

2^{2ej}



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGON

"APUNTES PARA LA MATERIA DE
CONSTRUCCION III"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

I N G E N I E R O C I V I L

P R E S E N T A :

JUAN MANUEL ANGEL RAMIREZ

FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1990





UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

CAPITULO 1	INTRODUCCION	1
CAPITULO 2	CONTROL DE CALIDAD	5
	Objetivos y alcances del Control de Calidad	7
	Relación del Control de Calidad con el Proyecto y con la obra	8
	Lugar del Control de Calidad dentro del organi- grama general de la obra	10
	Función de un director de Obra y sus corresponsables de acuerdo con el nuevo Reglamento de Construcciones...	12
	Control de Calidad del Concreto	15
	Propiedades índice de los componentes del Concreto	16
	Cemento Portland	18
	Propiedades Químicas del Cemento	18
	Propiedades Físicas del Cemento	19
	Tipos de Cemento Portland	22
	Agua	24
	Agregados	25
	Pruebas para determinar las propiedades del Concreto endurecido	27
	Aplicación de métodos estadísticos para la interpre- tación de resultados	32
CAPITULO 3	PLANEACION, ORGANIZACION, ADMINISTRACION Y CONTROL DE OBRAS	43
	Planeación	43
	Programas	45

Teoría de la Ruta Crítica	46
Reglas de Criticalidad	51
Holguras	51
Ejemplos de Ruta Crítica	53
Asignación de recursos	57
Compresión de redes	63
Procedimiento para efectuar la compresión de redes	63
Organización	69
Liderazgo	79
Control	80
Rendimientos de mano de obra	82
Control de la mano de obra	90
Control de los materiales	91
Control complementario por obra	91
CAPITULO 4 SISTEMAS DE CONTRATACION SEGUIDOS EN LA EJECUCION DE OBRAS	93
Contratación a precios unitarios	93
Contratación a precio alzado	94
Contratación por administración	96
CAPITULO 5 COSTOS Y PRECIOS UNITARIOS	97
Definiciones	98
Materiales	99
Mano de Obra	101
Ejemplos para la obtención del factor de salario real .	106
Ejemplos del análisis de indirectos y la utilidad	112

Tabla de oficios y salarios	116
Equipo	117
Ejemplos de costo-horario	122
Análisis de grupos de trabajo	136
Análisis de precios básicos	143
Integración de precios unitarios	146
Presupuesto	155
Ejemplo de un presupuesto	158
CAPITULO 6 CONCLUSIONES	160
Bibliografía	162

C A P I T U L O 1

INTRODUCCION

La presente Tesis, cuyo título es "Apuntes para la Materia de Construcción III", tiene como objetivo fundamental, servir de material bibliográfico y apoyo para los alumnos que cursan la carrera de Ingeniero Civil; la cual en el área de construcción y de acuerdo con el plan de estudios vigente, señala que dicha materia se imparte en el cuarto semestre y, se entiende que el alumno ya está familiarizado con el manejo de los términos constructivos, así como con la identificación de los materiales; granulometría, pruebas físicas y químicas; obtención de muestras y especímenes para determinar sus resistencias; sin embargo, en estos apuntes se retoman nuevamente algunos de los puntos mencionados por considerarlos de importancia.

De acuerdo con el programa, se presentan los controles más importantes del proceso constructivo y su planeación; en el control de calidad se menciona lo relacionado al proceso constructivo y los lineamientos a seguir para obtener obras de calidad; se hace incapié en la utilización de métodos estadísticos principalmente aplicados al control de calidad del concreto.

En el control Administrativo se presenta la planeación viendo con detenimiento lo referente a La Programación, La Organización, La Administración y el Control, que son indispensables en toda Obra y Compañía Constructora, por mínimas que estas sean. Se hace mención a las necesidades y requerimientos de obra y por último se presenta la parte medular de estos apuntes, que consiste en la integración de los Precios Unitarios.

El Capítulo 2 hace mención al control de calidad que se debe observaren todas y cada una de las obras que se están construyendo o estan por construirse; se mencionan los objetivos y alcances del control de calidad, así como también la relación del control de calidad con el proyecto y con la obra. Asimismo se presen-

ta un organigrama en donde se puede apreciar el lugar que ocupa el control de calidad en una obra, también se mencionan, de acuerdo con los Artículos del Nuevo Reglamento de Construcciones para el D.F. (Julio 3 de 1987), los requisitos y obligaciones de los Directores Responsables de Obra, así como sus Corresponsables en Diseño, Seguridad Estructural e Instalaciones.

Siguiendo con el Capítulo 2 y refiriendome al Control de Calidad del Concreto, presento una breve introducción para después indicar los componentes de un concreto como son: Cemento, sus propiedades físicas y químicas, tipos de cemento; agua, sus características; agregados, su clasificación. También se adicionan las pruebas para determinar las propiedades de un concreto endurecido y por último la aplicación de métodos estadísticos para la interpretación de resultados.

Lo referente a la Planeación, Organización, Administración y Control de Obras, lo expongo en el Capítulo 3 y en él, se plantea el concepto de Planeación, tipos de planeación y programas. Se presenta la teoría de la Ruta Crítica con todas sus modalidades como son la presentación de una red, interrelación de los eventos, su interpretación, reglas de criticalidad y las holguras; se presentan ejemplos teóricos y prácticos que ayudarán a una mejor comprensión.

Aunado a lo anterior, se menciona la asignación de recursos, que enfocada al campo de la construcción, no es otra cosa que el contar con elementos necesarios y suficientes para lograr un fin. En el ejemplo que proporciono, mi necesidad es construir un muro de block hueco. ¿Qué recursos debo tener para poder construirlo? con el ejemplo se aclara esta interrogante.

Es indudable que muchos proyectos sufren alteraciones en cuanto a su tiempo de ejecución y por consiguiente, todas las actividades contempladas en una ruta crítica ya definida, tienden a modificarse. Como parte del mismo Capítulo 3, se plantea la comprensión de redes y el procedimiento para efectuar dichas compresiones; se presentan ejemplos.

Hablando de Organización, que también es un inciso correspondiente al Capítulo 3, diré que siempre ha existido, ya que el hombre tiene la necesidad de unirse a una comunidad o grupo con la intención de lograr ciertos propósitos.

En el campo de la construcción, es común la existencia de sociedades o, simplemente, existen Campañas que definen sus organigramas tomando como base una organización acorde a sus intereses; de acuerdo con lo anterior, presento organigramas de Campañas en vías de desarrollo y organigramas de Campañas que han logrado --- traspasar las fronteras de nuestro territorio nacional; asimismo --- presento organigramas de obras mínimas, medias y grandes.

Todas las compañías, cualesquiera que sean sus actividades, deben llevar un control realizado por un administrador y cuya finalidad es asegurar que el trabajo ejecutado concuerde con lo que -- fué planeado. En la parte final del Capítulo 3 se presentan las características y objetivos del control Administrativo; también se -- presentan tablas de rendimiento óptimo, medio y mínimo de grupos -- de trabajo que efectúan actividades en el área de edificación (Tablas tomadas del libro Administración de Empresas Constructoras -- del Ing. Suárez Salazar).

En el Capítulo 4 presento los sistemas por medio de los cuales se contratan la mayoría de obras, tanto para el Sector Público como el Sector Privado.

Siendo los Precios Unitarios, la parte medular de toda Compañía Constructora, en el Capítulo 5 se exponen todos los factores integrantes para la determinación de un Precio Unitario, así como -- varios ejemplos de Costo-Horario de Maquinaria, utilizada en el -- área de edificación.

Se presenta un cuadro comparativo de la obtención del Factor de Salario Real y la obtención del Factor de Indirectos más la Utilidad entre 3 Compañías Constructoras y el obtenido en estos -- apuntes. Finalmente se presentan ejemplos de Precios Unitarios tomando los rendimientos de las tablas que para tal fin se indican -- en estos apuntes.

En el Capítulo 5, también se menciona el tema de Presupuestos y se presenta un ejemplo para su mejor entendimiento.

Como parte final de mi trabajo, en el Capítulo 6 se presentan las conclusiones.

C A P I T U L O 2

CONTROL DE CALIDAD

Para obtener la calidad en las construcciones es necesario -- realizar algo más que unas cuantas pruebas de revenimiento o ensayar algunos cilindros y barras de refuerzo para determinar sus resistencias; se requiere tener influencia sobre la efectividad de la supervisión y hacer las pruebas suficientes para asegurar que se obtengan los resultados especificados en todas las etapas de la construcción.

Se requiere también de especificaciones firmes y claras, de normas, límites y ciertos métodos y equipos que contribuyan a asegurar la calidad cuando se observan estrictamente. Comprende asimismo, buen adiestramiento y supervisión capaz, así como reuniones con todos los implicados en las diversas etapas del programa para incrementar el interés por alcanzar la calidad deseada.

¿Y quién no desea tener la seguridad de que la obra en que se está interesado, contará con la calidad necesaria para rendir un buen comportamiento durante su vida útil? probablemente todos quieren tener esa seguridad. El diseñador lo desea, su reputación y su satisfacción profesional dependen de ello. El constructor también -- por las mismas razones, pero algunas veces existen circunstancias adversas, tales como problemas de tiempo y capital. El propietario con mucha más razón, su dinero esta en el proyecto. Cualquier dependencia gubernamental con responsabilidad de supervisión, necesariamente requiere esa seguridad por el bien general de la comunidad y su propio prestigio.

