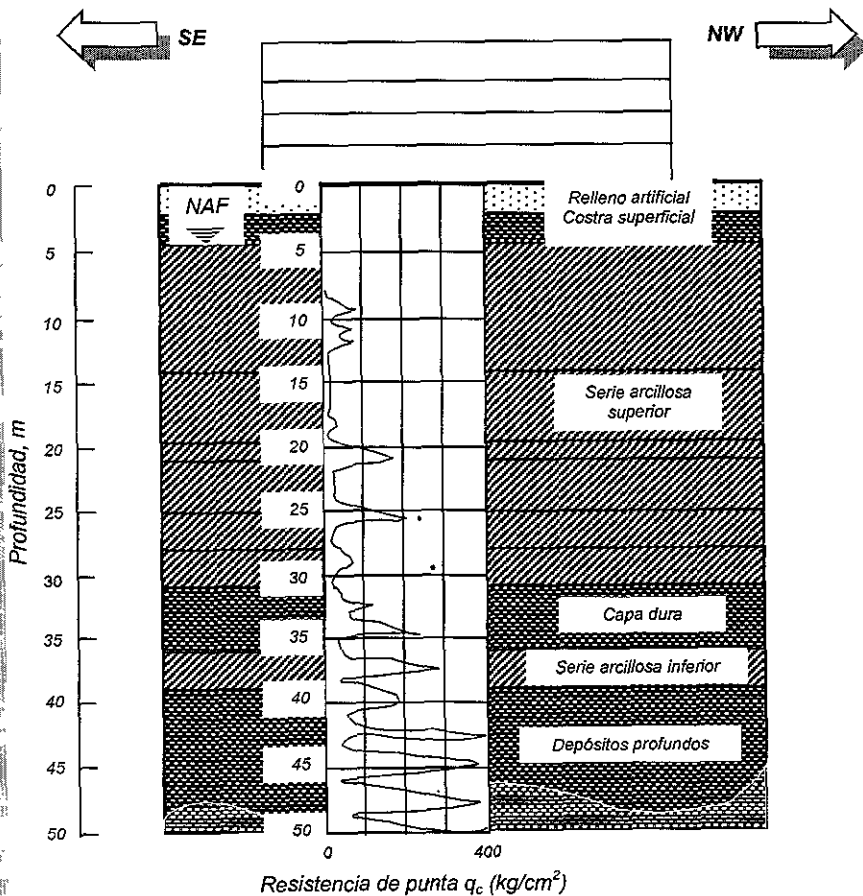
Las muestras obtenidas en la etapa de exploración se someten a ensayos índice para su clasificación e identificación, así como para conocer sus propiedades de resistencia y deformabilidad. Los principales parámetros obtenidos con las pruebas de laboratorio son:

- *Contenido de humedad*
- *Límite líquido*
- *Límite plástico*
- *Índice de plasticidad*
- *Relación de vacíos*
- *Grado de saturación*
- *Peso volumétrico húmedo*
- *Peso volumétrico seco*
- *Densidad de sólidos*
- *Resistencia a la compresión*
- *Cohesión*
- *Resistencia al corte*
- *Porcentaje de finos*
- *Porcentajes de arena y grava*
- *Angulo de fricción interna*

### I.1.4 INTERPRETACION ESTRATIGRAFICA Y PROPIEDADES MECANICAS

A partir de la información de campo y laboratorio se define para el sitio del proyecto la secuencia estratigráfica. Para cada capa que conforma el perfil estratigráfico sobre el cual se pretende desplantar el proyecto, se describe junto con su nombre su material constitutivo, su origen, su resistencia a la penetración y su profundidad de desarrollo dentro del perfil. Por otra parte, es necesario también en esta fase conocer las condiciones piezométricas del sitio, con el fin de localizar la profundidad del nivel freático y poder diseñar el método para abatir el mismo durante el proceso de excavación.

Figura I-2. Corte estratigráfico esquemático.



La descripción estratigráfica del sitio se complementa con cortes del terreno donde se aprecien las profundidades, resistencias de punta y el material que conforma cada capa del estrato en estudio.

Para determinar las características de esfuerzo-deformación y de resistencia de los suelos, las *pruebas de compresión triaxial* son las más usadas en cualquier laboratorio. Un esquema de la cámara de compresión triaxial se muestra en la figura I-3. En esta prueba los especímenes son usualmente cilíndricos y están sujetos a presiones laterales de un líquido (generalmente agua), del cual se protege con una membrana impermeable. Para lograr el debido confinamiento, la muestra se coloca en el interior de una cámara de lucita, cilíndrica y hermética, de unos 10 cm de diámetro y 6 mm de espesor en su pared. Las bases de la cámara son dos placas redondas de acero al cadmio, selladas respecto al cilindro de lucita por medio de goma o hule. En las bases de la muestra se colocan piedras porosas, cuya comunicación con una bureta exterior puede establecerse a voluntad con segmentos de tubo plástico, a fin de permitir el drenado de la muestra durante su consolidación. El agua en la cámara puede adquirir cualquier presión deseada por la acción de un compresor comunicado con ella. La carga axial se transmite al espécimen por medio de un vástago que atraviesa la base superior de la cámara. El valor de la presión suministrada por el vástago más la presión del agua dan como resultado el esfuerzo axial actuante sobre la muestra. Con los esfuerzos registrados en el instante de la falla, se trazan Círculos de Mohr con sus envolventes para cada prueba efectuada y así poder determinar el comportamiento esfuerzo-deformación y la resistencia del suelo analizado.

Para determinar la magnitud y velocidad del decremento de volumen en un suelo confinado lateralmente y sometido a una carga axial, se recurre a la *prueba de consolidación unidimensional*. Durante esta prueba se aplica una serie de incrementos crecientes de carga axial y por efecto de éstos, el agua tiende a salir del espécimen a través de piedras porosas colocadas en sus caras. El cambio de volumen se mide con un micrómetro montado en un puente fijo y conectado a la placa de carga sobre la piedra porosa superior. Para cada incremento de carga aplicada se miden los cambios volumétricos, usando intervalos apropiados para efectuar las mediciones. Los datos registrados conducen a la obtención de la curva de consolidación, la cual se elabora dibujando las lecturas del micrómetro como ordenadas (en escala natural) y los tiempos como abscisas (en escala logarítmica), comparándola con la curva teórica. En las curvas de consolidación obtenidas para cada incremento de carga se selecciona un tiempo arbitrario, tal que las lecturas del micrómetro en las diferentes curvas caigan más allá del período de consolidación primaria. La presión y la lectura del micrómetro correspondientes a ese tiempo proporcionan datos de partida para el trazado de las curvas de compresibilidad, donde las abscisas corresponden a los valores de presión actuante (en escala logarítmica) y las ordenadas a la relación de vacíos  $e$  (en escala natural).

Debido a la gran diversidad de suelos que existen en la naturaleza, es importante clasificar los correspondientes al proyecto en base al *Sistema Unificado de Clasificación de Suelos* (SUCS). Este sistema reconoce que las propiedades mecánicas e hidráulicas de los suelos constituidos por partículas menores que la malla No. 200, pueden deducirse cualitativamente a partir de sus características de plasticidad. En cuanto a los suelos formados por partículas mayores a la malla mencionada, el criterio básico de clasificación es aún el granulométrico que, aunque no es lo determinante para el comportamiento de un material, sí puede usarse como base de clasificación en los materiales granulares.

Figura I-3. Esquema de la cámara de compresión triaxial

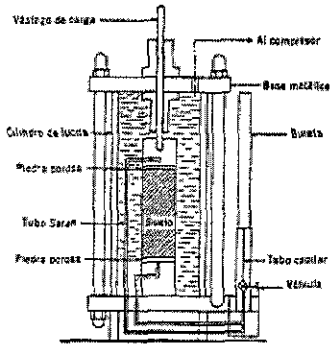
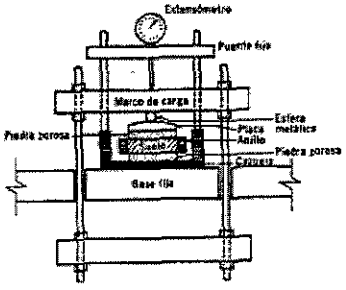


Figura I-4. Esquema de un consolidómetro





## **I.2 IMPACTO AMBIENTAL**

Otro aspecto relevante dentro del desarrollo de un proyecto de edificación urbana, lo constituye la evaluación del impacto ambiental que tendrá este sobre el entorno ya existente. En México, corresponde a la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), legislar sobre este aspecto.

De acuerdo al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental, deberán contar con previa autorización de la SEMARNAP, en materia de impacto ambiental, las personas físicas o morales que pretendán realizar obras o actividades públicas o privadas, que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señalados en los reglamentos y las normas técnicas ecológicas emitidas por la Federación para proteger al ambiente. Esta autorización de la SEMARNAP es necesaria siempre y cuando los permisos o licencias expedidos por las autoridades competentes, no contemplen aspectos de impacto ambiental.

Para obtener la autorización a que se refiere el párrafo anterior, el interesado, en forma previa a la realización de la obra o actividad de que se trate, debe presentar a la SEMARNAP una *manifestación de impacto ambiental* (MIA). En el caso de obras o actividades consideradas como altamente riesgosas, además de la MIA, debe presentarse un estudio de riesgo en los términos previstos por los ordenamientos que rijan dichas actividades.

Previo al inicio del proyecto, se debe elaborar un informe preventivo, en el cual se presente la siguiente información: datos generales de quien pretenda realizar el proyecto, o en su caso, de quien este encargado del diseño o de los estudios previos correspondientes; descripción general del proyecto; descripción de sustancias o productos que vayan a emplearse en la ejecución y los que en su caso vayan a obtenerse como resultado de la operación del inmueble, incluyendo emisiones a la atmósfera, descargas de aguas residuales y tipo de residuos y procedimientos para su disposición final.

Cuando el informe previo no es suficiente a juicio de la SEMARNAP, se solicita al promotor del proyecto la MIA, la cual se puede presentar en las siguiente modalidades: general, intermedia o específica. La modalidad más común para la presentación de la MIA es la general, ya que las modalidades intermedia y específica corresponden a proyectos que debido a sus características, magnitud, grado de impacto al ambiente y condiciones del sitio en que pretende desarrollarse, hagan necesaria la presentación de diversa y más precisa información.

### **I.2.1 MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL GENERAL**

La MIA en su modalidad general debe contener como mínimo la siguiente información en relación con el proyecto de que se trate:

- .1 Nombre, denominación o razón social, nacionalidad, domicilio y dirección de quien pretenda llevar a cabo el proyecto.*
- .2 Descripción del proyecto, desde la etapa de selección del sitio para la ejecución de la obra; la superficie de terreno requerido; el programa de construcción, montaje de instalaciones y operación correspondiente; volúmenes de producción previstos, e inversiones necesarias; la*

*clase y cantidad de recursos naturales que habrán de aprovecharse, tanto en la etapa de construcción como en la operación de la obra; el programa para el manejo de residuos, tanto en la construcción y montaje como durante la operación o desarrollo del proyecto.*

- .3 *Aspectos generales del medio natural y socioeconómico del área del proyecto.*
- .4 *Vinculación con las normas y regulaciones sobre el uso del suelo.*
- .5 *Identificación y descripción de los impactos ambientales que ocasionaría el proyecto en sus distintas etapas.*
- .6 *Medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales identificados en una de las etapas.*

### **I.2.2 MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL INTERMEDIA**

La MIA en su modalidad intermedia, además de ampliar la información a que se refieren los puntos 2 y 3 de la modalidad general, debe contener la descripción del posible escenario ambiental modificado por la obra o actividad de que se trate, así como las adecuaciones que procedan a las medidas de prevención y mitigación propuestas en la manifestación general.

### **I.2.3 MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL ESPECIFICA**

La MIA en su modalidad específica, debe contener como mínimo la siguiente información en relación con el proyecto de que se trate:

- .1 *Descripción detallada y justificación del proyecto, desde la etapa de selección del sitio, hasta la conclusión de las actividades, ampliando la información a que se refiere el punto 2 de la MIA en su modalidad general.*
- .2 *Descripción del escenario ambiental, con anterioridad a la ejecución del proyecto.*
- .3 *Análisis y determinación de la calidad, actual y proyectada, de los factores ambientales en el entorno del sitio en que se pretende desarrollar la obra, en sus distintas etapas.*
- .4 *Identificación y evaluación de los impactos ambientales que ocasionaría la ejecución del proyecto, en sus distintas etapas.*
- .5 *Determinación del posible escenario ambiental resultante de la ejecución del proyecto, incluyendo las variaciones en la calidad de los factores ambientales.*
- .6 *Descripción de las medidas de prevención y mitigación para reducir los impactos ambientales adversos identificados en cada una de las etapas de la obra o actividad, y el programa de recuperación y restauración del área impactada, al concluir la vida útil de la obra o al término de la actividad correspondiente.*

## 1.2.4 IMPACTO AMBIENTAL EN PROYECTOS DE EDIFICACION URBANA

Los puntos que competen a la construcción y puesta en marcha de un proyecto de edificación urbana dentro del marco de la legislación ambiental son:

- .1 Control de emisión de ruido.** Comprende la forma de mantener dentro de los decibeles permitidos, el ruido producido por equipo de construcción mayor y menor, vehículos automotores, plantas de generación de energía eléctrica, bombas y equipos de aire acondicionado. En algunos casos será necesario el empleo de barreras amortiguadoras de ruido dentro del sitio de trabajo del proyecto. Según la NOM-081-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición, los límites máximos permisibles del nivel sonoro en ponderación emitido por fuentes fijas son:

**Figura 1-5. Límites de ruido permisibles en México**

HORARIO	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES
De 6:00 a 22:00	68 dB(A)
De 22:00 a 6:00	65 dB(A)

- .2 Control de emisión de gases.** Abarca las emisiones de gases producidas por los motores de equipos de construcción mayor y menor, vehículos automotores y plantas diesel para generación de energía eléctrica. Como en el caso de la Ciudad de México, los vehículos automotores deben ser sometidos a un programa semestral de verificación de emisión de contaminantes; además de ello, cuando los niveles de Ozono y PM10 alcanzan los 225 y 125 puntos IMECA respectivamente de manera simultánea, se declara la fase I de contingencia ambiental, misma que comprende las siguientes acciones:

- *Suspensión de actividades deportivas, cívicas, de recreo u otras al aire libre en todos los centros escolares y guarderías.*
- *Para el caso de vehículos automotores, la aplicación de restricciones adicionales a la circulación de vehículos con holograma de verificación 2.*
- *Suspensión de actividades en todas las gasolineras que no tengan instalado y funcionando el sistema de recuperación de vapores.*

- *Las dependencias y entidades de la administración pública local y federal asentadas en la zona metropolitana, además de estar sujetas a las restricciones adicionales para la circulación de los vehículos con holograma de verificación 2, deben suspender la circulación del 50% de sus vehículos.*
  - *Suspensión de la operación de la termoeléctrica "Jorge Luque", entrando en operación de manera sustituta la subestación "La Quebrada"; y la termoeléctrica "Valle de México reduce su generación hasta en un 50%.*
  - *Reducción del 30% al 40% de las actividades de las fuentes fijas de jurisdicción local y federal.*
  - *Tratándose de plantas industriales de distribución y almacenamiento de gas licuado de petróleo, se suspenden las labores de mantenimiento, reparación y trasvasado que impliquen liberación de hidrocarburos a la atmósfera, con excepción de las realizadas en caso de emergencia o accidente.*
  - *Para el caso de servicios públicos o mantenimiento urbano, se suspenden las actividades de bacheo, pintura y pavimentación, así como obras y actividades que obstruyan o entorpezcan el tránsito de vehículos, y se establecen medidas especiales para su agilización.*
  - *Refuerzo de la inspección y vigilancia del cumplimiento de las disposiciones aplicables por parte de las fuentes fijas y móviles, para detectar fuentes contaminantes.*
  - *Vigilancia epidemiológica y difusión de la información relativa a la prevención de riesgos para la salud, particularmente en escuelas, clínicas y hospitales.*
- .3 Cuidado contra la contaminación de mantos acuíferos subterráneos.** Cuando el diseño de la cimentación llegue a afectar mantos acuíferos subterráneos que sirvan para el suministro de agua potable, se debe contemplar el uso de dispositivos que impidan su contaminación, como pueden ser tablestacas o líneas de tubería de acero y concreto.
- .4 Cuidado y disposición de desperdicios en general.** Se debe de contemplar un plan para el retiro y disposición final de material producto de las excavaciones y demoliciones, que tome en cuenta la distancia del terreno definido por las autoridades para tal fin. Así mismo debe preverse el retiro de lodos bentoníticos, de basura propia de la construcción y puesta en marcha del proyecto y de aguas residuales. Estas últimas es probable que lleguen a ser reutilizadas dentro del mismo proyecto, procesándolas dentro de su propia planta de tratamiento.
- .5 Afectación y reforestación de áreas verdes.** Cuando el sitio que albergará al proyecto o su área de influencia cuenten con áreas verdes, corresponderá al propietario del proyecto hacer una donación de nuevos árboles, cuyo número estará en función de los retirados.
- .6 Control de polvos.** La generación excesiva de polvos se tiene principalmente durante las etapas de demolición, excavación y movimiento de tierras del proyecto. Con el fin de controlar dicha generación, se recurre al empleo de riegos a base de agua tratada sobre la superficie de trabajo, sin que éstos lleguen a producir lodos en exceso.

### I.3 VIALIDAD

Al estudiar proyectos de edificación urbana, definitivamente un punto importante dentro de su construcción y funcionamiento será la afectación de la vialidad existente. El estudio que se lleve a cabo para tal fin debe contemplar el flujo vehicular en las vialidades colindantes con el proyecto, el tamaño y tipo de avenidas que convergen en ese punto, las maniobras para carga y descarga desde los diferentes camiones que arriben al sitio y el señalamiento a instalar para resolver los problemas de tráfico que se presenten. Además, otro aspecto importante a considerar es el de los peatones, donde se deben planear en caso necesario puentes, tapias, pasos a desnivel o señalamientos adicionales a los ya existentes, los cuales permitan que los transeúntes circulen por la zona del proyecto con el menor riesgo posible.

Dentro del estudio de vialidad, se debe contemplar en caso de ser necesario, la ingeniería de tránsito con la que se resuelvan desvíos, cambios de circulación y cierre de calles, tratando de que los conflictos viales durante la construcción del proyecto sean mínimos.

También se debe tomar en cuenta la alteración que sufrirá la circulación al estar operando el nuevo proyecto. De aquí partirá la parte del diseño que contemplará la construcción de estacionamientos, ya sea subterráneos o superficiales y probablemente la modificación o construcción de nuevas avenidas, así como el retiro o instalación de nuevo señalamiento vial.

#### I.3.1 VOLUMENES DE TRAFICO

El aforo de tráfico sirve para determinar el volumen total del mismo sobre las calles y las horas pico de circulación durante un día de la semana en promedio. El aforo de tráfico se efectúa en los cruceros de las arterias, con objeto de definir la circulación y distribución de los vehículos. Los análisis en los cruceros permiten además identificar que tan lento los vehículos dan vuelta en las intersecciones, así como la ocurrencia de congestionamientos. Los registros históricos de vehículos en áreas urbanas altamente desarrolladas, indican que la variación diaria del tráfico urbano durante los días hábiles de la semana en las avenidas no es muy grande.

Las horas pico en la Ciudad de México por ejemplo, se presentan generalmente a las 8:00 hrs. por la mañana y a las 18.00 hrs. por la tarde. Dentro de estas horas se registran volúmenes de tráfico en las principales avenidas entre 1,300 y 1,500 vehículos por hora.

Los elementos que integran el aforo vehicular urbano son automóviles y camiones, éstos últimos aunque parecen ser poco representativos, se convierten en un importante factor en ciertos cruceros. El tamaño de los camiones y sus tiempos de operación, hacen que el impacto vial generado por éstos, sea mucho mayor que el generado por automóviles. Por ejemplo:

- *El espacio ocupado por los camiones es dos o tres veces más largo que el requerido por los autos*
- *Los camiones necesitan más distancia que los automóviles para alcanzar su velocidad de cruce, produciéndose demoras en el flujo vehicular*

- *Las maniobras de los camiones son difíciles, situación que se ve empeorada en calles donde se permite estacionar autos sobre la misma vialidad, además de otras restricciones operacionales*

Por las razones anteriores es frecuente que en algunas rutas se restrinja la circulación de camiones, provocando la saturación de otras.

El pronóstico de crecimiento en el volumen de tráfico para ciudades comparables al tamaño y densidad de la Ciudad de México, como lo son Los Angeles y Nueva York, tiende a un promedio del 1% anual. En varias ciudades, los viajes hacia el centro han crecido más lento que el total de los efectuados dentro de la zona metropolitana, esto debido a la promoción de nuevos desarrollos inmobiliarios en las afueras de las ciudades.

### **I.3.2 AFORO DE PEATONES**

El volumen de peatones en el área de influencia del proyecto se analiza también, con la finalidad de determinar el impacto que refleja sobre la vialidad. El cruce de peatones en intersecciones con señalización afecta el tiempo de duración de las señales en los semáforos. La duración de las señales debe permitir a los peatones cruzar sin riesgo de un lado a otro de la calle. De esta manera, una avenida amplia requiere de un tiempo de duración grande de las señales de alto en los semáforos, lo cual disminuye la efectividad de flujo de los vehículos.

### **I.3.3 ANCHO Y SENTIDO DE CALLES**

El ancho de las calles es uno de los factores que determina la capacidad de flujo vehicular de las arterias urbanas. El ancho de arroyos esta en función del número de carriles para el cual se diseña la arteria. En la Ciudad de México un ancho de carril común es de 2.75 m, dimensión con la cual generalmente se ocupa la capacidad máxima de la calle. El sentido de las calles circunvecinas a un nuevo proyecto de edificación, indica la forma en que los vehículos llegan y abandonan el área y como esto afecta directamente la distribución del tráfico sobre las calles aledañas.

### **I.3.4 AREAS DE ESTACIONAMIENTO**

En el estudio de vialidad, las áreas para estacionamiento existentes definen la construcción de espacios que ayuden a satisfacer la demanda en caso de que ésta haya sido rebasada. En esta etapa se hace un levantamiento de los estacionamientos cercanos al sitio del proyecto y del número de cajones que en total proporcionan cada uno de ellos. Es también punto de cuidado verificar si esta permitido el estacionamiento de vehículos sobre las calles, ya sea de manera gratuita o con parquímetros.

### **I.3.5 TRANSPORTE PUBLICO**

El transporte público contribuye al incremento del volumen vehicular aforado durante el estudio de vialidad. Así, éste estudio considera las rutas de transporte público que concurren en el área de influencia del proyecto. Las facilidades de transporte pueden estar dadas por autobuses, trolebuses, microbuses, trenes subterráneos (metro) y taxis.

### **I.3.6 SEÑALAMIENTO VIAL**

La localización y sincronización de semáforos deben ser registrados con el propósito de medir la eficiencia de la operación de los cruceros. Los ciclos para semáforos en intersecciones de avenidas importantes tienen una duración común de 120 segundos por ciclo. Este ciclo permite que un mayor número de vehículos pasen por la intersección con un mínimo número de cambios en los intervalos del semáforo.

Además se debe contar con la localización y tipo de señalamiento vial adicional a los semáforos. Este puede ser vertical u horizontal; informativo, preventivo o restrictivo.

### **I.3.7 CAPACIDADES EXISTENTES DE LAS CALLES Y OPERACION DE TRAFICO**

La capacidad existente de las calles colindantes a un proyecto de edificación urbana se ve reducida un 33% menos de la capacidad de diseño cuando un carril es empleado como área de estacionamiento. Este problema se ve intensificado cuando se emplea sin ninguna autorización un segundo carril también como zona de estacionamiento, llegando a la reducción de la capacidad de las calles hasta un 67% menos de la capacidad de diseño. Esta situación se presenta frecuentemente en la Ciudad de México sobre todo en zonas escolares y de oficinas.

La reducción de la capacidad vial se traduce en reducción de los niveles de servicio. El nivel de servicio (Level of Service) LOS, es una forma propuesta por el *Transportation Research Board*, de los Estados Unidos de Norteamérica, para valorar la operación del tráfico y esta basada en función del tiempo de demora experimentado por los automovilistas.

Para la valuación por medio del LOS, las calles se dividen en segmentos que son iguales a la distancia entre dos cruceros perpendiculares a la arteria analizada. Para segmentos de calles, las valuaciones del LOS están basadas en criterios como restricciones al flujo, densidad y congestiónamiento vial. Los segmentos de calle valuados con LOS A ofrecen libre flujo y tienen baja densidad de tráfico. Los segmentos valuados con LOS F son caracterizados por un severo congestiónamiento vial, resultado de un volumen de tráfico que ha excedido la capacidad de diseño.

Fig. 1-6. Definición del Nivel de Servicio en segmentos de calles

Nivel de servicio (LOS)	Características del segmento de calle
A	Flujo libre, baja densidad de tráfico
B	Demora mínima, flujo estable
C	Condición estable, circulación poco restringida debido a un volumen más alto pero no objetable para los automovilistas.
D	Circulación más restringida, filas y demoras pueden ocurrir durante pequeños intervalos pero sin exceder la capacidad de diseño de la calle
E	Arteria a su capacidad límite provocando demoras a todos los conductores, generándose congestionamientos.
F	Circulación forzada con demanda mayor que la capacidad de diseño resultando congestionamientos completos.

Las valuaciones del LOS en los cruceos son mejores indicadores de la capacidad de las calles:

- .1 **Cruceros con señalamiento.** El LOS mide la capacidad de la intersección para distribuir el tráfico que cruza o da vuelta a través de ella. Aquí, el LOS es expresado en términos de demora. El *Transportation Research Board* define la demora como una medida de la incomodidad y frustración del conductor, consumo de combustible y pérdida de tiempo. Específicamente, el criterio del nivel de servicio se establece como el promedio de tiempo de las paradas por vehículo en 15 minutos de análisis.
- .2 **Cruceros sin señalamiento.** El LOS esta basado en la reserva, o no uso, de la capacidad de las calles que convergen en la intersección, analizadas de forma independiente cada una de ellas. La capacidad de reserva es igual a la capacidad de diseño de la calle menos el volumen total aforado, reflejada en vehículos por hora. LOS A es la clasificación más eficiente para una intersección, lo cual significa que existe poco o nulo congestionamiento. LOS F es la clasificación más baja e indica un congestionamiento inaceptable.



**Fig. I-7. Criterio de Niveles de Servicio para cruceos con señalamiento**

Nivel de Servicio ( LOS )	Tiempo de Parada por Vehículo ( segundos )
A	≤ 5.0
B	5.1 a 15.0
C	15.1 a 25.0
D	25.1 a 40.0
E	40.1 a 60.0
F	≥ 60.0

**Fig. I-8. Criterio de Niveles de Servicio para cruceos sin señalamiento**

Capacidad de Reserva ( Vehículos por hora )	Nivel de Servicio ( LOS )	Demora esperada para tráfico de la calle secundaria
≥ 400	A	Poca o nula demora
300 – 399	B	Demora corta
200 – 299	C	Demora promedio
100 – 199	D	Demora larga
0 – 99	E	Demora muy larga
*	F	*

\* Cuando el volumen excede la capacidad de la calle, ocurren demoras excesivas a causa de la formación de grandes filas de autos, las cuales causan severos congestionamientos afectando el flujo de la circulación en la intersección. Esta situación usualmente obliga al diseño de una intersección más eficiente.

### I.3.8 TRAFICO EXISTENTE EN EL SITIO

El terreno para el desarrollo del proyecto de edificación urbana puede encontrarse en tres condiciones diferentes antes del inicio de su construcción:

- *Ocupado por edificios o infraestructura fuera de operación.*
- *Lote baldío en operación (como estacionamiento por ejemplo).*
- *Lote baldío fuera de operación.*

El tráfico generado dentro de cualquiera de las tres condiciones anteriores, será eliminado debido a las actividades propias de la construcción del proyecto. Sin embargo, el tráfico existente en el sitio debe ser estimado, con el objeto de determinar el incremento neto que se presentará en las calles adyacentes e intersecciones, como consecuencia del proyecto. El análisis del tráfico existente dentro del sitio debe reportar el número de vehículos que entran y salen del lugar dentro de las horas pico, con el fin de tener la condición más desfavorable de impacto en el tráfico.

### 1.3.9 IMPACTO EN EL VOLUMEN DE TRAFICO

El tráfico que será generado por un proyecto de edificación urbana puede ser calculado de acuerdo al procedimiento propuesto por el *Institute of Transportation Engineers* (ITE). Primero, se determina la superficie total de construcción en pies cuadrados. Enseguida éste valor es multiplicado por un factor de generación de viajes, mismo que es actualizado periódicamente por el ITE. En su edición de 1991, los factores para las horas pico matutina y vespertina eran respectivamente 1.29 y 1.18 por cada 1,000 pies cuadrados. Finalmente, el resultado se reduce en un 10% con el fin de tomar en cuenta las otras alternativas de transporte en el área del proyecto.

La reducción del 10% representa un ajuste conservador de los factores del ITE. El ITE asume que todo el tráfico generado alrededor de un proyecto de edificación es consecuencia del mismo proyecto, no considerando las actividades de los edificios colindantes. La reducción del 10% también refleja el hecho del uso del transporte público y de automóviles compartidos por parte del personal que laborará tanto en la construcción como en la operación del proyecto. El volumen de tráfico obtenido como resultado de éste análisis, debe concordar con las normas locales para espacios de estacionamiento, que para el caso particular de la Ciudad de México es de 30 cajones por cada metro cuadrado de construcción para edificios de oficinas.

Los factores del ITE para las entradas y salidas de vehículos en las horas pico, fueron obtenidos de estudios llevados a cabo en los Estados Unidos de Norteamérica y su aplicación debe ser siempre tomando en cuenta las diferencias que existen entre un lugar y otro del volumen de tráfico generado por superficie de construcción. Por otra parte, las horas pico en los Estados Unidos llegan a ocurrir en diferente horario en otros sitios. Estas dos situaciones deben ser valuadas para que los factores proporcionados por el ITE proporcionen un estimado válido de las entradas y salidas de vehículos que se generarán en el proyecto. El ITE propone para la hora pico matutina un 89% de viajes generados como llegada y un 11% como salida. De igual manera, para la hora pico vespertina refleja un 17% de llegadas y un 83% de salidas. La cantidad de salidas también esta relacionada con un porcentaje del número de cajones para estacionamiento con que contará el proyecto, el cual fluctúa entre 35% y 60%.

### 1.3.10 IMPACTOS EN LA CIRCULACION

En este punto del estudio de vialidad, se debe de analizar la forma en que operará el estacionamiento. Aspectos como: el número de entradas y salidas, el control de acceso y la asignación definida de cajones de estacionamiento, influirán directamente en la circulación de las calles adyacentes al proyecto.

También se debe tener presente si al proyecto arribarán camiones y si se cuenta con los radios de giro suficientes, tanto en las calles como en las áreas de maniobras, para que estos puedan transitar. También debe contemplarse el espacio suficiente en el área de embarque y desembarque, para que los camiones puedan maniobrar con facilidad relativa y no obstruyan el tránsito exterior.

Otro aspecto que se debe revisar dentro del diseño del proyecto y que influye directamente con la circulación es la construcción de isletas pertenecientes al mismo proyecto, donde pueda hacerse el ascenso y descenso de personas o carga ligera sin obstruir la circulación. Si el espacio lo permite, estas isletas pueden ser lo suficientemente grandes como para permitir que lleguen a estacionarse camiones grandes durante las noches y poder llevar a cabo maniobras de carga y descarga.

## **1.4 URBANISMO**

Para el diseño de las facilidades urbanas con que contará el proyecto de edificación, es necesario hacer un inventario de los servicios con los que cuenta la zona en la actualidad. De tal manera se deben estudiar aspectos como los son el gasto para suministro de agua potable, número y capacidad de líneas para suministro de energía eléctrica, disponibilidad de líneas telefónicas, forma de distribución de gas butano, servicios de correo y mensajería, proveedores de Internet, redes de fibra óptica y microondas para transmisión de voz y datos, estaciones para comunicación vía satélite, oficinas del gobierno federal y estatal, bancos, casas de bolsa, supermercados, aeropuertos, estaciones de ferrocarril, terminales de autobuses foráneos, televisoras, radiodifusoras, centros comerciales, restaurantes y centros de entretenimiento; todo ello en relación directa con el uso final a que vaya a estar destinada la nueva edificación.

### **1.4.1 LOCALIZACION**

El proyecto se debe localizar dentro del contexto geográfico donde se pretende construir. Así, se deben de identificar elementos como la calle, colonia, zona, delegación, municipio, provincia, región, estado y país.

Para la selección del sitio donde se ubicará el proyecto, se deben considerar factores como:

- *Ubicación a nivel ciudad*
- *Uso de suelo permitido*
- *Concentración de servicios*
- *Consolidación de infraestructura*
- *Accesibilidad vial y calidad de servicios de transporte*
- *Acceso principal al predio*

- *Posibilidad de acceso de servicios*

Por otra parte, debe definirse el área de influencia del proyecto a partir de las características urbanas del entorno. Se acostumbra definir esta área de influencia en base al polígono que forman las principales avenidas que rodean la zona donde se desarrollará el proyecto.

#### **I.4.2 CARACTERISTICAS CULTURALES Y PATRIMONIALES DE LA ZONA**

Como parte de los valores patrimoniales y culturales de la zona donde se ubica un nuevo proyecto de edificación urbana, se encuentran los edificios construidos con anterioridad, de los cuales se hace un inventario de su fecha de construcción, género, propietario y responsable del diseño arquitectónico. De esta manera, se estudia como el nuevo proyecto se integrará a esta serie de valores culturales y patrimoniales de la zona.

#### **I.4.3 IMAGEN URBANA DEL ENTORNO**

Por definición, una imagen urbana homogénea se refiere a la presencia de edificaciones con características semejantes en alturas, formas de materiales y otros aspectos arquitectónicos.

Generalmente en una urbe con gran crecimiento, la homogeneidad urbana es difícil que se conserve en cuanto a forma y altura se refiere, debido a que el origen de las edificaciones existentes contempla prácticamente todas las épocas y estilos.

La conservación de los inmuebles, principalmente de sus fachadas, constituye un aspecto que repercute de manera importante dentro de la imagen urbana del entorno. Edificios antiguos sin mantenimiento, contrastan con los proyectos más recientes de arquitectura moderna.

#### **I.4.4 ASPECTOS DEMOGRAFICOS Y ECONOMICOS**

En este punto se integran aspectos como: la extensión territorial de la zona de influencia del proyecto, número de habitantes dentro de la zona, principales actividades económicas, población ocupada, índice de ocupación de los inmuebles y cantidad de lotes baldíos.

#### **I.4.5 EQUIPAMIENTO URBANO Y SERVICIOS**

El inventario del equipamiento urbano, comprende el registro de: áreas verdes, plazas, jardines, áreas deportivas, áreas recreativas, jardines de niños, primarias, guarderías, hoteles, bancos, iglesias, restaurantes, casas de cambio, papelerías, estacionamientos, museos, auditorios, etc.

#### **I.4.6 ESTRUCTURA URBANA Y USO DEL SUELO**

En la Ciudad de México, donde el uso del suelo está regulado por el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. La constancia emitida por el Gobierno de la Ciudad sobre el uso del suelo, es el documento donde se especifica la zona, densidad e intensidad de uso en relación a su ubicación y a la Delegación Política correspondiente.

Previo a la licencia de construcción, el propietario debe obtener la licencia de uso del suelo cuando el proyecto corresponda a una de las siguientes categorías:

- *Conjuntos habitacionales*
- *Oficinas de más de 10,000 m<sup>2</sup> y representaciones oficiales y embajadas*
- *Almacenamiento y abasto, en sus tipos de depósito de gas líquido y combustible, gasolineras, depósitos de explosivos, centrales de abasto y rastros*
- *Tiendas de autoservicio y departamentales de más de 10,000 m<sup>2</sup> y centros comerciales de más de 20 ha*
- *Baños públicos*
- *Hospitales generales o de especialidades, centros antirrábicos y de cuarentena*
- *Edificaciones de educación superior*
- *Instalaciones religiosas*
- *Edificaciones de entretenimiento*
- *Deportes y recreación, excepto canchas deportivas*
- *Hoteles y moteles de más de 100 habitaciones*
- *Agencias funerarias*
- *Terminales y estaciones de transporte*
- *Estacionamientos de más de 250 cajones*
- *Estaciones de radio y televisión con auditorio y estudios cinematográficos*
- *Industria pesada y mediana*
- *Jardines y parques de más de 50 ha*
- *Edificaciones de infraestructura*
- *Edificaciones ubicadas en zonas de patrimonio histórico, artístico y arqueológico*
- *Inmuebles producto de resoluciones específicas de modificación por parte del Gobierno de la Ciudad*
- *Desarrollos urbanos con incremento en la densidad habitacional o no habitacional, como parte de los sistemas de estímulo y fomento a la vivienda de interés social, popular o para arrendamiento.*

## 1.4.7 INFRAESTRUCTURA

En general se debe analizar el grado de consolidación de la infraestructura de la zona donde se pretende desarrollar el proyecto. La infraestructura básica para la construcción y operación de un proyecto de edificación urbana comprende:

- .1 **Agua potable.** Aquí se investiga el caudal medio anual que abastece a la zona y su procedencia de las diferentes fuentes. También deben obtenerse las longitudes, tanto de la red primaria como secundaria del sistema de abastecimiento. El registro de las cargas piezométricas con la que se suministra el agua en la zona, será un aspecto importante para el diseño del equipo de bombeo e hidroneumático del proyecto. Si las condiciones de la red existente no satisfacen la demanda que requerirá el proyecto, será necesario construir una línea dedicada para el edificio, siempre y cuando el costo se encuentre dentro del presupuesto contemplado para su construcción.
- .2 **Drenaje.** Comprende la localización de colectores en la zona de influencia, con su respectiva capacidad y sentido de descarga. Es necesario para poder hacer la conexión a la red municipal de alcantarillado, el consultar las normas locales con el fin de conocer las condiciones de descarga permitidas hacia los colectores, hecho que repercutirá en la construcción o no de plantas de tratamiento dentro del proyecto.
- .3 **Energía eléctrica.** Identificar las redes de distribución de energía eléctrica existentes en la zona, tanto primarias como secundarias. Se debe revisar su capacidad para la demanda que requerirá el proyecto. Debe observarse si las los alimentadores son subterráneos o elevados, la potencia de las subestaciones y su forma de operación, la capacidad de los transformadores en alta y baja tensión; todo ello con el fin de calcular, si existe, un remanente en la capacidad de distribución de energía eléctrica.
4. **Telefonía.** La disponibilidad de líneas telefónicas define la gestión de trabajos específicos ante el proveedor del servicio local, para el suministro de líneas requeridas por el proyecto, de los cuales se debe tomar en cuenta su duración, que en ocasiones llega a ser demasiado tardada. Otro punto a considerar dentro de la red es su tecnología, siendo en la actualidad los sistemas de fibra óptica los más socorridos, por permitir manejar sin problemas de congestión un número prácticamente ilimitado de comunicaciones, ya sea a través de voz o datos.

## 1.5 FACTIBILIDAD ECONOMICA

Todos los proyectos deben garantizar que los recursos que se apliquen tengan una adecuada rentabilidad. Cuando son de beneficio social, en las que es más difícil la decisión, se complementará el estudio económico ponderando aspectos cualitativos como son el número de personas beneficiadas, o los trastornos que acarrea la carencia del proyecto, de manera que al compararlos con otros se pueda jerarquizar la inversión elaborando un programa de acuerdo con la disponibilidad de fondos. Cuando son proyectos privados la consideración debe ser exclusivamente económica, buscando que el capital pueda obtener utilidad adecuada,

recuperación rápida y riesgo controlado. Siempre será importante disponer de una información confiable que dé las relaciones inversión/beneficio social e inversión/utilidad económica.

El estudio dirigido a una edificación o a un conjunto urbano debe hacerse desde los siguientes enfoques: comercial, financiero, catastral y fiscal. De acuerdo con ellos se considera la mejor opción analizando aspectos no forzosamente conciliables, como son: los costos del inmueble, de su mantenimiento y de su operación; la rentabilidad de la inversión; la disponibilidad del crédito y su costo financiero; los impuestos a que dé lugar durante su construcción, su operación o su venta.

### 1.5.1 EVALUACION DE PROYECTOS

Se le llama evaluación de proyectos a toda actividad encaminada a tomar una decisión de inversión sobre un proyecto. Dado que el proyecto no cuenta con historial de operación, el financiamiento dependerá de la capacidad del proyecto de servir la deuda partiendo de los flujos de efectivo que generará. Si un proyecto es financiable o no, dependerá de:

- *Valor comprobado de los activos del proyecto, así como su capacidad tecnológica de producir lo esperado hacia un mercado conocido.*
- *Utilidades proyectadas.*
- *Capital de riesgo que el promotor invierte en el proyecto.*
- *La existencia de otras fuentes de financiamiento.*

### 1.5.2 REQUERIMIENTOS PARA UN ESTUDIO ECONOMICO

Para llevar a cabo el estudio económico se requiere tener la siguiente información base:

- *Monto aproximado de la inversión.*
- *Tasa de inflación esperada.*
- *Tasa de interés o rédito bancario vigente.*
- *Rédito bancario real.* Obtenido a partir del interés bancario vigente, incluyendo la reinversión de sus intereses menos el porcentaje de inflación en ese período.
- *Ingreso por inversión inmobiliaria.* Se calcula a partir de la media de rentas o ventas de edificios similares.
- *Beneficio esperado en la inversión.* La utilidad esperada en el caso particular que se estudia.

El estudio hecho con los parámetros anteriores permitirá determinar la viabilidad del proyecto obteniendo los siguientes resultados:

- *Eficiencia en la operación del proyecto para generar el flujo de efectivo esperado.*

- *Precio y volumen que se producirá.*
- *Costos de operación y mantenimiento.*
- *Costo de capital.*
- *Efectos de incrementos de costos, retraso en la construcción, interrupción de operaciones y fluctuaciones de precios.*

### **1.5.3 FLUJO DE EFECTIVO**

El flujo de efectivo o flujo de caja lo constituyen aquellos excedentes o faltantes de efectivo en los cuales incurre una empresa o proyecto a lo largo de un período, una vez deducidos sus gastos de operación y cubiertas sus obligaciones financieras y fiscales. El análisis de flujo de efectivo es una herramienta de apoyo en el proceso de evaluación de proyectos, su objetivo es encontrar proyectos cuyo valor a lo largo del tiempo sea superior a su costo, de ésta manera será conveniente participar en ellos.

Los costos y beneficios deben ser medidos en términos de flujo de caja y no de utilidades, ya que estas involucran algunos conceptos que no implican efectivo (depreciación). Los flujos de efectivo deben ser después de impuestos, para conocer el flujo disponible para otras inversiones.



Figura I-9. Modelo genérico de flujo de efectivo.

+	Ingresos
-	Costos
-	Depreciación
-	Costos financieros (Intereses de créditos)
<hr/>	
=	<b>Utilidad antes de impuestos</b>
-	Impuestos
<hr/>	
=	<b>Utilidad después de impuestos</b>
+	Depreciación (y amortización)
+ / -	Variaciones en el capital de trabajo
-	Pagos a principal de créditos
-	Inversiones
+	Aportaciones capital
<hr/>	
=	<b>Flujo de efectivo</b>

Figura I-10. Flujo de efectivo.