Si todas las partes interesadas desean calidad, entonces ¿por qué no la tenemos automáticamente? ¿por qué debemos reflexionar sobre lo que se necesita para obtener y asegurar la calidad? tal vez la respuesta esté en los descuidos y las economías mal entendidas,

que no son raros en la industria de la construcción; quizá se encuentre en el deterioro de la calidad de la mano de obra; tal vez sea algo inherente a la naturaleza humana.

No obstante las circunstancias antes señaladas, hay muchas obras en el país y en el extranjero que son testimonio de lo que se puede lograr cuando existe una acción concertada entre las diferentes partes involucradas para lograr obras de calidad.

En nuestro país, los primeros esfuerzos realizados en esta dirección, fueron hechos por algunas Secretarías de estado encargadas de la construcción de importantes obras públicas. La planeación y diseño adecuados de los diferentes sistemas involucrados en cada proyecto, la elaboración de especificaciones congruentes con la finalidad de cada obra, la verificación de los materiales en las diferentes etapas de su producción y su utilización, la supervisión eficiente en la ejecución de los trabajos realizados y el mantenimiento oportuno de las instalaciones, han permitido a muchas de estas obras, dar servicio eficiente por muchos años y ser ejemplos de lo que se puede lograr cuando existe este interés.

Una aportación a la instauración del control de calidad en las obras privadas realizadas en la Cd. de México, la dió la industria del concreto premezclado. A principios de los años 60's los premezcladores ofrecían a sus clientes, como parte de sus servicios la verificación en forma gratuita de la calidad de los concretos empleados en sus obras. Este servicio vino a llenar un vacío existente en este campo y ayudó a crear conciencia entre los usuarios de este material, de la necesidad de llevar a cabo esta actividad en forma sistemática, como parte de las acciones involucradas en el control de calidad de las obras.

Ante la necesidad de la industria de la construcción, de contar con laboratorios que la apoyen en el proceso de obtención de obras de calidad se constituyen, a mediados de los 60's, los primeros laboratorios independientes. Su labor en un principio se enfocó a corroborar u objetar la información proporcionada por los productores de los diferentes materiales sobre la calidad de sus productos, siendo hoy en día valiosos auxiliares de la industria de la

construcción, asumiendo actividades y responsabilidades más amplias y contribuyendo en forma eficaz a la obtención de obras de calidad.

Pero esta labor importante que se esta desarrollando, no sería suficiente para lograr el objetivo antes señalado, si este grupo no se viera apoyado por la supervisión.

En el desarrollo del trabajo se hace un planteamiento de los diferentes aspectos que se deben cumplir en un control de calidad - eficiente, estableciendo la relación que debe existir entre el grupo de verificación de la calidad con el de supervisión así como entre éstos y los clientes.

OBJETIVOS Y ALCANCES DEL CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad de la obra civil, deberá cubrir en general, toda la gama de materiales y productos que se utilicen en la ejecución de la obra. Este control de calidad deberá llevarse a cabo de acuerdo a los siguientes objetivos y con los alcances que se describen a continuación:

- a) Vigilar que se cumpla con lo especificado en el proyecto ejecutivo.
- b) Conocer en detalle el proyecto, sus normas complementarias y los reglamentos locales.
- c) Tener establecidos los niveles de comunicación con el responsable del proyecto.
- d) Verificar que se cumpla con lo indicado en las especificaciones y las normas nacionales o extranjeras aplicables a cada material utilizado en la obra.
- e) Conocer las normas oficiales mexicanas aplicables a cada uno de los materiales o productos a utilizar en la ejecución de la Obra.
- f) En caso de no existir Norma Oficial Mexicana, deberá acudir con el responsable del proyecto para definir de común acuerdo qué normas aplicar tomando en cuenta que en nuestro país existen experiencias o especificaciones particulares en algunas dependencias del Gobierno, tales como la S.C.T., la SARH, la CFE, PEMEX, y el D.D.F. y en última instancia las normas extranjeras.

g) Adicionalmente a lo anterior, tendrán que sugerirse las especificaciones relacionadas con la aplicación y/o colocación proporcionadas por las fabricantes de algunos productos a utilizarse en la obra.

Para cumplir su función en forma eficiente, máxime en esta -- época de alta inflación, el control de calidad deberá ser preventivo, es decir: deberá efectuar todas las pruebas a trabajos lo más - oportunas posibles, a fin de conocer los resultados a edades tempranas, de tal forma, que permita tomar las decisiones convenientes para cumplir con lo ordenado en el proyecto ejecutivo, con el tiempo-programado de ejecución de la obra y con el costo establecido para la realización de la misma, para ello, tendrá que establecer lo siguiente:

- a) Seleccionar adecuadamente los bancos de agregados tomando en --- cuenta su ubicación, sus antecedentes, su capacidad de producción y la calidad de sus materiales.
- b) Calificar a los posibles proveedores de materiales y productos - industrializados, considerando su capacidad de producción, calidad, ubicación y antecedentes de cumplimiento, tales como: el cemento, el acero de refuerzo, tabiques, acero estructural, soldadura, aditivos para concreto, etc.
- c) Establecer los diferentes tipos de mezclas, de acuerdo a las especificaciones de proyecto, elaborando las muestras necesarias - para que sean probadas en laboratorio y así poder determinar la mezcla más adecuada.

En este tipo de investigación, deberá considerarse la posibilidad del empleo de aditivos para concretos y tipo de materiales para fabricar productos a utilizar en rellenos.

En el caso de acero de refuerzo, definir la forma o tipo de - uniones entre tramos de varilla, efectuándose las pruebas de cada - tipo, antes de su autorización de empleo en la obra.

RELACION DEL CONTROL DE CALIDAD CON EL PROYECTO Y CON LA OBRA.

Su relación con el proyecto.- Dentro de las actividades a realizar en este aspecto estan las siguientes:

- a) Una vez conocido el proyecto, realizar reuniones de trabajo con él o los responsables del mismo, a fin de conocer las bases y -- principios en los cuales se fundamentó la realización de dicho proyecto.
- b) Durante la ejecución de la obra, participar en reuniones de trabajo con el proyectista a fin de conocer posibles modificaciones al proyecto.
- c) Definir el problema en la calidad de algún material y establecer medidas correctivas.
- d) Informar al proyectista de los resultados obtenidos con las acciones correctivas a problemas detectados.

Su relación con la obra. - Durante la ejecución de obra, el -- control de calidad deberá llevar a cabo lo siguiente:

- a) De acuerdo a la magnitud de la obra establecer los requisitos mí nimos en cuanto a tipo y cantidad de equipo que debe tener en la obra, así como el personal necesario para realizar los trabajos- de muestreo y pruebas de campo.
- b) Conocer perfectamente bien el programa de obra, a fin de planear los diferentes trabajos de calidad, definiendo cuales son necesarios realizar en obra, cuales en el laboratorio central y cuales en las instalaciones de algún proveedor.
- c) Llevar a cabo todos los controles de calidad reportando oportuna- mente a la supervisión, contratista y proyectista, los resulta- dos obtenidos; dando sus comentarios y recomendaciones en base a dichos resultados.
- d) Elaborar reportes estadísticos de los resultados obtenidos en pe ríodos pre-establecidos y de acuerdo al volumen de obra que se - está ejecutando, este reporte formará parte del informe general- del avance de la obra.
- e) Con relación a los elementos prefabricados de concreto, el con- trol de calidad no se limita únicamente a los materiales que lo- constituyen, sino que, tendrían que supervisarse los acabados ar quitectónicos especificados, así como los aditamentos o prepara- ciones que deban de tener para almacenaje, transportación y mon- taje en la obra, o para recibir algún otro elemento.

f) En el caso de la estructura metálica, además de llevar a cabo los controles de calidad de los materiales a emplear, deberá conocer los planos de taller y de montaje, ya que en base a ellos deberá revisar la fabricación de la estructura. Es muy importante conocer las características de los equipos con que cuenta el taller, ya que de ello depende el tipo e intensidad de control a los diferentes procesos de fabricación.

LUGAR DEL CONTROL DE CALIDAD DENTRO DEL ORGANIGRAMA GENERAL DE LA OBRA.

El día 3 de Julio de 1987, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el nuevo Reglamento de Construcción para el Distrito Federal, y en él establece, en el título tercero, relacionado con Directores Responsables de Obra y Corresponsables, la ubicación oficial del Control de Calidad; en base a lo anterior, para edificaciones de importancia, el esquema de organización se modifica de la siguiente forma:

Deberá existir un Director Responsable de Obra que no podrá ser el propietario. De este director deberán depender tres corresponsables y son: El de Seguridad Estructural, El de Diseño Urbano y Arquitectura y El de Instalaciones.

De los corresponsables depende, entre otras obligaciones, el control de calidad de los materiales y productos a utilizar en las obras, por lo que en este caso el control de calidad de la obra civil, depende directamente del corresponsable de la seguridad estructural y su relación de éste con el proyecto y con la obra directa, razón por la cual el control de calidad participa en forma expedita con el proyectista y con el contratista. (Ver Figura 1).

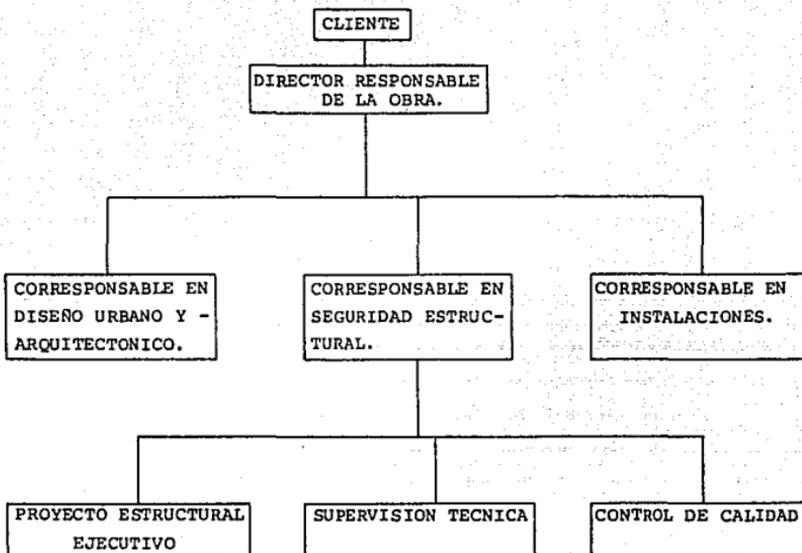


FIG. 1.- ESQUEMA DE ORGANIZACION SEGUN LO ESTABLECE EL NUEVO REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DE 1987 PARA EL DISTRITO FEDERAL.

En base al organigrama que se ha presentado, a continuación se indican las funciones que desempeña un Director de Obra y sus corresponsables así como también los requisitos y condiciones necesarios para fungir como tales (artículos tomados del Reglamento de Construcciones para el D.F.; Diario Oficial del 3 de Julio de 1987).

Art. 39.- Director Responsable de Obra.- Es la persona física o moral que se hace responsable de la observancia del Reglamento en las obras para las que otorgue su responsiva.

La calidad de Director Responsable de obra se adquiere con el registro de la persona ante la Comisión de Admisión de Directores Responsables de obra y corresponsables a la que se refiere el Art.48 del Reglamento, habiendo cumplido previamente con los requisitos establecidos en el Art. 42.

Art. 42.- Para obtener el Registro como Director Responsable de Obra, se deberán satisfacer los siguientes requisitos:

I.- Cuando se trate de personas físicas:

- a).- Acreditar que posee cédula profesional correspondiente a alguna de las siguientes profesiones: Arquitecto, Ingeniero Arquitecto, Ingeniero Civil, Ingeniero Constructor o Ingeniero Municipal.
- b).- Acreditar ante la Comisión de Admisión de Directores Responsables de obra y Corresponsables, que conoce la Ley del Desarrollo Urbano del Distrito Federal, el Reglamento de Construcciones y sus Normas Técnicas Complementarias, el Reglamento de Zonificación, la Ley sobre el Régimen de propiedad en condominio de inmuebles para el D.F. y las otras Leyes y disposiciones reglamentarias relativas al diseño urbano, la vivienda, la construcción y la preservación del patrimonio histórico, artístico y arqueológico de la Federación o del Distrito Federal, para lo cual deberá presentar el dictamen favorable a -- que se refiere el Art. 50.
- c).- Acreditar como mínimo 5 años en el ejercicio profesional en la construcción de obras.

d).- Acreditar que es miembro del Colegio de Profesionales respectivo.

II.- Cuando se trate de personas morales:

a).- Acreditar que está legalmente constituida, y que su objeto social está parcial o totalmente relacionado con las materias previstas en el Art. 40 del Reglamento.

b).- Que cuenta con los servicios profesionales de, cuando menos un Director responsable de obra debidamente registrado en los términos de este reglamento y

c).- Acreditar ser miembro de la Cámara respectiva.

Art. 43.- Son obligaciones del Director Responsable de Obra:

I.- Dirigir y vigilar la obra asegurándose de que tanto el proyecto, como la ejecución de la misma, cumplan con lo establecido en los ordenamientos y demás disposiciones a que se refiere - el inciso b) de la fracción I del artículo anterior, la Ley de salud para el D.F., así como el programa parcial correspondiente.

El Director Responsable de obra deberá contar con los correspondientes a que se refiere el Art. 44 del Reglamento.

Art. 44.- Corresponsable.- Es la persona física o moral con los conocimientos técnicos adecuados para responder en forma solidaria con el Director Responsable de Obra, en todos los aspectos de las obras en las que otorgue su responsiva, relativos a la seguridad estructural, diseño urbano y arquitectónico e instalaciones, según sea el caso.

Art. 46.- Para obtener el registro como Corresponsable, se requiere:

I.- Cuando se trate de personas físicas:

a).- Acreditar que posee cédula profesional correspondiente a algunas de las siguientes profesiones:

- Para Seguridad Estructural, Diseño Urbano y Arquitectónico:
Arquitecto, Ingeniero Arquitecto, Ingeniero Civil, Ingeniero Constructor Militar o Ingeniero Municipal.

- Para Instalaciones, además de las señaladas en el párrafo anterior:

Ingeniero Mecánico, Mecánico Electricista o afines a la disciplina.

- b).- Acreditar ante la Comisión de Admisión de Directores de Obra y Corresponsables, que conoce el Reglamento y sus Normas Técnicas Complementarias, en lo relativo a los aspectos correspondientes a su especialidad.
- c).- Acreditar como mínimo 5 años en el ejercicio profesional de su especialidad.
- d).- Acreditar que es miembro del Colegio de Profesionales respectivo.

II.- Cuando se trate de personas morales:

- a).- Acreditar que está legalmente constituida y que su objeto social está parcial o totalmente relacionado con la materia.
- b).- Que cuenta con los servicios profesionales de cuando menos un corresponsable en la especialidad correspondiente, debidamente registrado en los términos del Reglamento.
- c).- Acreditar ser miembro de la Cámara respectiva.

Como todos los artículos del Reglamento se relacionan entre sí, se exige que todos aquellos futuros Ingenieros conozcan el contenido del mismo.

NOTA.- Aquí nada más se ha tratado en forma muy somera, lo relacionado con los Directores y Corresponsables de Obra mencionados en el organigrama de la Figura.

CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO

INTRODUCCION

Es un hecho frecuente el hacer alusión a la nobleza del concreto como material de construcción, en relación con las libertades de sus diversas propiedades, las cuales, han permitido, a través de innumerables aplicaciones, salir airoso de situaciones difíciles; esto ha hecho renovar el interés por obtener un conocimiento mas exacto de la materia prima con que se han construido tantas y tan audaces obras de Ingeniería.

No olvidando las reglas básicas para la selección y proporcionamiento de los ingredientes y sabiendo elegir los equipos más adecuados para el mezclado, transporte y colocación, posiblemente se estará en condiciones de producir un concreto que, una vez endurecido, se traduzca en una estructura homogénea, sana y estable bajo condiciones normales de servicio. Para ello, evidentemente, no sería suficiente el concreto, que es una masa endurecida de materiales heterogéneos, el cual está sujeto a la influencia de numerosas variables. Dependiendo de su propia variabilidad, las características de cada uno de los ingredientes del concreto puede ocasionar variaciones en la resistencia de este. Las variaciones también pueden ser el resultado de la aplicación deficiente de las prácticas seguidas durante la dosificación, el mezclado, la transportación, la colocación y el curado.

Además de las variables presentes en el concreto mismo, deberán tomarse en cuenta las variaciones que se tienen durante las pruebas de evaluación de su resistencia, haciendo uso de procedimientos establecidos para la oportuna verificación de esos resultados y disponiendo de medios para interpretarlos debidamente y el mejor conocimiento de los resultados de ensayos de resistencia a compresión del concreto y localizar o evitar con esto las posibles variaciones que surgieran al interpretar estos resultados, así, como el origen y causas que pudieran ocasionar a una obra en donde la resistencia del concreto sea un factor decisivo para que esta se traduzca, como se dijo anteriormente, en una estructura sana y estable bajo condiciones normales de servicio.

Con el fin de comprender el significado de estos ensayos, es necesario conocer las propiedades de los componentes del concreto para poder visualizar las características principales del mismo.

PROPIEDADES INDICE DE LOS COMPONENTES DEL CONCRETO.

El concreto es un material artificial obtenido de la mezcla en proporciones determinadas de cemento, agregados petreos, agua y/o aditivos. El cemento, el agua y algunas veces el aire atrapado, forman una pasta que rodea a los agregados, constituyendo un material heterogéneo.

El aire atrapado en el concreto puede ser incluido intencionalmente mediante un aditivo o utilizando cemento inclusor de aire.

Con frecuencia los aditivos se usan con otros propósitos como para acelerar, retardar, mejorar la trabajabilidad, reducir los requerimientos de agua de mezclado, incrementar la resistencia o mejorar otras propiedades del concreto.

Ordinariamente, la pasta de cemento constituye del 25 al 40% del volumen total del concreto: el volumen absoluto del cemento esta comprendido usualmente entre 7 y 15%, el agua del 14 al 21% y el agregado constituye aproximadamente del 60 al 80% del volumen total de este. (Ver Figura).

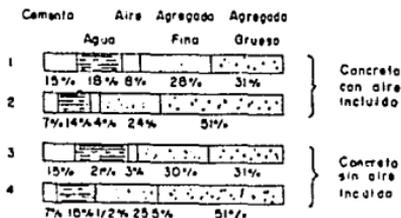


FIG.2. Variación en las proporciones de materiales usados en el concreto. Las barras 1 y 3 representan mezclas ricas en agregados pequeños, las barras 2 y 4 representan mezclas pobres con agregados grandes.