C O N C E P T O	A Ñ O					
	0 (Presente)	1	2	3	4	5
<b>Orígenes</b>						
Aportación de capital	11,680	0	0	0	0	0
Crédito bancario	11,678	0	0	0	0	0
Utilidad neta	0	4,299	4,584	6,007	6,599	7,357
Depreciación	0	3,420	3,420	3,420	3,640	3,640
Variación en el capital de trabajo	0	0	0	0	1,285	0
<b>Total Orígenes</b>	<b>23,358</b>	<b>7,719</b>	<b>8,004</b>	<b>9,427</b>	<b>11,524</b>	<b>10,997</b>
<b>Aplicaciones</b>						
Gastos preoperativos	600	0	0	0	0	0
Obra civil	21,824	0	0	0	0	0
Interés durante la construcción	934	0	0	0	0	0
Pago a principal	0	2,919	2,919	2,919	2,919	0
<b>Total Aplicaciones</b>	<b>23,358</b>	<b>2,919</b>	<b>2,919</b>	<b>2,919</b>	<b>2,919</b>	<b>0</b>
<b>Flujo disponible</b>	<b>0</b>	<b>4,800</b>	<b>5,085</b>	<b>6,508</b>	<b>8,605</b>	<b>10,997</b>

#### I.5.4 VALOR PRESENTE Y TASA DE DESCUENTO

Un aspecto de suma importancia dentro del análisis económico para un proyecto de edificación urbana, lo constituye el valor del dinero en el tiempo. Así, el dinero que se invierte en el presente vale más que el que se invierte en el futuro, siendo esto consecuencia de dos factores:

- *El poder adquisitivo se va deteriorando con la inflación.*
- *La oportunidad de hacer algo hoy con ese dinero.*

Por ejemplo, si depositamos hoy \$10,000 en un banco que ofrece una tasa de interés del 10% anual, al término de un año tendremos \$11,000.

$$V_p (1 + i)^n = V_f$$

$$\$10,000 (1 + 0.10)^1 = \$11,000$$

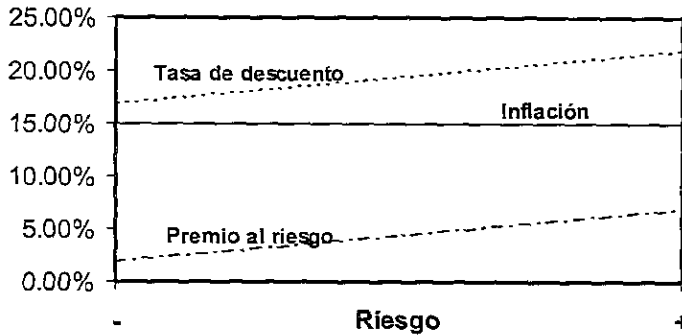
Por otra parte, la selección de la inversión que se va a realizar es fundamental, ya que el capital por amplio que sea es limitado, su utilización en un fin impide hacerlo en otro. Esta toma de decisión se denomina *costo de oportunidad del capital*, el cual está representado mediante la *tasa de descuento*. Esta tasa corresponde al mínimo rendimiento que desean obtener los inversionistas por su capital y esta compuesta por los siguientes elementos:

$$\text{Tasa de descuento} = \text{Tasa de inflación} + \text{Rendimiento real sobre la inversión}$$

El rendimiento real significa el verdadero crecimiento del dinero que se desea obtener sobre la inversión realizada. También es conocida como *premio al riesgo*, ya que el inversionista siempre arriesga su dinero y por arriesgarlo merece una ganancia superior a la inflación. Para calcular este rendimiento se debe considerar:

- *El riesgo de la inversión. A mayor riesgo mayor tasa.*
- *El rendimiento que ofrece el sector donde se va a invertir.*

Figura I-11. Tasa de descuento



Otro concepto que interviene dentro de los análisis de flujo de efectivo es el *valor presente neto*, el cual se define como el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. La fórmula para el cálculo del mismo esta dada por:

$$VPN = S_0 + \sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+i)^t}$$

Donde:

- $S_0$  = Inversión inicial (se considera negativa por ser un desembolso)
- $S_t$  = Flujo neto de efectivo para el periodo t
- $i$  = Tasa de descuento

Figura I-12. Valor presente neto

CONCEPTO	AÑO					
	0 (Presente)	1	2	3	4	5
<b>Orígenes</b>						
Aportación de capital	11,680	0	0	0	0	0
Crédito bancario	11,678	0	0	0	0	0
Utilidad neta	0	4,299	4,584	6,007	6,599	7,357
Depreciación	0	3,420	3,420	3,420	3,640	3,640
Variación en el capital de trabajo	0	0	0	0	1,285	0
<b>Total Orígenes</b>	<b>23,358</b>	<b>7,719</b>	<b>8,004</b>	<b>9,427</b>	<b>11,524</b>	<b>10,997</b>
<b>Aplicaciones</b>						
Gastos preoperativos	600	0	0	0	0	0
Obra civil	21,824	0	0	0	0	0
Interés durante la construcción	934	0	0	0	0	0
Pago a principal	0	2,919	2,919	2,919	2,919	0
<b>Total Aplicaciones</b>	<b>23,358</b>	<b>2,919</b>	<b>2,919</b>	<b>2,919</b>	<b>2,919</b>	<b>0</b>
<b>Flujo disponible</b>	<b>0</b>	<b>4,800</b>	<b>5,085</b>	<b>6,508</b>	<b>8,605</b>	<b>10,997</b>
<b>Dividendos (100% del flujo disp.)</b>	<b>0</b>	<b>4,800</b>	<b>5,085</b>	<b>6,508</b>	<b>8,605</b>	<b>10,997</b>
<b>Tasa de descuento</b>	<b>0.00%</b>	<b>10.00%</b>	<b>10.00%</b>	<b>10.00%</b>	<b>10.00%</b>	<b>10.00%</b>
<b>Flujos descontados parciales</b>	<b>0</b>	<b>4,363</b>	<b>4,202</b>	<b>4,889</b>	<b>5,877</b>	<b>6,828</b>
<b>Acumulados</b>	<b>0</b>	<b>4,363</b>	<b>8,566</b>	<b>13,455</b>	<b>19,332</b>	<b>26,160</b>

$$\text{VPN} = -23,358 + 26,160 = 2,802$$

### 1.5.5 TASA INTERNA DE RETORNO

Es la tasa de descuento a la que el VPN es igual a cero. Esta tasa iguala la inversión inicial con la suma de los flujos descontados. Es una medida de sencilla interpretación de la rentabilidad y riesgo en tasa.

Dentro de la tasa interna de retorno (TIR), podemos distinguir tres categorías:

- .1 **TIR del proyecto.** Tasa interna de retorno que iguala el VPN a cero sin considerar financiamiento.
- .2 **TIR de la empresa.** Tasa interna de retorno que considera todos los flujos netos de la empresa sin importar la fuente de los recursos.

.3 **TIR del accionista.** Tasa interna de retorno que considera la aportación de capital por parte de los socios y los dividendos obtenidos sobre dicha inversión.

Figura I-13. Tasa interna de retorno.

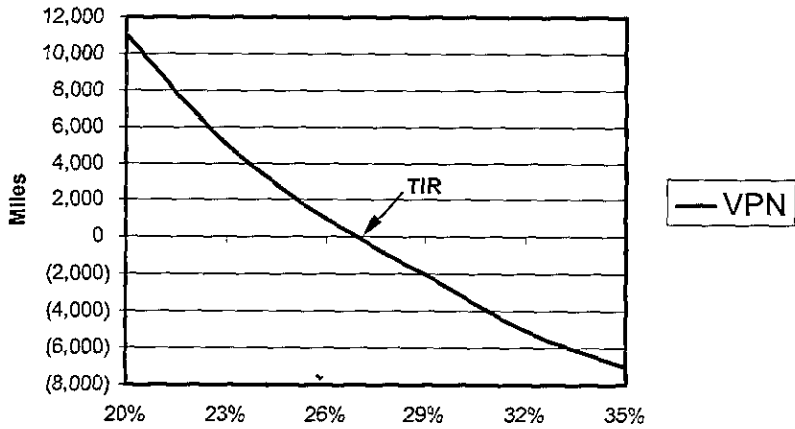


Figura I-14. Tasa interna de retorno del proyecto asumiendo aportación 100% de capital

CONCEPTO	AÑO					
	0 (Presente)	1	2	3	4	5
<b>Orígenes</b>						
Aportación de capital	22,424	0	0	0	0	0
Crédito bancario	0	0	0	0	0	0
Utilidad neta	0	4,822	4,977	6,269	6,729	7,357
Depreciación	0	3,420	3,420	3,420	3,640	3,640
Variación en el capital de trabajo	0	0	0	0	1,285	0
<b>Total Orígenes</b>	<b>22,424</b>	<b>8,242</b>	<b>8,397</b>	<b>9,689</b>	<b>11,655</b>	<b>10,997</b>
<b>Aplicaciones</b>						
Gastos preoperativos	600	0	0	0	0	0
Obra civil	21,824	0	0	0	0	0
Interés durante la construcción	0	0	0	0	0	0
Pago a principal	0	0	0	0	0	0
<b>Total Aplicaciones</b>	<b>22,424</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Flujo disponible</b>	<b>0</b>	<b>8,242</b>	<b>8,397</b>	<b>9,689</b>	<b>11,655</b>	<b>10,997</b>
<b>Dividendos (100% del flujo disp.)</b>	<b>0</b>	<b>8,242</b>	<b>8,397</b>	<b>9,689</b>	<b>11,655</b>	<b>10,997</b>
<b>Tasa de descuento</b>	<b>0.00%</b>	<b>30.73%</b>	<b>30.73%</b>	<b>30.73%</b>	<b>30.73%</b>	<b>30.73%</b>
<b>Flujos descontados parciales</b>	<b>0</b>	<b>6,305</b>	<b>4,913</b>	<b>4,336</b>	<b>3,990</b>	<b>2,880</b>
<b>Acumulados</b>	<b>0</b>	<b>6,305</b>	<b>11,218</b>	<b>15,554</b>	<b>19,544</b>	<b>22,424</b>

$$VPN = -22,424 + 22,424 = 0 \Rightarrow TIR \text{ Proyecto} = 30.73\%$$

Figura I-15. Tasa interna de retorno de la empresa

C O N C E P T O	A N O					
	0 (Presente)	1	2	3	4	5
<b>Orígenes</b>						
Aportación de capital	11,680	0	0	0	0	0
Crédito bancario	11,678	0	0	0	0	0
Utilidad neta	0	4,299	4,584	6,007	6,599	7,357
Depreciación	0	3,420	3,420	3,420	3,640	3,640
Variación en el capital de trabajo	0	0	0	0	1,285	0
<b>Total Orígenes</b>	<b>23,358</b>	<b>7,719</b>	<b>8,004</b>	<b>9,427</b>	<b>11,524</b>	<b>10,997</b>
<b>Aplicaciones</b>						
Gastos preoperativos	600	0	0	0	0	0
Obra civil	21,824	0	0	0	0	0
Interés durante la construcción	934	0	0	0	0	0
Pago a principal	0	2,919	2,919	2,919	2,919	0
<b>Total Aplicaciones</b>	<b>23,358</b>	<b>2,919</b>	<b>2,919</b>	<b>2,919</b>	<b>2,919</b>	<b>0</b>
<b>Flujo disponible</b>	<b>0</b>	<b>4,800</b>	<b>5,085</b>	<b>6,508</b>	<b>8,605</b>	<b>10,997</b>
<b>Dividendos (100% del flujo disp.)</b>	<b>(23,358)</b>	<b>4,800</b>	<b>5,085</b>	<b>6,508</b>	<b>8,605</b>	<b>10,997</b>
<b>Tasa de descuento</b>	<b>0.00%</b>	<b>13.94%</b>	<b>13.94%</b>	<b>13.94%</b>	<b>13.94%</b>	<b>13.94%</b>
<b>Flujos descontados parciales</b>	<b>0</b>	<b>4,212</b>	<b>3,916</b>	<b>4,399</b>	<b>5,105</b>	<b>5,726</b>
<b>Acumulados</b>	<b>0</b>	<b>4,212</b>	<b>8,129</b>	<b>12,528</b>	<b>17,633</b>	<b>23,358</b>

$$VPN = - 23,358 + 23,358 = 0 \Rightarrow TIR Empresa = 13.94\%$$

Figura I-16. Tasa interna de retorno del accionista suponiendo aportación del 50%

C O N C E P T O	A N O					
	0 (Presente)	1	2	3	4	5
<b>Orígenes</b>						
Aportación de capital	11,680	0	0	0	0	0
Crédito bancario	11,678	0	0	0	0	0
Utilidad neta	0	4,299	4,584	6,007	6,599	7,357
Depreciación	0	3,420	3,420	3,420	3,640	3,640
Variación en el capital de trabajo	0	0	0	0	1,285	0
<b>Total Orígenes</b>	<b>23,358</b>	<b>7,719</b>	<b>8,004</b>	<b>9,427</b>	<b>11,524</b>	<b>10,997</b>
<b>Aplicaciones</b>						
Gastos preoperativos	600	0	0	0	0	0
Obra civil	21,824	0	0	0	0	0
Interés durante la construcción	934	0	0	0	0	0
Pago a principal	0	2,919	2,919	2,919	2,919	0
<b>Total Aplicaciones</b>	<b>23,358</b>	<b>2,919</b>	<b>2,919</b>	<b>2,919</b>	<b>2,919</b>	<b>0</b>
<b>Flujo disponible</b>	<b>0</b>	<b>4,800</b>	<b>5,085</b>	<b>6,508</b>	<b>8,605</b>	<b>10,997</b>
<b>Dividendos (100% del flujo disp.)</b>	<b>0</b>	<b>4,800</b>	<b>5,085</b>	<b>6,508</b>	<b>8,605</b>	<b>10,997</b>
<b>Tasa de descuento</b>	<b>0.00%</b>	<b>44.28%</b>	<b>44.28%</b>	<b>44.28%</b>	<b>44.28%</b>	<b>44.28%</b>
<b>Flujos descontados parciales</b>	<b>0</b>	<b>3,327</b>	<b>2,443</b>	<b>2,167</b>	<b>1,986</b>	<b>1,759</b>
<b>Acumulados</b>	<b>0</b>	<b>3,327</b>	<b>5,769</b>	<b>7,936</b>	<b>9,922</b>	<b>11,680</b>

$$VPN = - 11,680 + 11,680 = 0 \Rightarrow \text{TIR Accionista} = 44.28\%$$



### I.5.6 VALOR DE RESCATE

El valor de rescate (VR) o de salvamento parte de un flujo de efectivo extra incorporado en el último año del análisis realizado. Este flujo de efectivo es una consideración teórica que supone la venta de todos los activos del proyecto, aumenta el VPN o la TIR y hace más atractivo el proyecto. Para su cálculo es necesario considerar:

- El valor contable del activo.
- El valor fiscal del activo.
- Las revaluaciones del activo (en caso de considerar inflación en el análisis).
- La depreciación acumulada que ha sufrido el activo.
- Costos de liquidación (sueldos, comisiones, etc.).

Debido a que la depreciación es directamente proporcional al plazo en que se vaya a ofertar el activo, es conveniente que dichos plazos sean relativamente cortos, con miras a obtener el mayor valor de rescate posible. Por otra parte, los costos de liquidación pueden considerarse independientes al plazo de venta del activo y generalmente representarán alrededor de un 10% del valor de adquisición del mismo.

### I.5.7 PERPETUIDAD

La perpetuidad o valor continuo es similar al valor de rescate, ya que es un flujo de efectivo extra que se considera en el último año de un análisis económico, la diferencia es que este valor continuo representa un valor esperado de los flujos de efectivo que generará el proyecto más allá de un horizonte más o menos predecible. El uso de un valor a perpetuidad evita la necesidad de pronosticar a detalle el comportamiento de un proyecto en plazos muy largos. El valor de la perpetuidad se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$\text{Perpetuidad} = \frac{FNE_{t+1}}{i - g}$$

Donde:

- $FNE_{t+1}$  = El último Flujo Neto de Efectivo de la proyección realizada
- $i$  = Tasa de descuento empleada en el análisis
- $g$  = Crecimiento anual esperado para los flujos de perpetuidad (generalmente 5%)

Una vez calculada la perpetuidad, ésta se incluye en el análisis como un flujo más en el año inmediato al último considerado.

Figura I-17. Perpetuidad

CONCEPTO	AÑO			
	1	2	3	Perpetuidad
Flujos netos de efectivo	1,230	1,843	<b>3,548</b>	<b>35,480</b>
Tasa de descuento	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%
Flujo descontado	1,070	1,394	2,333	20,286
Acumulado	1,070	2,463	4,796	25,082
Suma de flujos descontados	<b>25,082</b>			
Inversión inicial	<b>15,000</b>			

$$\text{Perpetuidad} = 3,548 / (0.15 - 0.05) = 35,480$$

$$\text{VPN} = -15,000 + 25,082 = 10,082$$

### I.5.8 ANALISIS INCREMENTAL

El análisis incremental se emplea para comparar alternativas con diferente monto de inversión y consiste en determinar si a los incrementos de inversión que tienen las alternativas, corresponde un incremento en los beneficios obtenidos. Es decir, se va a invertir más, exclusivamente para ganar más, por lo tanto, el análisis incremental se circunscribe a determinar si a los incrementos de la inversión corresponde un incremento suficiente en las ganancias.

En primera instancia, la solución más sencilla aparenta ser la opción con mayor VPN. Sin embargo la opción donde se arriesga más dinero es de la que podría esperarse mayor ganancia. Para llevar a cabo el análisis incremental entre varias opciones de inversión se procede de la siguiente manera:

- Determinar el VPN de cada una de las opciones.
- Comparar la alternativa rentable de menor inversión con la siguiente de mayor inversión.

- *Determinar si la ganancia extra es económicamente conveniente a la tasa de descuento.*
- *Obtener el VPN de las dos primeras opciones más bajas de inversión en base a la diferencia de sus beneficios anuales y de la diferencia de los montos de inversión inicial. Si éste resulta positivo, entonces será conveniente hacer la inversión extra de la más baja a la siguiente mayor.*
- *Analizar las opciones subsecuentes con las ya aceptadas hasta que las ganancias adicionales no sean económicamente suficientes.*

### 1.5.9 INFLACION

La inflación se define como el incremento sostenido en el nivel general de precios en una economía y/o la pérdida del poder adquisitivo de una moneda. Este concepto nos permite ahora mencionar otros relacionados con los análisis económicos como lo son:

- 1.1 Pesos constantes y tasas reales.** Se le llama de esta manera al dinero y a las tasas que no contienen el efecto inflacionario.
- 1.2 Pesos corrientes y tasas nominales.** Dinero y tasas que contienen un componente inflacionario.

Para cualquier método que se emplee en la evaluación económica considerándose la inflación, el procedimiento de cálculo es el mismo, excepto por las cifras que ahora estarán afectadas por la inflación, entre las cuales esta la tasa de descuento empleada.

La fórmula que relaciona las tasas nominales (con inflación) con las tasas reales (sin inflación) es la siguiente y se conoce como Teoría de Fisher:

$$r_{nominal} = r_{real} + f + r_{real} (f)$$

Donde:

$r_{nominal}$	=	Tasa nominal
$r_{real}$	=	Tasa real
$f$	=	Tasa de inflación

### 1.5.10 ESTRUCTURA DE CAPITAL

La política de endeudamiento, es decir, que tanto debe endeudarse una empresa es una cuestión que preocupa a muchos directores y ejecutivos. Para determinar cual es el punto óptimo debemos recordar que el objetivo principal de los directores y ejecutivos de cualquier empresa es "maximizar el valor de la empresa y/o proyecto". Para lograr este objetivo es necesario identificar cual es el valor de la empresa, la siguiente fórmula es la que generalmente se aplica en este caso:

$$\text{Valor de la empresa} = \text{Valor cuando se financia sólo con capital propio} + \text{Ahorro fiscal} - \text{Costo de insolvencia financiera}$$

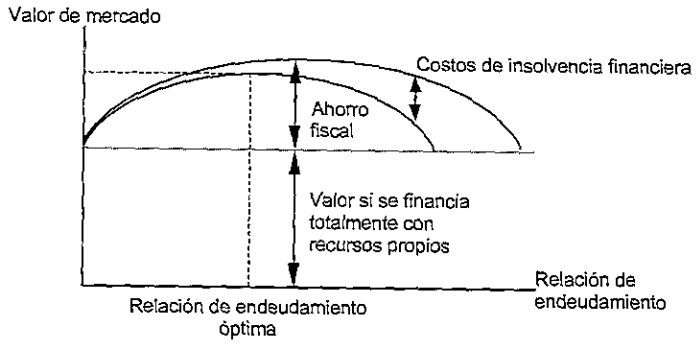
- .1 Costos de insolvencia financiera.** La insolvencia financiera se produce cuando los acuerdos de pago de deudas se rompen o se cumplen con dificultad. Los costos de dicha insolvencia pueden ser desde el cobro de alguna garantía otorgada hasta el costo de quiebra.
- .2 Escudo o ahorro fiscal.** El financiar un proyecto mediante deuda conlleva una ventaja importante bajo el sistema impositivo, ya que los intereses que se pagan son deducibles de impuestos y aumenta de esta manera la renta total que puede repartirse a los obligacionistas y accionistas. Para evaluar de manera sencilla el efecto del escudo fiscal en la utilidad neta de una empresa podemos utilizar la siguiente fórmula:

$$\text{Utilidad neta sin apalancamiento} - [\text{Intereses} (1 - \text{Tasa de impuestos})] = \text{Utilidad neta con apalancamiento}$$

La figura I-13 muestra como la relación de intercambio entre los beneficios fiscales y los costos de insolvencia determinan la estructura de capital. El ahorro fiscal aumenta inicialmente cuando crece el endeudamiento de la empresa. Para niveles moderados de endeudamiento la probabilidad de insolvencia es mínima por lo que su costo es pequeño y dominan las ventajas fiscales, pero en algún punto la probabilidad de insolvencia aumenta con rapidez y los costos de insolvencia comienzan a restarle valor a la empresa y la ventaja fiscal comienza a disminuir.

El óptimo teórico se alcanza cuando el valor del ahorro fiscal debido al endeudamiento adicional se ve exactamente compensado por el incremento del valor de los costos de insolvencia.

Figura I-18. Punto optimo de endeudamiento



# DISEÑO

# II

Una vez concluidos los estudios previos para un proyecto de edificación urbana, se da inicio a la etapa de diseño. En esta fase se conjuntan las condiciones del sitio de desarrollo del proyecto y las necesidades de espacios para sus ocupantes de acuerdo al tipo de edificación que se trate. Además, los encargados del diseño deben tener presentes los estándares que se requieren en la zona referentes a arquitectura, seguridad estructural e instalaciones.

Antes del desarrollo del proyecto ejecutivo, se presenta a los propietarios un anteproyecto, el cual muestra de forma general el diseño de la edificación. Este anteproyecto es revisado, valorado económicamente y algunas veces modificado de manera importante, para que al final de este proceso se emitan las especificaciones y planos que conformarán el proyecto definitivo.

## II.1 ANTEPROYECTO

La elaboración de un anteproyecto, consiste en un diseño preliminar de la edificación urbana que se pretende construir. Generalmente involucra en primera instancia al equipo de diseño arquitectónico, para que una vez que estén definidos los espacios y las dimensiones generales, puedan empezar a trabajar los equipos de diseño estructural e instalaciones.

### II.1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

La creación de un anteproyecto debe en la manera de lo posible, reflejar las principales características del edificio, pues la información que proporcione el anteproyecto será fundamental para la estimación del costo de construcción preliminar y así poder tomar decisiones de inversión.

Los resultados que se pueden generar en un anteproyecto, con el objetivo de dar a conocer la conceptualización del mismo, pueden basarse en elementos como: planos, maquetas y modelos tridimensionales en computadora.

Aunque un anteproyecto es una conceptualización muy genérica de la nueva edificación, esto no significa que no deba respetar los reglamentos y normas vigentes en la zona para su elaboración. De tal forma, los lineamientos oficiales marcados para el diseño de un proyecto de

edificación urbana, deben ser reflejados desde esta etapa temprana, aunque posteriormente sean afinados en la etapa de elaboración del proyecto ejecutivo.

La información del proyecto con que se cuenta a este nivel la integran los siguientes conceptos:

- *Descripción de la función del inmueble*
- *Localización general*
- *Regulaciones gubernamentales (preliminar)*
- *Dimensiones del edificio (preliminar)*
- *Plan de contratación (preliminar)*
- *Fechas de planeación estratégica (preliminar)*

## **II.2 ESTIMADO DE COSTOS**

El plan monetario del proyecto es el pronóstico financiero del mismo y sienta las bases para el control de costos y el flujo de efectivo. El desarrollo del plan monetario involucra a la estimación preliminar de costos, al presupuesto, al flujo de efectivo, al control de costos y a la rentabilidad del proyecto. Tomadas en conjunto, estas funciones conforman lo que se conoce como ingeniería de costos.

### **II.2.1 COSTO ESTIMADO DE CONSTRUCCION**

El estimado del costo de construcción usualmente proporciona la primera indicación específica del costo total del proyecto (CTP). El estimado del CTP muestra información vital al propietario, al proyectista y al contratista. El propietario utiliza la última proyección del CTP para verificar la factibilidad económica del proyecto y las necesidades de flujo de efectivo. El proyectista utiliza el dato para confirmar la viabilidad de su diseño y adecuarlo al monto de la inversión proyectada. El estimado de costo para la construcción también permite al contratista valorar la posible utilidad esperada en la ejecución del proyecto. El director de proyecto desde luego, tiene un personal interés en el costo preliminar estimado, debido a su deseo de tener un proyecto financieramente exitoso.

El costo estimado preliminar para la construcción establece la base sobre la cual se desarrollarán evaluaciones económicas más acertadas del proyecto a medida que se vaya definiendo su diseño. Usualmente el monto final, inicia como un estimado de costo que es negociado entre el propietario y el contratista. El estimado usado para definir el monto del contrato se convierte entonces en el presupuesto para el control de costos del proyecto. Es esta la razón más importante para tener un costo estimado bien integrado, basado en cuentas de costo que faciliten transformarlo en presupuesto.

El costo estimado de construcción es un valor producto de una predicción y es bueno recordar que ésta se encuentra basada en ciertos factores clave que se tienen en el momento de la estimación. Algunos de estos factores son:

- *Definición del proyecto*
- *Plan de contratación*
- *Programa de ejecución*
- *Tecnología a emplear en la construcción*
- *Productividad esperada de la mano de obra*
- *Métodos de estimación*

Una vez definido el grado de avance en el desarrollo de los factores anteriores, se establecen cuales serán las herramientas y técnicas a emplear con el fin de obtener el costo preliminar de construcción

## II.2.2 HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS PARA EL ESTIMADO DE COSTOS

Las herramientas y técnicas disponibles para la estimación de costos deben de ir de acuerdo al tipo de proyecto. Su aplicación es también función de la capacidad del equipo de estimadores y de la información disponible. Algunos contratistas cuentan con un completo departamento de estimación de costos o técnico, donde se pueden encontrar amplios archivos históricos sobre costos relacionados con tipos específicos de proyectos ejecutados por la misma compañía. Este acervo de información en ocasiones es la ventaja que tienen los contratistas sobre los propietarios, ya que estos últimos a veces sólo llegan a tener como referencias los manuales de los costos promedio de edificación en el país. Sin embargo, los propietarios tienen la opción de recurrir a empresas consultoras, para poder revisar el costo estimado que presente el contratista.

Una amplia variedad de herramientas para calcular estimaciones de costos preliminares han sido desarrolladas a través de los años, Aquí presentamos algunas de ellas, las cuales son propuestas por el *Project Management Institute*:

1. **Estimado por analogía.** Implica el uso de un costo anterior como costo actual, de un proyecto con características similares al que se pretende construir. Frecuentemente es usado para estimados preliminares del costo total del proyecto cuando no se cuenta con suficiente información del diseño. El estimado por analogía es una especie de juicio basado en la experiencia, ésta puede provenir de otros departamentos de la empresa constructora, consultores, asociaciones profesionales y técnicas, además de grupos industriales.

La estimación por analogía es generalmente menos costosa que otras técnicas, pero también es menos precisa. Es más efectiva cuando los proyectos anteriores son similares en esencia y no en apariencia, y el equipo o las personas que la preparan tienen la suficiente experiencia.



- 2. Modelos paramétricos.** Involucra el uso de características del proyecto (parámetros) dentro de un modelo matemático para predecir el costo del proyecto. Los modelos pueden ser tan simples como la relación entre costo y superficie de construcción o muy complejos, donde intervienen muchas variables y factores de ajuste.

El costo y la precisión de los modelos paramétricos varían ampliamente. Su efectividad se incrementa cuando la información histórica usada para el desarrollo del modelo del proyecto es fidedigna, los parámetros empleados en el modelo son cuantificables y en la capacidad de escalabilidad del modelo (extrapolación).

- 3. Estimado por conceptos.** Esta técnica implica el estimado de costo para conceptos de obra, los cuales sumariados reflejan el costo total del proyecto.

El costo y la precisión de la estimación por conceptos es conducida por el número de actividades de obra identificadas en la revisión del diseño. A menor número de conceptos, mayor error y posiblemente mayor costo estimado del proyecto. Es aquí cuando la dirección de proyectos tiene que evaluar que tan aproximado debe ser el estimado, para que de esa manera busque más recursos (económicos, técnicos y humanos), o definitivamente atenerse a un monto muy grueso que bien podría ser calculado con una herramienta menos costosa.

- 4. Herramientas computarizadas.** Las herramientas computarizadas, como las hojas de cálculo o paquetería especializada para dirección de proyectos, son ampliamente utilizadas para asistir el cálculo del costo estimado. Algunos de estos productos simplifican el uso de las herramientas descritas anteriormente y por lo tanto, facilitan la rápida consideración de muchas alternativas de costo.

En México son utilizados más ampliamente los modelos paramétricos y el estimado por conceptos, los cuales analizaremos con más detalle a continuación.

## II.2.3 MODELOS PARAMETRICOS

En las etapas anteriores al diseño completo del proyecto y con el fin de normar y ajustar su desarrollo, es necesario contar con estimaciones adecuadas de los posibles costos. Con este fin se aplican los modelos paramétricos, uno de los más sencillos dentro de las técnicas de estimación, que consiste medir directamente en los planos del anteproyecto, las áreas o volúmenes del edificio y multiplicar esa cantidad por el costo unitario respectivo.

No es posible, sin embargo, calcular ese costo unitario; es necesario investigarlo recurriendo a los antecedentes accesibles y que, para ser aplicables, deben reunir los siguientes requisitos:

- *Referirse a un edificio del mismo género*
- *Que las especificaciones sean iguales, o cuando menos que puedan satisfacerse al mismo costo*
- *Actualizar el costo investigado y pronosticarlo a la fecha de la terminación de la obra.*

Este procedimiento tiene como principal fuente de imprecisión el hecho de que los costos de los diferentes elementos de la construcción no son, necesariamente, proporcionales a las áreas o volúmenes construidos.

Los modelos paramétricos más elaborados requieren para su uso que el cálculo de los respectivos parámetros se haya hecho previamente. Este cálculo puede hacerse con base en los costos observados de edificios construidos, y en caso de no ser esto factible, los analíticamente calculados con el estimado por conceptos constituyen una aceptable hipótesis, que irá afinándose al contrastarla con la realidad. Por lo anterior, se puede afirmar que los modelos paramétricos, se apoyan en el estimado de costo por conceptos.

Fig. II-1. Costo directo por metro cuadrado de apartamentos

CARACTERÍSTICAS	\$/M <sup>2</sup>
20 apartamentos de 120 m <sup>2</sup> cada uno, 6 pisos más 1 sótano de 378 m <sup>2</sup> , categoría media. Incluye 1,000 m <sup>2</sup> de estacionamiento	2,040.60
18 apartamentos de 75 m <sup>2</sup> cada uno, categoría media, 4 pisos con 2,160 m <sup>2</sup> en total. Incluye 500 m <sup>2</sup> de estacionamiento.	2,422.60
32 apartamentos de 35 m <sup>2</sup> cada uno, 4 pisos, categoría económica, 1,226 m <sup>2</sup> en total, sin estacionamiento cubierto.	1,594.35
24 apartamentos de 35 m <sup>2</sup> cada uno, 4 pisos, categoría económica, 1,226 m <sup>2</sup> en total. Incluye 300 m <sup>2</sup> de estacionamiento cubierto.	1,361.98
35 apartamentos de 197 m <sup>2</sup> cada uno, categoría de semilujo, 8 pisos más 1 sótano con 10,053 m <sup>2</sup> . Incluye 3 cajones de estacionamiento cubierto por apartamento.	2,408.60
21 apartamentos de 391 m <sup>2</sup> cada uno, categoría de lujo, 8 pisos más 1 sótano de 11,269 m <sup>2</sup> . Incluye 5 cajones de estacionamiento cubierto por apartamento.	2,659.19
Edificio de 7,901 m <sup>2</sup> , con 35 apartamentos de semilujo de 197 m <sup>2</sup> cada uno, sin estacionamiento.	2,636.30
Edificio de 8,505 m <sup>2</sup> , con 21 apartamentos de lujo de 397 m <sup>2</sup> cada uno, 27 pisos, sin estacionamiento.	3,218.59
28 apartamentos de 120 m <sup>2</sup> cada uno, 4,860 m <sup>2</sup> en total, 8 pisos más 1 sótano, categoría media. Incluye: 1,000 m <sup>2</sup> de estacionamiento.	2,185.74
840 apartamentos de 47 m <sup>2</sup> cada uno, 54,158 m <sup>2</sup> en total, categoría económica. Incluye obra exterior.	1,258.44

\* Costos a enero de 1998

Fig. II-2. Costo directo por metro cuadrado de hoteles

CARACTERISTICAS	\$ / M <sup>2</sup>
Hotel 3 estrellas con 4,088 m <sup>2</sup> , 72 habitaciones, 6 pisos más sótano, estacionamiento cubierto con 733 m <sup>2</sup> y estacionamiento exterior con 400 m <sup>2</sup> .	2,389.83
Hotel 5 estrellas con 8,150 m <sup>2</sup> , 70 habitaciones, 9 pisos más 2 sótanos, estacionamiento cubierto con 2,200 m <sup>2</sup> y estacionamiento exterior con 700 m <sup>2</sup> .	2,610.41
Hotel 4 estrellas con 7,148 m <sup>2</sup> , 2 pisos, con 132 habitaciones y estacionamiento exterior.	2,345.82
Centro de convenciones con 1,535 m <sup>2</sup> estilo colonial.	2,499.45
Restaurante de comida rápida con 730 m <sup>2</sup> , categoría media baja, con techumbre de lámina, para 190 clientes. Incluye estacionamiento.	2,040.27
Restaurante con 730 m <sup>2</sup> categoría media, para 170 clientes. Incluye estacionamiento exterior y en azotea.	3,480.01
Hotel 3 estrellas con 2,920 m <sup>2</sup> , 72 habitaciones, 5 pisos, sin estacionamiento.	2,726.29
Hotel 5 estrellas con 5,187 m <sup>2</sup> , 68 habitaciones más 2 suites, 7 pisos, sin estacionamiento.	3,268.80

\* Costos a enero de 1998

Fig. II-3. Costo directo por metro cuadrado de hospitales

CARACTERISTICAS	\$ / M <sup>2</sup>
Hospital de 6 pisos, con 7,290 m <sup>2</sup> , 135 camas, 15 cunas. No incluye estacionamiento.	2,279.13

\* Costos a enero de 1998

Fig. II-4. Costo directo por metro cuadrado de oficinas

CARACTERÍSTICAS	\$ / M <sup>2</sup>
Edificio de oficinas, categoría económica, con 4,860 m <sup>2</sup> , 1 elevador, 8 pisos más 1 sótano, sin acabados interiores.	1,627.91
Edificio de oficinas, categoría media, con 4,860 m <sup>2</sup> , 8 niveles más 1 sótano. Incluye 1,000 m <sup>2</sup> de estacionamiento.	2,218.35
Edificio de oficinas, categoría de semilujo, con 4,860 m <sup>2</sup> , 8 pisos más 1 sótano. Incluye 1,000 m <sup>2</sup> de estacionamiento.	2,741.60
Edificio de oficinas a base de estructura de acero, categoría media, con 4,860 m <sup>2</sup> , 28 pisos más 1 sótano. Incluye 1,000 m <sup>2</sup> de estacionamiento.	2,540.36
Edificio de oficinas con cimentación a base de pilotes, categoría media, con 4,860 m <sup>2</sup> , 8 pisos más 1 sótano. Incluye 1,000 m <sup>2</sup> de estacionamiento.	2,345.77
Edificio de oficinas con cimentación a base de pilotes, estructura de acero, categoría media, con 4,860 m <sup>2</sup> . Incluye 1,000 m <sup>2</sup> de estacionamiento.	2,671.97
Edificio de oficinas con cimentación a base de pilotes, estructura de acero, con 4,860 m <sup>2</sup> , categoría de semilujo. Incluye 1,000 m <sup>2</sup> de estacionamiento.	3,040.13
Edificio de oficinas con 3,780 m <sup>2</sup> , categoría económica, sin acabados interiores, 1 elevador y 6 pisos.	1,604.66
Edificio de oficinas con 3,780 m <sup>2</sup> , 6 pisos más 1 sótano, con cimentación a base de pilotes, estructura de acero. Incluye 1,000 m <sup>2</sup> de estacionamiento.	2,611.73
Edificio de oficinas de 13 pisos, 4 sótanos, 10,582 m <sup>2</sup> . Incluye 8 niveles de estacionamiento con 1,300 m <sup>2</sup> de rampas.	2,313.16
Edificio de oficinas con 1,080 m <sup>2</sup> , 2 niveles, categoría media. No incluye obra exterior ni estacionamiento.	1,863.05

\* Costos a enero de 1998.

## II.2.4 ESTIMADO POR CONCEPTOS

Esta técnica consiste en términos generales en:

- *Desglosar el proceso constructivo en una serie de conceptos según el orden en el que se realicen*
- *Calcular el costo unitario directo de cada concepto*
- *Medir en planos y cuantificar las cantidades de obra de cada uno de dichos conceptos*
- *Calcular el costo por partidas que integran los conceptos de obra y el costo total del edificio.*

Este procedimiento nos permite calcular en primera instancia y con un aceptable grado de aproximación, siempre y cuando la técnica haya sido correctamente aplicada, el costo directo del edificio y después el total al agregarse los respectivos indirectos. Sin embargo, requiere que las decisiones hayan llegado a un alto nivel de especificidad, lo cual implica que el anteproyecto deberá estar definido.

Para ser aplicada esta técnica, se requiere desde luego, de un juego completo de planos; ya sea que se proceda a cubicar las cantidades de obra o a redactar los alcances de los conceptos.

Para la cubicación de las cantidades de obra será necesario que en los planos estén representados no solamente el espacio arquitectónico y el sistema constructivo, sino también las instalaciones y complementos. De cada uno de estos elementos nos informarán sobre su forma, dimensiones, datos básicos de los materiales que los integran y demás características pertinentes que permitan, asimismo, la elaboración de los alcances respectivos.

## II.2.5 TIPOS DE ESTIMADO DE COSTOS

Los estimados de costo de construcción se pueden clasificar en cuatro tipos, de acuerdo al propósito para el que servirá el estimado durante el ciclo de vida del proyecto, teniendo dentro de estas categorías diferentes porcentajes de error. Este porcentaje depende de las políticas de las empresas que intervienen en el proyecto y del grado de definición del diseño al momento de elaborar el estimado.

Figura II-5. Tipos de estimación del costo de construcción

Tipo de Estimación	Propósito	% de Error	Etapa del Diseño
1. Viabilidad	Determinar la factibilidad del proyecto	± 25 a 30%	Evaluación y planeación
2. Adjudicación	Obtener fondos para el proyecto	± 15 a 25%	Anteproyecto
3. Presupuesto	Presupuesto para control del proyecto	± 10 a 15%	Proyecto ejecutivo
4. Definitiva	Predicción del costo final	± 5%	Ingeniería de detalle

El empleo de un porcentaje de error es quizá el concepto menos comprendido en el campo de la estimación de costos. No representa a un porcentaje por contingencia de lo estimado. Más aún, es un indicador de la probabilidad de sobrevaluar o subvaluar el estimado de costos. El estimado por sí mismo ya debe de contemplar un monto para imprevistos, con el fin de cubrir omisiones. Una disminución en el porcentaje de error es esperada a medida que el diseño sea aprobado y los estimadores obtengan autorizaciones de precios por parte del propietario o su representante. Un bajo porcentaje de error, refleja que la probabilidad de que se sobrevalue el proyecto sea menor.

## II.2.6 JERARQUIZACION DEL PROYECTO

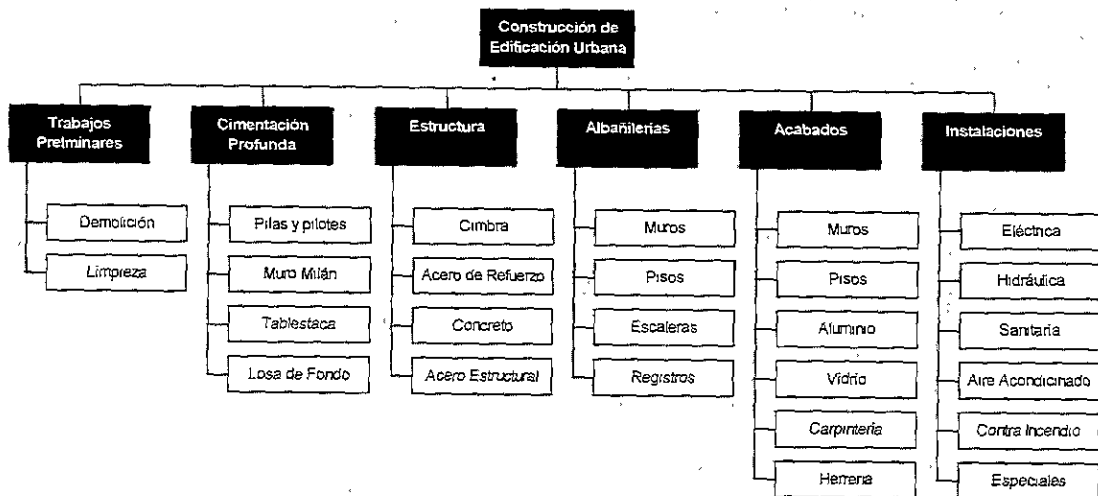
La decisión de elaborar un costo estimado de construcción detallado no debe ser tomada tan a la ligera, debido a que se encuentra involucrada una cantidad de dinero importante. Como consecuencia de la presentación de un costo de construcción no detallado, se pueden tener repercusiones demasiado costosas.

Desde la fase de anteproyecto, la jerarquización de las actividades a ejecutar juega un papel decisivo en la organización, presupuestación, ejecución y control del proyecto. La estructura de jerarquización (*Work Breakdown Structure*), agrupa a conceptos de obra que por sus características en común permiten dividir al proyecto en partes funcionales denominadas frentes. Además, la jerarquización permite definir el alcance de los trabajos e incluir aquellos que pudieran haber quedado fuera. Cada nivel decreciente en la jerarquización representa un nivel mayor de detalle en la descripción de los elementos del proyecto

La jerarquización de un proyecto previo, puede ser utilizada como plantilla para uno nuevo. A pesar de que cada proyecto es único, la jerarquización puede ser "reutilizada" a partir de que muchos proyectos son desarrollados en base a otros, con algunas modificaciones. La

jerarquización de la construcción de un proyecto de edificación urbana generalmente se representa por medio de una gráfica, como la mostrada en la figura II-2. Debe tenerse cuidado de no confundir una lista de actividades sin estructura con la jerarquización del proyecto.

Figura II-6. Jerarquización de la construcción de un proyecto de edificación urbana



A cada elemento de la jerarquización se le asigna generalmente un identificador, este identificador es a menudo conocido como cuenta de costo. Los elementos ubicados en el nivel inferior de los frentes de una jerarquización del proyecto, a menudo corresponden a partidas del proyecto. Las partidas pueden ser ampliamente desglosadas en el siguiente nivel inferior y que corresponde a los conceptos de trabajo o definición de actividades.

Las cuentas de costo son comúnmente anotadas en documentos como planos, especificaciones, presupuestos, programas y organigramas.

Con el fin de organizar la información más común de la construcción en un orden estándar, el *Construction Specifications Institute* de los Estados Unidos, introdujo en 1963 el llamado *Masterformat*, el cual es un catálogo donde se presenta una lista de conceptos y claves para promover la estandarización y así facilitar la consulta de información y mejorar la comunicación en la construcción.

Los modernos y complejos proyectos de hoy en día son diseñados y construidos por especialistas que utilizan una gran variedad de productos y sistemas. La efectiva comunicación

entre las personas involucradas en un proyecto es fundamental para la conclusión exitosa de los trabajos. Un importante factor en la comunicación efectiva es la estandarización. La consulta de información es casi imposible sin un sistema estandarizado de control de documentos, que sea familiar para los usuarios. El *Masterformat* apoya a la industria de la construcción como un sistema estandarizado para el control de documentos, convirtiéndose en una importante herramienta para una comunicación eficiente. Provee un sistema uniforme para organizar las especificaciones de proyecto e información de costos, entre otra serie de documentación técnica.

Los conceptos y claves en el *Masterformat* están agrupados bajo las siguientes categorías:

- *Requisitos para licitación*
- *Formas de contratación*
- *Condiciones de los contratos*
- *División de especificaciones 1 a 16*

Los documentos bajo las tres primeras categorías no son especificaciones y no deberían iniciarse o cambiarse hasta que no exista una coordinación específica con el propietario y los consultores legales y de seguros. De cualquier manera, el *Masterformat* asigna localizaciones estándares y claves para estos documentos para propósitos de control y congruencia con el resto del catálogo.

Los conceptos enmarcados dentro de la cuarta categoría corresponden a la sección de especificaciones. Las especificaciones son los documentos que definen la calidad de los productos, materiales y mano de obra, sobre las cuales está basado el contrato de construcción.

Los conceptos y claves de especificaciones en el *Masterformat* están organizados en 16 grupos básicos relacionados con la construcción llamados divisiones. Cada división está identificada por una clave y nombre específicos. Las divisiones son la estructura base de trabajo del *Masterformat* e indican la localización de elementos subordinados del sistema. Los nombres y las claves de las divisiones son:

- 1. *Requerimientos generales***
- 2. *Trabajos preliminares***
- 3. *Concreto***
- 4. *Mampostería***
- 5. *Metales***
- 6. *Madera y plásticos***
- 7. *Protección térmica e impermeabilizaciones***



8. *Puertas y ventanas*
9. *Acabados*
10. *Especialidades*
11. *Equipos*
12. *Mobiliario*
13. *Construcciones especiales*
14. *Sistemas de elevación*
15. *Hidráulica y sanitaria*
16. *Eléctrica*

Dentro de cada división de especificaciones se encuentran secciones numeradas, las cuales cubren una parte del trabajo total o del requerimiento. El *Masterformat* proporciona un sistema uniforme para numerar e identificar estas secciones. Los primeros dos dígitos del número de la sección son los mismos que el número de la división.

El *Masterformat* es un sistema de organización con la flexibilidad de agrupar las necesidades de cualquier oficina particular, de una disciplina profesional o de algún tipo de proyecto. Es utilizado por los diseñadores para elaborar las especificaciones del proyecto y para auxiliar a los contratistas en la localización de información. Es usado por los estimadores para organizar la información referente a los costos de construcción y también lo ocupan los fabricantes y proveedores para organizar e identificar sus productos.

## **II.3 PROYECTO EJECUTIVO**

Una vez seleccionado el anteproyecto definitivo se procede a la elaboración del proyecto constructivo, también llamado ejecutivo. El procedimiento se inicia con la revisión del anteproyecto por parte del arquitecto, la determinación de las secciones probables de los diversos elementos de la estructura y los espacios necesarios para las instalaciones, fundamentalmente las de aire acondicionado. Con esta información se procederá a la elaboración del proyecto definitivo.

### **II.3.1 PROYECTO ARQUITECTONICO**

El proyecto arquitectónico de una edificación urbana, debe contar con los siguientes elementos para su completa integración:

1. **Planos de plantas, fachadas y cortes.** Todos ellos debidamente acotados, con figuras complementarias de los detalles y notas aclaratorias. Estos elementos tienen por objetivo facilitar la interpretación de la información del proyecto y no dar lugar a ambigüedades.
2. **Acabados.** Sobre planos arquitectónicos independientes se deben de indicar con claves los diversos acabados que recubrirán pisos, muros y plafones del edificio, además de indicar en un cuadro la nomenclatura de las claves usadas. Una forma de codificar esta información es utilizando cuadros para los acabados en pisos, triángulos para los acabados en muros y hexágonos para acabados en plafones. Dentro de cada una de las figuras se anota un número que define los diferentes tipos de acabados (madera, cerámica, yeso, alfombra, pintura, metal, etc.).
3. **Especificaciones.** En estos documentos se debe de encontrar el alcance de los trabajos, los trabajos que estén directamente relacionados, calidad de los materiales, experiencia requerida de la mano de obra, el equipo y herramienta por utilizar, procedimientos de ejecución, pruebas de calidad y resistencia, forma de supervisar los trabajos, datos de proveedores de productos propuestos y toda aquella información que permita la ejecución satisfactoria de las actividades involucradas.
4. **Maqueta y perspectivas.** Su elaboración está destinada para la presentación del proyecto a personas no familiarizadas con el ramo de la construcción, como puede ser el caso de inversionistas e inversionistas potenciales.

### II.3.2 PROYECTO ESTRUCTURAL

El proyecto estructural constituye la base para que trabajando bajo las condiciones de servicio la edificación se conserve estable. Los elementos que conforman el proyecto estructural son:

1. **Planos de plantas y cortes.** Están en función de los materiales empleados para la construcción de la estructura, que pueden ser concreto reforzado y acero estructural o una combinación de ambos. Los planos deben contener todos los detalles constructivos, indicando cuidadosamente cotas y secciones de los elementos estructurales. Debe de existir en ellos los detalles suficientes como para aclarar cualquier duda que surja al momento de su interpretación.
2. **Especificaciones de materiales.** Ya sea en los mismos planos o en un documento por aparte, deben aparecer las características de los materiales incluyendo calidad, normas, medidas y demás requisitos que se exijan de ellos.
3. **Procedimiento constructivo.** En aquellos casos en que el grado de dificultad que presentará la ejecución de la obra lo amerite, se indicará el procedimiento recomendado por el responsable del proyecto estructural. Generalmente este documento se elabora para los trabajos de excavación en suelos arcillosos.
4. **Memoria de cálculo.** Son las consideraciones realizadas y el procedimiento seguido para el cálculo de la estructura y de sus principales elementos. Los métodos empleados para el diseño estructural pueden ser: diseño por medio de modelos, método de los esfuerzos de trabajo, método plástico o de resistencia última, métodos basados en el análisis límite y métodos probabilísticos.

### II.3.3 PROYECTO DE INSTALACIONES

Las instalaciones de un edificio estarán de acuerdo con la función a que este destinado, algunos de ellos requerirán mucho más servicios que otros, ya que esta parte del diseño contempla desde las instalaciones básicas como son eléctrica, hidráulica y sanitaria, hasta las especiales. Los elementos que componen este paquete son:

1. **Planos de plantas y cortes.** Para el caso de la instalación eléctrica en los planos debe de aparecer la ubicación de salidas, contactos, ductos, calibre de alambres y accesorios eléctricos. Para el caso de las instalaciones hidráulica y sanitaria se debe de mostrar: diámetros de tuberías, pendientes, registros, válvulas, tipos de tubería y accesorios.

Por otra parte, la información del diseño de la instalación eléctrica en los planos debe de complementarse con: diagramas unifilares, cuadros de distribución de cargas por circuito, croquis de localización del predio en relación con las calles más cercanas, lista de materiales y equipo por utilizar, además de la memoria técnica descriptiva.

En cuanto a la información adicional del proyecto de instalación hidráulica y sanitaria, tenemos que esta debe estar compuesta por: isométricos, cargas piezométricas, croquis de localización del predio en relación con las calles más cercanas, lista de materiales y equipo por utilizar, aparte de la correspondiente memoria técnica descriptiva.

Las instalaciones con que puede contar un proyecto de edificación urbana, aparte de las mencionadas anteriormente son:

- *Protección contra incendio*
- *Aire acondicionado*
- *Telefonía*
- *Control de acceso*
- *Sonido*
- *Elevadores*
- *Circuito cerrado de TV*
- *Red digital*
- *Telecomunicaciones*
- *Gas L. P.*

# PRECONSTRUCCION

# III

El alcance y duración de las actividades de pre construcción depende de los deseos del propietario y del plan de contratación. Si hay oportunidad, el propietario deberá invitar al contratista a participar desde la fase de diseño del proyecto, dando con ello inicio a las actividades de pre construcción, mediante la revisión de los documentos del diseño preliminar. También se pueden empezar a tomar en cuenta los preparativos esenciales para la construcción, trabajando de forma preliminar en la planeación y programación del proyecto. Si se cuenta con casi el 40% de la ingeniería concluida, los trabajos en obra pueden dar inicio, lo cual implica la instalación de oficinas y almacenes provisionales, así como también la elaboración de la logística de obra que propone el contratista.

Prever elementos para la construcción durante las fases de planeación y diseño, pueden ayudar al propietario a ahorrar tiempo y dinero, lo cual vale la pena si se toma en cuenta el pequeño costo que esto representa en comparación al monto total del proyecto. Cuando el contratista inicia su participación hasta que todo el diseño definitivo está concluido, se pierde demasiado tiempo en apenas empezar a visualizar los trabajos previos al arranque de la construcción. El contratista comienza prácticamente de cero cuando el contrato le es finalmente adjudicado. Cualquier ahorro en el costo que se pudiera haber tenido con el análisis detallado del procedimiento constructivo inicial, ha quedado atrás.

La mayoría de los inversionistas privados han decidido desde hace ya mucho tiempo, que ellos no pueden enfrentar este tipo de demoras en la ejecución de proyectos, debido al mercado tan competitivo dentro del que hoy en día se desenvuelven.

El contratista tiene la responsabilidad de planear, organizar y controlar el total de las actividades relacionadas con el proyecto. Estas actividades se dividen entre la oficina central y las operaciones en la obra. El contratista designa a su director de proyecto, quien es responsable de todas las operaciones en la obra.

Como el director de proyecto muchas veces no esta disponible para ser asignado sino hasta poco antes de que se inicien los trabajos en la obra, mucho de la labor de pre construcción es hecha por personal técnico de las oficinas centrales. Si es posible, las actividades correspondientes a pre construcción deberán ser apoyadas por el mismo equipo humano que elaboró la propuesta.

### III.1 SOLICITUD DE PROPUESTA

La solicitud de propuesta debe ser emitida inmediatamente después de haber definido el número y nombre de participantes a contender por el contrato de construcción respectivo.

Como mínimo, los documentos para solicitud de propuesta deberán incluir las siguientes grandes secciones:

- *Instrucciones para propuesta*
- *Condiciones de la propuesta*
- *Alcance de los trabajos y servicios*
- *Modelo de contrato*
- *Procedimiento de coordinación y estándares de trabajo*

El tamaño y la complejidad de la solicitud de propuesta pueden ir desde algunas páginas hasta varios tomos, dependiendo del tipo de contrato y el tamaño del proyecto.

Las instrucciones para propuesta deben definir los puntos a cubrir, para garantizar que las propuestas serán recibidas en un formato uniforme, los cuales permitan su fácil comparación. Recibir propuestas en una variedad de formatos hace que la comparación se dificulte y que se llegue a una selección pobre que no cumpla con los objetivos del proyecto. Los puntos más importantes que se deben de incluir en las instrucciones para los contratistas son:

- **Requerimientos generales del proyecto.** Descripción del proyecto, índice de documentos de la propuesta, alcance de los trabajos, localización y descripción del sitio de la obra, etc.
- **Condiciones especiales del proyecto.** Representantes del propietario, visita de obra, reuniones para aclaración de dudas, etc.
- **Requerimientos técnicos de la propuesta.** Como puede ser la colaboración técnica del contratista en la integración del proyecto ejecutivo.
- **Requerimientos en la ejecución del proyecto.** Podrá incluirse la información clave que el propietario desee, por ejemplo: organigrama de la empresa, curriculum donde se refleje la participación en construcciones similares, plan de ejecución del proyecto, organigrama del proyecto, asignación del personal clave, contratos en vigor, programa preliminar, descripción de las funciones de control del proyecto y cualquier otra información pertinente.

Las condiciones de la propuesta son el corazón del documento comercial del contratista. Aquí se les solicita a todos los contratistas los términos de negociación, como son: fechas de pago, márgenes de beneficio, gastos generales e indirectos. Esta sección también se le requiere al contratista para establecer algunas excepciones en los términos del acuerdo de la propuesta, en el modelo de contrato y en cualquier punto de la convocatoria para concurso.

El modelo de contrato es un borrador del documento que el propietario pretende firmar con la empresa ganadora. El número de cláusulas tomadas para el modelo de contrato será directamente proporcional al volumen del documento. Modelos estándares cortos de contrato desarrollado por algunas organizaciones profesionales en los Estados Unidos de Norteamérica, pueden ofrecer algunas ventajas particulares a este respecto. Del otro lado tenemos los modelos de contrato amplios, elaborados por los importantes departamentos legales corporativos y por el gobierno federal y estatal. Este último tipo de modelos a menudo generan más problemas que los que llegan a resolver.

Los procedimientos de coordinación incluyen los estándares básicos y prácticas que los propietarios esperan que los contratistas sigan en la ejecución del proyecto. Esta sección puede incluir el diseño de las prácticas del propietario y sus estándares, requerimientos del gobierno local, regulaciones sobre seguridad, estándares de maquinaria, procedimientos de procuramiento, catálogos mecánicos, manuales de operación, estándares de contabilidad y aceptación de los trabajos. Esta sección es probablemente la más amplia en los documentos de la propuesta, dependiendo de cuanto de este material ocupe normalmente el propietario. Proprietarios con limitados estándares pueden seleccionar los necesarios de un grupo provisto por el contratista y con ellos pueden desarrollar un buen proyecto.

La mayoría del material contenido en la solicitud de propuesta es un marco para la ejecución del proyecto, diseñado para que los contratistas se involucren más profundamente. Un objetivo de la solicitud de propuesta es conseguir que la creatividad de los contratistas fluya para ofrecer su tecnología de construcción y obtener un punto de partida para el costo y tiempo de duración del proyecto.

### III.1.1 INSTRUCCIONES PARA PROPUESTA

En primer lugar, los elementos que debe contener una propuesta para un proyecto de edificación urbana son:

- Desarrollo del estimado de costos detallado, correspondiente al diseño en su nivel conceptual y esquemático, el alcance del mismo debe incluir todos los materiales, supervisión de mano de obra y otros servicios requeridos para que la construcción del proyecto se lleve a cabo dentro de los objetivos de costo, calidad y tiempo.
- Provisión para valor de ingeniería y análisis de alternativas, aportaciones para la constructabilidad, selección de materiales, sistemas constructivos, disponibilidad de mano de obra, secuencias de construcción o cualquier otro sistema que pueda afectar la entrega del proyecto.
- Programas de construcción, identificando las partidas más importantes de procuramiento, paquetes preliminares de licitación y etapas de ocupación. Además, el plan de logística preliminar que será el apoyo de como las fechas clave pueden ser cumplidas.
- Detalles referentes al equipo humano que participará en la construcción del proyecto.

Como parte de este proceso el propietario, a su propia discreción, considerará la posibilidad de contar con una empresa constructora que proporcione los siguientes servicios para dirección de proyecto y/o contratación general del mismo:

- Consultoría en preconstrucción
- Ejecución del contrato para la construcción del proyecto, basado en el nivel de desarrollo del diseño presentado en planos y especificaciones

En la revisión de la propuesta, el propietario podrá requerir la comprobación de la experiencia del personal del contratista respecto a proyectos de similar magnitud, calidad y complejidad. Adicional énfasis se pondrá en la capacidad comprobada de proveer e integrar sistemas de dirección de proyectos.

La integración convincente de la propuesta y la decisión de contratar nuevos servicios a futuro, en su caso, será bajo el propio criterio del propietario.

El propietario recibirá y revisará las propuestas en privado y se reserva el derecho de solicitar información adicional o complementaria, incluyendo presentaciones, entrevistas y visitas al sitio de la obra, todo ello sin ningún cargo para el inversionista

El contratista reconoce que, como resultado de la recepción de la solicitud de propuesta y de su participación en el proceso de licitación, tendrá acceso a información de carácter confidencial propiedad del inversionista. El contratista acepta guardar toda esa información con la mayor confidencialidad y no divulgarla, revelarla, distribuirla, liberarla o diseminarla por ninguna vía o medio, con excepción de la requerida en la presentación de la propuesta, sin la expresa autorización por escrito del director de construcción nombrado por el propietario. El contratista entonces, acuerda adherirse a un Convenio de Confidencialidad que le será proporcionado por el propietario.

Como información antecedente, debe de aparecer la localización del sitio, la calidad de la construcción, el área del terreno, número de niveles y nombre de los responsables del diseño arquitectónico, estructural y de instalaciones.

### III.1.2 CONDICIONES DE LA PROPUESTA

La propuesta presentada por cada contratista debe corresponder específicamente a la información solicitada de manera individual en los requerimientos que a continuación se presentan. Debe mantener el mismo orden del listado de requerimientos y cualquier otra información adicional, debe ser presentada por separado e identificada como complementaria.

**1. *Estimado preliminar del proyecto.*** Establecer un estimado detallado preliminar de costo basado en las técnicas más comunes dentro de la industria de la construcción, o bien en la propia experiencia del contratista en proyectos similares. El estimado debe incluir los siguientes conceptos:

- El estimado debe incluir mano de obra, materiales, equipo, accesorios, andamios, ingeniería, supervisión, herramienta, elevaciones, croquis, planos de taller, pruebas,

impuestos, fletes, permisos, seguros, garantías, acuerdos de mantenimiento (incluyendo los de largo plazo), servicios misceláneos y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos de acuerdo a los planos y especificaciones que se anexas del proyecto

- El alcance de los trabajos contemplado en el estimado de costos, debe incluir todos los suministros e instalaciones de los conceptos identificados o implicados con este alcance y que se anexas en los documentos de diseño
- Los planos y especificaciones son manejados como documentación del contrato, ya que indican el alcance general del proyecto en términos del diseño arquitectónico, las dimensiones generales, el tipo de cimentación y los sistemas estructurales, las instalaciones eléctrica e hidrosanitaria
- El contratista acepta que el proyecto está basado en la documentación de la solicitud de propuesta, la cual no necesariamente muestra o describe todos los trabajos requeridos para la completa ejecución y conclusión de las actividades de construcción. El contratista de acuerdo su experiencia propia debe de identificar todos los supuestos necesarios para completar el alcance de los trabajos y no excluir ningún concepto requerido por el diseño, o que pueda estar ligado a algún código o a la práctica común.
- El estimado de costo debe presentarse de tal manera que refleje la estructura del paquete de licitación, donde se incluyan cantidades y costos unitarios. Consideraciones de montos aproximados deben ser incluidas para elementos de trabajo que no estén claramente definidos.
- El estimado debe contener un concepto específico denominado porcentaje de contingencia, el cual puede ser utilizado por el propietario en una etapa más avanzada del proyecto.
- El estimado también debe contemplar los costos correspondientes a indirecto (utilidad, gastos de oficina matriz, salarios del personal técnico administrativo, costo de ejecutivos, propaganda y relaciones públicas, etc.); condiciones generales desglosadas por concepto, fianzas y seguros.
- El estimado debe también incluir un flujo de efectivo para construcción, el cual reflejará gastos anticipados, incluyendo cualquier anticipo, retención de impuestos y liberación de retenciones.
- El contratista debe proporcionar copias de toda la información de apoyo requerida, para respaldar el estimado.

**2. Estrategia de procuramiento.** El contratista debe preparar un plan de procuramiento general. El plan de procuramiento debe incluir, no de forma limitativa, los siguientes conceptos:

- Recomendaciones sobre los paquetes de trabajo y métodos de procuramiento



- Identificación de insumos que requieran de períodos largos en su suministro y programa de requerimientos
  - Identificación de insumos que requerirán ser adquiridos en el extranjero y recomendaciones sobre ese proceso, incluyendo detalles y procedimientos de transporte dentro de los límites de costo y tiempo
  - Identificación de los trabajos que serán ejecutado directamente y trabajos que serán contratados con otras empresas
- 3. Revisión del diseño.** La revisión del diseño en forma de un reporte escrito, proporcionará los siguientes elementos:
- Determinación de la disponibilidad de los materiales especificados, reportando su costo, tiempo de entrega y proponiendo otras alternativas
  - Determinación de la disponibilidad y costo de la mano de obra requerida por los diferentes sistemas constructivos, además de las técnicas y recomendaciones referentes a posibles alternativas
  - Investigación de opciones para el empleo de elementos prefabricados, con el objetivo de minimizar el costo de la mano de obra en sitio
  - Revisión de la documentación de diseño con el fin de verificar la completa, correcta y apropiada relación de información entre planos y especificaciones, todo ello junto con la revisión de uniformidad de detalles, métodos, materiales y grado de dificultad en construcción de los diferentes elementos que integran el proyecto
- 4. Valor de ingeniería.** Durante los procesos de estimación del costo de construcción y revisión del diseño, se requiere que el contratista realice un análisis de valor de ingeniería. El proceso debe identificar elementos donde el costo excede los parámetros históricos de la industria de la construcción; evaluar como esos elementos van en contra de los requerimientos del propietario y proporcionar una serie de alternativas que tengan el mismo funcionamiento y que pudieran dar mayor valor al dinero de la inversión.
- 5. Programa maestro del proyecto.** Al contratista se le solicita el desarrollo de un programa maestro del proyecto, el cual debe incluir los principales elementos y fases de construcción. El programa identificará las principales actividades de trabajo, estableciendo sus duraciones para cada una de ellas y definiendo las principales fechas clave para el seguimiento de los trabajos.

Basado en el programa y el estimado de costos detallado, el contratista debe programar de forma anticipada la fuerza de trabajo con la que deberá contar mensualmente.

El contratista debe de identificar los siguientes elementos incluidos en el programa:

- Las fechas más tempranas en que los usuarios pueden ir ocupando el inmueble sin obstrucción de sus funciones

- Las fechas más tempranas para la conclusión del edificio operando con instalaciones temporales
- Las fechas más tempranas cuando los inquilinos puedan ocupar espacios con instalaciones definitivas

6. **Plan de logística de la obra.** El contratista debe desarrollar el plan preliminar de logística de la obra para su implementación durante la construcción, mismo que deberá mostrar un plan específico para cada uno de los siguientes puntos:

- Barrera provisional de seguridad perimetral
- Puntos de acceso y rutas dentro de la obra
- Rutas de tráfico vehicular y cantidad de camiones para entrega y retiro de materiales sobre una base mensual
- Rutas para peatones y medidas de seguridad necesarias para los mismos
- Oficinas de obra del contratista y áreas de almacenaje
- Transportación del personal de campo desde y hacia el sitio del proyecto
- Campamento temporal para personal de campo
- Rutas de acceso para servicios de emergencias e incendios
- Localización y tamaño de elevadores de carga y de personal, grúas y bombas de concreto
- Ubicación y flujo de materiales dentro y alrededor del proyecto
- Etapas de construcción y áreas de frentes de trabajo
- Instalaciones temporales
- Horario propuesto de trabajo
- Medidas a considerar sobre las afectaciones a vecinos en el proceso de construcción

7. **Plan de secuencia de construcción.** Elaborar paso a paso un plan de secuencia de construcción y una narrativa que cubran los siguientes puntos:

- Dirección y secuencia de excavación
- Areas para el almacenamiento del material producto de excavación (en caso de existir)
- Secuencia de la cimentación

- Metodología para el bombeo y colocación del concreto
  - Montaje de estructura metálica y medidas de seguridad
  - Metodología para la aplicación de sistemas retardantes al fuego
  - Cubiertas temporales del edificio, incluyendo sello de pozos, fachadas, domos, etc. especialmente las que permitan el acceso temporal de inquilinos en las fechas tempranas de ocupación
  - Controles para las lluvias
  - Control de polvos y ruido
  - Retiro ordenado de escombros de la obra
  - Método para la construcción de fachadas
  - Pruebas y encargados de las mismas
  - Cualquier otro plan que asegure la secuencia ordenada de los trabajos
- 8. Plan de calidad.** Proporcionar un programa preliminar de calidad específico para el proyecto que describa los sistemas y metodología que se emplearán para el aseguramiento y control de la calidad. Este programa debe de incluir la capacitación de los diferentes subcontratistas, inspección de materiales y supervisión de los trabajos que se ejecuten fuera de la obra.
- 9. Equipo humano.** Incluir la siguiente información del equipo humano propuesto, que estará involucrado en la construcción del proyecto si éste es adjudicado al contratista:
- Equipo humano. Experiencia en proyectos similares, curriculum del personal clave, actual carga de trabajo, participación por negocio con operaciones y referencias locales
  - Experiencia. Proyectos similares, servicios proporcionados y antecedentes del desempeño
  - Servicios. Organización administrativa, sistemas de control de proyectos, servicios de pre-construcción, dirección de construcción o servicios de contratista general
  - Antecedentes generales. Estructura legal, estructura organizacional, fortaleza financiera, seguros, fianzas, recursos humanos y legales

### III.1.3 ALCANCE DE LOS TRABAJOS Y SERVICIOS

El principal objetivo del propietario es que el proyecto se lleve a cabo cumpliendo sus requerimientos de costo, calidad y tiempo. Para tal efecto solicita al contratista cumplir a detalle con las siguientes actividades:

- Desarrollo de las estrategias de procuramiento
- Desarrollo e implementación de un proceso de dirección del diseño que de seguimiento al programa de diseño y a la preparación de especificaciones, para asegurar el cumplimiento del contrato y del programa. Este proceso debe incluir actualizaciones mensuales que reflejen el progreso real y cualquier reprogramación necesaria para que los atrasos no afecten la fecha de terminación
- Coordinación y participación estrecha con los consultores de diseño para asegurar la preparación oportuna de la documentación para licitación de subcontratos.
- Provisión de valor de ingeniería, incluyendo análisis de alternativas en caso de existir diversas opciones
- Listado de empresas proveedoras de productos y servicios, así como las técnicas y métodos a seguir para la integración del monto de la propuesta
- Ejecución del contrato y provisión de una fianza que ampare el desempeño en la construcción y el pago de los trabajos (anticipos)
- Desarrollo e implementación de un manual de sistemas y procedimientos compatible con los ya establecidos por el propietario
- Calificación, solicitud, evaluación y adjudicación de los trabajos subcontratados
- Procuramiento, administración y coordinación de sistemas de prueba para materiales y programas de inspección
- Desarrollo y manejo del sistema para control de documentos a lo largo de la duración del proyecto
- Aseguramiento y control de calidad
- Control de ordenes de cambio y presentación de reclamos
- Relaciones con la comunidad y participación activa con los grupos de vecinos, incluyendo la discusión de los puntos relacionados con las afectaciones debidas al proceso constructivo
- Suministro de todos los materiales, mano de obra y equipo, junto con la supervisión y dirección del proyecto, para asegurar su conclusión acorde con los objetivos del propietario

- Inspección continua y certificación de que los trabajos, tanto en calidad como en alcance, cumpliendo con los requerimientos del proyecto marcados en planos y especificaciones, así como con lo estipulado por los códigos locales aplicables
- Planear, conducir y documentar juntas en las fases de preconstrucción y construcción, donde se den a conocer el avance, la coordinación de labores, los planes de seguridad y logística, todos ellos como elementos para asegurar la ejecución del proyecto en tiempo, eficiencia y seguridad requeridos
- La dirección y supervisión para llevar a cabo el monitoreo y los reportes de: pruebas, inspecciones, seguridad, programas de capacitación y calidad, los cuales cumplan con los requerimientos de las leyes locales y con los del mismo propietario
- Provisión de todo lo necesario para la dirección y supervisión, con el fin de asegurar la exitosa conclusión del proyecto en tiempo, eficiencia y seguridad en todas la actividades relacionadas con la construcción

### III.1.4 MODELO DE CONTRATO

El modelo de contrato, contendrá como mínimo las declaraciones y estipulaciones referentes a:

- La autorización de la inversión para cubrir el compromiso derivado del contrato
- El monto a pagar por los trabajos del contrato
- La fecha de iniciación y terminación de los trabajos
- Porcentajes, número y fechas de exhibiciones y amortización de los anticipos para inicio de los trabajos y para compra o producción de los materiales
- Forma y términos de garantizar la correcta inversión de los anticipos y el cumplimiento del contrato
- Plazos, forma y lugar de pago de las estimaciones de trabajos ejecutados, así como de los ajustes de costos (escalatorias)
- Montos de las penas convencionales
- Forma en que el contratista, en su caso, reintegrará las cantidades que, en cualquier forma, hubiera recibido en exceso para la contratación o durante la ejecución de la obra
- Procedimiento de ajuste de costos que deberá ser determinado desde las bases de licitación, el cual deberá regir durante la vigencia del contrato
- Descripción detallada de la obra que se va a ejecutar, debiendo acompañar, como parte integrante del contrato, los proyectos, especificaciones, programas y presupuestos correspondientes

- En su caso, los procedimientos mediante los cuales las partes, entre sí, resolverán controversias futuras y previsibles que pudieran versar sobre problemas específicos de carácter técnico y administrativo

### III.1.5 PROCEDIMIENTO DE COORDINACION Y ESTANDARES DE TRABAJO

El propietario deberá proporcionar a los consultores de diseño, al contratista general, a los subcontratistas y a toda organización involucrada en el desarrollo del proyecto que lo amerite, una copia de su manual de políticas y procedimientos, el cual ayude a definir los procedimientos de coordinación y estándares de trabajos que el propietario espera se sigan en el proyecto. El manual se desarrolla para establecer con claridad las funciones y responsabilidades de todas las partes involucradas en la ejecución del proyecto. Con el uso del manual, el objetivo del propietario es tratar de que exista uniformidad en todas las funciones.

El manual debe manejarse dentro de la estructura de control de documentos del proyecto como una copia controlada, teniendo el registro de las personas a las que les ha sido distribuido con el fin de que en el momento que sufra cambios sea inmediatamente intercambiado por la versión más reciente. Además, el propietario tendrá el derecho de solicitar su devolución al concluir el proyecto.

Los elementos que deberá contemplar el manual de políticas y procedimientos del propietario son:

- *Descripción general del proyecto y alcances*
- *Directorio de los responsables y corresponsables del diseño*
- *Directorio de funcionarios a cargo del proyecto por parte del propietario*
- *Procedimiento para la autorización y control de documentos de diseño*
- *Documentación, licitación y adjudicación del contrato*
- *Control de costos*
- *Planeación y programación*
- *Autorización de documentos*
- *Correspondencia*
- *Relaciones y atenciones con los vecinos*
- *Plan de control de calidad*
- *Cierre del contrato y recepción de trabajos*

### **III.2 VALOR DE INGENIERIA**

El valor de ingeniería es una actividad muy ligada al control de costos debido a que con ella se busca reducir erogaciones en conceptos o partidas específicas de la obra de edificación urbana. A pesar de ello, su objetivo no es enfocarse a la revisión exhaustiva del proyecto completo o revisar el avance diario; realmente su enfoque está dirigido a la revisión de conceptos específicos de las áreas de diseño, procuramiento o construcción. De ahí, podemos listar algunas de las actividades desarrolladas como del valor de ingeniería:

- Revisión de algunos elementos del diseño, principalmente cuando el responsable del mismo es extranjero o de otra localidad diferente de donde se ubique el proyecto
- Propuesta de alternativas de insumos similares a los especificados por el responsable del diseño, debido a altos costos de importación, transportación o adquisición, contra productos con la misma calidad y función pero de menor precio
- Revisión de procedimientos constructivos, principalmente los referentes a excavación, montajes y elevaciones

### **III.3 PLANEACION**

La planeación es el primer paso en la filosofía de la dirección de proyectos para planear, organizar y controlar la ejecución de los mismos. La importancia de esta fase en la dirección de proyectos radica en que la profundidad del análisis que se lleve a cabo de las condiciones de construcción, reeditará de forma directa en ahorros de tiempo y costo, lo cual constituye la principal labor del equipo involucrado en la ejecución del proyecto de edificación urbana.

Dentro del equipo de la dirección de proyecto, un grupo se encarga de desarrollar el plan maestro y otro grupo debe de adaptar el programa a este plan, con el fin de cumplir con los tiempos estipulados en el contrato.

#### **III.3.1 DEFINICIONES DE PLANEACION**

Existen una variedad de definiciones aceptables del término planeación, algunas de ellas son:

- Planeación es un puente entre la experiencia del pasado y la acción propuesta que produce un resultado favorable en el futuro
- Planeación son las precauciones con las cuales se pueden reducir efectos indeseados o eventos inesperados y de esta manera poder evitar confusión, desperdicios y pérdida de tiempo.
- Planeación es la determinación anticipada y específica de los factores, fuerzas, efectos y relaciones necesarias para alcanzar los objetivos planteados

La primera definición nos recuerda hacer uso de nuestras experiencias anteriores, algunas veces adquiridas de errores cometidos en el pasado, con el fin de evitar repetirlos nuevamente en el presente. La segunda definición cita las ventajas de incrementar la productividad por medio de la previsión de hechos indeseables e inesperados, antes de iniciar los trabajos. La tercera y última definición, enfatiza el hecho de un hacer un análisis detallado para identificar y controlar las principales variables que intervienen en el proyecto. Todo lo anterior se debe llevar a cabo antes del inicio de los trabajos si se desea alcanzar las metas del proyecto.

Todas las definiciones de planeación coinciden en el punto de que el primer paso en cualquier proyecto asignado es pensar antes que es lo que se va a hacer.

### III.3.2 FILOSOFIA DE LA PLANEACION

La planeación debe ser lógica, profunda y consiente si se quiere tener la oportunidad de éxito. La experiencia previa en la planeación de proyectos debe ser tomada en cuenta, ya que no debe ser la intención desarrollar un nuevo plan para cada nuevo proyecto. Por otra parte, el propietario tiene ya establecido el formato básico para la ejecución del proyecto en el plan de contratación. Ambos elementos evitan que al inicio de las actividades de construcción se caiga en divagaciones con respecto al plan general de la obra.

Después de la elección de la planeación adecuada para el proyecto, se deben de examinar los trabajos con características excepcionales que puedan llegar a afectar el plan contemplado. Se deben visualizar los problemas en áreas específicas, tales como requerimientos especiales del cliente, localización foránea, o factores potenciales internos o externos de demora los cuales pudieran llegar a afectar la lógica del plan. Trabajar con estas potenciales áreas problemáticas a detalle, reduce los efectos negativos en el plan maestro y en el programa posterior.

Los pequeños detalles descartados en las primeras etapas del desarrollo del proyecto, pueden llegar a crecer tanto que llegan a perjudicar en gran escala la ejecución en el momento menos esperado. Existen demasiados aspectos que pueden resultar equivocados por accidente, por ello es necesario evitar la oportunidad de que ocurran problemas que se pueden prever en la etapa de planeación.

Se debe de mantener un balance moderado entre las situaciones optimistas y pesimistas en la elaboración de la planeación. Un plan que no contemple alguna holgura o contingencia para eventos imprevistos es un plan poco realista. Siempre se deben considerar situaciones eventuales sobre las que no se puede tener injerencia, aunque el proyecto se conduzca bajo un control excepcional. Muchas ocasiones es difícil encontrar alguna holgura en el programa de construcción debido a que esta holgura es normalmente consumida en las fases de conceptualización y diseño.

Por otra parte, un plan demasiado holgado guía al proyecto hacia una pérdida de tiempo y dinero. Se ha comprobado que la mayoría de los resultados más eficientes en la ejecución de un proyecto, se dan cuando se tiene un programa corto de trabajo aunado a una serie de incentivos como pueden ser las compensaciones por conclusión adelantada, o en su defecto, las penalizaciones por atrasos en la entrega.



### III.3.3 TIPOS DE PLANEACION

Varios tipos de planeación están involucrados en el desarrollo de cualquier proyecto. La definición de cada tipo y como el director de proyecto debe adecuarlas al proceso general de planeación se presentan a continuación:

1. **Planeación estratégica.** Involucra la selección de alto nivel de los objetivos del proyecto
2. **Planeación operacional.** Comprende la planeación detallada para alcanzar los objetivos estratégicos
3. **Programación.** Coloca al plan operacional detallado en una escala de tiempo conducida por los objetivos estratégicos

La planeación estratégica es desarrollada por el equipo de planeación del propietario. Ellos deciden que proyecto construir y la fecha de terminación que cumpla con los objetivos del propietario. La fase de estudios previos involucra una gran labor en cuanto a planeación estratégica se refiere. Esta fase requiere de aspectos como análisis de mercado, planes de financiamiento, factibilidad económica y demás. Estas áreas requieren estudios completos antes de que pueda marcarse el inicio para el desarrollo del proyecto.

### III.3.4 PLAN MAESTRO DE CONSTRUCCION

El contratista es el encargado de formular el plan maestro de construcción con base a lo establecido en la planeación estratégica y en el plan de contratación.

El plan maestro debe establecer como se deberán planear, organizar y controlar las actividades de construcción más importantes, con el fin de alcanzar los objetivos de conclusión de los trabajos en tiempo, dentro de presupuesto y de acuerdo a las normas de calidad.

La mayor consideración para la elaboración del plan maestro es el plan de contratación, ya que éste ayuda a definir la condición del contratista dentro del proyecto, sea ésta como contratista general o como subcontratista.

La ejecución de planes maestros de construcción está sujeta a revisiones y evaluaciones conforme los trabajos van avanzando. Variaciones menores son comunes, pero se deben considerar los cambios mayores con extrema precaución. Cambios al plan comúnmente traen consigo grandes confusiones por lo que no deben hacerse tan a la ligera. Esto es debido a que todas las partes del plan están estrechamente ligadas y un cambio en una de ellas puede llegar a afectar la interacción con otros elementos del mismo plan.

Cuando el plan maestro de construcción se ha concluido y aprobado, se puede comenzar a pensar en los planes operacionales detallados:

- *El plan de tiempo (programa)*
- *El plan monetario (presupuesto)*

- *El plan de recursos del proyecto (materiales, mano de obra y equipo)*

### III.4 PROGRAMACION

La programación comprende los procesos requeridos para asegurar la conclusión del proyecto a tiempo. Estos procesos están integrados por la definición de actividades, su secuencia y duración estimada. Cada uno de ellos tiene una interacción directa con los restantes y con las demás áreas de la dirección de proyectos.

En algunos proyectos, especialmente los pequeños, la secuencia de las actividades, su duración estimada y el desarrollo del programa están tan estrechamente ligados que pueden llegar a ser vistos como un solo proceso, ya que pueden ser ejecutados en un evento único durante un tiempo relativamente corto. No obstante lo anterior, cada uno de ellos constituye diferentes procesos, debido a que las herramientas y técnicas empleadas son diferentes entre sí.

#### III.4.1 DEFINICION DE ACTIVIDADES

Comprende la identificación y documentación de actividades específicas que deben ser ejecutadas con el fin de producir elementos entregables parciales o totales, identificados dentro de la jerarquización del proyecto. Implícito dentro de éste proceso esta la necesidad de definir las actividades que permitan alcanzar los objetivos del proyecto.

Dentro de la información base para la definición de actividades, tenemos que los programadores de proyectos requieren la siguiente:

- ***Jerarquización del proyecto.*** La jerarquización del proyecto es la primera fuente de información para la definición de actividades. Con ella se puede conocer la estructura del proyecto y visualizar los grupos de actividades necesarios para completar los diferentes elementos de la jerarquización en orden ascendente.
- ***Planteamiento de los alcances.*** Contiene la justificación y objetivos del proyecto, mismos que deben ser contemplados explícitamente durante la definición de actividades.
- ***Información histórica.*** Con la información histórica de que actividades fueron requeridas en proyectos similares previos, es como también se apoya la definición de las nuevas actividades por ejecutar.
- ***Restricciones.*** Las restricciones serán un factor que limitará las opciones de la dirección del proyecto en cuanto a tiempo y costo se refiere.
- ***Suposiciones.*** Las suposiciones son factores que, para los propósitos de programación, serán consideradas como posibles contingencias durante la ejecución del proyecto, ya sea por condiciones de diseño, climatológicas, constructivas o administrativas.

Una vez recabada la información de trabajo para la definición de actividades, se procede a su análisis por medio de dos técnicas básicas:

- **Descomposición.** Comprende la subdivisión del proyecto en elementos más pequeños, los cuales se convierten en componentes más manejables con el fin de tener un mejor control de los mismos. La descomposición involucra la identificación de los principales elementos del proyecto. En general, estos elementos son los entregables, mismos que deben definirse siempre en términos de como el proyecto será realmente administrado. Así por ejemplo las fases del ciclo de vida del proyecto pueden ser utilizadas como el primer nivel de descomposición, con los entregables ubicados en el segundo nivel.

La descomposición también toma en cuenta si son adecuados los estimados de costo y tiempo para ser desarrollados a este nivel de detalle en cada elemento. El significado de "adecuado" puede cambiar durante el curso del proyecto, como el caso de la descomposición de un entregable que deberá concluirse en un tiempo demasiado lejano, la cual no tendría ningún sentido práctico

Dentro de la descomposición además se identifican los elementos que constituyen un entregable. Estos elementos constitutivos deben ser descritos en términos de resultados tangibles y verificables, que faciliten la cuantificación del avance del proyecto. Como en el caso de los elementos principales, los elementos constitutivos deben definirse en términos de como los trabajos del proyecto serán realmente concluidos. Resultados tangibles y verificables pueden incluir tanto servicios como productos.

Finalmente, la descomposición del proyecto debe de ser verificada de acuerdo a los siguientes criterios: número de conceptos suficientes en los niveles inferiores para la conclusión de las partidas divididas, la completa y clara definición de cada uno de los conceptos, la facilidad de programar y presupuestar cada concepto asignado a una unidad específica de la organización del proyecto.

- **Plantillas.** Una lista completa o parcial de actividades desarrolladas en proyectos anteriormente ejecutados, es a menudo empleada como plantilla para el nuevo proyecto. Además, la lista de actividades para la jerarquización actual, puede ser usada como base para otro proyecto posterior que cuente con una estructura similar de jerarquización.

El tratamiento dado a la información preliminar para la definición de actividades, genera finalmente la base requerida para dar el primer paso en la programación de tiempos del proyecto.

Al final del proceso de definición de actividades, se obtiene la relación de conceptos por ejecutar. Esta relación debe ser un complemento de la jerarquización del proyecto, la cual permite asegurar la conclusión del mismo y que no se incluyan actividades fuera del alcance general. Como en la jerarquización, la relación de actividades debe de incluir descripciones suficientes que permitan entender por completo la esencia del trabajo que tienen que llevar a cabo las diferentes áreas del proyecto.

El detalle de soporte para la relación de conceptos debe ser documentado y organizado de tal forma que facilite su uso en otros procesos de la dirección del proyecto. Debe siempre incluirse la documentación de todas las suposiciones y restricciones consideradas. El grado de detalle varía de acuerdo al área de aplicación.

Con el uso de la jerarquización para identificar que actividades son necesarias, la dirección del proyecto puede visualizar entregables omitidos o puede determinar aquellas descripciones de los entregables que requieran ser aclaradas o modificadas. De tal suerte, cualquier modificación debe de ser reflejada en la jerarquización y en la documentación relacionada con ella. Estas actualizaciones generalmente se denominan refinamientos y son mucho más empleados cuando dentro del proyecto se desarrolla nueva tecnología.

### III.4.2 SECUENCIA DE ACTIVIDADES

En este proceso se documentan e identifican las dependencias entre las actividades. Estas deben de ser ordenadas correctamente con objeto de poder elaborar más adelante un programa realista y alcanzable. La secuencia de actividades puede elaborarse con la ayuda de equipo de computo o con técnicas manuales. Estas últimas son a menudo mucho más efectivas en proyectos pequeños y en las primeras fases de proyectos grandes cuando se tiene un nivel bajo de detalle. Las técnicas manuales y automatizadas pueden ser usadas ambas en combinación.