Las variaciones de tipos y calidad de todos estos ingredientes son muy grandes si los consideramos en términos generales, sin embargo, debemos comprender que para cada obra en especial, se deben realizar las investigaciones y estudios iniciales necesarios para definir los siguientes conceptos :

Fuentes de Abastecimientos.

Tipos y Características Especiales dependiendo de la calidad y fin que requiera la obra.

Diseño de Proporcionamientos.

Especificaciones de Calidad del Concreto.

A continuación se enumeran algunas características de los materiales utilizados en la elaboración de concreto.

CEMENTO PORTLAND.

El nombre de cemento Portland fué concebido originalmente debido a la semejanza de color y calidad entre el cemento fraguado y una caliza obtenida en la cantera de Portland, Inglaterra.

En el sentido general de la palabra, el cemento puede describirse como un material con propiedades tanto adhesivas como cohesivas, las cuales le dan la capacidad de aglutinar fragmentos minerales para formar un todo compacto; es un producto comercial de fácil adquisición, el cual, cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinación con arena, piedra y otros materiales similares tiene la propiedad de fraguar y endurecer en virtud de que experimenta una reacción química con dicha agua, es por esto que se le denomina cemento hidráulico. La norma de calidad que rige el cemento Portland en la República Mexicana, es la norma Oficial Mexicana NOM-C-1-1980, la cual da la definición de este producto:

Es el conglomerado hidráulico que resulta de la pulverización del clinker frío, a un grado de finura determinado, al cual se le adiciona sulfato de calcio natural o agua de sulfato de calcio.

También en la norma de cemento Portland, se define el clinker como el mineral sintético granular, resultante de la cocción a una temperatura del orden de 1673° K (1400°C), de materias de naturaleza calcarea y arcilla ferruginosa previamente trituradas, proporcionadas, mezcladas, pulverizadas y homogeneizadas.

Escencialmente el clinker está constituido por silicatos, aluminos y aluminoférritos cálcicos.

PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND.

La mayor parte de las especificaciones para cemento Portland limitan la composición química y algunas propiedades físicas de éste. El conocimiento de sus principales propiedades es importante para poder interpretar los resultados de las pruebas a compresión del concreto.

Dentro de las propiedades químicas, es conveniente indicar -
cuales son los principales componentes de un cemento y cual su -
función

SILICATO TRICALCICO (C3S)

De este elemento dependen las resistencias que se obtengan -
hasta los 28 días aproximadamente.

SILICATO DICALCICO (C2S)

De él dependerán las resistencias que se obtengan a partir -
de los 28 días.

ALUMINATO TRICALCICO (C3A)

Es el elemento que más calor genera en el cemento. De éste -
dependen las variaciones del volumen del cemento y la formación -
de grietas; es el más vulnerable al ataque de los sulfatos.

FERROALUMINATO TETRACALCICO (C4AF)

Ayuda a acelerar la hidratación en el concreto.

Estos elementos constituyen alrededor del 90% del cemento y -
el otro 10% lo constituyen elementos como el yeso, cal libre, mag -
nesio, alcalisis, etc.

Y E S O (SO4CA).

Regula la acción química entre el cemento y el agua y contro -
la el tiempo de fraguado.

Dentro de las principales propiedades físicas del cemento, -
se mencionan las siguientes :

- Finura
- Sanidad
- Tiempo de fraguado
- Resistencia a la compresión
- Falso fraguado
- Peso específico

A continuación se describen estas propiedades en forma breve -
y la norma en que se apoyan.

FINURA

La finura del cemento interviene en forma determinante en la -
resistencia y en la hidratación de éste.

Al aumentar la finura aumenta la rapidez a la que se hidrata, acelerando la adquisición de resistencia. Los efectos del aumento de finura en la resistencia se manifiestan principalmente durante los primeros 7 días; al aumentar la finura, el agua necesaria para obtener un concreto con un cierto rendimiento, disminuye hasta alcanzar los elevados grados de finura del tipo III o de rápido endurecimiento.

Las normas de finura son:

NOM-C-150-1973, determinación de la finura de cementantes hidráulicos mediante el tamiz No. 80.

NOM-C-49-1970 método de prueba para la determinación de la finura de cementantes hidráulicos mediante el tamiz No. 130 m.

NOM-C-55-1966 método de prueba para determinar la finura de los cementantes hidráulicos (método turbidimétrico).

NOM-C-56-1968 método para determinar la finura de los cementantes hidráulicos (método de permeabilidad al aire).

SANIDAD

Es la propiedad que tiene una pasta de cemento fraguado a permanecer con un volumen constante.

Estas variaciones al volumen son atribuidas a diversos cambios, pero principalmente se presentan cuando existe cal libre después del fraguado inicial. Esta cal, al absorber agua, aumenta en forma notoria el volumen de la pasta.

En ocasiones los cambios volumétricos se presentan meses después de elaborada la mezcla, por lo que las pruebas que existen para determinar la sanidad de un cemento aceleran el tiempo de fraguado.

NOM-C-62-1968 método de prueba para determinar la sanidad de cementantes hidráulicos.

TIEMPO DE FRAGUADO

Considerando que el fraguado es el proceso mediante el cual una pasta de cemento pasa del estado fluido al estado sólido, el proceso ha sido dividido en dos etapas:

a) Fraguado inicial.- Considerado desde el momento en que el agua entra en contacto con el cemento, hasta que la aguja del aparato llamado de Vicat penetra 5 mm., en la mezcla.

b) Fraguado final.- Para poder determinar cuando ocurre esta etapa, es necesario recurrir a una aguja de sección cuadrada de 1 mm. con cono ahuecado de manera que tenga una arista cortante de 5 mm. de diámetro y colocado 0.5 mm. arriba del extremo de la aguja: al poner estos implementos en contacto con la pasta, la aguja dejará -- una marca, no así el filo cortante del cono.

NOM-C-58-1967.- Determinación del tiempo de fraguado en cementantes hidráulicos (método de Gillmore).

NOM-C-59-1968.- Determinación del tiempo de fraguado de cementantes hidráulicos (método de Vicat).

RESISTENCIA A LA COMPRESION

La resistencia a la compresión del cemento, según lo establece la NOM, es la obtenida en pruebas de cubos estandar de 2 pulgadas. Estos cubos se hacen y curan de la manera prescrita usando -- una "Arena Estandar". Las resistencias a las diferentes edades -- son indicadoras de las características del cemento para adquirir -- resistencia, pero no pueden usarse para producir las resistencias del concreto con precisión a causa de las muchas variables que intervienen en las mezclas del concreto.

CALOR DE HIDRATACION

Es el generado cuando reacciona el cemento y el agua. La cantidad de calor generado depende principalmente de la composición química del cemento; a la tasa de generación de calor le afecta la finura de temperatura de curado, así como la composición química. En estructuras, de gran masa, la rapidez y la cantidad de calor generado son importantes, ya que si no se disipa este calor rápidamente, puede ocurrir una importante elevación de temperatura en el concreto, acompañado de una dilatación térmica.

FALSO FRAGUADO

Este fenómeno se presenta pocos minutos después de que el cemento ha hecho contacto con el agua. Consiste en el endurecimiento casi inmediato, es decir antes del tiempo normal de fraguado de la mezcla.

La causa del fraguado falso se origina cuando se deshidrata el yeso contenido en el cemento. Esta deshidratación ocurre en los molinos donde el clinker y el yeso se muelen conjuntamente para obtener el cemento.

Al presentarse el fraguado falso, se recomienda dejar reposar la mezcla durante 5 minutos y remezclar nuevamente por espacio de 3 minutos.

NOM-C-132-1970 determinación del fraguado falso del cemento-Portland por el método de pasta.

PESO ESPECIFICO

El peso específico del cemento normalmente es de 3.15. el cemento de escorias de Altos Hornos puede tener pesos específicos de aproximadamente 2.90. El peso específico de un cemento no indica la calidad del mismo; su uso principal es para el diseño de mezclas.

TIPOS DE CEMENTO PORTLAND

Los diferentes tipos de cemento Portland se fabrican para satisfacer ciertas propiedades físicas y químicas y para objetos especiales.

La NOM-C-1-1980 clasifica al cemento portland en cinco tipos:

TIPO I.- COMUN. Para uso general en construcciones de concreto.

TIPO II.- MODIFICADO. Destinado a construcciones de concreto expuestas a una acción moderada de los sulfatos o cuando se requiera un calor de hidratación moderado.

TIPO III.- DE RAPIDA RESISTENCIA ALTA. Para la elaboración de concretos en los que se requiera una alta resistencia a temprana edad.

TIPO IV.- BAJO CALOR. Cuando se requiera un reducido calor de hi-

dratación. Sus propiedades son las necesarias para usarse en estructuras de concreto de gran masa como las grandes presas de gravedad.

TIPO V. - DE ALTA RESISTENCIA A LOS SULFATOS. Usado principalmente en donde los suelos o el agua subterránea tenga una concentración elevada de sulfatos.

Además de estos cinco tipos de cemento, la industria mexicana produce los siguientes tipos de cemento Portland:

a) BLANCO.- Se puede clasificar como Tipo I ó III según satisfagan los requerimientos de las normas; su aplicación está condicionada a elementos constructivos de acabado aparente.

b) PORTLAND PUZOLANICO.- Es el que se obtiene de la molienda conjunta de clinker portland, puzolana y sulfato de calcio natural. En su fabricación se utilizan: cenizas volcánicas, pomez, tierra de diatomáceas, pizarras, esquistos, etc.

c) CEMENTO DE ESCORIAS.- La fabricación de este cemento requiere de la mezcla en frío de los siguientes elementos previamente pulverizados; escoria ácida, cal (hidratada o hidráulica) y un sulfato que actuará como acelerador del proceso de fraguado.

d) CEMENTO PORTLAND DE ALTOS HORNOS.- La obtención de este cemento requiere de la molienda conjunta del clinker, escoria granulada de alto horno y yeso, las escorias constituyen de un 30% a un 70% del volumen total del cemento.

e) CEMENTO DE ALBAÑILERIA.- La obtención se logra por la molienda del clinker, calizas y yeso, a veces cierto tipo de materiales puzolánicos y en algunas ocasiones la adición de algún agente inductor de aire.

AGUA

Casi cualquier agua natural que pueda beberse y que no tenga sabor u olor notable sirve para mezclar el concreto, sin embargo, el agua que sirve para mezclar concreto puede no servir para beberla.

Puede usarse agua cuyo comportamiento no se conozca para hacer concreto, si los cubos de mortero hechos con esa agua alcanzan resistencias a los 7 y a los 28 días iguales a la de cuando menos el 90% de muestras en que se hayan empleado agua potable. Además, deben hacerse pruebas para tener la seguridad de que no afecta desfavorablemente el tiempo de fraguado del cemento por las impurezas contenidas en el agua de mezcla, pueden afectar no solamente el tiempo de fraguado, la resistencia del concreto, la constancia del volumen, sino que pueden hasta producir eflorescencia o corrosión del refuerzo.

Para determinar las características que presenta el agua para concreto, se deben utilizar las muestras tal como se reciben y de acuerdo con la NOM-C-277-1980 (método para obtener una muestra representativa de agua para concreto), además de analizar, cuando menos, tres muestras representativas.

Los métodos de análisis que se deben aplicar al agua para obtener sus características se especifican en la NOM-C-283-1982 "Agua para concreto" y son:

- Determinación de aceite, grasa y sólidos en suspensión.
- Determinación de la suma de carbonatos y bicarbonatos como CO_3
- Determinación de sulfatos como SO_4
- Determinación de cloruros como CL^+
- Determinación de la materia orgánica por oxígeno consumido.
- Determinación del magnesio Mg^{++}
- Determinación de CO_2 disuelto.
- Determinación del PH
- Determinación de impurezas en solución.
- Determinación del alcalis como N_a^+

AGREGADOS.

No obstante que los agregados pétreos representan la mayor parte del volumen del concreto (aproximadamente del 60 al 80%), el importante papel que estos desempeñan como ingrediente principal, es a menudo subestimado a causa de su bajo costo en relación con el del cemento. Originalmente, los agregados eran considerados como un material inerte esparcido en la pasta del cemento solo por razones económicas, siendo que en realidad no es un material inerte, sino que sus propiedades físicas, térmicas y químicas influyen grandemente en el comportamiento del concreto. Así tenemos que la durabilidad, economía trabajabilidad, permeabilidad, propiedades térmicas, peso volumétrico, resistencia y elasticidad, pueden ser adversamente afectados o al contrario, mejorados con solo cambiar la calidad y granulometría de los agregados.

Los agregados para concreto se clasifican por la NOM-C-111-1960 y se pueden clasificar de acuerdo a las siguientes características:

a) por su origen

- Rocas ígneas
- Rocas sedimentarias
- Rocas metamórficas

b) por su peso

- Ligeros
- Normales
- Pesados

Dicha clasificación sirve para conocer o diseñar el peso de las estructuras de concreto; influye en su diseño o su comportamiento.

c) por su tamaño

- Grueso... partículas que se retienen en la malla No. 4 en adelante, según el concreto que se requiera.
- Fino..... material que pasa la malla No. 4 (4.75 mm) hasta las partículas más finas, malla No. 100 (0.15 mm)

La función de esta clasificación, es primordialmente la de lograr en la práctica, una combinación adecuada de estas dos fracciones, asegurando así una composición granulométrica correspondiente y suficientemente uniforme para obtener el producto final deseado.

d) por su forma y textura	}	Redondeada Irregular Lajeada Angular Elongada
------------------------------	---	---

Esta clasificación tiene también efectos importantes en el concreto, sobre todo en cuanto a su compactación y su trabajabilidad.

Las características antes mencionadas, se deberán tomar en cuenta para los estudios iniciales, pero una vez definidos los agregados, no es factible tratar de controlar sus variaciones, más que en casos muy contados; por ejemplo, en el empleo de equipo especial de trituración para mejorar la forma de la partícula.

Presentando un resumen de los agregados, se tiene:

Agregados	}	Naturales	{	de ríos	}	Abanicos aluviales
		Triturados		Terrazas		
		Artificiales	{	otros		Planicies de inundación.
		Especiales		Depósitos lacustres		
						Dunas
						Depósitos residuales

Los agregados mas comunmente usados como la arena, grava, piedra triturada y escoria de altos hornos enfriada al aire, producen concreto de peso normal, es decir, concreto que pesa de 2100 a 2500 Kg/m³.

Las lutitas, arcillas, pizarras y escoria esponjadas se usan como agregados para producir concretos estructurales ligeros con pesos unitarios que varían de 1300 a 1800 Kg/m³ y otros materiales ligeros como la piedra pomez, la escoria, la perlita, la vermiculita y la diatomita se usan para producir concretos aisladores que pesan de 240 a 1400 kg/m³. Los materiales muy densos como la barita, limonita, magnetita, ilmenita, hierro y partículas de acero, se usan para producir concreto muy denso.

A continuación se enuncian las principales características de los agregados:

a) Composición granulométrica... Es la distribución de tamaños de partículas, determinada en laboratorio por medio de una separación mecánica efectuada con mallas reglamentarias.

Los valores obtenidos por este método son expresados en porcentajes retenidos o que pasen las diversas mallas, se tabulan y se grafican para su interpretación.

b) Peso específico, absorción y peso volumétrico... Características importantes para los estudios iniciales del concreto, ya que todos estos valores intervienen en el diseño de los proporcionamientos para las resistencias especificadas de proyecto.

c) Sanidad... Es la capacidad del agregado para resistir cambios excesivos en el volumen, como consecuencia de los cambios en condiciones físicas, estos últimos causados por variaciones ambientales como: congelamiento y deshielo, cambios térmicos y estados de saturación y secado.

d) Resistencia... Es clara la importancia que tiene la resistencia de los agregados puesto que de ella dependerá la resistencia del concreto, se considera en dos tipos: resistencia a la compresión y resistencia al impacto (tenacidad).

e) Resistencia al desgaste... Se usa con frecuencia como indicador general de la calidad del agregado; se determina con el método del tambor giratorio de los Angeles (NOM-C-196-1978).

f) Reacción Alkali-Agregado... Considera que los agregados tienen estabilidad química cuando no reacciona químicamente con el cemento en forma peligrosa, ni sufre la influencia química de otras fuentes externas (NOM-C-298-1980).

g) Forma y textura superficial de las partículas... Influyen en las propiedades del concreto fresco más que en el concreto endurecido. Las partículas de superficie rugosa o las planas y alargadas requieren más agua para producir un concreto manejable que los agregados redondeados o con partículas cuboides.

PRUEBAS PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES GENERALES DEL CONCRETO ENDURECIDO.

Debido al proceso continuo de hidratación del cemento, el concreto tiende a aumentar su resistencia y en general, a mejorar sus características con la edad.

Este proceso de hidratación puede ser más o menos efectivo, se-

gún sean las condiciones de intercambio de agua con el ambiente -- después del colado, por lo tanto, las propiedades del concreto endurecido, dependen generalmente de las condiciones de curado a través del tiempo.

Las principales propiedades y características del concreto endurecido, son las siguientes:

- Resistencia a la compresión simple.
- Resistencia a la tensión.
- Resistencia a la flexión.
- Resistencia al esfuerzo cortante.
- Resistencia a la compresión triaxial.
- Resistencia a la torsión.
- Resistencia al impacto.
- Resistencia a la fatiga.
- Resistencia al intemperismo.
- Resistencia a la abrasión.
- Resistencia al fuego.
- Adherencia.
- Permeabilidad.
- Durabilidad
- Conductividad térmica y acústica
- Flujo plástico.
- Absorción de radiaciones.
- Contratación por hidratación del cemento.
- Expansión por saturación.
- Expansión por reacción química.
- Expansión térmica.
- Módulo de elasticidad a la compresión.
- Módulo de elasticidad al esfuerzo cortante.
- Coeficiente de poisson.
- Etc.

A continuación se describen brevemente las pruebas de concreto endurecido que se usan comunmente en nuestro medio; de éstas, - las pruebas destructivas más comunes son: prueba a la compresión simple, prueba de flexión, prueba brasileña de tensión.

PRUEBA BRASILEÑA DE TENSION

Esta prueba es utilizada debido a las dificultades que existen para realizar un ensaye en tensión uniaxial, tensión pura.