Para dar inicio al proceso de dar secuencia a las actividades se debe tener concluida la relación de conceptos por ejecutar dentro del proyecto. Además de esta relación, se debe considerar la función final del proyecto de edificación urbana, ya que a menudo las características y diseño del inmueble llegan a afectar dicha secuencia. Aunque en ocasiones estos efectos son aparentemente tomados en cuenta dentro de la relación de conceptos, es importante hacer una revisión del proyecto de como sería su funcionamiento en la fase de operación, con el fin de contemplar una secuencia lógica en su desarrollo.

Por otra parte, en la integración de las secuencias se debe contemplar aquellas dependencias que son obligadas de acuerdo a la naturaleza de los trabajos por ejecutar. A menudo estas dependencias involucran limitaciones físicas, como puede ser el caso de que primero se necesita tener concluida la cimentación para poder dar inicio a la superestructura. Las dependencias obligadas también son conocidas como lógica rigurosa.

Las dependencias opcionales son aquellas que son definidas por la dirección del proyecto de acuerdo a su propia experiencia en proyectos similares. Son empleadas con cautela a partir de que pueden llegar a limitar opciones de programación posteriores. Este tipo de dependencias son generalmente definidas basándose en el conocimiento de mejores prácticas en áreas particulares y algunos aspectos del proyecto poco comunes, donde una secuencia particular es propuesta a pesar de existir otras aceptables. A las dependencias opcionales también se les denomina lógica preferencial o lógica flexible.

Por último, antes de comenzar a trabajar de lleno en la secuencia de actividades, se deben contemplar las dependencias externas, siendo aquellas que relacionan las actividades directas e indirectas del proyecto, además de las restricciones y suposiciones correspondientes.

Dentro de las técnicas con que se cuenta para elaborar la secuencia de actividades, podemos mencionar las siguientes:

1. **Diagrama de precedencias.** Este es un método donde se construye un diagrama del proyecto utilizando nodos que representan las actividades, mismas que están conectadas entre sí por medio de flechas que muestran el sentido de dependencia. Esta técnica

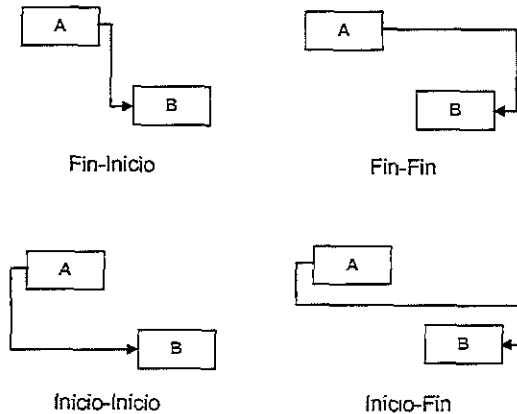
también es llamada *actividades en nodo* y es el método con el que trabajan la mayor parte de los paquetes de computo para programación de proyectos.

Este método incluye cuatro tipos de relación entre actividades sucesoras o predecesoras:

- **Fin-Inicio.** El comienzo de la actividad sucesora esta obligado a ocurrir inmediatamente después de concluida la actividad predecesora
- **Fin-Fin.** La actividad sucesora debe completarse al mismo tiempo que la actividad predecesora
- **Inicio-Inicio.** La actividad sucesora comienza simultáneamente con la actividad predecesora
- **Inicio-Fin.** La actividad sucesora concluye cuando da inicio la actividad predecesora

En el método del diagrama de precedencias, la relación lógica más ampliamente utilizada en la de fin-inicio. La relación inicio-fin es rara vez usada, empleándola comúnmente los ingenieros expertos en programación. Empleando relaciones de tipo inicio-inicio, fin-fin o inicio-fin en los paquetes de computo para programación de proyectos, pueden llegar a obtenerse resultados inesperados debido a que este tipo de relaciones no han sido implementadas consistentemente.

Figura III-1. Relaciones entre actividades



Como una alternativa del método del diagrama de precedencias, se puede elaborar lo que también se conoce como matriz de precedencias. Esta matriz se construye a partir de los siguientes pasos:

- Anotar las actividades, una en cada renglón y una en cada columna formando casilleros, de tal manera que si son "n" actividades que corresponden a "n" columnas y a "n" renglones, dará por resultado una matriz de  $n \times n$  elementos
- Analizar la actividad correspondiente a cada renglón y determinar que actividades pueden realizarse inmediatamente después de concluida la actividad analizada; para esto se recorre el renglón examinando las columnas de la matriz y colocando una marca en los casilleros de las columnas que corresponden a las actividades que pueden ejecutarse inmediatamente después
- Analizar la actividad correspondiente a cada columna y determinar que actividad o actividades deben realizarse inmediatamente antes de poder iniciarse la actividad analizada; para ello se recorre por la columna de cada actividad y se coloca una marca en los casilleros de los renglones que corresponden a las actividades que deben ejecutarse inmediatamente antes

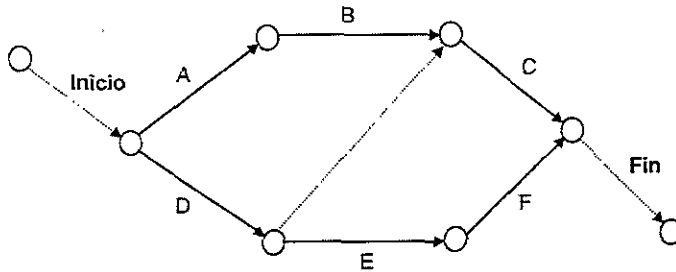
**Figura III-2. Matriz de precedencias**

Actividad Sucesora \ Actividad Predecesora	Preliminares	Excavación	Cimentación	Estructura	Albañilerías	Acabados	Limpiezas
Preliminares		X					
Excavación			X				
Cimentación				X			
Estructura					X		
Albañilerías						X	
Acabados							X
Limpiezas							

2. **Diagrama de flechas.** Este es un método para construir una red del proyecto utilizando flechas que representan las actividades, conectadas por nodos que representan las

dependencias. Aunque esta técnica es menos manejada que la de diagrama de precedencias, es todavía la que se selecciona para aplicarla en algunas áreas. Aquí solo se trabaja con relaciones del tipo fin-inicio y puede ser que se ocupen actividades ficticias para definir correctamente las relaciones lógicas.

**Figura III-3. Diagrama de flechas**



3. **Diagramas condicionales.** Las técnicas de evaluación gráfica y revisión técnica, así como los modelos dinámicos permiten trabajar con actividades no secuenciales, como es el caso de los ciclos o dependencias condicionales. Esto es debido a que ni el diagrama de precedencias ni el de flechas permiten manejar los anteriores elementos.
4. **Plantillas de redes.** Redes estandarizadas pueden ser utilizadas para la preparación de los diagramas de redes del proyecto. Ellas pueden incluir el proyecto completo o solo una porción de él. Redes parciales son comúnmente llamadas subredes o redes fragmentadas. Las subredes son especialmente empleadas donde un proyecto posee características idénticas o muy similares como pueden ser los casos de los pisos en un edificio de oficinas, habitaciones en hoteles y hospitales, aulas en escuelas, casas en un conjunto residencial o celdas en un centro de readaptación social.

Un diagrama de red del proyecto es una forma esquemática de mostrar las actividades por ejecutar y su relación lógica (dependencias) entre ellas. Una red puede ser elaborada manualmente o por computadora. En ella se pueden incluir las actividades del proyecto a detalle o bien una agrupación de las mismas en actividades llamadas *hamaca*. El diagrama deberá ir acompañado por una pequeña descripción que muestre la secuencia básica considerada. Cualquier secuencia fuera de lo común debe ser detallada ampliamente.

La red del proyecto es en ocasiones conocida como diagrama *PERT* (*Program Evaluation and Review Technique*). Un diagrama *PERT* es un tipo especial de red del proyecto, la cual es muy socorrida en la actualidad.

De la misma manera que el proceso de definición de actividades genera actualizaciones de la jerarquización de actividades, la preparación de la red del proyecto puede revelar cuando una actividad debe ser dividida o definida de otra manera con el objetivo de representar las relaciones lógicas correctas.

### III.4.3 ESTIMADO DE DURACION DE ACTIVIDADES

El estimado de la duración de actividades comprende la asignación de tiempo de trabajo requerido para completar cada una de las actividades identificadas con anterioridad. Las personas o grupos que intervienen en el proyecto deben de estar familiarizados con las actividades específicas que les corresponde llevar a cabo, o por al menos saber que existen.

Estimar la cantidad de tiempo de trabajo requerido para completar una actividad en ocasiones también requerirá tomar en cuenta los períodos de inactividad, como son el caso de los fines de semana y días festivos. La mayoría de los paquetes de computación para programación de proyectos ya manejan ésta situación de forma automática.

Para dar inicio al análisis de duración de cada una de las actividades del proyecto es necesario contar con información antecedente, misma que debe estar integrada por: la relación de conceptos, las restricciones, las suposiciones, la información histórica disponible, los requerimientos y capacidades de recursos demandados.

La duración de la mayoría de las actividades estará significativamente influenciada por la cantidad de recursos que se le asignen. Por ejemplo, dos personas trabajando juntas pueden llegar a concluir una actividad en la mitad de tiempo que les tomaría si lo hicieran cada una por separado. Por otro lado, la capacidad de los recursos humanos y materiales asignados también influye en la duración de las actividades, ya que una actividad ejecutada con mano de obra experimentada tenderá a concluirse en menor tiempo que aquella que se desarrolle con mano de obra aprendiz.

La información histórica de las duraciones esperadas para cada una de las categorías de actividades está a menudo disponible en una o más de las siguientes fuentes:

- **Archivos de proyectos.** En una o más de las áreas que intervienen en el proyecto puede ser que se lleven registros de resultados de proyectos anteriores, los cuales en ocasiones son suficientemente claros como para ayudar al desarrollo del estimado de duraciones.
- **Bases de datos comerciales.** Información histórica sobre la duración de diferentes actividades, esta a menudo disponible comercialmente. Estas bases de datos tienden a ser especialmente usadas cuando las duraciones de las actividades no estén regidas forzosamente por el contexto del trabajo a desarrollar.
- **Experiencia del personal.** Los miembros individuales de los equipos que intervienen en el proyecto pueden dominar las duraciones reales de proyectos previos o los estimados de



duraciones en base su propia experiencia. Este aspecto es muy útil si lo vemos desde el punto de vista que se evita la recolección de información cuando estas personas participan directamente en el estimado de duraciones, obteniéndose resultados bastante acertados.

Para la estimación de la duración de las actividades, el *Project Management Institute* propone tres técnicas diferentes:

1. **Juicio de expertos.** En ocasiones las duraciones son difíciles de estimar debido al gran número de factores que pueden llegar influir. El juicio de expertos guiado por información histórica debe ser usado siempre que sea posible. Si algún experto no está disponible para el proyecto, los estimados de duración pueden ser inciertos y riesgosos.
2. **Estimación por analogía.** La estimación por analogía implica el uso de duraciones reales anteriores como base para la estimación de duraciones de actividades futuras. Es muy frecuente emplearla para calcular la duración de proyectos cuando se cuenta con información limitada.
3. **Simulación.** La simulación abarca el cálculo de múltiples duraciones con diferentes consideraciones. La más común es el análisis de Monte Carlo, en el cual una distribución de probables resultados es definida para cada actividad, calculándose también una distribución de probables resultados para el proyecto total.

Los resultados que se obtienen en el proceso de estimación de duraciones son parámetros cuantitativos del tiempo de trabajo que se requiere para completar una actividad. El estimado de duraciones debe siempre incluir alguna indicación de los rangos de resultados posibles. Por ejemplo:

- 2 semanas hábiles  $\pm$  2 días, indica que la actividad tomará al menos 8 días pero no más de 12
- 15% de probabilidad de exceder 3 semanas, indica una alta probabilidad (85%), de que la actividad tome 3 semanas o menos.

Por otra parte, las suposiciones hechas en el estimado de duraciones deben quedar documentadas para posteriores consultas, actualizándolas conforme la información del proyecto vaya fluyendo.

### III.4.4 DESARROLLO DEL PROGRAMA

El desarrollo del programa significa determinar las fechas de inicio y fin para las actividades del proyecto. Si las fechas de inicio y fin no son realistas, es muy probable que el proyecto no se concluya de acuerdo al programa. El proceso de desarrollo del programa debe en ocasiones ser iterativo antes de llegar a emitir el programa definitivo.

Como antecedentes para el desarrollo del programa se debe contar con la red del proyecto, el estimado de duración de actividades, los requerimientos y disponibilidad de recursos, calendarios de trabajo, restricciones, suposiciones, adelantos y demoras.

Para el desarrollo del programa es necesario saber que recursos estarán disponibles, cuando y en que condiciones. Por ejemplo, los recursos que sean compartidos pueden ser especialmente difíciles de programar, debido a que su disponibilidad llega a ser muy variable

El grado de detalle de la carga de recursos puede también llegar a variar en la etapa de desarrollo del programa. Así, el programa preliminar puede reflejar el empleo de más de un recurso en la ejecución de una actividad; con el programa definitivo se puede identificar que recurso específico estará disponible al momento de trabajar sobre cada actividad.

Los calendarios del proyecto y de recursos establecen los períodos de trabajo autorizados. Los calendarios del proyecto afectan a todos los recursos, ya que en algunos casos los trabajos de construcción se realizan en horas hábiles normales, mientras que en otros proyectos se requiere trabajar hasta tres turnos completos. Los calendarios de recursos afectan a insumos específicos o a un grupo de ellos, ya que dependen de las fechas laborables de los diferentes proveedores de bienes y servicios, así como de la disponibilidad de recursos humanos durante el desarrollo del proyecto.

Dentro de las restricciones, existen dos grandes categorías que deben ser consideradas durante el desarrollo del programa:

- **Fechas impuestas.** La conclusión de cierta parte del proyecto en una fecha específica puede llegar a ser requerida por el propietario, los inquilinos o por otros factores externos.
- **Eventos clave y principales hitos.** La conclusión de ciertos elementos para una fecha específica puede ser solicitada por el propietario, los inquilinos o por los promotores del proyecto. Una vez programadas, estas fechas se convierten en definitivas y muy difícilmente pueden llegar a ser movidas.

En otro aspecto, puede darse el caso de que alguna actividad sucesora requiera de un adelanto o demora para su inicio con respecto a su predecesora, esto con objeto de hacer más precisa la relación entre ellas.

Los programas, permiten reflejar la duración probable de un proyecto, indicando con precisión el inicio y fin de cada actividad. Esto representa grandes ventajas, entre otras podemos señalar:

- *Reducir el tiempo de ejecución del proyecto*
- *Coordinar racionalmente todas las actividades*
- *Optimizar recursos*
- *Pronosticar y prever los recursos técnicos y financieros necesarios en cada etapa de ejecución*

La aplicación de las técnicas de programación en la industria de la construcción en México es relativamente escasa debido a su poca difusión y conocimiento, sin embargo dichas técnicas son muy variadas y representan ciertas ventajas entre sí. Tal es el caso del CPM, PERT, GANTT, METRA, PEP, etc.

1. **Método del Camino Crítico (CPM).** A finales de 1946, la compañía norteamericana de productos químicos *Dupont de Nemours*, solicitó a la empresa *Remington Rand*, el diseño de un plan que permitiera controlar el costo de mantenimiento de esa gran planta industrial.

Existían dos restricciones, no se podía detener la producción de la planta y el costo de mantenimiento debía ser mínimo y realizado en el menor tiempo posible.

Fue así como Morgan R. Walker y James I. Kelly Jr. diseñaron el *Critical Path Method*, Método del Camino Crítico. Walker diseñó el lenguaje simbólico y la lógica de representación, mientras que Kelly se encargó del procedimiento de cálculo de la duración de las actividades y de la red.

Cabe señalar que antes de que surgiera dicho método de programación existía el *Project Planning and Scheduling (PPS)*, conocido como Programación y Planeación de Proyectos. Este método tenía como objetivo estimar los costos y tiempos reales de construcción de plantas industriales, tomándose de aquí las bases para el CPM.

El método del Camino Crítico originalmente tuvo gran éxito y su aplicación a la industria de la construcción se debe al doctor R. L. Martino.

En México se ha venido aplicando desde 1960 y algunas dependencias lo emplean en la supervisión y control de las obras en proceso.

Con el CPM se calculan las fechas tempranas y tardías de inicio y fin para cada actividad, basándose en las especificaciones, en la red lógica y en la duración estimada de cada una. El enfoque del CPM es el cálculo de holguras con el fin de determinar que actividades poseen la menor flexibilidad de programación.

El término de fechas tempranas se refiere al momento más próximo en que debe iniciarse o concluirse una actividad. Para calcularla se debe empezar en el nodo de origen de la red, en el instante cero y sumar la duración de la actividad que separa ambos nodos. Cuando en un nodo convergen dos o más actividades, se debe tomar siempre la que represente mayor valor en la suma de duraciones.

Las fechas tardías corresponden al momento más lejano en que puede iniciarse o concluirse una actividad. Para calcularla, es necesario empezar en el nodo de terminación de la red, con la fecha más cercana de terminación y restar la duración de la actividad que separa ambos nodos. Cuando de un nodo salen dos o más actividades se debe considerar siempre la que en la diferencia de por resultado menor valor.

Una vez calculadas las fechas tempranas y tardías de inicio y fin de cada actividad, el siguiente paso será calcular las holguras. La holgura es el tiempo disponible para prolongar la duración de una actividad sin que repercuta en el plazo final de terminación de la red. En el CPM existen dos tipos principales de holgura, las cuales se definen de la siguiente manera:

- **Holgura total.** Es el tiempo máximo disponible para prolongar la duración de una actividad sin que se modifique la duración del proyecto. Para calcularla se debe restar la

fecha más tardía de terminación, menos la más temprana de inicio, menos la duración de la actividad que separa ambos nodos.

- **Holgura libre o sin interferencia.** Es el tiempo medio disponible para prolongar la duración de una actividad sin modificar la fecha de inicio más temprana de las actividades sucesoras. Para calcularla, se debe restar la fecha más temprana de terminación, menos la más temprana de inicio, menos la duración de la actividad que separa ambos nodos.

Con el cálculo de tiempos y holguras en el *CPM*, obtenemos la ruta crítica. La ruta crítica es el camino a seguir desde el nodo de origen hasta el nodo de terminación de la red, cuya suma en la longitud de la duración de sus actividades siempre es el mayor valor, además las actividades que definen la ruta crítica tienen holguras iguales a cero.

2. **Programa de evaluación y técnica de revisión (PERT).** Casi de manera simultánea al método *CPM*, el método *PERT* (*Program Evaluation and Review Technique*) surgió en 1958. Fue desarrollado por la oficina de proyectos especiales del departamento de Marina de los Estados Unidos de Norteamérica y por la firma Hallen and Hamilton de Chicago, Illinois, en el desarrollo del proyecto del misil Polaris. Se estima que en el desarrollo del proyecto y construcción del misil se ahorró dos años de ejecución al aplicar el *PERT*.

La problemática central del proyecto era la participación y coordinación de miles de subcontratistas involucrados dentro del mismo. De hecho, era una experiencia nueva en la construcción de un misil de estas características, esto implicaba gran incertidumbre en la duración total del proyecto.

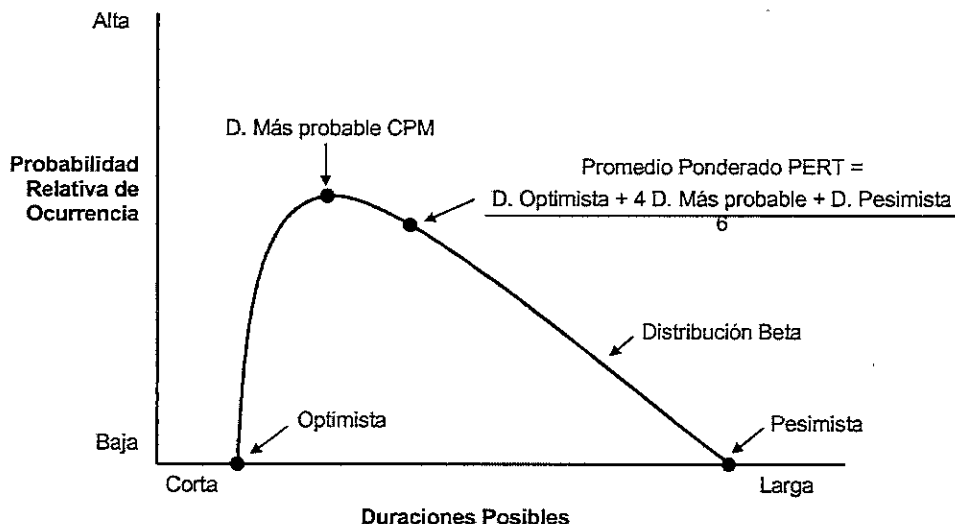
El *PERT* proporcionó medios adecuados de sincronización entre todos los participantes, estableciendo fechas límite de entrega de cada subcontratista, aplicando cálculo de probabilidades, asegurando con certeza la fecha de entrega y prueba del misil sin importar del todo, el costo que esto implicaría.

En la construcción del Polaris se integraban miles de actividades de las cuales la mayoría eran nuevas y no tenían antecedentes experimentales para determinar su duración. El éxito del *PERT* consistió en pronosticar, evaluando duraciones optimistas y pesimistas de cada actividad, un tiempo probable de ejecución y la esperanza matemática de concluir en el tiempo previsto.

En la ejecución de un proyecto es común tener un límite de tiempo de construcción contractualmente establecido, en muchos de los casos el incumplimiento del mismo es motivo de sanciones administrativas y penas convencionales.

El *PERT* emplea una red de secuencias lógicas y un promedio ponderado de las duraciones estimadas para calcular la duración del proyecto. El *PERT* en principio difiere del *CPM* en el hecho de que para el cálculo de duraciones emplea una distribución de probabilidad de donde se obtiene un promedio pesado de cada duración, en lugar de la duración más probable que originalmente usa el *CPM*. El *PERT* es manejado en ocasiones hoy en día como un método aparte o como apoyo en los cálculos para el *CPM*.

Figura III-4. Cálculo de duraciones por el método PERT



3. **Gráfica de barras (GANTT).** Henry Lawrence Gantt fue uno de los pioneros de la administración científica del trabajo y precisamente él difundió los programas de barras, los que posteriormente se identificaron como de Gantt en honor a su nombre.

El método de Gantt se ha utilizado con mucho éxito en la programación de innumerables proyectos y actividades, esto obedece a lo rápido y sencillo que resulta trabajar con los gráficos de barras. Sin embargo, al programar directamente un proyecto con este método, no resulta fácil identificar la precedencia e interrelación de las actividades así como aquellas que resultan ser críticas. La ventaja de los gráficos de Gantt radica en que es muy fácil identificar aquellas actividades que son simultáneas y con ayuda del método *CPM* es accesible el cálculo y asignación de recursos por período. Otra ventaja que presenta, es que como herramienta de control del tiempo de los programas, visualmente facilita identificar la situación real del avance de un proyecto y compararlo contra el avance programado.

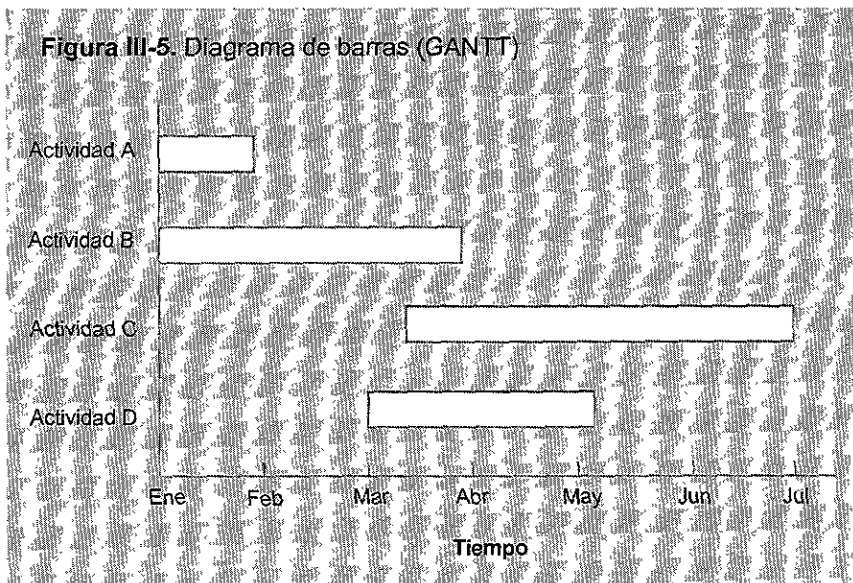
La versatilidad del programa de Gantt permite identificar con mucha facilidad la duración de cualquier actividad, indicando el momento de inicio y terminación de la misma, cuestión que no resulta del todo accesible con los métodos anteriormente vistos. Es por esto importante conocer las opciones que brinda este método en la programación de un proyecto, sus ventajas, limitaciones y complementación que tiene con otros métodos.

La simbología del método *GANTT* es muy sencilla, de hecho basta con describir las actividades en orden cronológico de forma vertical y sus duraciones con barras de forma horizontal. Para identificar con precisión el momento de inicio y terminación de cada actividad, es necesario graficar en forma de columna el tiempo y los periodos.

Al interpretar en programa de barras una red, encontraremos tres tipos de duración de las actividades. La crítica, donde las fechas tempranas y tardías de inicio y fin son idénticas y además tienen holgura igual a cero; la duración normal de una actividad no crítica siempre se grafica en la fecha más temprana de inicio y terminación; la duración con holgura siempre representa gráficamente la holgura total y queda representada con la fecha más temprana y tardía de terminación.

Por cuestiones prácticas es importante anexar una simbología de representación de la duración de las actividades.

Al presentar los programas de *GANTT* existen dos opciones: graficar las actividades en días efectivos de trabajo o considerando días calendario. Dentro de los paquetes de computadora para programación de proyectos existe la opción de definir los calendarios de trabajo y ellos automáticamente, al momento de proporcionar las duraciones, ubican las barras en el lapso de tiempo que le corresponde.



**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

4. **Otros métodos de programación.** Posterior al desarrollo de los métodos CPM y PERT, han surgido otros métodos alternativos de programación que en esencia han retomado los principios básicos de los primeros y sólo presentan algunas variantes para presentar mayor sofisticación. Ejemplo de ellos son los siguientes:

- **Procedimiento de evaluación de programa (PEP).** El PEP (*Program Evaluation Procedure*) plantea el análisis alternativo de diferentes caminos críticos en el diseño de redes, considerandos adelanto y demora de actividades.
- **Análisis de ruta crítica (CPA).** El CPA (*Critical Path Analysis*) evalúa la duración mínima de un proyecto, analizando los costos adicionales que esto implica.
- **Estimación y programación de costo mínimo (LESS).** El LESS (*Least-cost Estimating and Scheduling*) analiza diferentes tiempos de programación de un proyecto para determinar cual es el tiempo de duración que implique el menor costo posible.
- **Método de potenciales Metra (MPM).** El MPM (*Metra Potentials Method*) es un método muy similar al CPM, sólo que su estructura de representación difiere en la simbología y en acotar las actividades en los nodos, evitando con esto, el uso de actividades ficticias y logrando una representación más sencilla. Este método fue diseñado por la firma de consultores de administración *Metra International* de Francia, a cargo de Bernard Roy. Ellos diseñaron un método alternativo de programación de proyectos utilizando diagramas de red.

El MPM representa las actividades en nodos cuadrados y las flechas sólo indican la interdependencia lógica de las actividades.

- **Procedimiento de distribución de fuerza de trabajo (MAP).** El MAP (*Manpower Allocation Procedure*) busca nivelar de manera lógica y racional la fuerza de trabajo por asignar a la duración de un proyecto. Mediante procedimientos laboriosos y por tanteo, el Dr. R. L. Martino considera que en un proyecto pueden ocurrir las siguientes restricciones: programación con asignación de un recurso único con límite fijo, programación con asignación de más de un recurso, necesidades variables de fuerza de trabajo y problemas de nivelación en proyectos alternativos.
- **Evaluación gráfica y técnica de revisión (GERT).** El GERT (*Graphical Evaluation and Technique Renew*) permite mediante un tratamiento probabilístico obtener la red lógica y el estimado de duración. Esto es debido a que existen actividades que no pueden ser ejecutadas por completo, algunas pueden ser ejecutadas parcialmente mientras que otras pueden ejecutarse más de una vez.

Utilizando cualquiera de las técnicas y métodos presentados anteriormente se pueden obtener los tiempos de ejecución del proyecto, más sin embargo, corresponde a la dirección de proyecto poner sobre la balanza si se comprimen las duraciones de las actividades con la asignación de mayores recursos, lo cual repercutirá directamente en el costo del proyecto de edificación urbana. Otra opción para la compresión de las duraciones consiste en desarrollar actividades de manera simultánea, cuando normalmente están en secuencia. Esta última opción también

repercute en el importe del proyecto, ya que para lograr este propósito es necesario emplear tecnología de vanguardia cuyo costo generalmente es muy alto.

### III.4.5 PAQUETES DE COMPUTACION PARA PROGRAMACION DE PROYECTOS

La principal razón para el empleo de este tipo de herramientas es el tamaño y la complejidad del proyecto. Proyectos pequeños pueden ser programados manualmente repercutiendo probablemente en un bajo costo de esta área. Sin embargo, proyectos de edificación urbana de mediana y gran envergadura y con un apretado programa de trabajo, definitivamente requerirá de la implementación de un área de programación con herramientas automatizadas.

En grandes proyectos de edificación urbana, el manejo y presentación de los volúmenes de información, justifican la inversión extra en paquetes de computo para programación de proyectos. La aplicación de este tipo de paquetes ha ayudado a mantener los proyectos de edificación urbana dentro de los límites de costo y tiempo impuestos.

La principal ayuda de estos paquetes consiste en hacer los cálculos matemáticos y de nivelación de recursos en forma automática, permitiendo consideraciones rápidas de varias alternativas de programación. Estos paquetes permiten imprimir o proyectar los programas desarrollados.

A continuación se presentan algunos nombres y características de los programas de computo para programación de proyectos más demandados en el mercado.

1. **Primavera Project Planner 2.0 (P3).** Este paquete es desarrollado por *Primavera Systems, Inc.* La actual versión de este sistema (*P3*<sup>®</sup> 2.0) tiene la capacidad de manejar fácilmente múltiples proyectos con hasta 100,000 actividades cada uno. Los recursos entre proyectos pueden ser compartidos, brindado con esto la oportunidad de saber si la carga de recursos en cada proyecto es adecuada.

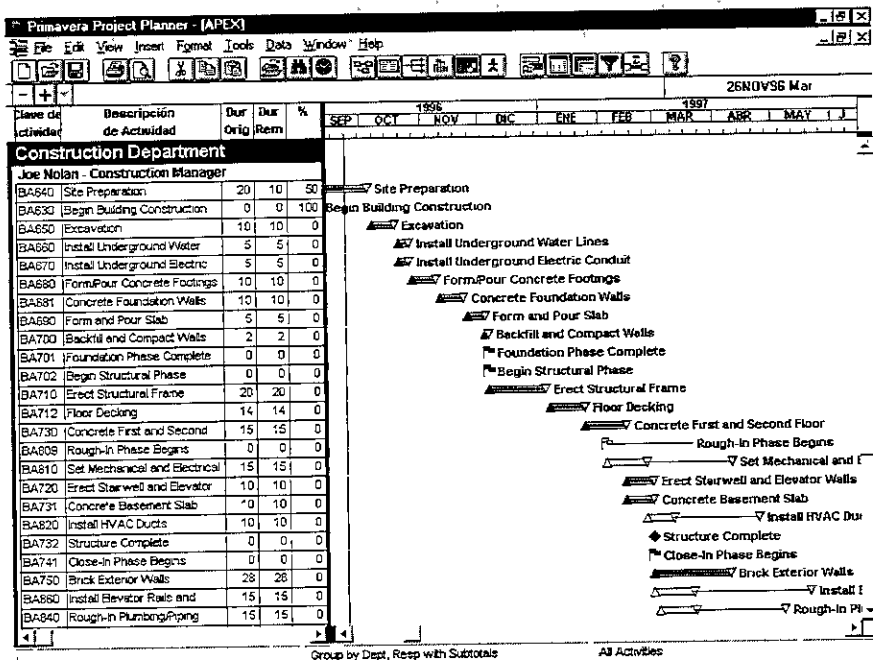
Con el *P3* también se puede organizar y analizar la información del proyecto de ilimitadas maneras. Con su presentación de diagramas *PERT* y de barras, se pueden anticipar los problemas y evaluar opciones.

Otra ventaja del *P3* es la actualización de programas vía e-mail y la publicación de resultados en páginas del Web para hacer más eficiente la comunicación entre los colaboradores del proyecto.

Este paquete es en la actualidad el más utilizado en la programación de proyectos importantes alrededor del mundo, marcando el liderazgo en el mercado de paquetes de computo para programación. El inconveniente de este sistema estriba en su alto costo de adquisición.

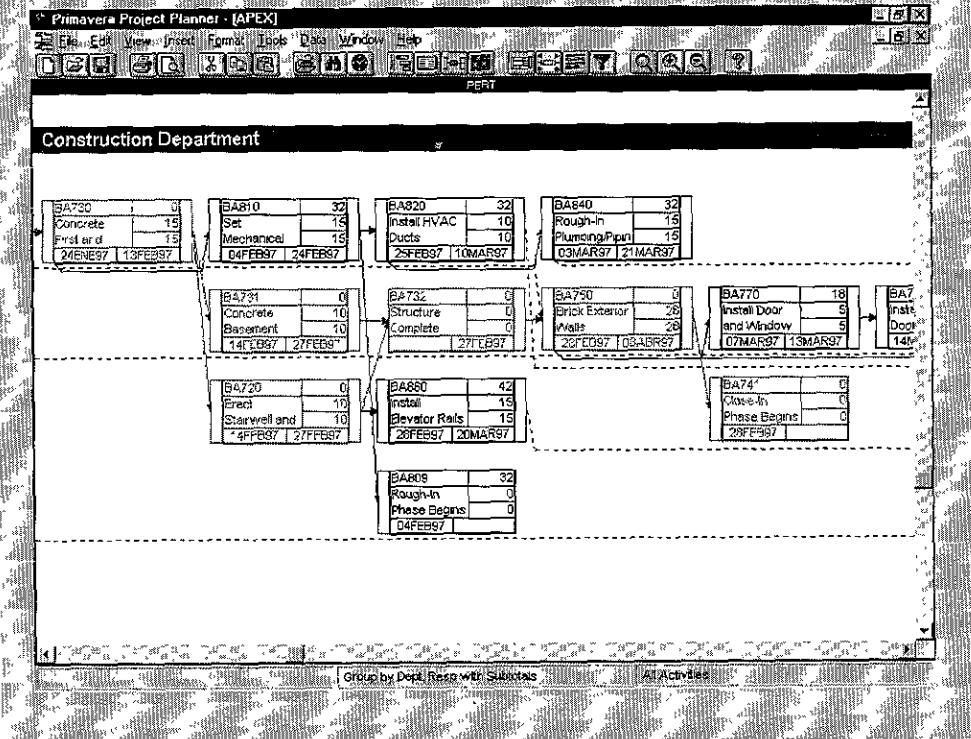


Figura III-6. Presentación de diagrama de barras en P3



- 2. Sure Track.** Es la versión económica del P3 y es desarrollado también por Primavera Systems, Inc. Al ser un paquete más económico, las capacidades del mismo también se ven reducidas. La ventaja de compatibilidad que se tiene con el P3 es que los programas de proyectos desarrollados con este sistema pueden incorporarse sin ningún problema a las grandes bases de datos que maneja el P3.
- 3. Project Scheduler 7.** Este sistema esta diseñado por Scitor Corp. Es utilizado para programar desde proyectos sencillos hasta grandes proyectos donde se generen complejas bases de datos. Tiene la capacidad de transmitir información por medio del Internet.

Figura III-7. Presentación del PERT en P3



4. **Open Plan Professional.** Este paquete es comercializado por *Welcom Software Technology*. Es una herramienta que permite manejar proyectos y presentar reportes en el formato que se necesite. Con el se pueden programar recursos, analizar múltiples proyectos, permitir el acceso a diversos usuarios, presentar diferentes vistas de la información y trabajar en red.
5. **Microsoft Project.** Es un paquete con el que de una forma sencilla se puede elaborar y mantener programas realistas para proyectos. Tiene la capacidad de interactuar con otros paquetes para productividad de negocios. Permite comunicarse y trabajar más eficientemente con otros miembros del proyecto, proporcionando una poderosa extensión para cumplir con las necesidades programadas.

### III.5 PRESUPUESTO

El propósito del presupuesto es presentar una valoración monetaria definitiva, basada en el proyecto ejecutivo, del costo que integrará el monto total del proyecto. Como todos los aspectos *financieros del proyecto giran en torno al presupuesto, éste último debe acercarse lo más posible a la realidad.*

Para la elaboración de un presupuesto correcto, contamos con la información antecedente proporcionada por el estimado de costo efectuado en la fase de diseño. Un estimado de costo deficiente traerá como consecuencia un presupuesto del proyecto poco realista, situación que propiciará pérdidas de control, sobrecostos y problemas financieros para todos los demás elementos que integran el proyecto. La pérdida del control de costos evitará alcanzar uno de los principales objetivos del proyecto, el cual consiste en concluirlo con erogaciones mínimas.

El presupuesto del proyecto es la base para el programa de control de costos. Es por ello que el aspecto más importante en su elaboración es tener identificados todos los conceptos que se deben ejecutar para completar el proyecto satisfactoriamente y bajo un presupuesto mínimo posible. Es natural que algunos conceptos menores sean pasados por alto, es entonces cuando en los conceptos de mayor importancia se debe tener especial cuidado en su valorización, ya que definitivamente ellos representarán el mayor porcentaje del monto del proyecto. Además, si se efectúa una valorización conservadora y una dirección prudente de los montos para escalatorias y contingencias, se tendrá la oportunidad de finalizar el proyecto dentro del presupuesto establecido.

Como ya se mencionó anteriormente, el presupuesto es la base para el programa de control de costos, por lo que su integración debe de hacerse considerando las cuentas de costo homologadas que hayan sido definidas previamente por los diferentes grupos que intervienen en la ejecución del proyecto. Para tal fin, la propuesta más común para la integración de un presupuesto de edificación urbana, es la que se conforma con las cuentas de mayor: costo directo, costo indirecto, gastos generales, contingencias y escalaciones.

#### III.5.1 COSTO DIRECTO

El costo directo de un presupuesto es el que agrupa el costo de materiales, mano de obra, maquinaria, subcontratos y fletes, necesarios para la ejecución del proyecto tal y como se marca en los planos y especificaciones que definen el alcance de los trabajos. Estos conceptos son la esencia del presupuesto, pues constituyen el costo de los recursos que intervienen directamente para el desarrollo de las actividades de construcción dentro del proyecto. Al integrar el costo de los recursos a cada uno de los conceptos de trabajo, se obtiene el costo unitario de cada uno de ellos, el cual multiplicado por su volumen cuantificado en los planos correspondientes, arroja el monto total del presupuesto a costo directo.

1. **Materiales.** El costo de materiales elaborados y semielaborados debe ser determinado a partir de un estudio de mercado, que contemple los patrones de calidad marcados en especificaciones y normas, con el fin de obtener una comparación de precios de los diferentes proveedores de insumos y de esta forma se elija aquel que ofrezca los mejores

precios y garantías. Con esta información se da inicio propiamente al plan de procuramiento del proyecto.

Es importante también tomar en cuenta los volúmenes que de cada material requerirá el proyecto, pues de antemano es sabido que con la adquisición de grandes volúmenes de insumos, los proveedores ofrecen descuentos muy atractivos. También deben tomarse en cuenta los convenios previos que se tengan celebrados con compañías proveedoras de materiales comunes para la construcción de edificios (concreto premezclado, acero de refuerzo, madera para cimbra, etc.), pues con ellos se puede llegar a acuerdos para el suministro de sus productos en todos los proyectos que se prevea ejecutar anualmente.

Un aspecto importante del costo de materiales lo constituye el precio puesto en obra, ya que en algunas ocasiones el costo del flete supera el mismo precio del material, como puede ser el caso de materiales importados, incrementando con ello su costo. Es por ello que nunca se debe pasar por alto esta situación y siempre solicitar a los proveedores el costo del insumo en nuestro almacén. Además de todo ello, los tiempos de entrega deben de ser también tomados en cuenta y esto debe de hacerse del conocimiento del personal encargado de la programación del proyecto, con el fin de contemplarlo dentro de los tiempos de ejecución y prever las fechas de arribo de dichos productos a la obra

Como último punto importante por analizar en el costo de los materiales, es la precaución que debe tenerse en cuanto a desperdicios de los mismos se refiere. Cuando se trate de materiales que deben de ser dosificados en cantidades determinadas, se debe de recurrir a la información técnica proporcionada por el proveedor con el objeto de estar empleando los volúmenes adecuados de los productos. No se debe perder de vista que el derroche de materiales incrementará a la larga el costo del proyecto, por lo que durante el proceso constructivo conviene supervisar constantemente que el personal encargado de los trabajos de construcción, cuide no se rebasen los desperdicios considerados en el presupuesto.

2. **Mano de obra.** Frecuentemente representa un alto porcentaje del costo total de construcción de un proyecto; esto hace importante el estudio detallado y metódico de los factores que integran dicho costo, es decir, todas aquellas erogaciones que el contratista tiene que realizar para remunerar la fuerza de trabajo aportada por un obrero.

Dicha remuneración podría llevarse a cabo por diversos medios, de los cuales los más empleados son:

- **Remuneración diaria.** Consiste en pagar al trabajador una cantidad de dinero fija por cada día (jornal) trabajado. Esta forma de pago implica, que se debe llevar un control sobre la actividad de los trabajadores, lo cual sólo se puede lograr analizando de antemano el número máximo de personas que pueden ser controladas de manera óptima por un supervisor, sin embargo, esto redundará en un gasto administrativo mayor.
- **Remuneración por destajo.** Consiste en que al trabajador se le paga una cantidad de dinero, pactada con anterioridad, por cada unidad de trabajo que ejecute, es decir, mientras más unidades de trabajo se realicen en determinado tiempo, mayor será la cantidad de dinero recibida. El problema del mal manejo de este sistema de pago ocasiona que los trabajadores realicen su labor en el menor tiempo posible, provocando una disminución de la calidad del trabajo. Por otra parte, con una buena organización,

los trabajadores generalmente obtienen un mayor beneficio económico derivado de una dirección adecuada de las obras.

Este sistema ofrece la ventaja de que si se lleva una supervisión constante sobre la calidad del trabajo se pueden lograr avances de obra importantes en corto tiempo.

Es importante recalcar que cualquiera que sea la forma de remuneración que se use, el trabajador siempre deberá percibir cuando menos el salario mínimo oficial, establecido por la entidad gubernamental correspondiente, ya sea a nivel federal, estatal, regional o municipal.

En general llamamos salario a la retribución que se hace al trabajador por producir. El monto de este salario se determina en base al tiempo trabajado, al tipo de trabajo realizado, a las condiciones de su ejecución, a la capacidad y preparación del trabajador.

Con el fin de brindar protección a los grupos sociales menos favorecidos, existen leyes que regulan las relaciones laborales; por lo que para efectos de análisis y determinación de los costos de mano de obra, es indispensable conocer a fondo las obligaciones legales contraídas por todo contratista al momento de ocupar personal obrero, ya que tales obligaciones tienen repercusiones económicas muy importantes en la evaluación de la erogación real por concepto de salarios.