Por lo tanto, un método indirecto de aplicar la tensión en forma de separación longitudinal, es la prueba brasileña, llamada así por deberse a Fernando Carniero, de Brasil, aun cuando independientemente también se desarrolló en Japón.

Consiste en someter un cilindro a compresión lineal diametral, la carga se aplica a través de un material relativamente suave, como triplay o corcho. Si el material fuera perfectamente elástico, se originarían esfuerzos de tensión uniformemente distribuidos en la mayor parte del plano diametral de carga, la resistencia en tensión se calcula con la expresión:

$$f_t = \frac{2 P}{DL}$$

P = Carga máxima

D = Diámetro del espécimen

L = Longitud del espécimen

La prueba brasileña se basa en la NOM-C-163-178, es fácil de efectuar y produce resultados más uniformes que otras pruebas de resistencia determinada en la prueba brasileña es, según se cree, más apegada a la verdadera resistencia a la tensión del concreto que en el módulo de ruptura; la resistencia a la tensión longitudinal es del 5 al 12% más alta que la resistencia a la tensión directa. Otra de las ventajas de la prueba brasileña consiste en que se puede usar el mismo tipo de muestra para las pruebas de compresión y de tensión.

PRUEBA A LA COMPRESION SIMPLE

No existe una convención aceptada universalmente sobre qué tipo de espécimen es el mejor para realizar ensayos en compresión, comunmente se usan especimenes de tres tipos: cilindros, cubos y prismas.

En nuestro medio y en numerosos países del mundo, se usan cilindros con una relación de esbeltez igual a dos, en estructuras de concreto reforzado, el espécimen usual es el cilindro de 15 X 30cm. en estructuras construídas con concreto en masa, donde se usan agregados de gran tamaño (10 a 15 cm.), se usan cilindros de 30 X 60cm. y en ocasiones moldes hasta de 60 X 120 cm., para establecer índices de resistencia.

Una vez seleccionado el tipo de espécimen, es necesario fijar con gran detalle las condiciones de muestreo, fabricación, curado y ensaye teniendo entre estas últimas, particular importancia, la velocidad de carga.

Por otra parte, los cilindros se fabrican generalmente en moldes de acero apoyados en una placa en su cara inferior y libres en su parte superior, donde es necesario dar un acabado manualmente.

Esta operación, llamada cabeceado, consiste en aplicar azufre ó pasta de cemento a los extremos del cilindro para producir una superficie lisa de apoyo, prolongada el tiempo necesario para la preparación del ensaye e introduce una variable adicional en los resultados: El material y La forma del cabeceado.

Aún cuando se sigan cuidadosamente las especificaciones y el proceso sea realizado por operadores experimentados, los resultados que se obtengan no serán uniformes, siempre existirá dispersión en los datos, como en cualquier proceso de medición. Estas dispersiones pueden ser inherentes al tipo de ensaye, debidas a errores accidentales o a la no uniformidad del material ensayado.

Algunos factores que influyen directamente a los resultados obtenidos en especímenes de ensaye son:

- Efecto de las condiciones de curado.
- Efecto de la esbeltez.
- Efecto de la velocidad de carga.
- Efecto de la velocidad de deformación.
- Efecto de las condiciones humedad y temperatura durante la prueba.
- Efecto del tamaño del espécimen sobre la resistencia.
- Efecto del tamaño del molde y tamaño del agregado.
- Efecto de la edad.

Algunos de estos factores no solamente afectan a los resul
tados de pruebas a la compresión, sino también a los de tensión-
y flexión.

APLICACION DE METODOS ESTADISTICOS PARA
LA INTERPRETACION DE RESULTADOS.

Teniendo como base fundamental la calidad con la que debe cumplir un concreto, en 1957 el ACI publicó las primeras recomendaciones para evaluar las pruebas de resistencia del concreto de campo, cuya finalidad es examinar las variaciones que ocurren en éste; es aquí donde se presentan métodos estadísticos útiles para interpretar las variaciones, se ofrecen criterios para establecer especificaciones y para mantener la uniformidad requerida. Se exponen también métodos para aplicar la teoría de la probabilidad en la evaluación de su resistencia.

La magnitud de las variaciones en la resistencia de especímenes de concreto (se ha estimado que existen hasta 60 variables que influyen en la resistencia de un cilindro de concreto), dependen del control que se lleva sobre los materiales, la fabricación del concreto y los ensayos. Las diferencias en resistencia se deben a múltiples variaciones como son :

- Variaciones intrínsecas del concreto (diferencias en las propiedades de la mezcla del concreto, cuando estas influyan en el valor de la resistencia).

- Variaciones en la relación agua-cemento debidas a :

- a) Control deficiente de la dosificación del agua.
- b) Variaciones excesivas en la humedad de los agregados.

- Variaciones en el consumo de agua debidas a :

- a) Variaciones en la granulometría de los agregados.
- b) Falta de uniformidad en los materiales.

- Variaciones en las características y proporciones de los componentes:

- a) Agregados
- b) Cemento
- c) Puzolana
- d) Aditivos

- Variaciones por efecto de transporte, colocación y compactación :

- Variaciones en la temperatura y en curado.
- Variaciones en los procedimientos de ensaye.
- Procedimientos de muestreo inconsistentes.
- Técnicas de fabricación no uniformes:

- a) Compactación variable.
- b) Manejo excesivo de las muestras.
- c) Cuidado deficiente de los especímenes frescos.

Deficiencia en el Curado :

- a) Variación de la temperatura.
- b) Variación de la humedad.

Procedimientos de ensaye inadecuados:

- a) Cabeceo incorrecto de los especímenes.
- b) Diferencia en la velocidad de aplicación de la carga.

Sin embargo, se puede confiar en producir concreto de calidad adecuada si se mantiene el debido control, se interpretan correctamente los resultados de las pruebas y se consideran sus limitaciones.

El análisis de numerosos resultados de pruebas en una gran variedad de paredes hace ver que la resistencia del concreto se ajusta a determinada pauta de la curva de distribución normal de frecuencia (acampanada) (FIG. 3). Esta distribución es simétrica respecto al promedio, quedando la mayoría de las pruebas cerca del promedio.

A continuación se exponen técnicas estadísticas para calcular los resultados de las pruebas del concreto de campo, según la información que se desea obtener.

La forma de la curva típica de distribución de frecuencia mostrada en la Figura 3, depende de la variabilidad de los resultados de prueba. Al aumentar la variabilidad la curva se alarga; cuando la variabilidad es pequeña, los valores de la resistencia se concentran cerca del promedio y la curva es alta y angosta.

La desviación estandar, σ es una medida de la dispersión o variabilidad de los datos. Cuando la distribución de frecuencias es larga y abatida, el valor de σ es grande, lo cual indica mucha variación; cuando hay variabilidad, los valores de resistencia se aglomeran alrededor del promedio, y el valor de σ es pequeño.

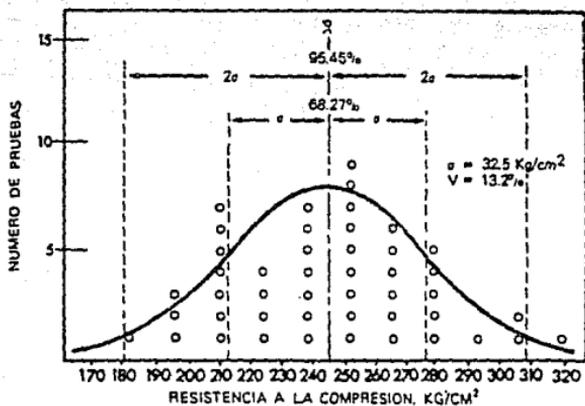


Fig. 3.- Distribución de frecuencia normal de los resultados de ensaye.

Se define la desviación estandar como la Raíz Cuadrada de la desviación de la media de los resultados de pruebas y se calcula con la fórmula siguiente:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{(n - 1)}} \quad (1)$$

Donde:

X_1, X_2, X_n , son valores individuales de pruebas de resistencia. \bar{X} es la resistencia promedio, y n es el número de pruebas. Obsérvese que aquí se usa $(n - 1)$ en el valor teórico de n , que se aplica cuando el número de pruebas es limitado. Esto se debe a que $(n - 1)$ aumenta el valor de σ y tiende a compensar la inseguridad proveniente de lo pequeño del tamaño de la muestra.

Métodos para calcular la desviación estandar.

Método A:

Los calculos de la ecuación (1) pueden simplificarse si los valores $(X_1 - \bar{X}) + (X_2 - \bar{X}) + \dots + (X_n - \bar{X})$ se agrupan en celdas. En la figura 3 todas las pruebas se representan con celdas de 10-Kg/cm² por ejemplo, todas las pruebas que quedan dentro de los 235 y 245 kg/cm² aparecen como 240 kg/cm², el punto medio y promedio supuesto de esa celda.

Las primeras celdas de la figura situadas a cada lado de \bar{X} , tienen una desviación de $(X - \bar{X})$ de 5 kg/cm² y hay 16 pruebas con esa desviación. La cantidad de $(X_1 - \bar{X})$ es la desviación del promedio (7 menores y 9 mayores).

La solución de la ecuación (1) puede simplificarse todavía más dividiendo las desviaciones entre 5. en las primeras celdas (una mayor y otra menor que \bar{X}), la desviación se convierte en 1 - el segundo conjunto de celdas tiene una desviación respecto a X de 3 y así sucesivamente. Con estos ajustes, la ecuación (1) de -

las pruebas que aparecen en la figura 3, queda como:

$$\sigma = \sqrt{\frac{16(1)^2 - 10(3)^2 - 12(5)^2 + 4(7)^2 + 3(9)^2 + 1(11)^2}{46-1}}$$

Con este método se obtienen resultados de precisión, suficientes para calcular σ .