La práctica común en el medio de la construcción de proyectos de edificación urbana en México distingue diferentes categorías de salario para el análisis del costo de mano de obra:

- **Salario diario, base o nominal.** Es el que se paga en efectivo al trabajador por día transcurrido (incluyendo domingos, vacaciones y días festivos) mientras dura la relación laboral y por el cual fue contratado.
  - **Salario mínimo legal.** Es el establecido por la Comisión Nacional de Salarios Mínimos como obligatorio para las vigencias, zonas y categorías de trabajadores que ella establece.
  - **Salario mínimo convencional.** En algunas regiones, por los problemas económicos locales, los sindicatos o asociaciones gremiales establecen salarios mínimos diferentes a los que estipula la Comisión, por lo que el contratista deberá considerar en su análisis los salarios realmente vigentes en la localidad donde se pretende ejecutar el proyecto.
  - **Salario real.** Es la erogación total que hace el contratista por día trabajado del obrero, mismo que esta integrado por pagos directos al trabajador, prestaciones en efectivo y en especie, pagos de impuestos gubernamentales y pagos a instituciones de beneficio social.
3. **Maquinaria.** El contratista debe considerar el costo del equipo necesario que le permita llevar a buen fin los trabajos que le fueron encomendados dentro de las normas, costo y tiempo especificados.

Para definir el costo del equipo que el contratista empleará en la construcción del proyecto, se acostumbra dividir los cargos por hora de este concepto en las siguiente categorías:

- **Cargos fijos.** Son los que se derivan a raíz de la depreciación, inversión, seguros y mantenimiento mayor.

El cargo por depreciación también podría llamarse cargo para reposición de equipo. Es el que resulta por la disminución en el valor original de la maquinaria, como consecuencia de su uso durante el tiempo de su vida económica.

Cualquier compañía, para adquirir una máquina, solicita fondos provenientes de los bancos o mercados de capitales, pagando por ellos los intereses correspondientes; o bien, si el empresario dispone de fondos suficientes de capital propio, hace la inversión directamente esperando que la máquina le reditue en cualquier momento cuando menos los intereses de su capital invertido en valores de renta fija. Se puede decir que el cargo por inversión, es el cargo equivalente a los intereses correspondientes al capital invertido en maquinaria.

Se entiende como cargo por seguros, el necesario para cubrir los riesgos a que está sujeta la maquinaria de construcción durante su vida útil y por los accidentes que llegará a sufrir. Este cargo existe tanto en el caso de que la maquinaria de la empresa se asegure con una compañía de seguros, como en el caso de que la empresa constructora decida hacer frente con sus propios recursos a los posibles riesgos de la maquinaria (autoaseguramiento).

Los cargos por mantenimiento son los originados por todas las erogaciones necesarias para conservar la maquinaria en buenas condiciones, a efecto de que se trabaje con rendimiento normal durante su vida económica. En el mantenimiento se consideran todas las erogaciones necesarias para efectuar reparaciones a la maquinaria en talleres especializados, o aquellas que puedan realizarse en el campo empleando personal calificado, retirando el equipo de los frentes de trabajo por un tiempo considerable. Incluye mano de obra, repuestos y renovaciones de partes de la maquinaria, así como otros materiales necesarios para tales fines.

- **Cargos por consumos.** Las máquinas empleadas en construcción son accionadas por motores eléctricos o por motores de combustión interna, éstos últimos pueden ser de gasolina o diesel. El consumo de combustible de una máquina de combustión interna es proporcional a la potencia desarrollada por la misma. Toda máquina, al operar en condiciones normales, solamente necesita de un porcentaje de su potencia total, lo cual se expresa aplicando a la potencia nominal máxima un coeficiente llamado factor de operación, el cual varía entre 50% y 90% con respecto a la potencia nominal máxima.

La altura con respecto al nivel del mar, las variaciones de temperatura y las diversas condiciones climáticas, ejercen influencias adversas sobre el consumo de combustible en las máquinas de combustión interna, ya que disminuyen la potencia del motor. Esta disminución se considera para efectos de cálculo, involucrada en el factor de operación.

El cargo por consumo de combustibles es el derivado de todas las erogaciones originadas por los consumos de gasolina y diesel para que los motores produzcan la energía que utilizan para desarrollar trabajo.

El cargo por consumo de otras fuentes de energía es el derivado de las erogaciones originadas por los consumos de energía eléctrica o de energéticos diferentes de los combustibles señalados anteriormente y representa el costo que tengan la energía consumida en la unidad de tiempo considerada.

El consumo de energía de un motor eléctrico depende fundamentalmente de su eficiencia para convertir la energía eléctrica que recibe, en energía mecánica que proporciona a la máquina. Los factores que determinan la eficiencia de un motor eléctrico son muy variados, pero en forma general podemos citar los siguientes: porcentaje de potencia utilizada respecto a la potencia nominal, diseño mecánico, diseño electromagnético, altitud del lugar de operación, tipo de motor, características del par de arranque y edad de la máquina.

El cargo por consumo de lubricantes es el que abarca las erogaciones originadas por los consumos y cambios periódicos de aceites al cárter, la transmisión, los mandos finales, controles hidráulicos, filtros y grasas. En este cargo deben contemplarse los fletes necesarios para suministrar los lubricantes en el sitio del proyecto.

Las llantas del equipo de construcción, al igual que el propio equipo, sufren demérito derivado del uso de las mismas, por lo que es necesario, además de repararlas y renovarlas periódicamente, reemplazarlas cuando han llegado al fin de su período de vida económica. La vida económica de las llantas varía en función de las condiciones de uso a que sean sometidas, del cuidado y mantenimiento que se les brinde, de las cargas a que trabajen y de las condiciones de las superficies de rodamiento por donde circulen.

- **Cargos por operación.** Es el que se surge con las erogaciones efectuadas por concepto del pago de salarios del personal encargado de la operación de la maquinaria, por hora efectiva de la misma. El salario base de los operadores debe de estar en función de la clase de máquina, capacidad y responsabilidad delegada al operador, condiciones generales de trabajo, etc., sin olvidar que dicho salario estará indudablemente afectado por la ley de la oferta y la demanda. En la práctica puede darse el caso de que se fije al operador un salario base reducido, incrementado por medio de bonificaciones por hora efectiva de trabajo de la máquina, con lo que se logrará además que el operador tenga interés en mantener constantemente su equipo en condiciones de trabajo. Lo anterior está basado en que la función y responsabilidad de los operadores de maquinaria de construcción, comprende tanto la operación de los equipos, como todos los cuidados básicos que se requieran para la conservación y mantenimiento de las mismas; incluso es práctica común de las empresas constructoras que cuando la actividad en la fase de construcción de los proyectos decrece, o la maquinaria es retirada de servicio para efectuar reparaciones mayores, los operadores son los mejor avocados para vigilar que las reparaciones del equipo sean correctamente efectuadas, puesto que ellos conocen más a detalle las deficiencias de la máquina que tienen a su cargo.

En la ejecución de cualquier trabajo es prácticamente imposible que un operador labore en forma continua e ininterrumpida durante toda la jornada de trabajo. Es lógico que existan interrupciones, algunas veces debidas a factores humanos y otras debidas a pequeñas reparaciones, ajustes y lubricación de las máquinas. Además, debe tenerse en cuenta que en obras donde se presentan condiciones muy adversas, las pérdidas de tiempo o interrupciones en las actividades de la maquinaria, se incrementan en forma

notable, ya sea por condiciones topográficas, por fenómenos meteorológicos o porque el equipo del que se disponga no sea precisamente el más adecuado para las condiciones imperantes en la obra.

Así pues, por cada hora cronológica solamente se trabaja efectivamente un porcentaje de la misma. Este porcentaje está altamente influido por las condiciones de la obra y por la calidad de la administración o gestión de la empresa constructora, siendo un valor promedio el 80%.

- 4. Subcontratos.** En los proyectos de edificación urbana, algunas partidas como herrerías, cancelería de aluminio y vidrio, impermeabilizaciones, carpintería, jardinería, recubrimientos en muros, aire acondicionado, sistemas de control contra incendio, etc., normalmente son subcontratados debido al grado de especialización que involucran cada una de ellas. Por otra parte, puede ser que el propietario desee que algunas partidas del proyecto sean subcontratadas a alguna firma en particular, con el fin de garantizar su correcta ejecución.

A partir de que el subcontratista es invitado a participar en el proyecto, los problemas de comunicación, control de costos y calidad son relativamente fáciles de manejar. Los supervisores del contratista general están disponibles de tiempo completo en el sitio de la obra para verificar y administrar los trabajos que sean subcontratados.

El personal para el control del proyecto del contratista general también supervisa las actividades de los subcontratistas en los aspectos de programa, pagos y manejo de ordenes de cambio. Cuando el proyecto es subcontratado en su totalidad, un grupo especial de la dirección de proyecto es asignado para supervisar y administrar los trabajos a nombre del propietario.

El plan de subcontratación es originalmente elaborado durante la fase del estimado de costos, por lo que los precios obtenidos de los subcontratos deben de ser validados. De esta manera, se debe de solicitar a los subcontratistas seleccionados una rectificación o ratificación de sus precios. Aquí se debe de tener la precaución de no adjudicarle los trabajos a un subcontratista únicamente por sus precios bajos, cuando de antemano se tiene noticia de la baja calidad de su trabajo, situación que en lugar de favorecer al proyecto acarrearía demasiados problemas.

En todo subcontrato es importante tener los documentos que le permitan a la dirección de proyecto revisar y asegurar su aplicación de acuerdo a las especificaciones. Especialmente se debe de revisar los puntos que marcan la división entre los trabajos ejecutados por el contratista general y por los subcontratistas. Debe también revisarse que los requerimientos contractuales de tiempo, garantías, calidad, pago, ordenes de cambio y demás, se hagan extensivas para cada uno de los subcontratistas. Si algún material es suministrado como parte de un subcontrato, se debe de revisar que sus normas de calidad sean iguales a las del contratista general.

Los subcontratistas forman parte del equipo de construcción del proyecto, así que ellos deben de tener en mente los mismos objetivos que en común llevan consigo el propietario, la dirección de proyecto y el contratista general. Si en algún momento un subcontratista



llegará a fallar en la ejecución de su trabajo, no se debe de dudar en discutir el problema con los respectivos responsables y efectuar los cambios que sean necesarios.

5. **Fletes.** El monto del costo de las operaciones de carga, descarga y transportación, dependen primordialmente de la distancia de la fuente de suministro al sitio de consumo del material, además de los procedimientos que se sigan para la carga y descarga del mismo.

El costo del flete puede estar dentro del precio de venta del fabricante cuando se trate del precio del material puesto en obra, o puede ser cargado al consumidor por separado mediante ciertas tarifas, las cuales pueden estar basadas en volúmenes, peso o número de piezas por kilómetro o bien, por flete cerrado, como es al caso de los materiales de naturaleza delicada o de difícil transportación, tales como elementos de concreto presforzado, transformadores, etc.

Existe transportación externa (de la fuente de producción al sitio de la obra), y transportación interna o local. El suministro externo de materiales a la obra puede hacerse por medio de ferrocarril, camiones, embarcaciones, etc. La transportación local puede ser horizontal o vertical; la horizontal puede llevarse a cabo con vagonetas, bandas transportadoras, bogues, carretillas, camiones y camionetas; la vertical puede hacerse con malacates, grúas y elevadores de carga.

### III.5.2 COSTO INDIRECTO

Todo proyecto de edificación urbana requiere de una administración central y de campo que apoyen en conjunto los trabajos de ejecución directa de la obra, con el fin de que los objetivos de costo, tiempo y calidad se vean cumplidos cabalmente.

Los costos indirectos propios de cada proyecto en particular, son perfectamente previsibles y se pueden analizar y valorar previamente, por lo menos dentro del mismo orden de aproximación de los costos directos. Se pueden por otra parte controlar durante la ejecución del proyecto, para mantenerlos dentro de los límites prefijados.

Debido a que la mayoría de las veces no es posible una determinación concreta en tiempo, cantidades o importes de los trabajos que los generan, los cargos indirectos se expresan como un porcentaje del costo directo de cada concepto de trabajo.

Un factor importante en la definición del costo indirecto lo constituye la duración de los trabajos de construcción, pues todos los aspectos relacionados con este costo girarán alrededor de las erogaciones efectuadas durante ese lapso de tiempo. La estructura del costo indirecto puede variar un poco de un proyecto a otro, más sin embargo los conceptos en común que se deben contemplar en su integración son:

1. **Salarios del personal técnico.** Comprende los salarios e impuestos que devengará el personal técnico que estará a cargo de la supervisión y control de la obra, en el sitio de desarrollo de la misma. Este análisis se hace tomando en cuenta el organigrama propuesto por el contratista, donde se refleja la cantidad de personas requeridas, su categoría y el tiempo de estancia de cada uno de ellos en el proyecto.

2. **Salarios del personal administrativo.** Abarca los salarios e impuestos devengados por el personal administrativo, que apoyará en el sitio de la obra con las operaciones de las áreas de contabilidad, compras, personal y almacén. Al igual que el personal técnico, el costo en este rubro se determina a partir del organigrama propuesto al propietario, el tiempo de permanencia en la obra de cada elemento y la categoría de cada uno de ellos.
3. **Salarios del personal para vigilancia.** Este punto se refiere a los salarios e impuestos de veladores para el cuidado de oficinas del contratista en el sitio de la obra. Para su definición es necesario considerar la extensión en área de las oficinas, su ubicación y los turnos de trabajo, con el fin de asignar el personal suficiente y adecuado.
4. **Gastos de consumo.** Se refiere a las erogaciones efectuadas por concepto de consumo de energéticos y artículos para el mantenimiento y operación de las oficinas del contratista en el sitio de la obra. Tal es el caso de la energía eléctrica, agua y gas.
5. **Equipo de oficina.** Este costo está integrado por la depreciación del mobiliario empleado por el personal técnico administrativo en las oficinas de obra.
6. **Papelería y copias.** Constituye las erogaciones debidas a útiles de escritorio, renta de equipo de copiado o la contratación de servicios profesionales para reproducción de documentos del proyecto.
7. **Gastos de representación.** Son los gastos generados por concepto de atención a los representantes del propietario y a sus invitados, por visitas llevadas a cabo al sitio del proyecto. También incluye aquellas erogaciones producto de viajes del personal del contratista general, para efectos de supervisión de trabajos realizados en otra localidad, relacionados directamente con el proyecto. Otra situación por la que pueden presentarse este tipo de gastos, es que las oficinas del propietario o de los responsables del diseño se encuentren ubicadas en otra localidad diferente a donde se construye el proyecto. Por tal motivo algunos representantes del contratista tendrán la necesidad de desplazarse a otros sitios en forma rutinaria, a fin de resolver diferentes aspectos administrativos y técnicos del proyecto.
8. **Transporte de personal.** Este rubro surge a raíz de los gastos generados por los vehículos al servicio del personal técnico administrativo durante la construcción del proyecto. El alcance de éstos comprende rentas, seguros, consumos, choferes y mantenimientos.
9. **Comunicación.** Comprende todos los dispositivos que emplee el contratista para mantener un buen enlace entre todos los que en algún momento participen en el proyecto. Aquí quedan ubicados teléfonos, radios, localizadores, servicios de mensajería y equipos especiales de comunicación vía satélite.
10. **Viáticos y sobresueldos.** Debido a que algunos proyectos de edificación urbana se desarrollan en ciudades alejadas de las oficinas centrales del contratista, como parte de una prestación, la empresa otorga al personal técnico administrativo asignado a ese tipo de proyectos una remuneración extra que le permita sufragar los gastos que implica estar fuera de su sitio de origen.

11. **Oficina central.** Como parte de una organización bien estructurada de una empresa de construcción, se debe contar con un grupo de personas que apoyen las actividades de los distintos proyectos en los aspectos fiscales, legales, laborales y contables. El apoyo brindado debe ser reflejado en el costo indirecto, generalmente como un porcentaje del costo directo y que fluctúa entre 2% y 5%, dependiendo del tamaño de la empresa y del monto del proyecto.
12. **Financiamiento.** El monto de financiamiento dependerá de la relación que exista entre el programa previsto de erogaciones y el programa esperado de ingresos, dependiendo el primero del programa general de obra y el segundo de la forma de pago establecida en el contrato. La manera más conveniente de calcular el costo de financiamiento es apoyándose en el flujo de efectivo, donde se refleje el programa de egresos y recuperaciones esperado. Posteriormente, se obtienen las diferencias, entre los egresos e ingresos, se acumulan y se multiplican por la tasa de interés vigente en el momento de efectuar el análisis. El costo así obtenido, en relación con el monto total del proyecto, proporciona el porcentaje que por este concepto debe afectar el costo directo.
13. **Impuestos.** En esta categoría pueden considerarse algunos cargos por impuestos a nivel federal, estatal y municipal. Es importante revisar la legislación vigente y el tipo de cliente con el que se firmará el contrato de construcción, ya que de ello depende el poder reflejar o no dentro del costo indirecto, el cargo por impuestos.
14. **Diversos.** En este aspecto se involucran otras erogaciones, como pueden ser: sindicatos, procesos automatizados, fotografías, filmaciones, propaganda, traducciones, adquisición de normas y reglamentos.
15. **Utilidad.** El monto por este concepto debe de determinarse de una forma relativamente libre, atendiendo las obligaciones de la empresa y de la sociedad a la que pertenece. Concebida la empresa constructora como una entidad de servicio, sus obligaciones en el campo económico y social son: estabilidad, mejoramiento, continuidad y desarrollo. La utilidad tiene entonces un mínimo obligado que es aquel que hace posible el cumplimiento de esta doble función.

Por otra parte, dentro del régimen de empresa libre y economía privada, el capital tiene un papel de instrumento de rentabilidad. Al ponerlo a trabajar el capital asume un riesgo. Es pues de conveniencia social y de justicia evidente que tenga una remuneración equitativa.

En la determinación de la utilidad, el contratista debe considerar el pago de impuestos a que esta sujeto, así como el efecto de la inflación, mismo que algunas obligaciones fiscales ya toman en cuenta. Así mismo, la participación que de ella debe hacer, de acuerdo a las leyes mexicanas por ejemplo, a los trabajadores.

La utilidad se expresa como un porcentaje de la suma del costo directo total y de los costos indirectos, basada principalmente en el grado de riesgo al que está sujeto el contratista. Otros factores circunstanciales que pueden influir en la determinación del porcentaje de utilidad pueden ser: grado de dificultad técnica del proyecto, localización del mismo, plazo en que deba ejecutarse, magnitud del proyecto, etc. Es común que en proyectos de edificación urbana, el porcentaje de utilidad fluctúe entre 5% y 10%.

### III.5.3 GASTOS GENERALES

Los gastos generales de un proyecto constituyen principalmente aquellas erogaciones producto de los trabajos de apoyo para la construcción de la edificación. Pueden también presentarse como un porcentaje del costo directo, o bien como montos fijos mensuales de acuerdo a los importes de obra ejecutada, con el fin de darles trámite para su cobro ante el propietario. Como aquellos que forman los conceptos más comunes en esta categoría tenemos a los siguientes:

1. **Infraestructura provisional.** En este rubro se agruparán todos aquellos trabajos de infraestructura temporal que tengan como objetivo suministrar los servicios básicos al sitio de la obra durante el proceso de construcción. Tal es el caso de acometidas eléctricas e hidráulicas, drenajes e instalaciones de gas.
2. **Protecciones generales.** También se deben de incluir los elementos de protección y seguridad para el desarrollo de los trabajos de construcción, donde quedan involucrados conceptos como tapias, barandales, barreras, cercas, señalizaciones, equipos contra incendio, elevadores de carga y de personal.
3. **Oficinas y almacenes temporales.** Otro aspecto por considerar en el rubro de instalaciones provisionales, son las oficinas temporales del contratista, sus almacenes y rentas los mismos. Aquí se deben contemplar los trabajos necesarios para la instalación y mantenimiento de oficinas y almacenes, ya sea dentro del mismo terreno donde se ubique el proyecto, o en su defecto, en uno localizado en las inmediaciones.
4. **Campamentos.** Es bien sabido que el personal obrero que labora en un proyecto de edificación generalmente proviene de localidades, en ocasiones demasiado alejadas, diferentes de donde se desarrolla la obra del nuevo inmueble. Es por ello que el contratista debe consultar con el propietario la posibilidad de instalar un campamento de obra, con servicio de dormitorios, sanitarios y comedores. La puesta en marcha de instalaciones de este tipo, dependerá de si el propietario esta dispuesto a pagar o no por ellas. Por otro lado, es necesario consultar las cláusulas del contrato en relación al uso del terreno del proyecto como lugar para albergar temporalmente al personal obrero. Cuando el propietario marque restricciones en este sentido, se debe buscar una alternativa para la construcción de campamentos en terrenos cercanos al sitio de la obra, con el fin de ahorrar gastos de traslado del personal.
5. **Traslado de equipo.** Como el prorrateo del costo de los fletes del equipo es difícil de reflejar en el costo directo, de ahí que este cargo se acostumbre a presentar incluido dentro de los gastos generales del proyecto. Es importante tomar en cuenta las distancias de traslado, el tipo de medio de transporte y el tipo de equipo por movilizar, ya que estos factores afectan directamente el costo del arribo y retirada de la maquinaria de construcción, principalmente la clasificada como equipo mayor.
6. **Seguridad e higiene.** En este punto intervienen los elementos necesarios para mantener un grado de seguridad aceptable en la realización de los trabajos de construcción, con el objetivo de prevenir accidentes. Estos elementos abarcan: servicio médico en obra,

dispositivos especiales de seguridad, capacitación contra desastres, equipo de protección personal, servicios externos de vigilancia, contenedores para desechos sólidos y retiro de los mismo.

7. **Aseguramiento de calidad.** Con el fin de dar cumplimiento a las normas de calidad marcadas por los responsables del diseño, los organismos gubernamentales y profesionales autorizados, se debe implementar un sistema de aseguramiento de la calidad cuyo costo se vea reflejado dentro de los gastos generales. Este sistema de aseguramiento de calidad repercute en el costo del proyecto con aspectos como: laboratorios, pruebas, visitas de inspección, control de documentos de diseño, auditorías internas y externas de calidad.

### III.5.4 CONTINGENCIAS

El monto de las posibles contingencias es siempre un punto de discusión. Se debe de recordar que las contingencias son un factor que se adiciona a todo presupuesto para cubrir principalmente dos puntos:

- *Errores debidos a información de diseño incorrecta o incompleta*
- *Errores por omisiones o suposiciones hechas en el presupuesto*

A pesar de que se invierte demasiado esfuerzo en tratar de elaborar un presupuesto lo más exacto posible, es frecuente cometer algunos errores que se traducen en imprecisiones u omisiones, los cuales se ven reflejados en los resultados de los importes. Este tipo de errores pueden llegarse a equilibrar y así no afectar el monto total del presupuesto, o por lo menos modificarlo en una mínima expresión, si se considera que existen valuaciones negativas y positivas de los mismos. El porcentaje por contingencia estimado para un diseño es función de que tan avanzado se encuentre éste en su elaboración, revisión y autorización. Al principio del proyecto este porcentaje es alto y gradualmente va disminuyendo conforme avanza hasta convertirse en un proyecto ejecutivo.

Los factores por contingencia varían de acuerdo al tipo de proyecto, pero usualmente fluctúan entre un 15% y un 25% del monto total del anteproyecto, cuando se está trabajando en una fase preliminar, llegando a disminuir hasta 3% o 5% cuando se cuenta con el proyecto ejecutivo completo. En algunos casos no se permite la libertad de incluir contingencias en los presupuestos, por lo que se debe tener mayor cuidado en su elaboración y revisión. Con objeto de presentar un presupuesto competitivo, las contingencias deben ser una representación bastante certera del grado de precisión del presupuesto.

Los presupuestos algunas ocasiones están sujetos a estimados por contingencia duplicados, lo cual los convierte en presupuestos demasiado abultados. Un ejemplo común de esto suelen ser los rendimientos de mano de obra. Algunos presupuesto se basan para su elaboración en rendimientos de mano de obra mostrados en manuales comerciales de costos, los cuales generalmente tienen ya integrado un factor por contingencia. Así, si no se tiene el suficiente cuidado al respecto, las personas encargadas de la elaboración y revisión del presupuesto pueden llegar a agregar en cadena hasta un 15% o 20% del monto total por concepto de contingencia, resultando un presupuesto demasiado elevado.

Este tipo de problemas puede ser mejor detectado aplicando algunos parámetros y reglas de comparación, que reflejen la interrelación entre costo de mano de obra y el costo total de construcción. Otra revisión puede hacerse con el costo de mano de obra empleada en conceptos típicos de obras de edificación, como es el caso de la colocación del concreto premezclado, muros de tabique, montaje de estructura metálica y demás. Cuando este tipo de comparaciones de por resultado números extraños, se debe de revisar el presupuesto a detalle de manera descendente hasta dar con los factores de contingencia duplicados o bien, simplemente con los errores de la elaboración.

### III.5.5 ESCALACIONES

El proceso inflacionario siempre ha estado presente en las actividades económicas de una sociedad, manifestándose con mayor agudeza en los países semi y subdesarrollados, de tal suerte que se ha convertido en un fenómeno muy común. La inflación se genera por desequilibrios entre los factores de la economía y provoca un incremento drástico en los precios de diversos productos. La relación entre el valor inicial de los artículos de un paquete de productos y su valor al término de un lapso se proporcionan como índices, los que a su vez permiten calcular la inflación tenida. Para prever esta situación durante el tiempo que dure la ejecución del proyecto, se deben hacer algunos pronósticos analíticos como el del factor de escalación.

El presupuesto de construcción que se presenta al propietario debe contemplar la escalación de precios, como un monto, un porcentaje o como una cláusula del contrato, donde quede asentada la opción presentar en fechas posteriores los reclamos correspondientes a los ajustes de precios, con el fin de cumplir con las expectativas del propietario en cuanto a tener un presupuesto lo más completo posible, de acuerdo a las condiciones económicas prevalecientes. Un caso particular de un presupuesto completo es aquel que se integra a los contratos de precios alzado, donde se incluyen todos los factores de costo, inclusive la escalación de precios.

El contratista cuenta con una gran variedad de técnicas, incluyendo paquetes de computación, para calcular el monto de escalación. La ventaja de los paquetes de computadora es que con ellos se pueden evaluar conceptos individuales, aplicar los factores emitidos por dependencias gubernamentales u organizaciones industriales y obtener al final un promedio ponderado de escalación para todo el proyecto. En todo caso, cualquier proyección de escalación de precios debe basarse en información inflacionaria histórica, aunada a un pronóstico de las condiciones económicas prevalecientes durante la construcción del proyecto.

Las principales fuentes de información inflacionaria histórica, en el caso particular de nuestro país, son el Banco de México, la Secretaría de la Contraloría y Desarrollo Administrativo, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, etc. quienes mensualmente publican índices inflacionarios generales, por sector y por familias de insumos. En los Estados Unidos de Norteamérica, el organismo más consultado para conocer los índices de escalación lo es el *Bureau of Labor Statistics (BLS)*.

Hacer una extrapolación de la tendencia de la curva de inflación es probablemente la forma más simple de formular una proyección de escalación de precios. Esta consideración en la práctica puede llegar a ser bastante arriesgada, ya que cualquier incremento drástico en el índice inflacionario que rompa con la tendencia pasada, no sería contemplado en la escalación, situación que repercutiría en pérdidas para el contratista.

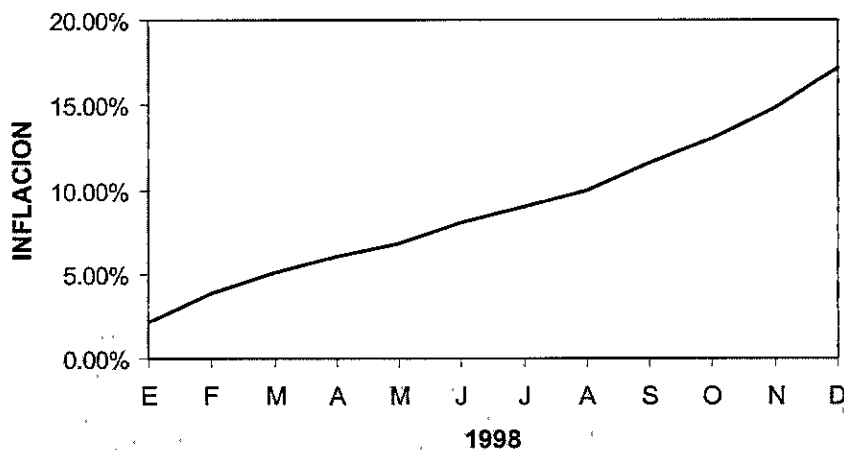
En un análisis final, es casi imposible predecir un índice de escalación exacto para proyectos con mucho tiempo de duración. La mejor manera de calcular estos índices es estudiando el comportamiento inflacionario reciente y después compararlo contra una evaluación económica de las condiciones del mercado que pueden esperarse que prevalezcan en la localidad donde se construirá el proyecto. Si en el mercado se tiene una gran demanda de insumos para construcción, seguramente se tendrán condiciones muy adversas de escalación de precios, las cuales repercutirán en forma directa en el costo del proyecto.

Por otra parte, se debe tomar en cuenta que los índices de escalación no deben de aplicarse al costo total del proyecto en caso de existir anticipos para la adquisición temprana de insumos, estos últimos no deberán ser afectados por los índices de escalación. Sólo aquellos insumos que sean adquiridos en fechas avanzadas de la construcción del proyecto, serán afectados por completo por los factores de incremento.

La mano de obra es otro elemento de costo que se ve afectado por la escalación, ya que los incrementos por este concepto se deben principalmente a los ajustes oficiales de salarios y a la demanda que se tenga de este insumo en el mercado. Por otra parte, la intervención de sindicatos y uniones laborales, es un aspecto que también repercute en el alza de la mano de obra.

En el contrato debe quedar clara la fórmula de ajuste de precios, así como la periodicidad de actualización a lo largo de la fase de construcción. En algunas ocasiones esta fórmula se define convirtiendo los importes del contrato a una moneda con mayor estabilidad económica, que puede ser el dólar americano o el euro, dependiendo del origen de la mayoría de los insumos.

**Figura III-8. Inflación en México durante 1998**



## III.6 ADJUDICACION Y ELABORACION DEL CONTRATO

La correcta elección del contratista puede ser más acertada a través de un abierto y honesto acercamiento de todas las partes involucradas. Esto conlleva a una preselección de la lista de contratistas previamente calificados. Este punto sirve para no entrar en negociaciones con contratistas que definitivamente no serán tomados en cuenta en el proceso de licitación, situación que se complica un poco cuando se trata de licitaciones públicas del gobierno, las que por cuestiones legales se ven imposibilitadas de llevar a cabo este paso.

### III.6.1 PROCESO DE SELECCION

El proceso de selección se puede dividir en dos grandes categorías de acuerdo al tipo de proyecto que se trate: público o privado. Los responsables de la elección en licitaciones públicas deben de ser especialmente cuidadosos en la revisión de las capacidades técnicas y financieras de cada contratista participante. En la medida de lo posible, esta revisión debe hacerse antes de emitir la convocatoria, debido a que se dificulta descartar una propuesta baja de un contratista no calificado después del evento de apertura, aunque la ley faculta a hacerlo si se demuestra que por precios, garantías o recursos ésta es “no solvente”.

En proyectos de obra privada no necesariamente se adjudica el contrato a la propuesta más baja. De hecho, la negociación de contratos sin necesidad de licitación puede ser posible en el sector privado. La negociación de contratos no excluye al proceso de selección, pero si permite simplificarlo.

La selección de contratistas para grandes proyectos de edificación urbana requiere de un competente equipo, el cual posea una amplia capacidad técnica y de dirección de negocios. Un director de proyecto o de construcción generalmente encabezan dicho equipo, coordinando sus funciones con las de otros departamentos durante el proceso de selección. Además de personal técnico, dentro del equipo de selección se requiere la participación de especialistas en impuestos, administración de riesgos, procuramiento, aspectos legales y contabilidad.

El plan de contratación del propietario es la base del proceso de selección. Un plan bien concebido y aprobado administrativamente, es necesario en este punto para evitar el hacer revisiones posteriores. La dirección de proyecto debe siempre seguir el plan de contratación, con objeto de conseguir la mejor opción que satisfaga las metas del propietario. En el sector privado el plan de contratación no debe ser uniforme a nivel corporativo, pues cada proyecto puede requerir diferentes consideraciones para obtener mejores ventajas.

Es prudente hacer un análisis y evaluación profundos de todas las alternativas de contratación y factores del proyecto que permitan elaborar una estrategia adecuada, tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- *Necesidades del proyecto*
- *Requerimientos del plan de ejecución del proyecto*
- *Fechas clave en el programa*



- *El alcance de los servicios del contratista*
- *Alternativas posibles de contratación*
- *Condiciones locales del proyecto*
- *Condiciones de contratación del mercado*

El propietario esta en busca del contratista que construya el proyecto con la mejor calidad, el menor tiempo y el menor costo. Con el afán de lograr la mancuerna ideal propietario-contratista, el propietario deberá seleccionar al contratista a partir de una lista de empresas que realmente deseen el trabajo, analizando los factores que motivan a cada una de ellas a obtener la adjudicación de la obra. Algunos de estos factores son: carga actual de trabajo, prestigio, interés por participar en proyectos posteriores con el mismo cliente, posición en el mercado, márgenes de ganancia esperados y demás.

Los incentivos son necesarios tanto para el propietario como para el contratista, pues con ellos se logran obtener excelentes resultados en la construcción del proyecto. Con los incentivos se logran conjugar los objetivos del propietario con los del contratista, llegando a una exitosa adjudicación del contrato.

El proceso de adjudicación es similar a un proyecto pequeño, donde se necesita también de una dirección adecuada. Esto significa que el proceso de planeación, organización y control debe ser aplicado a lo largo del proceso de selección. El tiempo para la elaboración de propuestas dependerá fundamentalmente de la modalidad de contrato pensado para el proyecto, pues algunos resultan más laboriosos que otros, situación que deberá ser tomada en cuenta para la elaboración del programa particular de cada proyecto.

### **III.6.1 MODALIDADES DE CONTRATACION**

De acuerdo a la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas (LAOP) de la República Mexicana, en su artículo 57 establece que los contratos de obra pública pueden ser de dos tipos, sobre la base de precios unitarios o a precio alzado.

En un contrato a precio alzado la dependencia o entidad cubre una remuneración o pago fijo al contratista, por la obra totalmente terminada y ejecutada en el plazo establecido. Según la LAOP, los contratos de este tipo no pueden ser modificados en monto o plazo, es decir, no están sujetos a ajuste de precios (escalación).

Sobre la base de precios unitarios, el importe de la remuneración o pago total fijo que debe cubrirse al contratista se hace por unidad de concepto de trabajo terminado, es decir, se cubre un precio por unidad de obra ejecutada. Aquí, los precios pueden ser ajustados de acuerdo a la cláusula de escalación asentada en el contrato.

En fechas recientes, la inversión pública ha dejado de incidir preponderantemente en el crecimiento, convirtiéndose la iniciativa privada en la principal generadora de inversiones en el país. Es por ello que se han desarrollado modelos de contratación de obra más adecuados a

este sector y diferentes de los contemplados por la LAOP. Sin embargo, algunas de estas variantes se están incorporando paulatinamente en los contratos gubernamentales otorgándolos como concesiones.

1. **Contratos BT.** Contratos para construir y transferir (*Built and Transfer*). En este tipo de contratos el contratista provee el financiamiento y ejecuta la construcción del proyecto. Una vez concluido el proyecto, lo entrega al contratante, el cual pagará al contratista bajo los términos acordados, la inversión total para el proyecto más una utilidad. Este tipo de contratos pueden ser utilizados en la construcción de cualquier infraestructura, incluyendo aquella que por razones estratégicas o de seguridad deben ser operadas directamente por el propietario.
2. **Contratos BLT.** Contratos para construir, arrendar y transferir (*Built, Lease and Transfer*). En este sistema de contratación, el contratista puede efectuar desde la planeación, el financiamiento, la ingeniería, la construcción y entrega del proyecto al contratante, bajo el esquema de arrendamiento por un período determinado. Al concluir el plazo de arrendamiento, el proyecto se transfiere al contratante, libre de toda obligación.
3. **Contratos BOT.** Contrato para construir, operar y transferir (*Built, Operate and Transfer*). Bajo este tipo de contrato, el contratista lleva a cabo la construcción, incluyendo su financiamiento, de un proyecto determinado, así como su operación y mantenimiento. El contratista opera la infraestructura por un período determinado, durante el cual se autoriza para cobrar a los usuarios del proyecto alguna tarifa, honorario o derecho por el uso del mismo, con objeto de que recupere la inversión realizada, así como los costos de operación y mantenimiento. Una vez concluido el plazo fijado para la explotación, el contratista entrega el proyecto al contratante, libre de todo gravamen y en buen estado para continuar operando.
4. **Contrato BOO.** Contrato para construir y operar en propiedad (*Built, Own and Operate*). Mediante este tipo de contratos, el contratista está autorizado para financiar, construir, ser propietario, operar y mantener el proyecto durante un plazo determinado, en el cual recuperará su inversión, costos de operación y mantenimiento, obteniendo una utilidad razonable a través del cobro de honorarios, derechos, tarifas, rentas u otros cargos a los usuarios del proyecto. El contratista puede ceder la operación y mantenimiento a algún operador.
5. **Contratos BTO.** Contrato para construir, transferir y operar (*Built, Transfer and Operate*). Mediante este sistema de contratación, el contratante encomienda la construcción de un proyecto determinado generalmente bajo un esquema de llave en mano, asumiendo el contratista los riesgos derivados de la construcción. Una vez concluido el proyecto, el contratista lo transfiere al propietario. Posteriormente, el contratista lo opera en nombre del contratante.
6. **Contratos CAO.** Modalidad de contratación para adicionar y operar (*Contract, Add and Operate*). Es aquel contrato por el cual el contratista adiciona bienes a una infraestructura existente, misma que está arrendando al contratante; operando posteriormente el contratista la infraestructura mejorada y ampliada, por un tiempo determinado. Al finalizar el período de operación, puede si así lo acuerdan las partes, existir un arreglo de transferencia en relación con los bienes adicionados.

7. **Contratos DOT.** Contratos para desarrollar, operar y transferir (*Develop, Operate and Transfer*). Mediante este tipo de contratos, se conceden derechos al contratista para que este pueda desarrollar e implementar algunas adiciones dentro de los linderos del proyecto. Una vez concluidas estas, puede disfrutar de los beneficios adicionales que se generen.
8. **Contratos ROT.** Contratos para rehabilitar, operar y transferir (*Rehabilitate, Operate and Transfer*). A través de este tipo de contratos, al contratista se le entrega una infraestructura existente, con objeto de que este la rehabilite, la opere y le proporcione mantenimiento durante un período determinado. Al extinguirse el plazo, el proyecto es transferido al contratante o propietario.
9. **Contratos ROO.** Contrato para rehabilitar y operar en propiedad (*Rehabilitate, Own and Operate*). Mediante este tipo de contratos, al contratista se le entrega una infraestructura existente, con objeto de que éste la rehabilite, la opere y le proporcione mantenimiento a título de propietario, es decir, puede continuar el proyecto a perpetuidad.
10. **Contratos Llave en Mano.** A través de este sistema de contratación, el contratista se obliga a proporcionar al contratante un conjunto de bienes y servicios para la realización completa de un proyecto, que comprende desde el diseño, el suministro de equipos y materiales, la construcción de la obra civil, y en su caso, el montaje electromecánico, las pruebas y la puesta en operación del proyecto.
11. **Contratos GMP.** Contrato a precio máximo garantizado (*Guaranteed Maximun Price*). En esta modalidad de contratación, después de haber sido adjudicado el proyecto a un determinado contratista en base a su propuesta presentada, se hace una negociación del monto de la misma donde se revisan a detalle las diferentes categorías de costo que integran el presupuesto. Una vez finalizada la negociación del monto del contrato, este queda fijo hasta el final del proyecto, salvo que se emitan de ordenes de cambio por parte del propietario.
12. **Contratos EPC.** Contratos de ingeniería, procuración y construcción (*Engineering, Procurement and Constryction Contract*). El contratista desarrolla la ingeniería, provee los equipos y materiales, y ejecuta la construcción del proyecto. En la actualidad este tipo de contratos son los más utilizados, generalmente para la construcción de proyectos hidroeléctricos, aunque también se aplican a otro tipo de obras como es el caso de plantas industriales.

### III.7 SEGUROS, FIANZAS Y LICENCIAS

Principalmente durante la fase de construcción, el proyecto esta sujeto a una serie de riesgos que pueden ir desde pérdidas materiales y humanas, hasta problemas financieros por parte de los contratistas y subcontratistas. Ante tales hechos el propietario debe exigir la contratación de pólizas de seguro y fianzas que garanticen la seguridad de su inversión ante cualquier caso de fuerza mayor.

Por otra parte, el propietario debe contemplar dentro del costo del proyecto, todos aquellos permisos, licencias y aportaciones necesarias para el inicio y desarrollo de los trabajos correspondientes a la planeación, construcción y puesta en marcha del nuevo inmueble.

### III.7.1 SEGUROS

Las cláusulas del contrato referentes a seguros, son asentadas con el fin de proteger al propietario contra cualquier pérdida inesperada que pudiera ocurrir en el proyecto, principalmente en la etapa de construcción. El contratista de acuerdo con la legislación vigente, debe contar con seguridad social para sus trabajadores y empleados. Por otra parte, el propietario y el contratista requieren de un seguro que ayude a reparar los daños que sufran terceras personas como consecuencia de la ejecución del proyecto.

El riesgo natural que llevan implícito las actividades de construcción obliga al propietario a pagar una cobertura razonable por seguros. Esta cobertura debe de abarcar los daños mínimos que pudieran llegar a sufrir los contratistas y subcontratistas, además de los daños que pudieran causarse a terceras personas. Además, el propietario debe contar con una póliza de seguro contra todos los riesgos de construcción, la cual debe cubrir el costo por reemplazo de trabajos de construcción y de materiales en el proyecto. En ocasiones, el propietario solicita al contratista general la adquisición de las pólizas anteriores y el costo de las primas se incluye en el monto global del proyecto como un concepto reembolsable. Por otra parte, debido al alto riesgo de algunos proyectos, se hace necesario contratar un seguro que cubra todos los riesgos no contemplados en los mencionados anteriormente, convirtiéndose este hecho el último nivel de protección para el propietario y para el contratista. En el contrato debe quedar estipulado la contratación de las pólizas correspondientes, antes de dar inicio a cualquier trabajo en el sitio de la obra.

### III.7.2 FIANZAS

Los contratos de obra pública establecen que los contratistas y subcontratistas deben tramitar fianzas con el fin de garantizar la seriedad de su propuesta, el buen empleo de anticipos, el cumplimiento del contrato y la inexistencia de vicios ocultos. Estas fianzas deben de ser emitidas por una compañía afianzadora y su costo dependerá de los montos del contrato y de los anticipos. Las fianzas permiten al propietario tener la seguridad de que el contratista cumplirá con todos los compromisos adquiridos con la firma del contrato, o de lo contrario hacer efectivas las mismas.

La fianza de cumplimiento es una garantía de la compañía afianzadora a favor del propietario con la cual el contratista se compromete a concluir los trabajos de construcción, de lo contrario el propietario puede reclamar el importe de dicha fianza a fin de conseguir otra empresa que concluya los trabajos. Esta situación es poco común que se presente y su causa más probable es la declaración en bancarota del contratista originalmente asignado al proyecto.

La fianza de anticipo protege al propietario contra el mal manejo que de esta cantidad de dinero llegue hacer el contratista. Su objetivo es obligar al contratista que el anticipo se invierta en la adquisición de los insumos necesarios para comenzar los trabajos de construcción. Como la erogación del anticipo se hace antes de tener de haber iniciado cualquier trabajo dentro del

proyecto, es importante que el propietario asegure que ese dinero regresará a sus manos mediante amortizaciones reflejadas en los pagos efectuados por concepto de obra ejecutada.

Las fianzas por vicios ocultos generalmente tienen una cobertura de un año, a partir de la fecha de recepción de los trabajos por parte del propietario o su representante. El objetivo de esta fianza es proteger al propietario contra alguna falla en la calidad de los materiales con que se construyó la edificación y posibles errores en el procedimiento constructivo.

Los cargos por la prima y gastos de expedición de estas fianzas deben de ser considerados en el monto total del presupuesto del proyecto, para que el pago de las mismas sea cubierto por el propietario.