Pasos para calcular σ con el método "A".

1.- Calcúlese la resistencia promedio, \bar{X} , y redondéese el resultado con una aproximación de 1 kg/cm².

2.- Trácese las pruebas de resistencia en celdas de 10 kg/cm² situando los puntos medios (promedios) de las celdas múltiplos de 10 kg/cm² de desviación a partir de \bar{X} , como se indica en la figura 4 (si \bar{X} es igual a un número impar como 243, entonces los puntos medios de las celdas serán 223, 233, 243, 253, etc.).

3.- Las desviaciones de las celdas respecto al promedio se dan en múltiplos de 10. Divídase estas desviaciones entre 5, lo que convierte las desviaciones en múltiplos de 2.

4.- Multiplíquese el número de pruebas en las celdas de igual desviación (más o menos que el promedio) por la desviación al cuadrado.

5.- Determínese la suma de los productos del paso 4 y el número total de pruebas.

6.- Sustitúyanse en la ecuación (1) las sumas encontradas en el paso 5 y multiplíquense por 5, para convertir de nuevo las unidades de la desviación estandar a kg/cm².

Método B:

Los datos utilizados en el Método "A" y en la figura 3 pueden analizarse por medio de una técnica gráfica para determinar el

promedio y la desviación estándar. Con el método gráfico se obtienen usualmente resultados menos precisos que con el método analítico; sin embargo, constituye un instrumento muy útil, y en general, proporciona resultados de suficiente precisión para evaluar los datos de las pruebas del concreto.

Pasos para determinar \bar{X} y σ con el Método B.

1.- Prepárese una lista tabulada de las pruebas de resistencia en las celdas de 10 kg/cm². Empiécese con la celda que contiene el punto inferior y continúese en secuencia hacia el superior.

2.- Complétese la lista anterior construyendo una tabla de distribución de frecuencia relativa acumulativa, donde, para cada celda deben mostrarse:

- a) los números de pruebas que se encontraron,
- b) el número acumulativo de ensayos sumados en cada celda, desde la celda de baja resistencia hasta la de alta resistencia, y
- c) el porcentaje acumulativo relativo de los ensayos, presentados para cada celda.

La tabla de la figura 4 muestra los pasos anteriores del presente ejemplo.

3.- Indíquese los puntos del porcentaje acumulativo de ensayos en la mitad de la celda de la resistencia a la compresión, sobre papel especial para gráficas probabilísticas, como el que aparece en la figura 4.

4.- Dibújese una recta de mejor ajuste (la recta que mejor coincida con los puntos de los datos). El grado en que los puntos concuerdan con la recta determina la bondad del ajuste de la distribución dada a la distribución normal.

5.- Determinense el promedio, la intersección del 50 por ciento que en este caso es 241 kg/cm² (figura 4).

6.- Puede estimarse la desviación estándar encontrando la diferencia en los valores de la resistencia a la compresión en el

50 por ciento de los ensayos y en 15.9 por ciento de los ensayos. Esta es la diferencia en resistencia entre \bar{X} y $(\bar{X} - \sigma)$. Sabemos, por la curva teórica, que un 34.1 por ciento de las pruebas quedarán entre X y $(\bar{X} - \sigma)$. En la figura 4, $\sigma = 22 \text{ kg/cm}^2$.

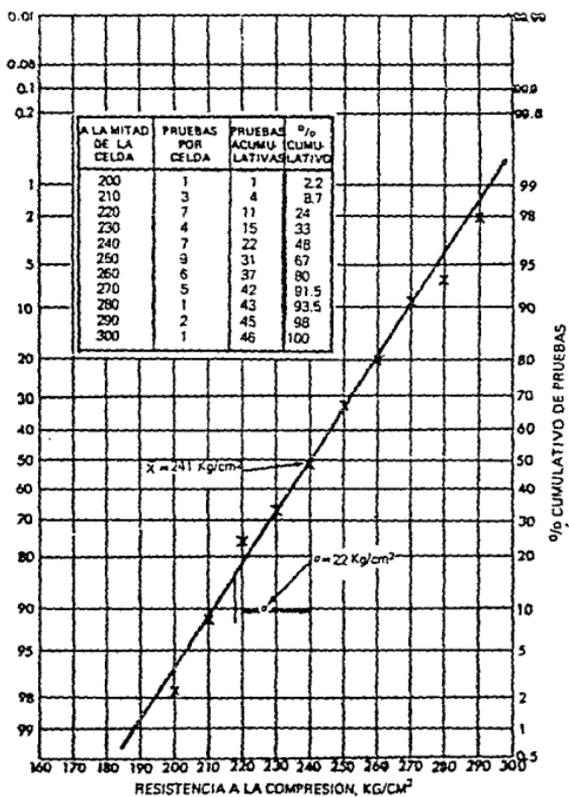


Fig. 4.- Determinación gráfica de \bar{x} usando papel de probabilidad.

PROBABILIDAD Y DESVIACION ESTANDAR

Una vez calculada la desviación estándar, se tiene información valiosa respecto a la curva de probabilidad normal. En la figura 5 se muestra una curva teórica característica en forma de campana, donde los valores de σ se han obtenido gráficamente. Cualquiera que sean la forma de la curva teórica y el valor de σ , el área bajo la curva entre $(\bar{X} + \sigma)$ y $(\bar{X} - \sigma)$, será siempre el 68.2 por ciento del área total bajo la curva, y el área bajo la curva entre $(\bar{X} + 2\sigma)$ y $(\bar{X} - 2\sigma)$ será igual al 95.4 por ciento del total. Si consideramos solamente la mitad de la curva bajo \bar{X} , el 34.1 por ciento del área quedará entre \bar{X} y $(\bar{X} - \sigma)$, y de ahí se deduce que el 15.9 por ciento del área de la curva quedará por debajo de $(\bar{X} - \sigma)$.

Estos mismos porcentajes servirán para el número de pruebas en cuestión, así como para el área. Por ejemplo, el 15.9 por ciento de las pruebas para cualquier curva normal quedará debajo de $(\bar{X} - \sigma)$.

La tabla que se presenta a continuación se utiliza para demostrar el porcentaje de las pruebas de resistencia del concreto que quedan abajo de desviaciones arbitrarias de \bar{X} , en vez de puntos de la curva teórica. En la tabla la resistencia especificada $f'c$ es constante y \bar{X} aumenta en incrementos de 0.1.

Se ha establecido que el 15.9 por ciento de las pruebas quedan por debajo de $(\bar{X} - \sigma)$. En la tabla se demuestra que si

$$\bar{X} = f'c + \sigma$$

entonces

$$f'c = \bar{X} - \sigma$$

y 15.9 por ciento de las pruebas quedarán por debajo de $f'c$.

La tabla se usa para establecer el promedio de resistencia requerido, y también para determinar la probabilidad de pruebas inferiores a la resistencia especificada que pueden aparecer en un proyecto, cuando se conoce el valor de σ .

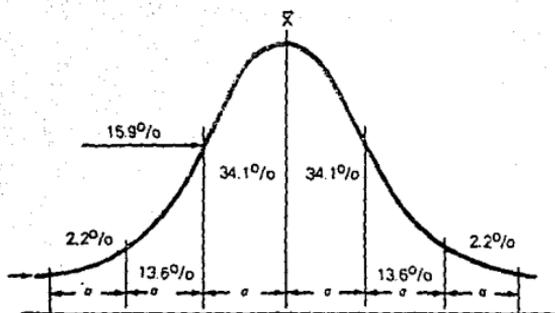


Fig. 5.- División del área situada debajo de la curva de distribución de frecuencia normal, basada en desviaciones de \bar{X} en múltiplos de 10.

PORCENTAJES ESPERADOS EN LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS INFERIORES A f'_c

Resistencia media \bar{X}	Porcentaje de resultados bajos	Resistencia media \bar{X}	Porcentaje de resultados bajos
$f'_c + 0.10\sigma$	46.0	$f'_c + 1.6\sigma$	5.5
$f'_c + 0.20\sigma$	42.1	$f'_c + 1.7\sigma$	4.5
$f'_c + 0.30\sigma$	38.2	$f'_c + 1.8\sigma$	3.8
$f'_c + 0.40\sigma$	34.5	$f'_c + 1.9\sigma$	2.9
$f'_c + 0.50\sigma$	30.9	$f'_c + 2 \sigma$	2.3
$f'_c + 0.60\sigma$	27.4	$f'_c + 2.1\sigma$	1.8
$f'_c + 0.70\sigma$	24.2	$f'_c + 2.2\sigma$	1.4
$f'_c + 0.8 \sigma$	21.2	$f'_c + 2.3\sigma$	1.1
$f'_c + 0.9 \sigma$	18.4	$f'_c + 2.4\sigma$	0.8
$f'_c + \sigma$	15.9	$f'_c + 2.5\sigma$	0.6
$f'_c + 1.1 \sigma$	13.6	$f'_c + 2.6\sigma$	0.45
$f'_c + 1.2 \sigma$	11.5	$f'_c + 2.7\sigma$	0.35
$f'_c + 1.3 \sigma$	9.7	$f'_c + 2.8\sigma$	0.25
$f'_c + 1.4 \sigma$	8.1	$f'_c + 2.9\sigma$	0.19
$f'_c + 1.5 \sigma$	6.7	$f'_c + 3 \sigma$	0.13

Fig. 6.- Tabla de porcentajes para establecer el promedio requerido y también para determinar la probabilidad de pruebas inferiores a la resistencia especificada que pueden aparecer en proyecto, --- cuando se conoce el valor de \bar{X} .