En las grandes empresas propietarias y contratistas existe un departamento de administración de riesgos donde se manejan las fianzas y seguros. Corresponde a la dirección de proyecto vigilar el apropiado aseguramiento y afianzamiento del proyecto, para el momento en cuando llegue ocurrir alguna pérdida. La dirección de proyecto también previene a los responsables de administración de riesgos sobre cualquier situación poco usual que no se encuentre cubierta por las pólizas vigentes o donde el valor asegurado haya cambiado. Cuando en el proyecto intervienen empresas que no cuenten con un departamento de administración de riesgos, la dirección de proyecto entonces juega un papel mucho más importante en cuando al manejo de esa área.

### III.7.3 LICENCIAS

Citando el caso particular del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, es una condición obligatoria el tramitar los siguientes permisos y licencias ante las autoridades correspondientes:

- *Licencia de uso de suelo*
- *Licencia de construcción*
- *Alineamiento y número oficial*

Por otra parte también se deben contemplar las aportaciones a la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, destinadas al sustento del Instituto de Capacitación de la Industria de la Construcción, las cuales representan el 0.2% del monto del contrato.

# CONSTRUCCION

# IV

El inicio para la construcción del proyecto de edificación urbana cubre el período entre la firma del contrato, o documento que oficialice el arranque de las actividades de construcción, hasta el montaje de las oficinas provisionales del contratista en el sitio de la obra.

Generalmente la productividad es baja durante las primeras semanas de ejecución, debido al proceso de integración de la nueva organización asignada al proyecto, dando esto por resultado que el programa se atrase en los primeros días de actividad. Si el retraso es poco, se puede recuperar el tiempo con el incremento de la productividad en el período con más alto empleo de mano de obra. De antemano al inicio de la construcción se debe tener conciencia de que el desarrollo de la misma estará influenciada por condiciones adversas, por lo que es indispensable que el inicio de los trabajos se lleve a cabo correctamente, con el fin de prevenir problemas posteriores.

Un factor clave en el inicio de la construcción del proyecto es comenzar a trabajar de una forma previsor, viendo siempre más adelante en el tiempo. Normalmente el director de proyecto cuenta con un programa de obra para dos o cuatro semanas posteriores, donde puede ir monitoreando las fechas clave del proceso constructivo. Esto ayuda al director de proyecto a no invertir esfuerzos en elementos del proyecto que serán entregados relativamente a largo plazo.

La transición de la etapa de preconstrucción a la de construcción esta definida por el decremento de trabajo en las actividades de planeación y organización, en contraste con el incremento de las labores de control del proyecto, dentro de las cuales se encuentran los procedimientos de control donde se definen los tipos de reportes y la periodicidad de su emisión.

Considerando que el 90% de las actividades de construcción de edificios son rutinarias, la dirección de proyecto puede enfocarse más a detalle en la supervisión de actividades poco comunes para evitar o corregir inmediatamente contratiempos en su ejecución.

El proceso de construcción debe de ser guiado por las directrices de tiempo, costo, calidad y seguridad, aspectos definidos durante las etapas de diseño y preconstrucción, llegando en esta fase a su implementación y vigilancia.

## **IV.1 ORGANIZACION**

Durante las etapas de diseño y preconstrucción se definieron los elementos necesarios para alcanzar de manera exitosa los objetivos del proyecto. Ahora en la preparación de la organización del proyecto corresponde definir quienes serán los responsables de llevar a cabo las acciones planteadas en las fases anteriores.

Una regla que se debe de observar en el planteamiento de la organización del proyecto, es que para alcanzar los objetivos del mismo, las funciones correspondientes deben de ser desempeñadas por el personal con el perfil particular requerido en cada una de ellas, evitando asignar personal al proyecto por el simple hecho de que este disponible. Esta regla se basa en el hecho de que normalmente se puede tener acceso a un banco de datos de personal capacitado en determinadas áreas, información que es administrada por los departamentos de recursos humanos de las empresas. La realidad es que rara vez se consulta exhaustivamente dicha base de datos, optando por asignar al proyecto a personal de la misma empresa que se encuentra finalizando sus compromisos en otras partes o en su defecto, a personal de nuevo ingreso.

El principal objetivo de cualquier estructura organizacional es definir la apropiada relación entre los siguientes puntos:

- *El trabajo por ejecutar*
- *El personal que estará a cargo de los trabajos*
- *El sitio de trabajo*

### **IV.1.1 DISEÑO ORGANIZACIONAL**

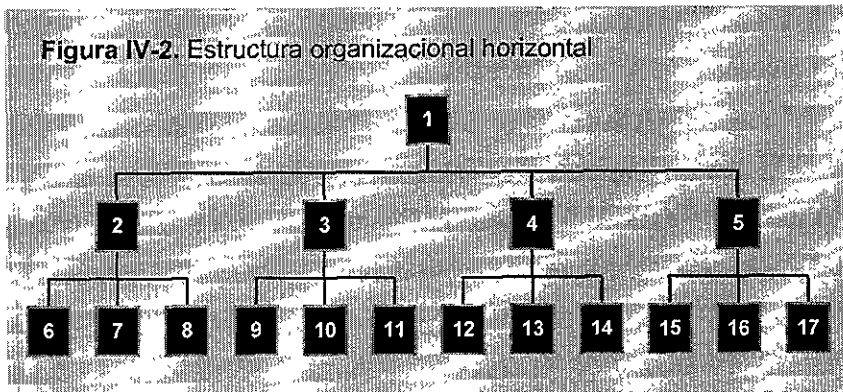
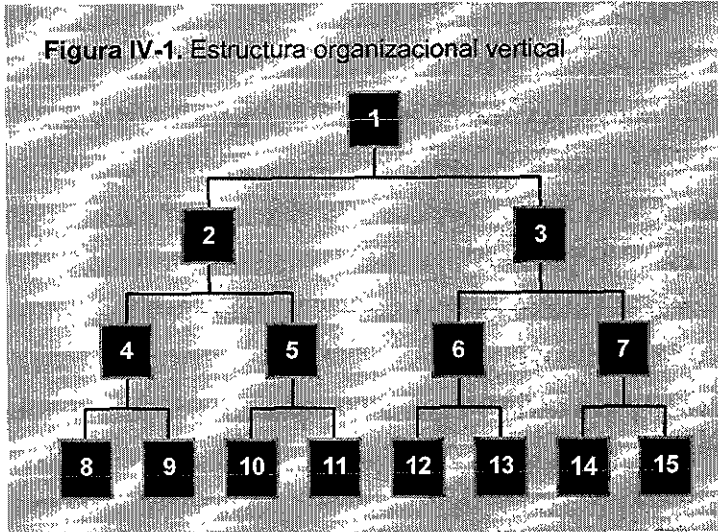
Para la elaboración del diseño organizacional, es recomendable revisar algunos de los conceptos teóricos y prácticos empleados en el diseño de organizaciones. La mayoría de las organizaciones de proyectos tienden a operar bajo un esquema funcional, con una combinación de estructura vertical y horizontal.

Una estructura vertical, tal y como su nombre lo indica, coloca una posición jerárquica (bloque) arriba de otra. La dimensión vertical establece el número de escalafones en la organización. Se debe tener en mente que cada nivel de la organización maneja un filtro de la información generada en el proyecto, provocando con ello una comunicación poco eficiente. Una estructura vertical, reflejará una rápida multiplicación descendente de subordinados.

La estructura horizontal se define por el número notable de subordinados que reportan a un solo supervisor. El tamaño de la organización horizontal muestra el grado de delegación de responsabilidad sobre los subordinados. Se debe tener precaución en no integrar estructuras horizontales demasiado amplias, pues la práctica de la dirección de proyectos muestra que un supervisor no podrá controlar eficientemente a más de 6 personas a su cargo directo. En la estructura horizontal, al igual que la vertical, se presentan filtros de comunicación entre los

individuos del mismo nivel dentro de la organización. La estructura horizontal cuenta con pocos mandos intermedios, pero cada uno de ellos delega mucho más responsabilidad hacia los niveles operativos.

Las estructuras anteriores nos permiten concluir que la organización del proyecto debe tener un adecuado balance vertical y horizontal, con el fin de tener mayor control efectivo de los trabajos.





#### IV.1.2 ORGANIGRAMA

Los tipos de organigramas empleados en proyectos de edificación urbana son innumerables, situación que impide presentar un ejemplo de cada uno de ellos. La integración de un organigrama depende fundamentalmente del tipo de contrato sobre el cual se desarrollará la construcción del proyecto.

El propósito de un organigrama es definir el trabajo por ejecutar, el personal a cargo y su ubicación dentro de la organización del proyecto. A fin de tomar en cuenta los anteriores aspectos, se debe de recordar que la meta principal es generar una edificación de calidad que reúna las necesidades del propietario, por lo cual es conveniente iniciar la elaboración del organigrama a partir de los niveles inferiores, asignando los recursos humanos convenientes para alcanzar la meta mencionada. También se requiere consultar el plan de ejecución del proyecto para la elaboración del organigrama, ya que en éste se describe como se deben llevar a cabo los trabajos.

Debido a la intervención de diversas áreas dentro de la ejecución del proyecto, se acostumbra presentar un organigrama individual por cada unidad participante, definido generalmente por la responsabilidad que cada una de ellas desempeña. Así, se acostumbra trabajar con los organigramas del propietario, consultores, responsables del diseño y contratista general, incluyendo en ocasiones subcontratistas con importantes montos de obra asignados.

Considerando los tres factores que debe de controlar la estructura organizacional (tiempo, costo y calidad), se puede construir un organigrama apto para cualquier tipo de proyecto. Después de que ha sido aprobada la estructura básica del organigrama, se puede proceder a la revisión y selección del personal clave para ocupar los puestos correspondientes.

La organización del equipo de construcción, es una más de las que reportan resultados a la dirección de proyecto, misma que aparece en la cúspide de un organigrama típico. Es importante recalcar que el director de proyecto por parte del propietario o del contratista, debe tener un control general de las actividades de la obra, no así de las operaciones diarias de construcción. El director de proyecto es el responsable de que se cumplan las metas globales de calidad, tiempo y costo. Su responsabilidad durante el proceso constructivo es asegurar que ninguna de dichas metas sea puesta en riesgo durante la ejecución de los trabajos. Debido a que los trabajos de construcción representan entre el 40% y 60% del costo total del proyecto, su organización juega un papel bastante importante para su ejecución.

El líder del equipo de construcción puede ser conocido bajo una variedad de títulos. Anteriormente se le llamaba "superintendente de construcción". Como los proyectos de construcción crecieron en alcance, tecnología y sofisticación, el nombre de "director de construcción" se volvió más apropiado. Hoy en día, el término "gerente" o "superintendente general" es usualmente empleado para la persona a cargo de las operaciones de construcción, bajo las órdenes directas del director de construcción. Algunas empresas de construcción importantes llegan a emplear la denominación de "director de proyecto" para quienes en general están a cargo del diseño y la construcción.

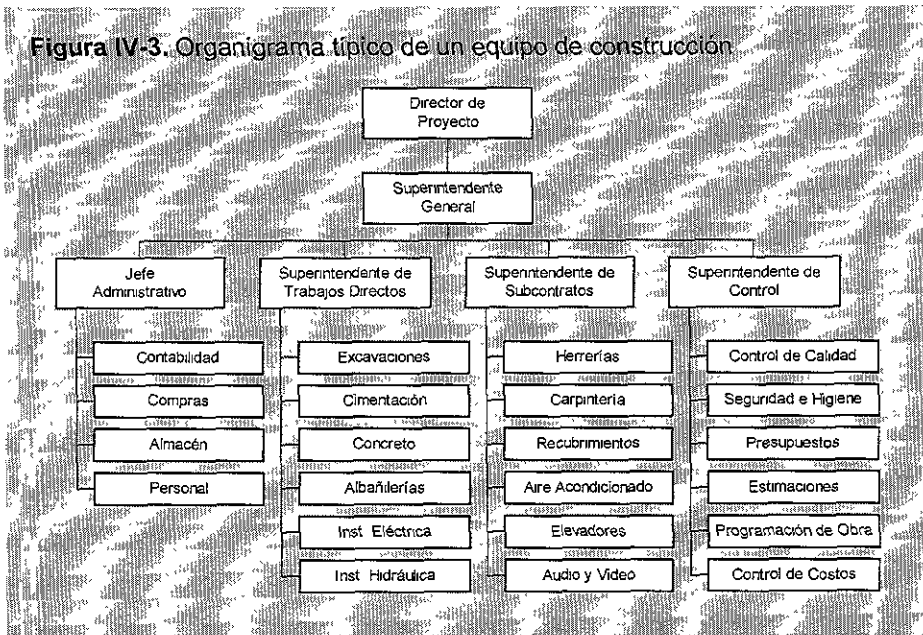
El director de proyecto del contratista tiene un importante contacto con la organización del propietario a través de su representante en obra. El representante, conocido también como

supervisor de obra, es asignado con objeto de proteger los intereses del cliente. Esta supervisión generalmente reporta a la dirección de proyecto del propietario. En proyectos grandes, la organización del representante del propietario en obra puede llegar a ser algo amplia, dependiendo de la complejidad, nivel de calidad, costo y control del proyecto que el cliente desee mantener.

Otro esquema común que permite al propietario controlar la calidad y el tiempo, es contratar a una empresa que se encargue del diseño y supervisión del proyecto. Esta empresa no deberá de tener ninguna relación contractual con el contratista general y su función será la de representar al cliente. Cualquier observación hecha al contratista sobre aspectos contractuales, deberá ser primero consultada con el director de proyecto del propietario.

Dentro de la organización mostrada en la figura IV-3, se presenta la estructura típica de un equipo de construcción. Como se ha mencionado anteriormente, el director de proyecto del contratista general está a la cabeza de este grupo de personas, seguido de una gerencia o superintendencia general. Posteriormente encontraremos una jefatura administrativa y tres superintendencias, quienes están a cargo de vigilar los trabajos involucrados en el proceso constructivo. El jefe administrativo contará con personal de apoyo integrado por contadores, despachadores, tomadores de tiempo, mensajeros, almacenistas, kardistas, secretarías y mensajeros. Las superintendencias contarán con personal técnico, cuyo orden descendente en el organigrama estará representado por jefes de obra, jefes de frente y auxiliares técnicos, quienes llevarán a cabo las labores de supervisión y control del proceso constructivo. La cantidad de elementos humanos asignados a cada una de las categorías anteriores, dependerá fundamentalmente del volumen de obra por ejecutar, así como de las restricciones que se tengan en base al costo indirecto autorizado por el propietario.

Figura IV-3. Organigrama típico de un equipo de construcción



#### IV.1.3 FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES

Cada miembro en el organigrama de construcción tiene funciones y responsabilidades específicas, las cuales tiene que cumplir para alcanzar las metas del proyecto. A continuación se describen de manera general algunas de ellas:

1. **Director de proyecto.** Es el más alto representante del contratista en el proyecto. Se encarga de negociar con el cliente aspectos de relevancia económica para la construcción. Durante las juntas de proyecto, es quien propone y lleva la agenda de discusiones. Los acuerdos a los que llega los transmite al superintendente general para que se les de seguimiento en obra. Revisa y autoriza presupuestos, programas, requisiciones, balanzas contables y toda aquella documentación administrativa que implique fuertes desembolsos dentro del proyecto. Esta en constante comunicación con el propietario y su representante con el fin de mantenerles informados del estado que guarda la obra en cuanto a costo, tiempo, calidad y seguridad. Es el responsable directo de la utilidad que se reporta mensualmente a la oficina central, así como de la situación del cobro ante el cliente. En ocasiones divide sus funciones entre dos o más proyectos simultáneos, dependiendo la magnitud de los mismos.
2. **Superintendente General.** Analiza la información de la demanda de mercado y la estadística de los proyectos de la empresa para la planeación general. Elabora estudios de factibilidad, con base en el análisis de los proformas de las diferentes superintendencias y políticas de la empresa. Participa en la elaboración de programas de capacitación y adiestramiento del personal técnico conforme a la planeación del área. Analiza y aprueba la planeación de la obra con base en los procesos constructivos propuestos, objetivos y políticas del cliente y de la empresa. Revisa la plantilla y decide la asignación de personal con base en el programa de ejecución de obra y disponibilidad de personal. Revisa y en su caso autoriza el programa de utilización de maquinaria con base en el programa de ejecución de obra y necesidades de la misma. Analiza y en su caso autoriza la planeación del control de costos de obra. Revisa mensualmente los resultados de la obra, con base en los reportes financieros, detectando desviaciones en su caso y fijando medidas correctivas. Da seguimiento a la cuenta de clientes con base en las cláusulas contractuales del proyecto, fijando medidas correctivas. Analiza las balanzas contables y las compara contra el proforma, detectando posibles desviaciones.
3. **Jefe Administrativo.** Es el encargado de integrar, procesar y presentar la información relativa al costo del proyecto. Recibe la facturación de los proveedores y los cargos mensuales de las oficinas centrales para reflejarlos en los reportes contables. Esta al pendiente del pago de obligaciones como impuestos, rentas, multas, cuotas, retenciones, etc. Informa al director de proyecto la situación financiera de la obra. Coordina las actividades del personal administrativo. Mantiene estrecho contacto con el área de control de costos en cuanto a suministro de información se refiere. Programa los pagos de los diversos acreedores y tramita el depósito de remesas para sufragar todos los gastos. Verifica que los movimientos contables sean correctamente aplicados en base al catálogo de cuentas.
4. **Superintendente de Trabajos Directos.** Es quien dirige al equipo a cargo de las actividades desarrolladas por personal de campo perteneciente al contratista. Estos trabajos por lo general involucran lo que se denomina obra civil. Esta al pendiente del

suministro oportuno de insumos para los diferentes frentes de construcción. Supervisa la calidad de los trabajos, verifica el correcto pago de los mismos y guía el cobro de los elementos terminados. Resuelve junto con el representante del propietario situaciones cotidianas e imprevistas, llegando a acuerdos de costos y tiempo. Integra la información necesaria para la elaboración del proforma de obra. Integra el programa de utilización de maquinaria y lo presenta al superintendente general para su autorización. Revisa y asimila en contrato para dar cumplimiento a las cláusulas en él asentadas. Autoriza los procedimientos constructivos alternos propuestos por el jefe de obra.

5. **Superintendente de Subcontratos.** Cuando el monto de trabajos subcontratados llegue a ser representativo dentro del importe total de construcción, es necesario establecer un área a cargo de la supervisión y control de dichas actividades. El superintendente de subcontratos será el encargado de dirigir al equipo que coordinará a los subcontratistas, haciendo que cumplan con los compromisos de calidad, seguridad, costo y tiempo. El superintendente de subcontratos evalúa y propone a las empresas adecuadas para el desempeño de trabajos especializados.
6. **Superintendente de Control.** Guía la forma de operar del personal a cargo de la elaboración, integración y análisis de reportes para el control del proyecto. Es su responsabilidad conocer las especificaciones, normas, planes, políticas y procedimientos para que la documentación generada cumpla con las metas del proyecto. Asigna los recursos necesarios a los departamentos de calidad, seguridad, costos, presupuestos y estimaciones. Mantiene un enlace constante con las áreas administrativas y de supervisión por parte del propietario, así como con los responsables del diseño. Junto con su equipo, lleva la administración global del contrato y está al pendiente de cualquier modificación. Elabora el proforma de obra en base a la información proporcionada por las otras superintendencias y con las investigaciones hechas por los miembros de su equipo.
7. **Jefe de Obra.** Puede participar en cualquiera de las tres superintendencias (trabajos directos, subcontratos y control). Elabora estudios de mercado y análisis de costos con base en las estadísticas y observación directa (cantidades de obra). Propone procesos alternos de construcción con base en la cubicación de los conceptos para la planeación de obra. Elabora el catálogo de cuentas aplicables a la obra en coordinación con el superintendente. También en coordinación con el superintendente elabora el programa de utilización de maquinaria con base en el programa general. Analiza el presupuesto, contrato, programa y condiciones de la obra, para la elaboración del control de costos. Elabora el resumen de control de costos semanal, recabando y registrando los costos y avances de la obra con base en la información real obtenida de las diferentes áreas. Verifica y concilia los números generadores con base en el avance de la obra, llevando un control detallado de los conceptos estimados. Supervisa y coordina trabajos de subcontratistas en los diferentes frentes. Ejecuta y controla la instalación del campamento. Informa de las incidencias en la obra para su posterior registro en bitácora y revisa las instrucciones del representante del cliente, participando de las mismas a la superintendencia. Asigna semanalmente al personal obrero necesario para la ejecución de las actividades de la obra, con base en el programa general y en el proforma. Recaba, analiza y proporciona los apoyos necesarios (documentación) para la elaboración de precios unitarios de los conceptos extraordinarios. Proporciona notas de bitácora, rendimientos reales conciliados, variaciones entre consideraciones originales y definitivas, para apoyar la estructuración de reclamos. Revisa la adquisición de insumos con base en la existencia de materiales, las necesidades y

programa de ejecución. Vigila la correcta aplicación de las normas de seguridad e higiene. Investiga costos unitarios del mercado de la construcción y los índices de precios.

8. **Jefe de Frente.** Puede también participar en cualquiera de las tres superintendencias (trabajos directos, subcontratos y control). Cubica los volúmenes por los conceptos que intervienen en su frente con base en el diseño, especificaciones técnicas y normas de construcción. Analiza el presupuesto, contrato y condiciones de la obra, para la elaboración del control de costos en coordinación con el jefe de obra. *Elabora y proporciona* semanalmente el avance de los frentes a su cargo, con base en la verificación física del trabajo desarrollado. Propone al personal obrero necesario para la ejecución de las actividades de su frente, con base en el programa general y en el proforma. Detecta las necesidades de insumos y elabora los pedidos correspondientes, previendo su suministro en base al programa de ejecución. Vigila la correcta aplicación de las normas de seguridad e higiene en su frente. Supervisa y coordina los trabajos de subcontratistas. Controla la maquinaria y equipo del frente a su cargo con base en los programas de utilización de equipo
9. **Jefe de Maquinaria.** En base al programa de utilización de equipo, suministra la maquinaria en el tiempo y lugar que requiere cada frente de trabajo. Esta al pendiente del empleo adecuado de la maquinaria para los diferentes trabajos. Se encarga de someter al equipo a mantenimiento regular y reparaciones mayores. Integra los cargos por rentas, depreciaciones, seguros y traslados del equipo. Vigila la existencia del combustible y lubricantes suficientes para el funcionamiento del equipo.
10. **Contador.** Elabora las pólizas de diario de los movimientos contables. Integra las pólizas al sistema de contabilidad con el fin de obtener el costo mensual de la obra. Revisa la correcta codificación de conceptos con base al catálogo de cuentas vigente.
11. **Almacenista.** Es el encargado de que la materia prima necesaria para los trabajos de construcción sea suministrada a tiempo y con las especificaciones requeridas. Elabora y da trámite a las requisiciones de materiales. Elabora el inventario mensual de almacén. Hace los cargos por salidas de almacén a cada frente. Efectúa las compras menores de materiales. Elabora y conserva los resguardos de herramientas y de mobiliario de oficina
12. **Jefe de Personal.** Su función principal es la elaboración de la nomina del todo el personal que interviene en la ejecución del proyecto. Integra los pagos por concepto de seguridad social. Da de alta al personal de campo con la autorización de los superintendentes. Checa las asistencias y retardos del personal.

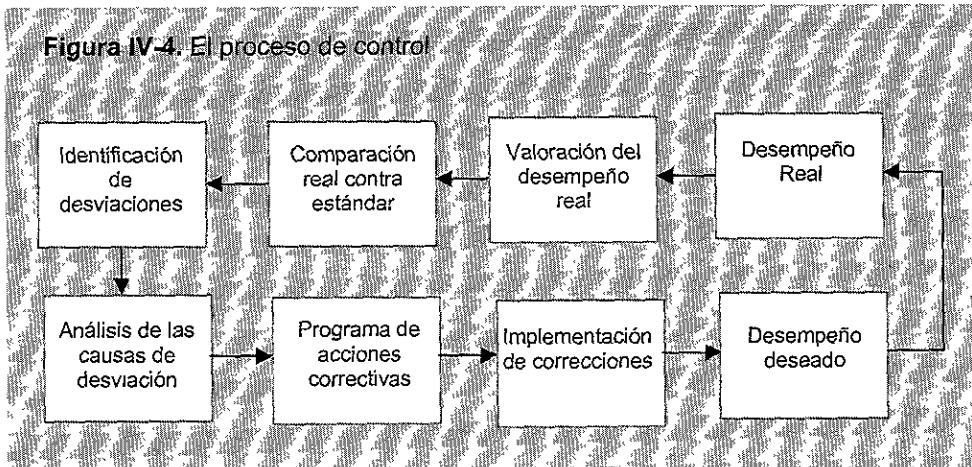
## IV.2 CONTROLES

El control del proyecto es la actividad pivote que enlaza todas las técnicas de la dirección presentadas anteriormente. La planeación y la organización son ciertamente importantes para conducir al logro de las metas, más sin embargo un control efectivo es absolutamente esencial. Se pueden tener pequeñas fallas en determinado momento con la planeación y la organización sin que lleguen afectar el desarrollo del proyecto, pero definitivamente no se puede fallar en lo más mínimo durante el control y esperar que todo el proceso continúe con normalidad.

Una definición apropiada de control puede ser la labor de restringir, coordinar y regular las acciones, de acuerdo con planes que permitan alcanzar objetivos específicos de calidad, tiempo y costo. Para ello se habrán ya elaborado los planes financieros y de tiempo, así como definido la organización que los ponga en marcha.

#### IV.2.1 PROCESO DE CONTROL

El mecanismo básico de la función de control se muestra en la figura IV-4. Este mecanismo es el que mantiene los trabajos del proyecto enfocados hacia las metas propuestas. Básicamente, el ciclo comienza con la valoración del desempeño real, el cual es comparado contra el planeado. Si existe cualquier desviación, lo que procede es analizar las causas que la han generado. Posteriormente se formulan e implementan las acciones correctivas, con el fin de mitigar la causa de la variación. El ciclo se vuelve a repetir una vez más con la revisión y comparación del desempeño ya revisado. El proceso se repite tantas veces hasta que las desviaciones lleguen a ser casi imperceptibles.



Las áreas que deben de ser restringidas, coordinadas y reguladas, son las mismas que fueron desarrolladas en la fase de planeación:

- *El presupuesto*
- *El programa*
- *Los estándares de calidad*

Enfocándose en el control de estas tres áreas clave se estará en condiciones de alcanzar las metas del proyecto de forma exitosa. Desde luego existen otras áreas por controlar, pero la mayoría de ellas están relacionadas con las tres anteriores.

#### **IV.2.2 CONTROL DE COSTOS**

La correcta implementación de un sistema para el control de costos de un proyecto se basa en los siguientes principios básicos:

- *Un simple pero completo catálogo de cuentas*
- *Asignación de responsabilidades específicas para el control de costos dentro de la organización de la obra*
- *El empleo uniforme de formatos, basados en el catálogo de cuentas, en los procesos de presupuestación, diseño, construcción y control de costos*
- *Un presupuesto completo*
- *Un sistema mecanizado para el manejo de la información de costos*

La integración del catálogo de cuentas se conduce por la jerarquización del proyecto, tal y como se expuso en el capítulo II, donde se propone el uso del *Masterformat*, documento ampliamente utilizado en proyectos Canadienses y Norteamericanos.

La asignación específica de responsabilidades para el control de costos debe ser definida en la sección del mismo nombre, dentro del manual de procedimientos de obra. Esta sección debe incluir los formatos para cualquier tipo de reportes, asignación de obligaciones, vinculación con la oficina central y cualquier otro aspecto necesario para crear un efectivo sistema de control de costos. Se debe de poner énfasis en el control de costos al momento de asignar personal específico a cada categoría del organigrama.

El empleo de los mismos formatos a través de todo el proyecto previene la introducción de errores, producto del enlace de información entre formatos diferentes. El costo adicional en el que se incurre por este tipo de errores debe de ser adicionado al costo real. Los trabajos adicionales incrementan los costos indirectos de forma innecesaria.

Si un sistema de control de costos es efectivo, se debe a que está basado en un estimado y presupuesto completos y confiables. Si los elementos de costo a ser controlados están equivocados desde el principio, ningún reporte de control estará correcto.

Cuando la integración de un mal presupuesto es descubre a tiempo, la dirección de proyecto debe de presionar para la pronta elaboración de un nuevo presupuesto. Es muy probable que lo anterior no se logre sin esfuerzos sumamente extenuantes, pero será el único camino para tener un apropiado control de costos para la parte restante del proyecto.

Con el fácil acceso que hoy en día se tiene a las computadoras personales y a los paquetes comerciales, no existe ninguna razón para no contar con un sistema mecanizado para

mantener la información de costos en cualquier proyecto. La combinación del catálogo de cuentas y de un paquete de computación, como puede serlo una hoja de cálculo, permiten establecer un sistema económico para el desarrollo y monitoreo del presupuesto de construcción. Debe tenerse cuidado en que una sola persona sea responsable de la información que se ingresa al sistema automatizado, ya que la generación de reportes erróneos no justificaría la inversión hecha en computadoras y paquetes. Si se tiene posibilidades de adquirir paquetes más sofisticados, existen en el mercado algunos diseñados especialmente para el control de costos, los cuales pueden manipular grandes bases de datos y trabajar con diferentes opciones de conectividad y personalización.

Con el presupuesto de construcción clasificado por cuentas y subcuentas, se da inicio a la elaboración del documento base para llevar el control de costos, denominado proforma. El presupuesto integrado por cuentas de costo también se conoce como presupuesto básico. Los volúmenes de obra de cada concepto encasillado en una cuenta determinada, son totalizados tomando en cuenta la unidad de medida representativa de la cuenta de costo a la que pertenece, esto se hace con el fin de que los costos reales al final del proyecto sean divididos entre dichos volúmenes para obtener los costos unitarios por cuenta y sirvan de base para la elaboración de estimados de costo subsecuentes. Con el presupuesto básico el contratista puede hacer más eficiente el costo de construcción a favor suyo, negociando descuentos en la adquisición de insumos, disminuyendo desperdicios, mejorando rendimientos de mano de obra y maquinaria, así como contando con un equipo técnico administrativo reducido pero bien capacitado en sus funciones. La habilidad que tenga el director de proyecto por parte del contratista en reunir dichos factores, redituará en una utilidad extra a la contemplada en la integración del presupuesto original.

Para dar seguimiento al proforma, antes del inicio de cualquier actividad de construcción se deberá de consultar para saber los límites de costo a que estará sujeta dicha actividad. Dentro de este límite de costo interviene directamente la escalación de precios y las contingencias previstas también en el proforma, es por ello que el director de proyecto debe procurar mantener los costos un poco más abajo de lo que marcan los límites en el proforma y conforme avance la ejecución del proyecto vaya ampliando gradualmente dicha frontera, de acuerdo a las escalaciones autorizadas por el propietario y contingencias que se puedan presentar.

Como las cuentas de costo estarán homologadas con las cuentas contables, el costo mensual que reporte el departamento administrativo será comparable con el previsto en el proforma. De tal suerte que se podrán comparar las cuentas y ver el resultado individual de cada una de ellas. En caso de existir alguna desviación, se analizarán las cuentas con problema y se deberá llegar hasta el nivel de subcuenta para resolver directamente el problema que altera el resultado de la obra.

Es importante que la obra ejecutada sea proporcional al costo generado, con el objeto de reportar mes a mes una utilidad uniforme y no tener variaciones muy marcadas. De aquí una de las habilidades del director de proyecto en saber administrar los costos, tomando provisiones de los meses más productivos para solventar los déficits que se presenten en los periodos de baja productividad (inicio y conclusión del proyecto).



Figura IV-5. Estado de resultados en obra

CUENTA	SALDO DEL MES ANTERIOR	%	MOVIMIENTOS DEL MES	%	SALDO ACUMULADO ACTUAL	%
<b>OBRA EJECUTADA</b>	<b>5,000,000</b>	<b>100</b>	<b>8,000,000</b>	<b>100</b>	<b>13,000,000</b>	<b>100</b>
<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>3,750,000</b>	<b>75</b>	<b>5,600,000</b>	<b>70</b>	<b>9,350,000</b>	<b>72</b>
Materiales	2,625,000	53	3,360,000	42	5,985,000	46
Mano de obra	750,000	15	560,000	7	1,310,000	10
Equipo	375,000	8	448,000	6	823,000	6
Subcontratos	0	0	1,232,000	15	1,232,000	9
Fletes	0	0	0	0	0	0
<b>COSTO INDIRECTO</b>	<b>400,000</b>	<b>8</b>	<b>840,000</b>	<b>11</b>	<b>1,240,000</b>	<b>10</b>
<b>GASTOS GENERALES</b>	<b>100,000</b>	<b>2</b>	<b>360,000</b>	<b>5</b>	<b>460,000</b>	<b>4</b>
<b>SUMA DE COSTOS</b>	<b>4,250,000</b>	<b>85</b>	<b>6,800,000</b>	<b>85</b>	<b>11,050,000</b>	<b>85</b>
<b>RESULTADO BRUTO</b>	<b>750,000</b>	<b>15</b>	<b>1,200,000</b>	<b>15</b>	<b>1,950,000</b>	<b>15</b>

Otro aspecto a cuidar dentro del control de costos es el cobro de la obra, ya que en la medida que el contratista cuente con liquidez financiera, podrá cumplir con los compromisos adquiridos para la conclusión satisfactoria del proyecto.

El control que permite monitorear el estado del cobro de una obra se conoce como cuenta de clientes. En este reporte mensual, se refleja si la construcción se está ejecutando con fondos del cliente o está siendo financiada por el contratista. Cuando se cuenta con fondos del cliente se abonan al resultado de la obra los productos financieros provenientes de los intereses que producen dichas sumas de dinero, situación totalmente contraria si se presenta el financiamiento por parte de la empresa constructora, creándose con ello cargos financieros aplicados desde la oficina central. En este reporte se compara el monto de la obra ejecutada no estimada contra las estimaciones autorizadas en el mes, el cobro de las mismas y los saldos de anticipos por amortizar. Estos factores permiten calcular el rubro denominado clientes neto, el cual es favorable para el contratista cuando su saldo es lo más bajo posible y más aún, cuando éste llega a ser negativo, pues este resultado implica que en la obra se está trabajando con recursos financieros provenientes directamente del propietario.

Para hacer más eficiente la cuenta de clientes se debe tratar de seguir algunos lineamientos, que de acuerdo al tipo de contrato que se este ejerciendo llegarán a variar un poco, más sin embargo, no se debe de perder de vista su esencia en el camino hacia la obtención de un ágil y fluido sistema de cobro de la obra. Dichos lineamientos consisten básicamente en:

**1. La velocidad para presentación, revisión y autorización de estimaciones no debe exceder más de un mes.** Se deben marcar fechas puntuales en cada mes para la entrega de apoyos al cliente, los cuales soporten satisfactoriamente los montos del avance por estimar. Así mismo, el cliente debe comprometerse en determinada fecha a devolver la documentación de apoyo revisada y autorizada, para proceder a la elaboración de las estimaciones correspondientes. Como último paso de este proceso, el cliente debe devolver oportunamente las estimaciones revisadas y autorizadas, para que se tenga oportunidad de elaborar las facturas respectivas e ingresarlas para cobro antes de que finalice cada mes. Se recomienda que todo este proceso no se prolongue por un período mayor a un mes, tratando de cumplir con el siguiente programa general:

- Elaboración e integración de apoyos del día 1° al día 7
- Revisión y autorización de apoyos del día 8 al día 15
- Elaboración de estimaciones del 16 al día 19
- Revisión y autorización de estimaciones del día 20 al día 22
- Elaboración de facturas del día 23 al día 24

**2. Velocidad de cobro no mayor a un mes.** Es importante en este punto la intervención del director de proyecto o superintendente general directamente con los responsables del pago de estimaciones por parte del cliente, con el fin de que sólo en casos extremos, el cobro se desfase más de un mes. Se debe en la medida de lo posible, dejar asentada una cláusula dentro del contrato de obra, donde se refleje cuanto tiempo tardará el cliente en dar trámite a los pagos una vez que ha recibido las facturas que amparan las estimaciones de obra ejecutada. Junto con esta cláusula del contrato, se debe de presentar la opción de manejar cargos moratorios por cada día de atraso en el pago de estimaciones por parte del cliente.

**3. Administración de anticipos.** Se debe de negociar con la firma del contrato de obra, el porcentaje más alto posible de anticipo sobre el monto total del presupuesto, con el fin de tener liquidez en los primeros meses del proyecto. En cualquier ampliación de contrato se debe de requerir el pago del anticipo correspondiente. Cuando la obra sea contratada por frentes o partidas individuales, también se debe de requerir anticipo, tomando en cuenta que antes de terminar de amortizar un anticipo de un contrato individual, se debe de tramitar ante el cliente la autorización del contrato subsecuente y su respectivo anticipo.

**Figura IV-6. Cuenta de clientes**

CONCEPTO	SALDO
	ACTUAL
OBRA EJECUTADA NO ESTIMADA (O.E.N.E.)	1,500,000
ESTIMACIONES POR COBRAR	800,000
ANTICIPOS POR AMORTIZAR	2,200,000
CLIENTES BRUTO	2,300,000
CLIENTES NETO	100,000

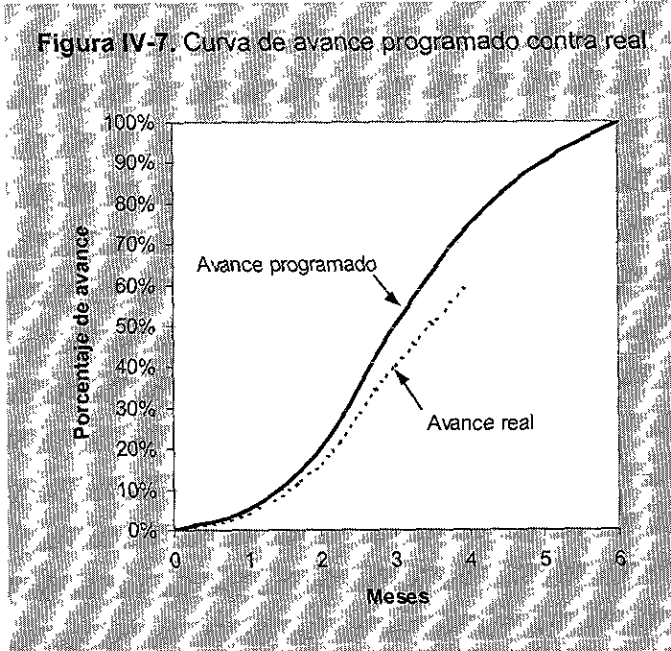
### IV.2.3 CONTROL DEL PROGRAMA

El control del programa se refiere al control del tiempo, aunque paradójicamente no se tenga injerencia sobre él. El tiempo marcha inexorablemente de forma fija, sin que ningún poder humano pueda impedirlo.

Con la ejecución de los trabajos en el menor tiempo posible, se trata de recuperar atrasos o bien adelantar actividades futuras para completar el proyecto en el tiempo preestablecido. Debido a ello se puede decir que el trabajo es un elemento elástico, enmarcado dentro de una escala de tiempo inextensible. Estos conceptos a pesar de ser básicos en ocasiones son pasados por alto por los directores de proyecto, quienes pretenden poder ampliar un programa ya definido

Para controlar el programa, se debe de monitorear el progreso contra una escala de tiempo. Al jerarquizar los trabajos en tareas específicas, se tiene un camino adecuado para la revisión de elementos de trabajo contra el tiempo. El estado promedio de conclusión de los trabajos es la medida general del avance físico del proyecto.

Por otra parte, también se debe considerar que cada actividad tiene que ser ponderada dentro del cálculo del porcentaje de avance. Cada ponderación es determinada por el valor de los recursos empleados para finalizar la tarea. El valor ponderado de una actividad, multiplicado por su porcentaje de avance, refleja cuanto representa esa actividad dentro del porcentaje total de avance del proyecto. Recíprocamente, el importe o volumen generado a la fecha de corte por una actividad, dividido entre el importe o volumen total reflejado en el presupuesto, da por resultado el porcentaje de avance para esa actividad.



La falacia de calcular el porcentaje de avance físico con base en los jornales de mano de obra empleados en la ejecución de una actividad, se presenta al no poder trabajar con el 100% de los rendimientos previstos.

El porcentaje de avance físico debe de estar relacionado con el monto del valor del trabajo ejecutado hasta la fecha. El monto de los trabajos es obtenido a partir de los precios unitarios del presupuesto desglosado en cada uno de los conceptos de obra y de los volúmenes que se generen al momento de reportar el avance.

Los reportes de avance de obra generalmente se emiten de forma mensual. Los responsables de cada frente de trabajo, evalúan el estado de cada actividad entre cada periodo de corte y emiten al cierre el porcentaje de avance. El área de programación de obra, integra los reportes de avance de cada uno de los frentes y presenta el porcentaje de avance global de la obra contra el avance programado.

A menos de que existan circunstancias extraordinarias tales como ordenes de cambio de último momento, falta de información de proyecto por parte del propietario o cualquier otra causa de fuerza mayor, el reportar un avance muy por debajo de lo programado refleja un serio problema que puede llegar a desencadenar adversidades en la dirección. En el momento que se llegue a

presentar esta situación, la dirección de proyecto debe tomar medidas correctivas urgentes para resolver los problemas que producen las alteraciones a la programación de la obra.

En principio, se debe de determinar la causa del problema. Dichas causas pueden provenir de acciones tan generales como los son la desorganización del personal, baja productividad y falta de liderazgo, por citar solo algunas. En muchos casos el problema proviene de una combinación de hechos, de tal manera que se debe de detectar el área de donde provienen y marcar las prioridades para resolverlos en orden descendente de importancia.

Se puede recuperar el tiempo de retraso en algunas actividades incrementando su velocidad de ejecución. Esta acción se aplica a todas las fases del proyecto tales como el diseño, procuramiento y construcción. Existen algunos aspectos que permiten mejorar el avance de un proyecto cuando éste se encuentra en cualquier fase.

- *Mejorar rendimientos de mano de obra*
- *Incrementar personal*
- *Trabajar tiempo extra*
- *Reducir la carga de trabajo*
- *Subcontratar parte de los trabajos*

Mejorando los rendimientos de mano de obra es el mejor y más económico camino para incrementar la velocidad de los trabajos, ya sea empleando personal mejor calificado o perfeccionando la dirección y los métodos de trabajo. Debido a que este proceso es algo lento, el hacer más eficientes los rendimientos puede no llegar a ser una buena solución cuando se necesita una recuperación de tiempo rápida, más sin embargo es una buena opción para situaciones a largo plazo.

Adicionar más personal es probablemente la siguiente mejor manera para recuperar tiempo. En caso de no existir espacio o frentes libres de trabajo para el personal de campo nuevo, el rendimiento de la numerosa fuerza de trabajo será probablemente deficiente y el tiempo que se pudiera ganar será nulo. Por otra parte, la tarea de conseguir personal de campo calificado para el proyecto es difícil en primera instancia, de tal suerte que también esta opción no es conveniente para cuando se trata de dar soluciones rápidas a los retrasos.

El trabajar tiempo extra es la opción siguiente y es a la que más comúnmente se recurre. El incremento de horas de trabajo puede lograrse de manera casi inmediata, además de que la gente que participa en los trabajos ya cuenta con la capacitación requerida. Las desventajas de trabajar tiempo extra se presentan cuando se prolonga su aplicación. Los rendimientos se vienen abajo cuando se trabaja tiempo extra durante largos períodos. La gente logra poner al día el trabajo, pero su productividad comienza a ser la misma que si laborará una jornada normal de ocho horas.

La propuesta de trabajar tiempo extra muchas veces es utilizada como un factor motivacional, por medio de cual los trabajadores pueden llegar a ganar más dinero. Se debe de tener cuidado

en no abusar de esta herramienta, pues el uso excesivo de la misma llega a producir demérito en la calidad de los trabajos, además de generar costos que sobrepasan los parámetros presupuestados. Se debe de valorar el costo que representa pagar tiempo extra contra los beneficios de recuperación de tiempo que se tendrá en el proyecto. En algunos casos también se recurre a la instauración de dos o tres turnos de trabajo, donde los pagos al personal se hacen como si laboraran turnos normales, evitando con ello el cubrir sobrecostos.

La reducción de carga de trabajo para poner al corriente el programa es otra opción para tener a tiempo la ejecución del proyecto. Sin embargo, sólo puede ser aplicada en raros casos donde algunas operaciones pueden ser eliminadas para ahorrar tiempo. Si los conceptos eliminados son fáciles de identificar, significa que desde el principio no debieron ser tomados en cuenta. En ocasiones se pueden estar ejecutando trabajos que están más allá del alcance establecido en el contrato, lo cual habla de una dirección de proyecto raquítica. La reducción de carga de trabajo debe de ser bien meditada antes de ponerla en marcha. Usualmente se recomienda como último recurso.

Asignar algunas actividades como subcontratos, permite al contratista general abocarse a aquellos conceptos que necesitan de mayor supervisión y control en el programa. Con el empleo de subcontratistas, se tiene la oportunidad de que a los responsables de cada uno de ellos se les comprometa a entregar sus trabajos en el tiempo estipulado. Con lo anterior, el tiempo es simplificado en cuestiones administrativas, permitiendo adelantos en el avance de los trabajos directamente ejecutados.

#### **IV.2.4 CONTROL DE CALIDAD**

El control de calidad de la construcción es quizá el proceso más complejo dentro de un proyecto de edificación urbana. Esto es de esperarse, debido a que una parte importante del presupuesto es destinada a este fin. Por otra parte, el laborar al aire libre con diferente número de obreros involucra añadir una dificultad más a este proceso.

El personal a cargo de la construcción establece su programa de control de calidad con base al grado en que el trabajo terminado será aceptado finalmente por el propietario, sin incurrir en ningún sobrecosto. En algunos proyectos de edificación urbana, el propietario designa al responsable del diseño como última autoridad en la aceptación de la calidad de los trabajos de construcción. La mayoría de las normas de calidad para construcción son establecidas en especificaciones tales como pruebas de concreto, tolerancias en el montaje de estructura metálica, inspecciones oficiales y estándares de equipo.

En los grandes proyectos de edificación urbana, los supervisores de calidad están de tiempo completo en la obra observando las operaciones diarias. En proyectos pequeños las inspecciones se hace durante lapsos de tiempo, generalmente en las fases críticas de los trabajos. Los reportes de las inspecciones deben ser elaborados periódicamente, con objeto de darle seguimiento al programa de aseguramiento de calidad del proyecto.

La superintendencia de control es la responsable de las operaciones de calidad, reportándolas directamente al superintendente general y al director de proyecto. Además del área de control de calidad del contratista, el propietario asigna en la obra a su propio equipo de control de calidad o contrata una empresa externa que se encargue de monitorear la calidad de los

trabajos de construcción. La única desventaja real de esta situación es el incremento del costo del proyecto.

En cualquiera de los casos anteriores, se contrata el servicio de un laboratorio para que lleve a cabo las pruebas de suelos, concreto, radiografías y cualquier otra prueba marcada en las especificaciones. Lo responsables de cada frente también tienen como obligación supervisar la calidad de trabajos como los de colocación y curado de concreto, montaje de estructura metálica, trazos, niveles y acabados. Todos los resultados y reportes son conservados en un archivo específico de control de calidad y enviados al propietario en el transcurso o al final del proyecto.

El director de proyecto tiene como papel el llevar un monitoreo general de los trabajos para asegurar que el programa cumple con las metas de calidad del propietario. El propietario y el contratista coordinan los esfuerzos de sus respectivos equipos de trabajo para alcanzar los niveles de calidad estipulados, además de que en conjunto resuelven cualquier problema que pueda trascender la calidad del proyecto.

El aseguramiento de calidad de los recursos materiales para el proyecto está generalmente a cargo de los departamentos de inspección del propietario o del contratista. El grado de control de calidad antes de la entrega de insumos en la obra es más comúnmente visto en proyectos de alta tecnología, donde se emplean una gran cantidad de elementos diseñados exclusivamente para la edificación, no siendo productos comerciales de línea. Con el fin de evitar costosos reprocesos durante la construcción, es vital confirmar la calidad y dimensiones de insumos de diseño especial antes de su embarque.

La parte del control de calidad de insumos corre a cargo directamente de las áreas de procuramiento. Se designan inspectores para realizar visitas a los talleres de fabricación con el fin de supervisar la calidad de los procesos de manufactura. Se llevan a cabo pruebas e inspecciones finales antes de que se proceda al envío de los insumos a la obra. La inspección de insumos es importante para prevenir retrasos cuando se detectan materiales o equipos defectuosos en la obra.

En la inspección de insumos el director de proyecto participa en la revisión de reportes y tomando acciones en aquellas áreas donde el control de calidad ha entrado en conflicto con el programa de trabajo. En la solución de dichos conflictos el director de proyecto debe de anteponer los intereses del propietario, la calidad del proyecto y el programa construcción.

Se debe de trabajar conscientemente con un programa de pruebas de materiales, cuyo costo de operación debe quedar incluido en el presupuesto del proyecto. El grado de control de los materiales está en función de las políticas del propietario, normas oficiales y confiabilidad de los proveedores. El propietario usualmente se reserva el derecho de hacer cualquier inspección a los materiales, aunque estos ya hayan sido verificados por personal externo designado por el mismo propietario, situación que muy rara vez se llega a presentar.

Más adelante, se analizará con detenimiento la estructura y funcionamiento de los sistemas de aseguramiento de calidad empleados en la actualidad a nivel internacional.

### IV.3 ADMINISTRACION DEL CONTRATO

Una vez definido el tipo y estructura de contrato más conveniente para las partes involucradas, es necesario dar inicio al proceso de su administración. Dentro del seguimiento de un contrato existe una numerosa cantidad de documentación relacionada con el mismo. Cada uno de estos documentos se reflejan en importes que deben ser tomados en cuenta para las variaciones que sufre a lo largo del proyecto el monto original del contrato, así como también se deben de llevar registros de las causas que dieron origen a las modificaciones de los montos.

Se deben de implementar sistemas que permitan almacenar, organizar y rastrear la información del contrato, con el fin de poder concluir el proyecto a tiempo y bajo el presupuesto negociado. Existen en la actualidad diversos paquetes de computación que permiten manejar toda esa información de manera rápida y sencilla.

A continuación analizaremos cada uno de los documentos que intervienen en el proceso de administración del contrato.

#### IV.3.1 REGISTRO DE CONTRATOS Y ORDENES DE COMPRA

El registro de la información básica de los contratos firmados permite el control de aspectos como: fecha de inicio, fecha de conclusión, montos, pagos, anticipos, avance y retenciones. Además, con el presupuesto autorizado para la integración del contrato se registran los montos en base al catálogo de cuentas, con el fin de tener un detallado desglose de los componentes de costo del proyecto.

De acuerdo al tipo de contrato firmado, se tienen diferentes opciones para llevar su administración. Los documentos que se elaboran para poner en marcha el contrato, tienen como fin el dar trámite al suministro de los recursos materiales, así como presentar análisis de tendencias durante la ejecución del proyecto.

- **Ordenes de compra.** Se refiere a las adquisiciones menores de bienes y servicios que efectúa el propietario para el proyecto, no contemplados dentro del alcance del contrato de construcción. Las ordenes de compra se clasifican también en cuentas de costo para poder saber realmente cual va siendo el importe de los trabajos de construcción ejecutados. En ocasiones, debido a la magnitud de algunos trabajos, las ordenes de compra llegan a funcionar como medio de contratación.
- **Requisiciones.** Surgen a partir de las ordene de compra, cumpliendo con lo establecido en el plan de procuramiento, y tienen como objetivo fincar los pedidos de materiales ante proveedores certificados, con los cuales se tengan celebrados convenios que contemplen descuentos, pagos a crédito, garantías y tiempos de entrega preferenciales.
- **Facturas.** Dentro de las obligaciones que contrae el contratista al adquirir bienes y servicios, se encuentra el tramitar los pagos de las facturas de sus proveedores y subcontratistas. Para llevar un control de sus pasivos, se deben de registrar los folios de las facturas, fecha de recepción, importe neto y fecha programada para pago. Por otra parte, debe también estar al pendiente de sus propias facturas, las cuales amparan las



estimaciones de obra ejecutada y de las que tiene que recibir el pago correspondiente para poder contar con solvencia financiera para la consecución del proyecto.

- **Recepción de materiales.** Se debe de llevar un registro de las fechas y volúmenes de materiales recibidos en obra, verificando esta información contra la contenida en las ordenes de compra.
- **Contactos y directorio.** De cualquier persona o empresa que intervenga en el proyecto, se debe de tener su dirección física, números telefónicos, número de fax, dirección de correo electrónico, sitios del Web, números y claves de radiolocalizadores o cualquier otro medio para contactarlos. Esta información debe de estar disponible para contactar proveedores, subcontratistas, responsables de diseño, consultores, representantes de cliente y personal de la empresa constructora.
- **Tendencias.** Las tendencias son reportes que reflejan las expectativas de la dirección de proyecto para dar seguimiento a los posibles incrementos de costo. Las tendencias se basan en los costos reales que se van registrando periódicamente, comparándolos contra los costos proformados.

### IV.3.2 SEGUIMIENTO DE CAMBIOS AL CONTRATO

Después de que los participantes aceptan el contrato u orden de compra, los trabajos dan inicio. Cualquier cambio producto de la modificación de especificaciones o de la variación de las condiciones de trabajo afectarán el monto del contrato inicial.

- **Administración de cambios.** Teniendo oportunamente el registro de información básica referente a contratos, subcontratistas y costos durante el proceso de cambios, se pueden evaluar los efectos de las modificaciones en todos los contratos involucrados, obteniendo el estado actual de los cambios de forma inmediata.
- **Reportes diarios.** Con ellos se presenta la descripción de las actividades y condiciones cotidianas. Es donde se registran las condiciones observadas en la obra, en algunos casos nada favorables, repercutiendo potencialmente en el tiempo de ejecución. Los días donde se presenten adversidades pueden ser insertados dentro del programa general, con el fin de valorar su efecto en la duración del proyecto.
- **Llamadas telefónicas, juntas, correspondencias, solicitudes de información y notas.** Permiten registrar información que puede afectar los procesos de autorización y cambios. Así por ejemplo, un cambio en las condiciones de trabajo puede generarse a partir de una junta, de llamadas telefónicas, de notas aclaratorias, para posteriormente girar cartas y correspondencia que formalicen los cambios en el contrato.
- **Órdenes de cambio.** Aparecen como consecuencia de las revisiones que se le hagan a los diseños arquitectónico, estructural y de instalaciones; por modificaciones solicitadas directamente por el propietario para hacer más funcional, económico o atractivo el inmueble en construcción; o bien, por cambio en las normas oficiales de construcción o en las condiciones físicas de trabajo. Como es obvio, este tipo de modificaciones generarán un costo no contemplado en el alcance de los trabajos inicialmente presupuestados, por lo que

como medida para mantener intacta la base de contratación, se recurre a las ordenes de cambio, registrando tantas como modificaciones al proyecto se lleven a cabo. Las ordenes de cambio, al igual que las ordenes de compra, se deben clasificar en cuentas de costo.

### IV.3.3 SEGUIMIENTO DE AUTORIZACIONES

Las autorizaciones incluyen planos, muestras de materiales y permisos que necesitan ser aprobados. Las autorizaciones ayudan a garantizar que se respeten los lineamientos del contrato, dándoles seguimiento en el sentido de definir cuáles conceptos requieren de autorización, quién recibe, quién aprueba y cuándo se deben de tener resueltos.

- **Bitácora de relación de planos.** Su función es mantener una lista de planos del proyecto, facilitando su distribución a otras áreas, proporcionando información referente a su estado de revisión. Cuando se tiene un nuevo juego de planos o una revisión de los mismos, se deben inmediatamente de distribuir a las personas registradas en la lista de distribución.
- **Comunicados.** Se debe de llevar un registro permanente de los comunicados referentes a especificaciones, planos, aprobaciones y detalles que permitan tener un historial de las acciones tomadas. De forma inmediata se deben de transmitir los comunicados referentes a conceptos en aprobación y revisión de planos.
- **Cartas de adeudo.** Con ellas se pretende recordar al propietario sobre plazos vencidos en el proceso de autorización de documentación y trabajos.

## IV.4 PROCURAMIENTO

Las actividades de procuramiento están muy ligadas con las de diseño y construcción. Procuramiento es básicamente la responsabilidad de conseguir los materiales y equipos especificados en el diseño para hacer posible la construcción del proyecto, suministrándolos a tiempo para cumplir con el programa de ejecución. El punto de partida de los responsables a cargo de esta área es el plan de procuramiento del proyecto, el cual juega un papel clave para la elaboración del plan maestro del proyecto. El plan de procuramiento es también una parte importante del plan general de suministro de materiales.

El propietario es el responsable de asignar las funciones de procuramiento como parte del plan de contratación. De acuerdo al tipo de contrato corresponderá al responsable del diseño, al contratista o al mismo propietario, la labor de adquirir los materiales procesados, equipos o materias primas necesarios para concluir la obra. Además, cada una de las organizaciones involucradas en el proyecto, puede tener su propia política de procuramiento, donde se establece que parte de los insumos deben de ser adquiridos por la administración de obra, y que porción a través de la administración ubicada en las oficinas centrales.

Los directores de proyecto en algunas ocasiones no prestan la debida atención a las actividades de procuramiento, debido a que se encuentran enfrascados en los procesos de diseño o construcción.

No importando que tan eficientes sean los equipos humanos de diseño y construcción, definitivamente no se puede construir un inmueble apegado a un programa de ejecución, sino se cuenta con los insumos necesarios para cumplir tal fin. Es de aquí donde parte la importancia del procuramiento dentro de la dirección de proyectos de edificación urbana.

#### IV.4.1 PROCURAMIENTO Y DIRECCION DE PROYECTOS

El principal objetivo de cualquier plan de procuramiento es adquirir los equipos, materiales y subcontratos necesarios, dentro de los parámetros del presupuesto propuesto y con entrega de los mismos a tiempo. Dentro de este proceso se ha comprobado que una adquisición adecuada es aquella que reúne los requerimientos de precio bajo, calidad alta y tiempo de entrega reducido, consecuencia de un análisis detallado del mercado. El director de proyecto debe de analizar dentro de la fase de pre-construcción, los pros y contras de adquirir insumos por medio de la oficina central, de la administración de obra, o bien aceptar que sean suministrados directamente por los subcontratistas. Estas decisiones deben de tomarse oportunamente, con el fin de crear un marco propicio para un comienzo bien organizado de las funciones clave de procuramiento.

En contratos donde se debe de desarrollar de manera integral el diseño y la construcción del proyecto, el procuramiento representa entre el 25% y 40% del monto del presupuesto. Si a esto le sumamos que los pedidos y entregas de insumos deben de estar sujetos a un programa, tenemos entonces que las actividades de procuramiento son determinantes para poder hablar de un proyecto exitoso. Así, el director de proyecto nunca debe de descuidar la porción del presupuesto destinada al procuramiento.

La adquisición de materiales y los subcontratos son particularmente críticos en los contratos a precio alzado, pues la vigencia de las cotizaciones recibidas durante la etapa de estimado de costo del proyecto, muy probablemente habrán expirado. Esto significa que ahora los encargados del procuramiento deberán de conseguir por parte de los proveedores de bienes y servicios, los mismos precios que se consideraron para la integración del presupuesto. Esto implica suponer que la vigencia de las cotizaciones fue extendida o bien el buscar nuevas alternativas que ofrezcan el precio negociado en ese entonces. Por otra parte, se presenta la posibilidad de que los proveedores hayan incrementado sus precios al momento de presentar su cotización, sabiendo de antemano que se trataba de un estimado de costo, dando con ello lugar a posibles descuentos que pueden llegar a fluctuar entre 5% y 10%. A pesar de que el suministro de bienes y servicios se requiere que se haga con prontitud, el director de proyecto no debe perder de vista los posibles ahorros que pueda obtener en la adquisición de los mismos.

Cualquier labor de procuramiento debe de ser apoyada por una adecuada área técnica, para asegurar que el equipamiento y los materiales serán ordenados de acuerdo a las especificaciones del proyecto, ya sea desde la obra o desde las oficinas centrales. El apoyo técnico es responsable de preparar las requisiciones, evaluar las cotizaciones y revisar los diseños de los proveedores. La dirección de proyecto tiene como responsabilidad en este aspecto, garantizar la asignación de personal técnico calificado para complementar las operaciones de procuramiento.

#### IV.4.2 ENTREGAS A LARGO PLAZO

Garantizar que los recursos materiales para el proyecto llegarán a tiempo, lleva consigo la planeación de las siguientes importantes áreas:

- *Entregas de equipo a largo plazo*
- *Materiales y mezclas especiales*
- *Entregas periódicas de materiales comunes*
- *Sistemas de transporte*

Es importante que el director de proyecto lleve a cabo una revisión oportuna de los recursos físicos del proyecto, con el fin de dar a los puntos anteriores un especial lugar de atención en la ruta crítica. Estos puntos deben ser identificados a tiempo para poder conservar las holguras disponibles en el programa, o bien para recuperar el atraso de algunas actividades.

Las entregas a largo plazo de equipo se pueden considerar generalmente a partir de los 10 meses. Aquí, los tiempos de entrega provocan que usualmente a los equipos se les ubique dentro de la ruta crítica del programa. Es falso suponer que en ningún proyecto existen entregas de equipo a largo plazo, ya que a partir de tener fechas de entrega alejadas, implica por sí mismo tener entregas a largo plazo. Si en determinado momento se requiere una reducción de tiempo en el programa, ésta se puede alcanzar con sólo considerar la entrega oportuna de equipo dentro de la ruta crítica.

Los equipos de entrega a largo plazo son en algunas ocasiones ordenados de forma previa por el propietario, proporcionando el criterio preliminar de dimensiones, mismo que es refinado por medio de ordenes de cambio conforme el diseño avanza. Si se recurre a este método, los precios unitarios para los cambios deben ser obtenidos del proveedor a partir de su cotización inicial, con lo cual se adquiere un mejor control sobre las ordenes de cambio para el proveedor.

Si la adquisición de equipos y materiales de entrega a largo plazo corre a cargo del contratista, es en realidad tarde dentro del esquema de proyecto, pues cualquier ahorro de tiempo que se pudiera haber ganado en las fases de diseño y preconstrucción en este aspecto quedará perdido en el programa. Esta situación agrega presión a las entregas de equipo a largo plazo en el ya crítico programa de construcción. El director de proyecto por parte del propietario debe tener en mente este factor cuando se elabore el plan de contratación.

#### IV.4.3 MATERIALES Y MEZCLAS ESPECIALES

Es conveniente revisar las especificaciones de todos los materiales del proyecto que pueden llegar a no ser de línea comercial, debido a que son demasiado especiales. Esto aplica para materiales procesados y no procesados, de tal suerte que se pueden presentar requerimientos en el diseño como resistencias especiales de concreto, grados de dureza del acero estructural y de refuerzo, tipos especiales de agregado para el concreto, fachadas sofisticadas, recubrimientos pétreos con algún grado de brillo particular, tipos de soldadura, entre muchos

otros que pueden probablemente afectar la ruta crítica. La planeación temprana para la requisición, elaboración y entrega de estos insumos, permite mantenerlos fuera de la ruta crítica y con ello obtener ventajas para la conclusión anticipada de los trabajos.

Como es poco común que el director de proyecto conozca a fondo las características de los materiales y mezclas especiales, es conveniente que se haga asesorar de un equipo técnico especializado o bien recurra a la contratación de consultores dedicados a identificar cualquier potencial inconveniente en la entrega de este tipo de insumos. La revisión de estos insumos de entrega a largo plazo debe ser hecha oportunamente con miras de tener tiempo para mitigar el problema de su suministro.

### IV.4.4 ENTREGAS PERIODICAS DE MATERIALES COMUNES

Las entregas periódicas de materiales comunes comprenden materiales ordinarios como estructura de acero, concreto y acero de refuerzo. En los grandes rascacielos por ejemplo, la estructura metálica es pesada y de grandes dimensiones. El diseño temprano y la emisión de las ordenes de fabricación para la estructura son críticos en el mantenimiento del programa. Cada sección de la estructura debe de ser cuidadosamente programada, para poder tener una secuencia óptima entre la entrega de los perfiles y su montaje.

Los materiales comúnmente empleados en la construcción en algunas ocasiones tienden a ser escasos en proyectos grandes, situación que no debe de pasar desapercibida ligeramente. Esta recomendación es especialmente válida si el proyecto está siendo construido en una locación remota.

### IV.4.5 SISTEMAS DE TRANSPORTE

Usualmente esta categoría se enfatiza en proyectos de carácter internacional, ya sea por el sitio de construcción o por las fuentes de suministro de recursos materiales. Casos especiales de este tipo pueden ser elementos prefabricados, estructura metálica, fachadas y equipos. Cualquiera de ellos involucra carga y transportación especiales, así como dispositivos para manejar piezas de dimensiones demasiado grandes. Estos dispositivos y servicios son particularmente especializados y deben de ser bien planeados y organizados antes de ser requeridos. Con una pobre programación en esta área se puede llegar a incurrir en altos costos y pérdidas de tiempo. Es por ello que el director de proyecto debe supervisar que se trabaje profundamente en la logística de distribución de materiales, como aspecto vital del proyecto.

En caso de contar con elemento prefabricados o elaborados en talleres, el director de proyecto debe de supervisar y coordinar los trabajos ahí ejecutados con los de la obra. El centro de fabricación probablemente corresponda a una partida subcontratada, más sin embargo la dirección de proyecto debe monitorear de forma general la calidad y el programa de trabajo, con objeto de coordinar la colocación e instalación en obra. En la medida de lo posible, se debe de asignar personal de tiempo completo para la supervisión de los trabajos de fabricación en plantas y talleres.

Si en el proyecto existe una cantidad significativa de equipos y materiales de importación, entonces la regulación de embarques, licencias de importación, regulaciones especiales, facturación, seguros y protección de mercancías, correrá a cargo de un área específica

encargada de su administración. La parte de logística para distribución de materiales, dentro del plan de procuramiento, debe de incluir todos los aspectos legales relacionados con la entrega de insumos para el desarrollo de la construcción del proyecto en tiempo.

## **IV.5 ASEGURAMIENTO DE CALIDAD**

El aseguramiento de calidad es la estructura organizacional de una empresa que normaliza la planeación, las responsabilidades, los procedimientos, las actividades y el uso de recursos para aplicar los conceptos de administración por calidad, con el propósito de prevenir errores en el trabajo, abatir costos e incrementar la productividad.

La confianza que el cliente deposita en los proveedores de bienes y servicios, se basa en el renombre que se hayan ganado al estar trabajando con calidad por largo tiempo. Esta confianza no se desarrolla de la noche a la mañana sino que requiere esfuerzos empresariales a largo plazo en materia de aseguramiento de calidad. Este punto lo deben reconocer claramente todos los involucrados en los procesos de diseño, planeación, organización y construcción de un proyecto de edificación urbana.

El siguiente punto es la satisfacción del cliente. El producto o servicio no debe de tener fallas ni defectos, más sin embargo esto no es suficiente. Es necesario garantizar la calidad de diseño, observando que la edificación sea realmente funcional tal y como el cliente espera. En otras palabras, el proyecto debe tener características de calidad reales. El aseguramiento de calidad es como un contrato celebrado entre los responsables de la construcción y el cliente. La satisfacción del propietario dependerá también de la presentación del diseño, de las especificaciones y de la manera como se le exponga la conceptualización general la edificación.

Para ofrecer un verdadero aseguramiento de calidad, la dirección de proyecto junto con el propietario, deberán de fijar las políticas que abarquen las etapas de investigación, diseño, preconstrucción, construcción y puesta en marcha. Estas políticas se deben de extender hasta los proveedores y subcontratistas que suministran bienes y servicios al proyecto. No se podrá presentar un aseguramiento de calidad completo sino participan todos los miembros de las organizaciones involucradas en el proyecto.

Con el aseguramiento de calidad se mejora la competitividad, estableciendo ágiles organizaciones horizontales para la formación, información y comunicación de aspectos del proyecto, dando como resultado final una reducción de costos de calidad y cambio en los hábitos de trabajo en equipo.

### **IV.5.1 SISTEMAS DE CALIDAD**

Los sistemas de calidad están integrados por la estructura organizacional, procesos y recursos necesarios para implementar la política, objetivos y responsabilidades de calidad. La conformación de un sistema de calidad debe contemplar las siguientes características:

- *Suficientemente completo para alcanzar los objetivos de calidad del proyecto*

- Diseñado en principio para satisfacer las necesidades administrativas internas de la organización y posteriormente para satisfacer los requisitos de cualquier tipo de cliente
- Contemplar la demostración de la implementación del sistema para el momento en que se requiera

Como el sistema de calidad está influenciado por los objetivos particulares de la organización y del proyecto, pueden presentarse diferencias entre sistemas específicos. Además, también afectan al sistema de calidad los productos, procesos y prácticas de la organización.

El sistema de calidad aplica e interactúa con todas las actividades relativas a la calidad de un producto o servicio. Involucra todas las fases del ciclo de vida y procesos de un proyecto, desde los estudios previos hasta la puesta en marcha. Un sistema de calidad debe de ser adaptable a las empresas, confiable, eficiente, que satisfaga al cliente y previsor.

En la búsqueda de sistemas de calidad a nivel internacional, en Inglaterra después de la segunda guerra mundial se dio inicio a lo que hoy se conoce como las normas ISO (*International Organization for Standardization*).

ISO es un organismo internacional no gubernamental con sede actual en Ginebra, Suiza, con más de 100 agrupamientos o países miembros. No está afiliada a las Naciones Unidas, ni a ninguna organización Europea, como muchos erróneamente suponen.

Los países están representados en ISO por autoridades designadas dentro de los mismos. Por ejemplo, Estados Unidos está representado por el ANSI (*American National Standards Institute*), que es un organismo del sector privado.

En México por SECOFI/DGN, ya que la mayoría de los países han preferido estar representados por organismos que están estrechamente ligados a sus gobiernos.

#### IV.5.2 NORMA ISO 9000

Un factor primordial en el desempeño de una empresa, es la calidad de sus productos y servicios.

En los últimos años se ha presentado una tendencia mundial por parte de los clientes, hacia una mayor exigencia de los requisitos y expectativas con respecto a la calidad de sus proveedores. Conjuntamente con esa tendencia existe una creciente toma de conciencia de que el mejoramiento continuo de la calidad, es necesario para alcanzar y sostener un buen desarrollo económico.

Las organizaciones industriales, comerciales o gubernamentales, proveen productos y servicios que pretenden satisfacer las necesidades o requisitos del usuario. Tales requisitos son presentados muchas veces como especificaciones, sin embargo, las especificaciones técnicas no pueden por sí mismas garantizar que los requisitos del cliente sean alcanzados consistentemente. Esto ha conducido al desarrollo de normas de sistemas de calidad que complementen los requisitos del producto o servicio definido en las especificaciones técnicas.

El hecho que la serie de normas *ISO 9000* y otras sobre éste tema se emitan posteriormente, pretende establecer, unificar y normalizar los requisitos mínimos para la mayoría de las empresas a nivel internacional en este campo.

La norma *ISO 9000* tiene los siguientes objetivos:

- *Establecer claramente las diferencias e interrelaciones entre los principales conceptos de calidad*
- *Proporcionar la guía para la selección y uso de las normas de sistemas de calidad que pueden ser empleados para propósitos de la gestión interna de calidad (ISO 9004) y para propósitos externos, contractuales o de certificación (ISO 9001, 9002 y 9003).*

El cliente y/o proveedor, para satisfacer sus requisitos específicos, deben referirse a las normas *ISO 9001, 9002 y 9003* con el fin de determinar cual de estas es la más apropiada al contrato y qué adaptaciones específicas se requieren.

La edición más reciente de la serie de normas *ISO 9000* fue terminada en 1994. Estas normas han sido adoptadas y reconocidas a nivel mundial y agregan valor a los programas de control de calidad de las organizaciones.

Las normas *ISO 9000* no se abocan únicamente a la calidad del producto que es producido por una organización. Además de ello, las normas *ISO 9000* hacen énfasis en la calidad del proceso que la organización emplea para crear su producto, entendiéndose como producto en este caso la conclusión de proyectos de edificación urbana.

Lo que el cliente espera entonces, una vez que la calidad del producto es establecida, es algún tipo de garantía de que el proceso de fabricación es confiable y reproducible, adecuándose siempre a los requisitos especificados.

Así, las normas *ISO 9000* hacen énfasis en el proceso administrativo, el cual a su vez rinde consistencia a los productos elaborados.

La norma *ISO* se divide en varias familias, de acuerdo a la estructura y funciones de la organización. Las empleadas en el desarrollo de proyectos de edificación urbana son:

- **ISO 8402.** Vocabulario
- **ISO 9000.** Guía para seleccionar el modelo de sistema de calidad
- **ISO 9001.** Modelo de aseguramiento de calidad durante el diseño, producción, instalación y servicio
- **ISO 9002.** Modelo de aseguramiento de calidad durante la producción e instalación
- **ISO 9003.** Modelo de aseguramiento de calidad en inspección y pruebas finales
- **ISO 9004.** Modelo para la administración de la calidad en inspección y pruebas finales



### IV.5.3 DOCUMENTOS DEL SISTEMA DE CALIDAD

La documentación es importante para el mejoramiento de la calidad. Cuando las políticas y procedimientos están documentados, distribuidos e implementados, es posible determinar con confianza como son realizadas normalmente las actividades y medir el desempeño, así como los efectos de algún cambio. Las políticas y procedimientos documentados son esenciales para el mantenimiento de las ganancias de las actividades de mejora de la calidad. Así, los documentos de calidad están integrados por: manual de aseguramiento de calidad, procedimientos de aseguramiento de calidad, planes de acción, procedimientos generales de trabajo, planes de calidad, procedimientos técnicos constructivos, normas y códigos, planos, especificaciones y registros de calidad.

1. **Manual de Aseguramiento de Calidad (MAC).** Es el documento que establece la política de calidad y describe el sistema de calidad de una organización. Un manual de calidad puede referirse a la totalidad de actividades de una organización o solo a una parte de ellas. El título y el alcance del manual refleja su campo de aplicación.

Un manual de aseguramiento de calidad contendrá o referirá como mínimo:

- *Política de calidad*
- *Las responsabilidades, autoridad e interrelación del personal que administra, realiza, verifica o revisa trabajo que afecta la calidad*
- *Los procedimientos e instrucciones del sistema de calidad*
- *Una sección para revisar, para actualizar y controlar el manual*

Un manual de calidad puede variar en profundidad y formato para ajustarse a las necesidades de una organización.

2. **Procedimientos de Aseguramiento de Calidad (PACs).** Son documentos soporte donde se describen los lineamientos para el desarrollo de las actividades esenciales de calidad indicados en el MAC.
3. **Planes de Acción (PAs).** Los planes de acción son documentos soporte donde se describe la organización y administración de las direcciones y gerencias de la empresa bajo los lineamientos del MAC y PAC.
4. **Procedimiento Generales de Trabajo (PGTs).** Son documentos operativos que describen las actividades de los trabajos principales de una manera genérica, indicados en los planes de acción, así como manuales operativos de área.
5. **Planes de Calidad (PCs).** Son documentos operativos que establecen las actividades particulares para la planeación y aplicación de los requisitos de un proyecto o contrato, bajo los lineamientos del MAC y PAC.

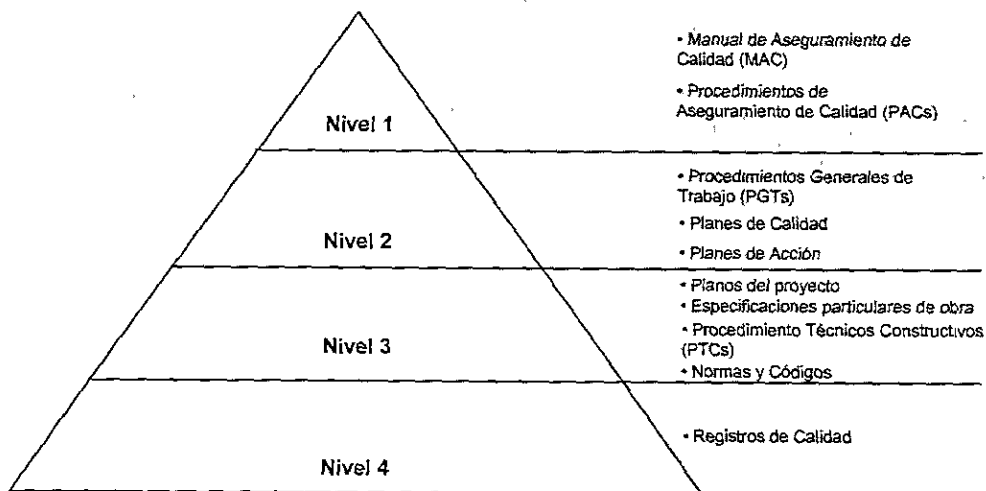
Se deben de planear y documentar las actividades de inspección, verificación y pruebas para las actividades de abastecimiento y producción de los productos o servicios.

Cuando el cliente lo solicite, el plan de inspección, verificación y pruebas, se realizará para cada contrato, definiéndose la participación del propietario para verificar la calidad de los productos o servicios que adquiere.

6. **Procedimientos Técnicos Constructivos (PTCs).** Son documentos técnicos que describen las actividades de los trabajos desarrollados en obra, de una manera particular, derivados de los PGTs y manuales operativos. Se organizan por conceptos de obra, atendiendo al proceso o ciclo de actividades.
7. **Normas y Códigos.** Son los documentos normativos emitidos por entidades gubernamentales u organizaciones profesionales e industriales, que regulan las acciones de diseño, construcción y operación de proyectos. Como algunos ejemplos tenemos:
  - *Reglamento de Construcción y Normas Técnicas Complementarias para el Distrito Federal*
  - *Normas Oficiales Mexicanas (NOM)*
  - *American Concrete Institute (ACI)*
  - *American Society for Testing and Materials (ASTM)*
  - *American Institute of Steel Construction (AISC)*
  - *American Welding Society (AWS)*
  - *American Society of Mechanical Engineers (ASME)*
8. **Planos.** Son los documentos de diseño que de manera gráfica muestran las áreas, cortes, secciones, elevaciones, plantas, armados, piezas, conexiones y dimensiones de los diferentes elementos que integran el proyecto.
9. **Especificaciones.** Son los documentos integrados en base al *Masterformat*, donde se definen los alcances, procedimientos, pruebas, insumos y cuidados especiales que se deben de tener durante el proceso de construcción.
10. **Registros de Calidad.** Es la documentación que proporciona evidencia objetiva de las actividades realizadas o de los resultados alcanzados. Algunos ejemplos de estos registros son:
  - *Reportes de calibración de equipo de medición*
  - *Reportes de inspección y pruebas*
  - *Evidencias de calificación de personal*

- *Evaluación de proveedores*
- *Revisión de contrato*
- *Identificación del producto*
- *Disposición de producto no conforme*
- *Identificación de estado de inspección y prueba*
- *Reportes de auditorías*
- *Evidencias de capacitación*

Figura IV-8. Estructura documental del Sistema de Calidad



#### IV.5.4 SELECCION DEL MODELO DE CALIDAD

Los elementos requeridos en un sistema de calidad se encuentran agrupados en tres modelos, basados en la capacidad funcional y organizacional, requeridos de un proveedor de productos y servicios.

- **ISO 9001.** Para emplearse cuando la conformidad con los requisitos especificados es asegurada por el proveedor durante diversas etapas, las cuales incluyen diseño, la fabricación, la instalación y servicio. Por ser la más completa, es la que mejor se ajusta a proyectos de edificación urbana.
- **ISO 9002.** Para emplearse cuando la conformidad con los requisitos especificados es asegurada por el proveedor durante la fabricación e instalación.
- **ISO 9003.** Para emplearse cuando la conformidad con los requisitos especificados es asegurada por el proveedor solamente en la inspección y pruebas finales.

La norma *ISO 9004* es un complemento de la *ISO 9000* para gestión del sistema de calidad, proporcionando las directrices generales sobre los factores técnicos, administrativos y humanos que afectan la calidad y la detección de las necesidades para satisfacer al cliente. La *ISO 9004* enfatiza especialmente en la satisfacción de las necesidades del cliente, el establecimiento de las responsabilidades funcionales y la importancia de evaluar los riesgos y beneficios potenciales, incluyendo los costos de calidad.

Todos estos aspectos deben ser considerados en el establecimiento y mantenimiento de un sistema de calidad efectivo.

#### IV.5.5 REQUERIMIENTOS DEL MODELO ISO 9001

Los criterios de aseguramiento de la calidad establecidos a continuación, tienen como base la norma *ISO 9001* debido a que esta norma cubre las actividades de diseño, producción, instalación y servicio, teniendo en cuenta que los sistemas de calidad de cada organización están influenciados por sus objetivos propios, por el producto o servicio y por las prácticas específicas de cada empresa, por lo que los sistemas de calidad varían de una organización a otra aún cuando dichos sistemas estén basados en la misma norma.

1. **Responsabilidades de la Dirección.** Dentro de las responsabilidades de la dirección en el aseguramiento de calidad, tenemos que debe de cumplir con:
  - *Definir la política de calidad, objetivos y lineamientos generales*
  - *Establecer la organización de aseguramiento de calidad, funciones y responsabilidades*
  - *Asignar los recursos necesarios para la implantación y aplicación del sistema de calidad*
  - *Verificar el cumplimiento y efectividad del sistema de calidad, mediante revisiones periódicas*
2. **Sistema de Calidad.** Es la organización, recursos y documentos que permiten implantar, mantener y corregir el aseguramiento de calidad de la empresa, a fin de garantizar que los productos y servicios cumplen con los requisitos y especificaciones pactadas. Está constituido básicamente por el manual y procedimientos de aseguramiento de calidad, MAC y PACs, planes de calidad, procedimientos generales de trabajo (PGTs) y otros.

3. **Revisión de Contrato.** El proveedor debe de establecer y mantener los procedimientos necesarios para revisar, ajustar y/o modificar el contrato, así como para asegurar que todos los requisitos y especificaciones del cliente se documenten de manera apropiada y que cualquier cambio o modificación se transfiera a las áreas afectadas.
4. **Control de Diseño.** El proveedor debe establecer y documentar los procedimientos necesarios para elaborar, revisar, verificar y aprobar el diseño, con personal calificado, asegurar que en los planos se registran los requisitos y especificaciones de los materiales, partes y componentes, revisar y actualizar los cambios conforme evoluciona el proyecto.
5. **Control de Documentos y Datos.** El proveedor debe establecer y documentar los procedimientos necesarios para controlar la emisión y distribución de planos, detalles, especificaciones, procedimientos de trabajo y otros, a fin de garantizar que se usa la última versión. Estos requisitos también se aplican a los documentos externos relacionados con el proyecto.
6. **Compras.** El proveedor debe establecer y documentar los procedimientos necesarios para asegurar que los subproveedores de bienes y servicios se evaluaron antes de su participación en el proyecto, así como para garantizar que los productos recibidos cumplen con los requisitos especificados.
7. **Productos Suministrados por el Cliente.** El proveedor debe establecer y documentar los procedimientos necesarios para identificar y verificar las características de calidad de los productos suministrados por el cliente, para asegurar que las condiciones de funcionalidad se mantienen antes de utilizarlos.
8. **Identificación y Rastreabilidad.** El proveedor debe establecer y documentar los procedimientos necesarios para identificar materiales, partes y componentes permanentes, equipo y procesos críticos para el proyecto, a fin de ubicarlos en cualquier etapa de su desarrollo.
9. **Control de Procesos.** El proveedor debe identificar, planear y controlar los procesos de producción, instalación y servicio que contrató, asegurando la realización de actividades bajo condiciones controladas, al utilizar planos y procedimientos específicos de trabajo y que se cumple con los requisitos y programas del proyecto.
10. **Inspección y Pruebas.** El proveedor debe establecer y documentar los procedimientos necesarios a fin de realizar las actividades de inspección y prueba requeridas para verificar el cumplimiento de las especificaciones y asegurar la calidad del producto final.
11. **Equipos de Inspección, Medición y Pruebas.** El proveedor debe establecer y documentar los procedimientos necesarios para controlar, calibrar, verificar y mantener la confiabilidad del equipo de inspección, medición y prueba que utilice, de acuerdo con el criterio de exactitud que aplique para no afectar el producto final.
12. **Estado de Inspección y Pruebas.** El proveedor debe identificar adecuadamente y de manera visible la conformidad o inconformidad de los productos y procesos, relacionados

con las inspecciones y pruebas realizadas durante la recepción, producción, instalación y puesta en servicio.

- 13. Control de Productos No Conformes.** El proveedor debe establecer y documentar los procedimientos necesarios para impedir el uso o instalación inadvertida, de productos que no satisfacen los requisitos especificados, definir la manera de identificarlos, evaluarlos, segregarlos y hacer la disposición final de los mismos.
- 14. Acciones Correctivas y Preventivas.** El proveedor debe establecer y documentar los procedimientos necesarios para la aplicación de acciones correctivas y preventivas, así como para la detección de incumplimientos potenciales.
- 15. Manejo, Almacenamiento, Preservación y Entrega.** El proveedor debe establecer y documentar los procedimientos necesarios para mantener adecuadamente el equipo y materiales que se utilicen en el proyecto, así como para evitar que se dañen o deterioren durante su recepción, manejo, almacenamiento, entrega e instalación.
- 16. Registros de Calidad.** El proveedor debe establecer procedimientos para emitir, mantener, identificar, listar y almacenar los documentos y registros de calidad, que constituyen la evidencia del cumplimiento de requisitos del cliente, así como de la operación efectiva del sistema de calidad, previniendo su deterioro o pérdida y garantizando la disponibilidad necesaria.
- 17. Auditorías Internas de Calidad.** El proveedor debe establecer y documentar procedimientos para planear y realizar revisiones periódicas al sistema de calidad, así como para evaluar y calificar a sus proveedores.
- 18. Capacitación y Entrenamiento.** El proveedor debe establecer procedimientos documentados para detectar y resolver las necesidades de capacitación y adiestramiento del personal que interviene en tareas que afectan la calidad del trabajo.
- 19. Servicio.** Cuando así lo especifique el contrato, el proveedor debe establecer los procedimientos que permitan atender y resolver las quejas del cliente y brindarle la asesoría técnica necesaria, durante el periodo de garantía de los trabajos contratados.
- 20. Técnicas Estadísticas.** El proveedor debe identificar las necesidades de emplear técnicas estadísticas como herramienta de control y análisis de resultados y capacidad de un proceso, producto o del mismo sistema de calidad.

## IV.6 SEGURIDAD E HIGIENE

La industria de la construcción continua siendo en la actualidad una de las que posee mayor índice de accidentes en el mundo. Existe un gran número de razones por las cuales se presenta este alto índice de accidentes especialmente en la construcción y no en otras industrias.

En primer lugar, la industria está altamente diversificada en una gran cantidad de diferentes entidades operativas. Existe un gran grupo de propietarios, contratistas y subcontratistas

involucrados directamente en el negocio de la construcción de edificios. Estos grupos están regulados y apoyados por dependencias del gobierno, uniones y asociaciones profesionales e industriales, fabricantes de maquinaria, aseguradoras y universidades. Colectivamente, estas organizaciones tienen cierto grado de responsabilidad o contribuyen a la estructuración de los esquemas de seguridad, más no necesariamente con los mismos objetivos en mente.

El alto grado de trabajadores afectados por enfermedades en la industria de la construcción constituye otro problema cuando llega a afectar la ejecución de un efectivo programa de seguridad.

Un alto porcentaje de empresas constructoras que prestan sus servicios en mercados amplios, en raras ocasiones llegan a emplear exactamente a los mismos trabajadores en proyectos sucesivos. Esta situación dificulta la apropiada capacitación de obreros en los programas y normas de seguridad de las empresas. Los contratistas con una amplia supervisión y que emplean a personal obrero de planta no llegan a tener los mismos problemas. Del lado negativo tenemos a los contratistas que ponen poco énfasis en las normas y programas de seguridad, los cuales tienden adversamente a afectar sus estadísticas de accidentes.

Como cualquier otra función clave en la dirección de proyecto, el programa de seguridad no puede implementarse sino es adecuadamente planeado, organizado y controlado. Al igual que el responsable de las actividades en obra, el director de proyecto debe estar al pendiente de la asignación de los recursos necesarios para desarrollar proyectos con niveles superiores de seguridad cada día. La dirección de proyecto juega un papel vital en el proceso general de seguridad del trabajo en las empresas.

### IV.6.1 ORGANISMOS REGULADORES

En 1970, el congreso de los Estados Unidos estableció la *Safety and Health Administration (OSHA)*. Este organismo tiene como misión garantizar el mayor grado posible de buenas condiciones de salud y seguridad en el trabajo. Esta misión involucra el empleo de una serie de herramientas proporcionadas por *OSHA*, las cuales tienen como objetivo el permitir que los sitios de trabajo se mantengan en condiciones sanitarias y de seguridad adecuadas.

La visión de *OSHA* es hacer de los sitios de trabajo norteamericanos los más seguros del mundo. *OSHA* se esfuerza en eliminar lesiones de trabajo, enfermedades y muertes, para que todos los trabajadores norteamericanos puedan retornar sanos a casa cada día. Para alcanzar esta visión, los ambientes de trabajo deben de caracterizarse como genuinos sitios seguros e higiénicos para los empleados y trabajadores, quienes deben contar con la capacitación necesaria, los recursos y sistemas de apoyo en sus centros de trabajo.

Por otra parte, en la búsqueda de esta visión *OSHA* actúa como una organización calificadoradora y orientadora, identificando los problemas de seguridad e higiene y aplicando estrategias que combinen regulaciones de sentido común con un amplio rango de medios para proveer asistencia, los cuales cubran las necesidades de los trabajadores y empleados.

El logro exitoso de los objetivos estratégicos subrayados en el Plan Estratégico de *OSHA*; mismos que consisten en la reducción de lesiones y enfermedades en los centros de trabajo, cambio de la cultura laboral, recomendaciones de seguridad e higiene, presentación de programas y servicios efectivos; darán por resultado la realización de la visión establecida.

En México, el organismo homólogo a OSHA es el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), cuya misión es otorgar a los trabajadores mexicanos y a sus familias la protección suficiente y oportuna ante contingencias tales como la enfermedad, la invalidez, la vejez o la muerte. La protección no solo se extiende a la salud, prerequisite indispensable de toda actividad, sino también a los medios de subsistencia, cuando la enfermedad impide, en forma temporal o permanente, que el trabajador continúe ejerciendo su actividad productiva.

Un conjunto de servicios sociales de beneficio colectivo complementa las prestaciones fundamentales y se orienta a incrementar el ingreso familiar, aprender formas de mejorar los niveles de bienestar, cultivar aficiones artísticas y culturales y hasta proporcionar una mejor utilización del tiempo libre.

La Ley del Seguro Social expresa así todo lo anterior: la seguridad social tiene por finalidad, garantizar el derecho humano a la salud, la asistencia médica, la protección de los medios de subsistencia y los servicios sociales necesarios para el bienestar individual y colectivo.

#### IV.6.2 PLAN DE SEGURIDAD

El objetivo del plan de seguridad, contenido dentro del manual de seguridad e higiene, es establecer las actividades necesarias y suficientes para cumplir los requerimientos en materia de seguridad, higiene, servicios médicos y vigilancia para cumplir con los lineamientos y políticas de este manual y con los aspectos legales inherentes a al proyecto en particular.

El plan de seguridad debe de contener las siguientes acciones:

1. **Análisis de Riesgo.** Se debe determinar cuales son los riesgos potenciales de la obra, tanto por motivo de peligrosidad de los trabajos a desarrollar, como de las características geográficas, políticas, económicas, sociales e históricas del lugar donde se realizan los trabajos, así como de las características y cercanía de los servicios de urgencias y hospitalarios de la región.

Para determinar los riesgos potenciales de la obra, se debe estudiar el plan general de construcción de la obra y los procedimientos constructivos.

Para conocer los servicios médicos y hospitalarios que existen en el lugar donde se desarrolla el proyecto, se debe recurrir a las autoridades locales, visitar los servicios de emergencia y hospitalarios más cercanos.

2. **Programa de Prevención de Riesgos.** Se debe de formar un comité de seguridad en la obra, con la participación del director de proyecto y de los responsables de área, que a través de juntas periódicas determinen las acciones a tomar para la prevención de los accidentes, así como para la implantación y control del sistema integral de seguridad.

De acuerdo al análisis de riesgo, al tipo y tamaño de las instalaciones, así como al parque vehicular, se elabora un programa de inspecciones tanto para las instalaciones como para los vehículos y maquinaria de la obra, con objeto de eliminar las condiciones inseguras. Este programa debe de ser permanente y se adecuará a las características cambiantes del proyecto.



- 3. Determinación de la Organización y Recursos del Departamento de Seguridad.** Basados en el análisis de riesgo y en el número de trabajadores que va a tener la obra, se determina el tamaño de la organización del departamento de seguridad, adecuándolo a las características específicas del proyecto, pero garantizando que se cumplirá con todo lo señalado en el manual de seguridad y el reglamento de seguridad.

En este renglón se determinan los recursos en cuanto a:

- *Mobiliario, equipo de computo y papelería*
- *Equipo de radiocomunicación*
- *Letreros, señalamientos y equipo para bandereros*
- *Instalación del servicio médico, equipo de emergencia y botiquines*
- *Equipo contra incendio*
- *Vehículos*

Determinadas estas necesidades se elabora el programa de adquisición y se presenta a la dirección de proyecto para su aprobación y compra. Posteriormente se elaboran los procedimientos que requiere el proyecto de acuerdo al análisis de riesgo y lo señalado en el manual de procedimientos de seguridad.

- 4. Programa de Equipo de Protección Personal.** De acuerdo al plan de construcción del proyecto en cuanto a la contratación del personal y sus categorías, se determinan las necesidades del equipo de protección personal a utilizar. Determinadas estas necesidades se procede a la elaboración del programa de requisiciones y entregas parciales del equipo por parte del proveedor para garantizar la oportunidad de su suministro.
- 5. Planeación de los Servicios Médicos.** En función del análisis de riesgo y la organización planeada, se determinan las necesidades para la instalación de los servicios médicos y de primeros auxilios, tomando en cuenta lo siguiente:
- *Mobiliario y equipo médico*
  - *Medicinas y material de curación*
  - *Instrumental médico*
  - *Instalaciones del servicio médico*
  - *Ambulancia*
  - *Equipo de rescate*

- 6. Establecimiento de la Comisión de Seguridad e Higiene y Brigadas.** En un plazo no mayor a 30 días de iniciadas las actividades en obra, se deberá registrar ante las autoridades competentes una comisión de seguridad e higiene; organismo interno, formado por la misma cantidad de representantes de la empresa que los trabajadores y cuya integración, responsabilidades y funcionamiento están establecidas por normas. El encargado del área de seguridad deberá mantener una relación cordial con la autoridades laborales locales, mismas a las que se les presentó la integración de la comisión.

Posterior al registro de la comisión, antes de 15 días se deberá llevar a cabo la primera junta mensual de evaluación de esta comisión, levantando el acta respectiva y el calendario de recorridos, el cual se deberá registrar también ante las autoridades de seguridad locales.

La comisión deberá nombrar los integrantes de las brigadas de prevención y combate de incendios, de primeros auxilios y la de rescate.

- 7. Plan de Emergencias y Combate de Incendios.** De acuerdo a las emergencias detectadas en el análisis de riesgo de la obra, se deberá elaborar un plan de contingencias, en cuanto a posibles emergencias que se puedan enfrentar en el sitio donde se desarrolla el proyecto. Si es posible, será conveniente integrar este plan al plan general de protección civil de la localidad, o al menos estar en contacto con las instalaciones y organizaciones de emergencia de la zona.

En lo relativo a incendios, se deberá determinar el grado de riesgo de incendios dotando a las instalaciones y vehículos del equipo de extinción requerido según este estudio, establecer por escrito el programa de prevención, protección y combate contra incendio, crear la brigada de prevención y combate de incendios, capacitando y adiestrando a sus miembros y establecer por escrito el plan de emergencia para evacuación en caso de incendio.

- 8. Programa de Capacitación de Seguridad.** Se deberá establecer un programa de capacitación y adiestramiento basado en el análisis de riesgo de la obra y lo señalado por las autoridades laborales.

La capacitación mínima por cubrir consistirá en:

- *Capacitación de los miembros de la comisión mixta de seguridad e higiene, en lo referente a su funcionamiento y responsabilidades*
- *Capacitación y entrenamiento a los miembros de las brigadas de primeros auxilios, de prevención y combate de incendios y de rescate*
- *Entrenamiento en el uso de extintores a cuando menos dos personas de cada área de la obra*

Se deberá dar una plática de inducción y concientización en seguridad a todo el personal al ingresar a la obra y el responsable de ello será el encargado del área de seguridad.

- 9. Planeación de los Servicios de Vigilancia.** En cada proyecto se deberá elaborar un programa para los servicios de vigilancia, el cual deberá contemplar los siguientes aspectos:

- *Determinación de las áreas restringidas y sus accesos*
- *Determinación y cercado de las áreas restringidas*
- *Establecimiento del organigrama del área de vigilancia*
- *Establecimiento del procedimiento de control de acceso y vigilancia*

**10. Plan de Protección del Medio Ambiente.** En este respecto se deberá desarrollar un plan que contenga los temas siguientes:

- *Descarga de aguas residuales*
- *Control de residuos peligrosos*
- *Registro ante la autoridad competente como generador de residuos peligrosos*

#### IV.6.3 INDICES DE SEGURIDAD Y RIESGO

Para poder evaluar la eficiencia del plan de seguridad se requiere llevar el registro de los accidentes y enfermedades profesionales que se presenten en el sitio de trabajo del proyecto. Como principales parámetros para determinar la magnitud de estas variables se tienen los índices de seguridad y riesgo. El primero de ellos es manejado por OSHA en los Estados Unidos y el segundo corresponde al requerido por el IMSS dentro de la República Mexicana.

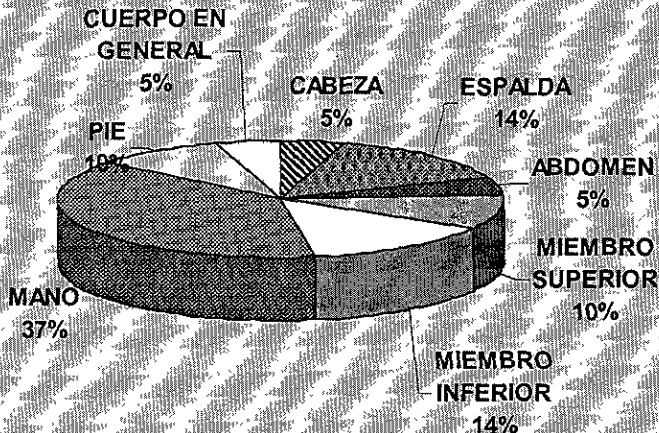
Los índices de seguridad OSHA se basan en el número de accidentes y enfermedades entre las horas hombre laboradas hasta la fecha de corte en que se haga el análisis, todo ello multiplicado por un factor que contempla una base de 100 trabajadores de tiempo completo trabajando 40 horas por semana durante 50 semanas por año. El índice óptimo de seguridad que buscan las empresas constructoras de proyectos urbanos es de 1.75 para accidentes con daños mayores.

Para el cálculo de los índices de riesgo del IMSS se toman en cuenta más variables en comparación con los considerados en OSHA, ya que estos índices son también empleados para el cálculo de la prima porcentual de pago de obligaciones obrero patronales. Las variables que intervienen son tales como el número de días de incapacidad temporal, la duración promedio de vida activa de los trabajadores, la suma porcentual de incapacidades permanentes, parciales y totales; el número de defunciones, el factor de prima, el número promedio de trabajadores y la prima mínima de riesgo. La prima mínima es de 0.0025 e indica la no presencia de accidentes y enfermedades profesionales, situación que es difícil de encontrar en la industria de la construcción

Figura IV-9. Formulas para el cálculo de índices de seguridad y riesgo

INDICE DE SEGURIDAD (OSHA)	INDICE DE RIESGO (IMSS)
$I.F. = \frac{N \cdot 200,000}{H H}$	$PRIMA = \frac{S / 365 + V (I + D)}{F / N} + M$
<p>N = Número de accidentes y enfermedades                      H H = Horas hombre totales en el período</p>	<p>V = Duración promedio de vida activa del trabajador                      F = Factor de prima                      N = Número promedio de trabajadores                      S = Número de incapacidad temporal                      I = Suma porcentual de incapacidades permanentes, parciales y totales                      D = Número de defunciones                      M = Prima mínima de riesgo</p>

Figura IV-10. Partes del cuerpo lesionadas en accidentes de trabajo



# CONCLUSION Y PUESTA EN MARCHA



En un proyecto o fase del mismo, después de que se han alcanzado los objetivos planteados o cuando son suspendidos los trabajos por diferentes razones, se requiere de un procedimiento para su conclusión técnica y administrativa formal. El cierre administrativo consiste en verificar y documentar los resultados del proyecto para formalizar su recepción por parte del propietario o de su representante legal. Este cierre incluye una serie de registros que reflejan las condiciones definitivas bajo las que se concluyó la obra así como el análisis del éxito y efectividad del proyecto. Estos registros tienen como finalidad apoyar la elaboración de los estimados de costo de proyectos futuros.

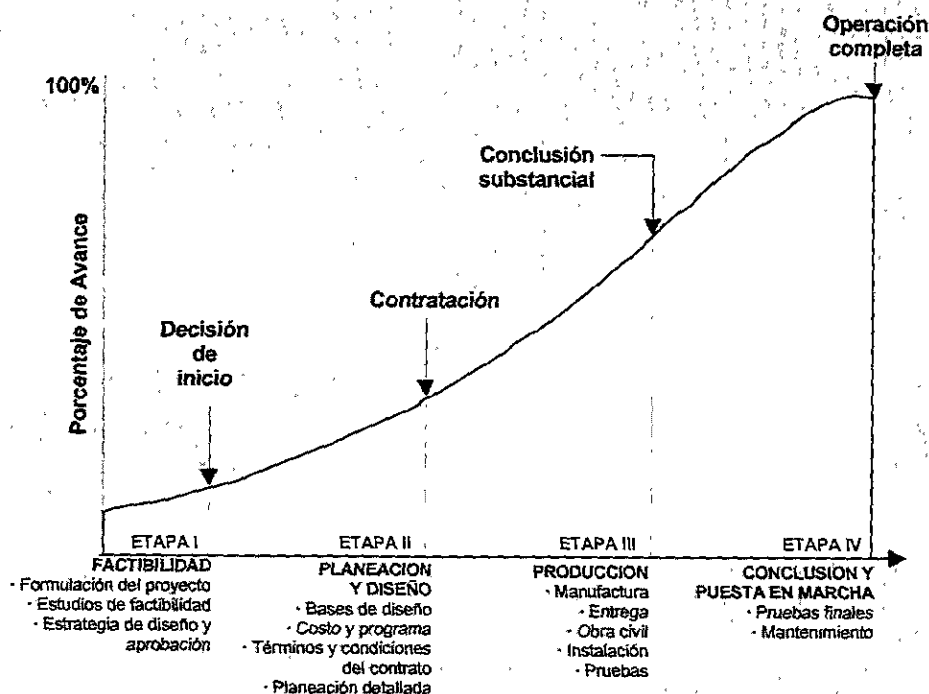
Las actividades del cierre administrativo no deben de posponerse hasta la completa terminación del proyecto. En cada fase que se haya dividido el proyecto se debe de llevar a cabo un apropiado cierre, con el fin de garantizar que información importante y útil no se pierda.

En el cierre administrativo se debe verificar que todos los trabajos estén concluidos completa y satisfactoriamente. En las cláusulas del contrato deben de quedar asentados los términos y condiciones para la recepción de los diferentes elementos que integran el proyecto. Se debe considerar también el cierre administrativo por finalización de la relación contractual debido a incumplimiento de alguna de las partes, o por causas de fuerza mayor.

## V.1 CONCLUSION DEL PROYECTO

La fase de conclusión del proyecto comienza cuando el propietario puede iniciar el acondicionamiento de espacios para que sus ocupantes puedan empezar sus operaciones, a éste evento se le denomina normalmente conclusión substancial del proyecto. La definición de la fecha de conclusión substancial es especialmente crítica, ya que es la fecha para dejar el edificio en condiciones de operación, de acuerdo al compromiso que el contratista adquirió con la firma del contrato. Si esta fecha se pospone por condiciones imputables al contratista, el efecto será reflejado en un atraso para la ocupación del inmueble, situación que debe de ser remediada a través de penas convencionales establecidas de antemano en el contrato de construcción.

Figura V-1. Ciclo de vida representativo de un proyecto de edificación



### V.1.1 PROCESO DE CONCLUSION

El proceso de conclusión del proyecto puede tornarse agitado si no se ha contemplado una buena organización para tal fin. Una adecuada coordinación entre el contratista general, el propietario y el grupo de diseño es de suma importancia para revisar, ocupar y operar el inmueble. La planeación de estos eventos finales realmente se elabora durante la fase de planeación general del proyecto.

El proceso general de conclusión puede variar de un proyecto a otro, más sin embargo la esencia se basa a las siguientes actividades:

1. **Notificación de conclusión.** Cuando el contratista considera que ha terminado por completo cierto elemento del proyecto, notifica al propietario o a su representante para que se proceda a su verificación técnica de acuerdo a los planos, especificaciones y normas.
2. **Pruebas de instalaciones y sistemas.** Se deben de probar antes de entrar en funcionamiento todas las instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias, así como aquellas catalogadas como especiales. Se deben de verificar el sello de las tuberías, los voltajes y amperajes conducidos, los gastos y presiones en las redes de agua potable y contra incendio, la sensibilidad adecuada de los detectores de humo, el correcto aislamiento de ruido para los equipos de aire acondicionado, el desasolve de las redes de drenaje, entre otros aspectos particulares de acuerdo al equipamiento de cada edificio.
3. **Listas de detalles.** Con la revisión efectuada por el propietario o su representante, se elabora una relación de conceptos que no lleguen a cumplir con la documentación de diseño, que estén inconclusos o bien, que hayan sido modificados en ese mismo instante a solicitud expresa del propietario. Estos conceptos deben abarcar única y exclusivamente trabajos menores que permitan la recepción satisfactoria de esa parte del proyecto por parte del cliente. Con la emisión de la lista de detalles, el contratista comienza a trabajar sobre ellos para cumplir con la entrega formal mediante las actas de recepción correspondientes.
4. **Actas de recepción.** Una vez concluidos los detalles marcados por el propietario, se le notifica de la solución de los mismos y en caso de ser satisfactoria su ejecución, se firma el acta de recepción de la parte del proyecto terminada. El acta de recepción es el documento que refleja la liberación de responsabilidades por parte del contratista sobre la porción del proyecto referida en dicha acta. En caso de haber expedido fianzas de cumplimiento parciales, el acta de recepción sirve como liberación de las mismas y se sustituyen por las fianzas de garantía contra vicios ocultos.

Cuando se han recabado todas las actas de recepción parciales, se pueden todas ellas conjuntar en un acta de recepción general del proyecto, reflejando con ella el cumplimiento de la conclusión técnica por parte del contratista a entera satisfacción del cliente.

5. **Retiro de infraestructura provisional.** Cuando el proyecto se concluye, el contratista tiene la obligación de retirar toda su infraestructura provisional que haya instalado para la ejecución de los trabajos de construcción. Así, debe dismantelar almacenes, oficinas, comedores, bodegas, líneas eléctricas e hidráulicas y todo aquello que no forme parte del proyecto y sea propiedad del contratista, de tal suerte que todas las áreas deben quedar limpias y libres de obstáculos para que el propietario las ocupe sin mayor percance.

Toda esta infraestructura provisional es enviada a los almacenes centrales del contratista o se destina al inicio de nuevos proyectos contratados.

6. **Retiro de equipo.** Conforme el equipo va siendo desocupado se debe de ir retirando del proyecto, ya sea enviándolo a los patios centrales o a proyectos que estén próximos a iniciar. El equipo antes de ser retirado debe de someterse a limpieza general, lubricación y reparación en su caso, con el fin de que siga estando en condiciones de operación para los trabajos subsecuentes.

Es importante que después de haberlo desocupado, el equipo sea retirado lo más rápido posible del sitio de la obra o por lo menos se dé aviso oportuno al departamento corporativo de maquinaria, con objeto de que no se sigan generando cargos por rentas, las cuales lleguen a afectar el costo del proyecto debido principalmente a las altas tarifas del equipo mayor.

- 7. Materiales de reposición.** Básicamente de los materiales empleados para recubrimientos de pisos y muros (losetas cerámicas, mármoles, canteras, granitos, mosaicos, etc.), se debe de contemplar el dejar un lote de los mismos en los almacenes del propietario, a fin de que sirvan en las labores de mantenimiento del edificio.

También es conveniente dejar una reserva de otros materiales como cristales, pinturas, luminarias, cerraduras, llaves para lavabos, plafones, colores para cemento, pastas, entre otros que a juicio del grupo de diseño y del propietario sean requeridos.

Se debe de aprovechar la oportunidad de que el contratista adquiera las reservas de materiales necesarios para mantenimiento junto con los que empleará en la construcción del edificio, debido a que con ello se garantiza el manejo de los mismos lotes de fabricación y se obtienen mejores precios de adquisición.

- 8. Planos definitivos.** Se debe de entregar al propietario un juego completo de planos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones, los cuales deben de incluir cualquier cambio hecho al diseño durante el proceso constructivo. También al propietario le deben ser proporcionados los planos de ingeniería de detalle correspondientes a elementos del proyecto fabricados en talleres y plantas ubicados fuera de la obra.
- 9. Manuales de operación.** El contratista debe de entregar al propietario una vez finalizado el proyecto, los manuales de operación de subestaciones eléctricas, plantas de emergencia, equipos de aire acondicionado, calderas, equipos hidroneumáticos, bombas, sistemas de control de acceso, circuitos cerrados de TV, sistemas de protección contra incendio, redes de voz y datos, elevadores, etc.
- 10. Garantías.** El contratista general debe recabar de los proveedores y subcontratistas todas las garantías de equipos y trabajos especializados, para que a su vez se las haga llegar al propietario.

Dentro de esta serie de garantías se encuentran las referentes a subestaciones eléctricas, bombas, transformadores e impermeabilizaciones.

- 11. Reparación del entorno urbano.** Es obligación de la empresa constructora el rehabilitar todo deterioro que se haya ocasionado al entorno urbano como consecuencia de la ejecución de los trabajos de construcción. Entre estas actividades se encuentran la restitución de pavimento, banquetas, guarniciones, coladeras, postes de alumbrado; desasolve de drenajes, reposición de señalamiento vial, trasplante de arboles y plantas, etc.

Es importante que desde el presupuesto base se contemple una provisión de costo para la ejecución de estos trabajos, de los cuales la mayoría de las veces no se puede prescindir y pueden llegar a alcanzar un monto considerable en base al grado del daño ocasionado.



**12. Costos de construcción.** Una vez concluidos los trabajos y con el fin de mejorar la ejecución de proyectos futuros, el contratista debe de hacer una base de costos de construcción tomando en cuenta la información generada en el proyecto que termina.

La información de los costos debe de integrarse por cuentas a lo largo del proceso constructivo. Con los costos por cuentas y los volúmenes más representativos de cada una de ellas, se obtienen los parámetros e índices necesarios para la elaboración de posteriores estimados de costo y presupuestos.

También se debe de hacer una reseña que permita entender bajo que condiciones de trabajo se obtuvieron los parámetros e índices de construcción, enfatizando aspectos como: clima, localización del proyecto, condiciones laborales, maquinaria empleada, tiempo de ejecución, tipo de suelo, sistemas de elevación y transporte, características de los materiales y dimensiones generales de los elementos que integren el proyecto.

Es conveniente integrar también un buen archivo de fotografías y videos, que permitan entender más a detalle las diferentes fases del proceso constructivo.

## V.2 CIERRE DEL CONTRATO

El cierre administrativo del proyecto se basa principalmente en el cierre del contrato. Este cierre comprende la revisión de los saldos por liquidar por concepto de obra ejecutada, las amortizaciones de anticipos y las retenciones efectuadas en el pago de estimaciones.

Dentro del cierre del contrato también intervienen todas las ordenes de cambio y de compra que se generaron durante la ejecución de los trabajos, cuyos montos se totalizan y se reflejan en las cuentas correspondientes, para así integrar los saldos finales del costo del proyecto.

En este punto, al haber sido liquidados los saldos del contrato por parte del propietario se procede a la cancelación de las fianzas de cumplimiento y se expiden las que garanticen la solución de vicios ocultos que pudieran aparecer en un tiempo relativamente corto en la operación normal del edificio. Por operación normal se entiende que el inmueble no será afectado por condiciones que rebasen los límites del diseño original, o que no se presentarán fenómenos meteorológicos extremos (terremotos, huracanes, inundaciones, etc.).

Al proceso de cierre de contrato se le conoce comúnmente como finiquito y abarca la elaboración, integración y autorización de toda la documentación que refleje los volúmenes, costos, ajustes y tiempos de ejecución del proyecto, con los cuales se arma un expediente final de la fase de construcción.

Dependiendo del tipo de contrato, el proceso de finiquito será diferente en cada caso, ya que en un contrato a precio alzado por ejemplo, el proceso debe de ser mucho más ágil que en uno de precios unitarios y tiempo determinado, debido a que se tiene ventaja en cuanto al conocimiento del monto a que se debe de llegar finalmente.

### V.2.1 PROCESO DE FINIQUITO

Tratando de describir un proceso de finiquito de contrato de obra lo más general posible tenemos los siguientes pasos propuestos:

1. **Cuantificación de volúmenes totales.** Con la cuantificación de los volúmenes totales de obra, se revisará el presupuesto, órdenes de cambio y órdenes de compra que hayan surgido durante la construcción del proyecto. Con la cuantificación, revisión y conciliación de volúmenes entre el contratista y el representante del propietario, se determinan los conceptos del presupuesto que se hayan excedido en cantidad, así como aquellos que no hayan sido contemplados desde un principio y se consideren como extraordinarios, presentándose en ambos casos para su cobro al propietario como órdenes de cambio.

Es factible integrar todas las órdenes de cambio generadas en el transcurso de la construcción en un solo presupuesto que muestre el importe global de las mismas.

2. **Estimaciones.** Se debe de obtener un estado de cuenta de las estimaciones presentadas y cobradas. En este estado de cuenta se deben de reflejar los montos brutos, las amortizaciones, las retenciones, los impuestos y el alcance líquido de cada una de ellas. El registro de las estimaciones debe de hacerse por cada contrato firmado, de tal manera que la estimación finiquito sirva para completar los montos contratados, terminar de amortizar los anticipos recibidos, poder hacer las aditivas y deductivas de importes pendientes y reclamar aquellos fondos de garantía retenidos por el cliente.

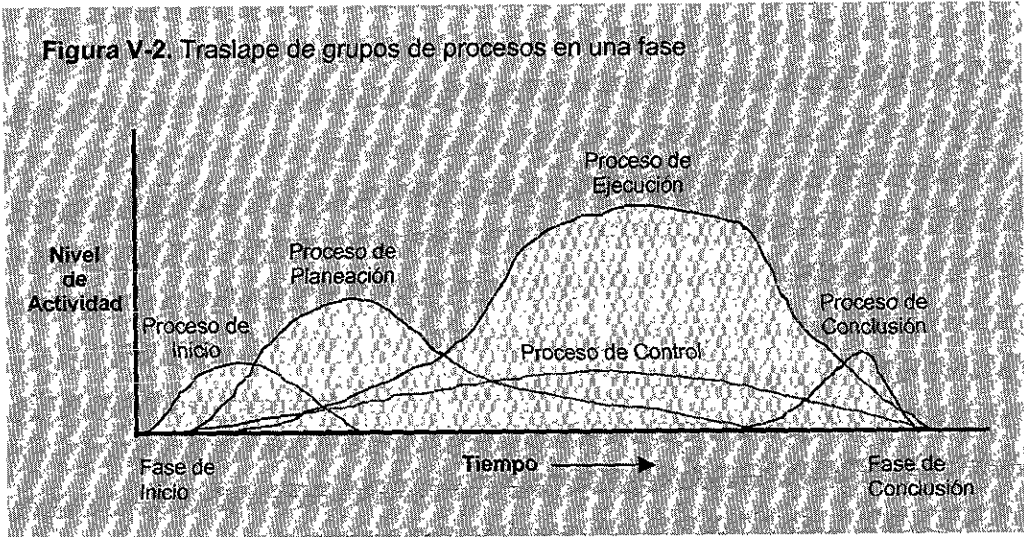
3. **Presupuestos, órdenes de cambio y órdenes de compra.** Los conceptos excedentes en volumen o no contemplados en el presupuesto inicial de contrato, se deben de someter a la aprobación del propietario para que se autorice su ejecución. Estos importes servirán para complementar los montos del contrato y así obtener los costos totales de construcción.

4. **Escalatorias.** Con la revisión que se lleve a cabo en base a las cláusulas del contrato para ajustes de precios se debe de presentar la estimación escalatoria final, la cual acumule o termine de reflejar los incrementos de costo a raíz de la inflación generada durante la construcción del proyecto.

Es importante establecer de antemano en las condiciones del contrato los tiempos para la elaboración, revisión y autorización de esta documentación, con el fin de agilizar su trámite y evitar que se presenten sobrecostos por atrasos en los procedimientos de finiquito.

Por otra parte, el contratista debe hacer su propio procedimiento de finiquito para liquidar las cuentas pendientes de proveedores y subcontratistas. El cuidado que se tenga de este aspecto antes de completar el finiquito del proyecto con el propietario, permitirá evitar reclamaciones posteriores de pagos que inclusive pueden llegar a afectar al mismo cliente.

Figura V-2. Traslape de grupos de procesos en una fase



### V.3 MANTENIMIENTO

En muchas ocasiones la construcción de un edificio corresponde a las necesidades apremiantes del propietario, descuidando por otro lado las especificaciones del proyecto. Esto aunado a que las labores de conservación se llevan a cabo a un ritmo lento, producen en conjunto un gran deterioro de los elementos que componen la edificación.

Esta situación se hace patente cada día, principalmente porque los recursos disponibles se orientan a extender las áreas de servicio, con la finalidad de hacer frente a la demanda de un gran número de usuarios; esto ocasiona que se releguen las acciones de mantenimiento, llegando a situaciones de desgaste que hacen necesario reemplazar o remodelar gran parte de los elementos del edificio, lo cual implica altos costos.

Los errores en la concepción de los proyectos, la falta de especificaciones para su operación y la escasa vigilancia en la conservación son las causas principales de que los edificios se encuentren en mal estado. Es común llegar a ver instalaciones adicionales con cables fuera de las canalizaciones apropiadas, instalación de equipos de aire acondicionado no contemplados originalmente, situación que implica que las redes eléctricas se sobrecarguen y deterioren rápidamente.

La antigüedad de las estructuras y la importación de gran parte de los componentes eléctricos y mecánicos para los equipos constituyen también serios problemas que dificultan el mantenimiento.

A todo lo anterior se suma el hecho de que el personal que participa en las labores de conservación no está capacitado para desarrollar sus funciones eficientemente, y en muchas ocasiones desconoce las especificaciones de los sistemas que opera, lo que impide detectar los problemas con anticipación y sólo reporta las fallas cuando los daños son de magnitud y se tienen que tomar medidas correctivas.

En suma, el mantenimiento de los edificios es una tarea ardua y compleja, que exige una vigilancia extrema para distinguir los problemas iniciales y actuar en consecuencia, antes de que sus proporciones sean mayores.

### **V.3.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

*La prevención debe ser el eje de todas las acciones de conservación, la cual ha de ponerse en marcha desde la misma fase de diseño y continuarse periódicamente, para evitar que el deterioro destruya el inmueble.*

Conservar en buenas condiciones las obras es una responsabilidad compartida, a los propietarios corresponde impedir el deterioro natural que causan el tiempo y los agentes naturales, y a los usuarios hacer un buen uso de las instalaciones, atendiendo a las especificaciones de los manuales de operación; ya que solamente de este modo, con la participación conjunta de la sociedad, se podrán preservar los inmuebles que a la larga pasan a formar parte del patrimonio común de un país.

Las tareas de conservación son parte importante de la calidad de un proyecto y deben considerarse desde las etapas de planeación y diseño, sobre todo porque los descuidos en esta labor llegan a ocasionar serios problemas a las edificaciones.

Se han propuesto diversas metodologías para atender los aspectos del mantenimiento de los equipos, instalaciones y elementos de un proyecto. Muchas de éstas son muy rescatables y tienen que ser tomadas en cuenta por el profesional que labora en cualquier área de construcción.

Es necesario intercambiar ideas con los responsables del diseño desde la concepción del anteproyecto para hacerlos partícipes de la redituabilidad de los trabajos de conservación.

El departamento de mantenimiento es responsable de conservar las instalaciones en buenas condiciones de operación, de tal manera que se presente un mínimo de interferencia con los servicios ofrecidos y se asegure que las situaciones de emergencia sean mínimas.

### **V.3.2 COSTO DE MANTENIMIENTO**

Las actividades de conservación generan costos ciertamente, pero éstos resultan menores comparados con los beneficios que reditúa, a mediano y largo plazo, un mantenimiento adecuado.

El problema fundamental de todo responsable encargado del mantenimiento, consiste en traducir en dinero los beneficios resultantes de las acciones. Por esto, no es posible realizar

esta actividad sin considerar siempre las razones y los efectos económicos de cada acción y alternativa.

La probabilidad de que un edificio funcione sin detrimento de sus niveles, con rendimiento, disponibilidad, eficiencia, seguridad, comodidad, etc., depende en mucho de la conservación que se le dé y que su operación sea bajo las condiciones de diseño originales.

De acuerdo a cada tipo de proyecto las tareas de conservación varían. Es precisamente aquí, en la determinación de la vida económica de un proyecto, donde mejor se evidencian las habilidades del responsable de ésta área, ya que son muchos los factores que intervienen y sólo con gran sensibilidad, experiencia y sentido común es posible integrarlos.

Así, la cantidad de mantenimiento debe ser económica, sin llegar a los extremos de un servicio excesivo o deficiente. Para ser adecuado considerará entre otros factores, el estudio de posibilidad de falla, necesidad de continuidad de operación, oportunidad de paro y de servicio para efectuar las tareas.

La relación existente entre la conservación y la garantía que el producto ofrece es muy importante. Al respecto hay una serie de argumentos que un proveedor poco serio llega a esgrimir para hacer efectiva dicha garantía; aunque no faltan las ocasiones en que el cliente intenta hacer válidas fianzas improcedentes por abuso, causa externa o indolencia en el trato del producto.

La responsabilidad que tiene el técnico de mantenimiento de estudiar las garantías de los equipos y sistemas a su cargo es relevante para toda empresa, porque mediante su intervención pueden evitarse conflictos con proveedores no confiables y, por ende, pérdidas económicas.

Otro aspecto de gran importancia son las tareas de mantenimiento mecánico en un proyecto, ya que de ello depende la eficiencia del trabajo conjunto de una edificación. En esta área se incluye por ejemplo, la inspección y evaluación, ajuste y calibración, ensamble y desensamble, lavado, limpieza, sujeción, soldadura, maquinaria, tratamientos físicos y térmicos y acabados de superficies.

Valuar y hacer recomendaciones para que los edificios e instalaciones sean fácil y económicamente mantenibles, es uno de los principales objetivos en la evaluación de proyectos. Al proponer e implantar cambios a un proyecto para mejorar las operaciones de servicio, el tiempo y el dinero invertidos en ello se traducen en forma multiplicada en ahorros en los costos de mantenimiento a lo largo de toda la vida del inmueble y las instalaciones.

De igual manera, valorar cuantitativamente los efectos de esta tarea y proponer acciones a fin de mejorarla, trae consigo un gran beneficio, porque así se pueden observar el costo y la utilidad de las acciones, saber donde se ubican los puntos débiles y ahí enfocar los esfuerzos.

La evaluación es aplicable a toda construcción, sin importar el ramo de que se trate. Desde luego que se busca atender y calificar principalmente la bondad del proyecto, considerando el uso específico para el que se destine. Es por esto que el encargado del mantenimiento debe asumir la responsabilidad del funcionamiento de cada sistema de construcción, observándolo desde el diseño mismo.

### V.3.3 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

No se debe eludir por ejemplo, el cuidado en todo lo que se refiere a la preparación de superficies previa a la aplicación de pintura, para así evitar que los agentes corrosivos o abrasivos ataquen los recubrimientos.

Otro aspecto muy importante es la rehabilitación de equipo eléctrico; la manera más viable para asegurar una razonable continuidad de operación es que estos sistemas funcionen óptimamente.

Una preocupación básica de todo departamento de mantenimiento es asegurar la operación adecuada de los sistemas hidráulicos del inmueble, lo cual significa vigilar constantemente las válvulas, bombas y tuberías en general, previniendo fugas o controlándolas de inmediato si se presentan. Una medida eficaz consiste en verificar en forma frecuente las características del agua que llega a las llaves con el fin de detectar la corrosividad del fluido y el posible daño a la tubería.

Las fallas hidráulicas pueden evitarse mediante accesorios y equipos de protección adecuados y materiales de buena calidad; entre éstos son imprescindibles las juntas de expansión, válvulas de eliminación y expulsión de aire, dimensionamiento de tuberías por flujo o velocidad, entre otros.

De este modo se observa que todas las instalaciones requieren un especial cuidado para su conservación desde el proyecto inicial; y son muchas las condiciones que deben considerarse para lograr una alta calidad en la conservación, pero éstas no se encuentran en los libros, ya que son específicas de cada caso, y sólo la experiencia y el sentido común pueden ayudar a detectarlas y actuar en consecuencia.

# BIBLIOGRAFIA

1. **Curso de Edificación**  
DIAZ-INFANTE, de la M. L. Armando  
Facultad de Ingeniería UNAM  
México
2. **Mecánica de Suelos. Volumen I.**  
JUAREZ, Badillo Eulalio; RICO, Rodriguez Alfonso  
Limusa  
México, 1990
3. **Trabajos de Exploración Geotécnica y Ambiental para el Proyecto Torre Chapultepec**  
TGC Geotécnica, S. A. de C. V.  
México, 1994
4. **Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental**  
Diario Oficial de la Federación  
México, 7 de Junio de 1988
5. **Norma Oficial Mexicana NOM-081-ECOL-1994. Límites Máximos Permisibles de Emisión de Ruido de las Fuentes Fijas y Su Método de Medición.**  
Diario Oficial de la Federación  
México, 13 de enero de 1995
6. **Programa para Contingencias Ambientales Atmosféricas de la Zona Metropolitana del Valle de México.**  
Gaceta Oficial del Distrito Federal  
México, 22 de octubre de 1998
7. **Chapultepec Traffic and Circulation Analysis**  
Carter & Burgess, Inc.  
USA, 30 de septiembre de 1994

8. **Estudio de Impacto Urbano para la Torre ICA-Reichmann**  
ICA Reichmann Chapultepec, S. A. de C. V.  
México, noviembre 1997
9. **Evaluación de Proyectos**  
Diplomado de Gerencia de Proyectos ICA-DECFT  
GUERRERO, Alvarez José Luis  
México, 1998.
10. **Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal**  
Diario Oficial de la Federación  
México, 2 de agosto de 1993
11. **Total Construction Project Management**  
RITZ, George J.  
McGraw-Hill, Inc.  
USA, 1994
12. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge**  
PMI Standards Committee  
DUNCAN, William R.  
Project Management Institute  
USA, 1996
13. **Masterformat**  
The Construction Specifications Institute; Construction Specifications Canada  
USA, 1994
14. **Iniciación al Cálculo de Costos en Edificación**  
MARTINEZ, del Cerro Juan  
Facultad de Arquitectura UNAM  
México, 1985
15. **Costos por Metro Cuadrado de Construcción**  
VARELA, Alonso Leopoldo  
BIMSA Construction Market Data Group  
México, 1998
16. **Ley de Adquisiciones y Obras Públicas 1994 Comentada**  
SUAREZ, Salazar Carlos  
Limusa  
México, 1994
17. **Chapultepec at Reforma Request for Proposal for Guaranteed Maximum Price**  
Reichmann International  
México, 1997



29. **Manual de Aseguramiento de Calidad**  
Gerencia de Aseguramiento de Calidad  
Ingenieros Civiles Asociados, S. A. de C. V.  
México, 1998
30. **Cartilla de Inducción a la Norma ISO-9001**  
Gerencia de Aseguramiento de Calidad  
Ingenieros Civiles Asociados, S. A. de C. V.  
México, 1997
31. **Manual de Seguridad**  
Gerencia de Seguridad  
Ingenieros Civiles Asociados, S. A. de C. V.  
México, 1997
32. **Informe Mensual del Departamento de Seguridad**  
Ingenieros Civiles Asociados, S.A. de C.V.  
Superintendencia de Seguridad Torre Mayor  
México, enero 1999
33. **Manual de Procedimientos para el Finiquito de Contratos de Obra Pública en las Delegaciones del Instituto**  
Dirección General de Obras y Patrimonio Inmobiliario  
Instituto Mexicano del Seguro Social  
México
34. **Mantenimiento una Tarea Multifacetica**  
Revista Ingeniería Civil  
Colegio de Ingenieros Civiles de México, A. C.  
México, julio 1989
35. **Planeación del Alcance y del Tiempo en un Proyecto**  
Diplomado en Dirección de Proyectos ITESM Campus Estado de México  
AMBRIZ, Avelar Rodolfo  
México, 1997
36. **Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión**  
Diplomado en Dirección de Proyectos ITESM Campus Estado de México  
GÓNZALEZ, Hernández Filiberto  
México, 1997
37. **Contexto y Teoría Básica del Project Management**  
Diplomado en Dirección de Proyectos ITESM Campus Estado de México  
VACA, Gómez Francisco; ARCE, Rioboo José Carlos  
México, 1997

18. **Torre Mayor Policies and Procedures**  
ICA Reichmann Chapultepec, S. A. de C. V.  
México, 1998
19. **Programador de Obra. Métodos de Programación**  
MATA, Ortega Jorge  
Instituto de Capacitación de la Industria de la Construcción, A. C.  
México, 1995
20. **Planning and Scheduling with P3. Course 601 Training Manual**  
Primavera Systems, Inc.  
USA, 1997
21. **Information Source Guide 1997 Number Two**  
Project Management Institute  
USA, 1997
22. **Factores de Consistencia de Costos y Precios Unitarios**  
DE ALBA, Jorge H.; MENDOZA, Sánchez Ernesto  
Fundación para la Enseñanza de la Construcción, A. C.  
México, 1988
23. **Los Costos en la Construcción**  
ABURTO, Valdes Rafael  
Fundación para la Enseñanza de la Construcción, A. C.  
México, 1991
24. **Aspectos Legales**  
Diplomado de Gerencia de Proyectos ICA-DECFI  
SERIÑA, Garza Quiricio  
México, 1998
25. **Expedition Version 6.0 User's Guide**  
Primavera Systems, Inc.  
USA, 1998
26. **¿Qué es el Control Total de Calidad? La Modalidad Japonesa**  
ISHIKAWA, Kaoru  
Norma  
México, 1993
27. **Seminario de Sistemas de Calidad**  
Bureau Veritas Mexicana, S.A. de C.V.  
México, 1996
28. **Introducción a los Sistemas de Aseguramiento de Calidad**  
Asesoría y Servicios en Recursos Humanos, S. C.; Instituto de Capacitación de la  
Industria de la Construcción, A. C.  
México, 1997