EJEMPLO 1

Determinar la probabilidad de ensayos por debajo de $f'c$ que aparecen en el proyecto siguiente:

Supongamos que:

$$f'c = 200$$

$$\bar{X} = 255$$

$$\sigma = 35$$

$$\bar{X} - f'c = 255 - 200 = 55 \text{ kg/cm}^2$$

$$a = \frac{55}{35} \sigma = 1.57$$

Por la tabla, la probabilidad de las pruebas inferiores a $f'c$ si $\bar{X} = f'c + 1.57\sigma$ es igual a aproximadamente al 6 por ciento, o sea, que puede esperarse que el 6 por ciento de los ensayos arrojen resultados inferiores a 200 kg/cm².

EJEMPLO 2

Supongamos que a un proyectista de especificaciones le gustaría limitar al 5 por ciento la probabilidad de ensayos inferiores a 200 y obtener un valor de 32 kg/cm² para la desviación estándar esperada de los valores de los ensayos de resistencia de concreto.

¿Para qué resistencia promedio debe proyectarse el concreto? En la tabla, para 5 por ciento de ensayos abajo de $f'c$, se ve que:

$$\bar{X} = f'c + 1.65 \sigma$$

$$\bar{X} = 200 + 1.65 \times 32$$

$$\bar{X} = 200 + 53$$

$$X = 253 \text{ kg/cm}^2$$

C A P I T U L O 3

PLANEACION, ORGANIZACION, ADMINISTRACION Y CONTROL DE OBRAS.

PLANEACION DE UNA OBRA.

PLANEACION.- Es el proceso que consiste en un análisis documentado, sistemático y tan cuantitativo como sea posible, previo al mejoramiento de una determinada situación.

Esta definición establece que, para cambiar cualquier situación, previamente habrá que conocer tan ampliamente como sea factible la situación actual; es decir, no se podrá planear absolutamente nada, si antes no se conoce el estado que guarda el problema por resolver. Dicho de otra manera, no se puede planear sin estar conscientes de la realidad que nos rodea.

El concepto de planeación involucra la necesidad de cambiar la situación actual por otra supuestamente mejor y, para ello, se generarán alternativas de solución, estas se evaluarán o se compararán entre sí para conocer sus ventajas y desventajas y, posteriormente, implementar la mejor.

La planeación, en cuanto a su aplicación, se puede clasificar en :

- a) Indicativa
- b) Imperativa

PLANEACION INDICATIVA.- Es aquella que se lleva a cabo en los llamados países occidentales, en el cual se deja actuar la economía de mercado (oferta y demanda), indicando por medio de medidas de tipo fiscal, la conveniencia de que los empresarios inviertan en una cierta zona, en cierto sector y en un determinado tiempo.

PLANEACION IMPERATIVA.- Se lleva a cabo en los países socialistas, en los que las actividades productivas son impulsadas y dirigidas por el estado. En este caso, el gobierno es el dueño de todos los medios de producción y no tiene necesidad de pedir opinión al capital.

De acuerdo con el área de acción, la planeación se clasifica en:

- a) Global.- Es aquella que abarca todos los sectores de la economía

agropecuario, industrial y servicios.

b) Sectorial.- Aquella que se ocupa de un sólo sector de la economía sin tomar en cuenta los demás.

Respecto al tiempo, la planeación abarca los siguientes periodos:

- a) Corto plazo.- Periodos menores de 5 años.
- b) Mediano plazo.- Periodos entre 5 y 10 años.
- c) Largo plazo.- Periodos entre 10 y 20 años.
- d) Prospectiva (Long Range Planning) o por objetivos.

No se fijará periodos para alcanzar sus objetivos ya que son una meta lejana y que sin embargo, con cada etapa (plan) se irán acercando al prospecto fijado.

Indistintamente se manejan los conceptos de planeación, plan y programa, existiendo marcadas diferencias como se puede observar.

PLAN.- Es el conjunto coherente de datos y cifras indicadas del más conveniente curso de los acontecimientos. El plan constituye el marco general y reformable de acción, deberá definir las prácticas a seguir y el marco en el que se desarrollarán las actividades; en otras palabras, la estrategia a seguir.

PROGRAMA.- Es la ordenación en el tiempo y en el espacio de los acontecimientos.

Haciendo una analogía de lo anterior expuesto, con la teoría de conjuntos, se puede decir que la planeación es el universo de las acciones y, necesariamente, tendrá uno o varios subconjuntos.

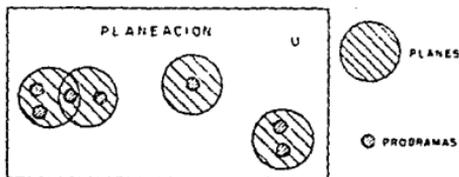


Fig. 7.- La planeación considerada como el Universo de las acciones, en donde se tendrá uno o varios subconjuntos.

En resumen, la planeación nos plantea la pregunta de qué hacer; el plan nos dirá cómo hacer y la programación nos indicará cuando hacer.

Para el caso que nos compete, planeación de una obra, debemos de echar mano de todos los elementos que conforman el campo de acción de la construcción, para ello, nos auxiliaremos de programas de todas y cada una de las actividades que se realizarán durante el proceso de la obra.

Asimismo, se podrá efectuar el seguimiento de la obra mediante los métodos utilizados para tal fin.

PROGRAMAS.

Programar en la construcción de obra, es la secuencia cronológica que deberán seguir las actividades de un proyecto.

Las características de un programa son un excelente medio para arreglar, coordinar y planear la utilización de los recursos que permiten alcanzar un objetivo.

La programación de obra es el instrumento más valioso para presentar los planes a seguir; de su correcta interpretación, seguimiento y control, se desprende la información necesaria para tomar medidas correctivas en el desarrollo de las obras y lograr las metas fijadas.

Para programar una obra se requiere conducir el proyecto, analizar los procedimientos constructivos que se van a utilizar y los recursos disponibles (mano de obra, materiales, equipo y financiamiento para la construcción).

De aquí se desprende, que para el buen funcionamiento y obtener resultados óptimos en la ejecución de una obra, se deberá contar con:

- a) Programa de obra.
- b) Programa de mano de obra.
- c) Programa de materiales
- d) Programa de equipo y maquinaria.

TEORIA DE LA RUTA CRITICA.

Una obra se divide en una serie de actividades o procesos, cada una de estas actividades puede planearse combinando recursos y condiciones (habilidad de la mano de obra, tamaño de la cuadrilla, equipo, horas de jornada, etc.).

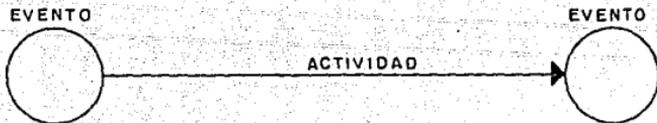
Se debe escoger la combinación de recursos y condiciones que proporcione el trabajo mas económico para cada actividad.

El método de la ruta crítica (crítica Path Method) es comunemente el más usado en la programación de obra y se basa en la expresión de las actividades de una obra por medio de una red.

Una red se compone de una serie de actividades interrelacionadas entre sí y que representan el procedimiento constructivo a seguir.

Existen básicamente dos formas de representación de una red: actividades en las flechas y actividades en los nodos.

Actividades en las flechas.



La cola de la flecha representa el inicio de una actividad, - la punta representa la terminación de una actividad.

La actividad (flecha) no se dibuja a escala ni representa un vector.

A la actividad se le puede asignar un tiempo; una actividad puede tener un valor en tiempo igual a cero.

Los puntos de inicio y terminación de una actividad son llamados evento.

Los eventos no tienen valor en tiempo. Para elaborar una red por este método, la obra representada se subdivide en varias actividades componentes. Para organizar las actividades en la red se -

deberán hacer las siguientes preguntas para cada actividad:

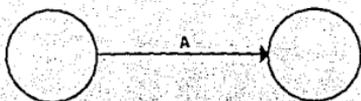
¿Que actividades deben proceder a esta actividad?

¿Que actividades pueden ser simultaneas a esta actividad?

¿Que actividades deben surgir a esta actividad?

La red se organiza como se describe en la figura.

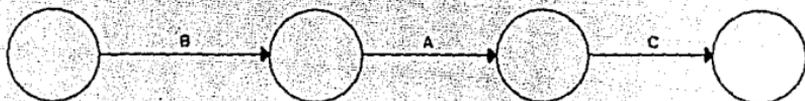
INTERALACION DE ACTIVIDADES.



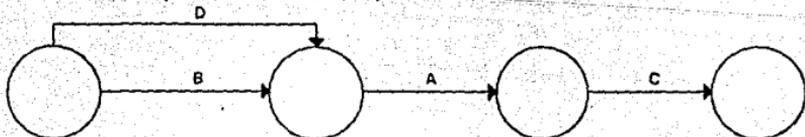
CADA FLECHA REPRESENTA UNA ACTIVIDAD.



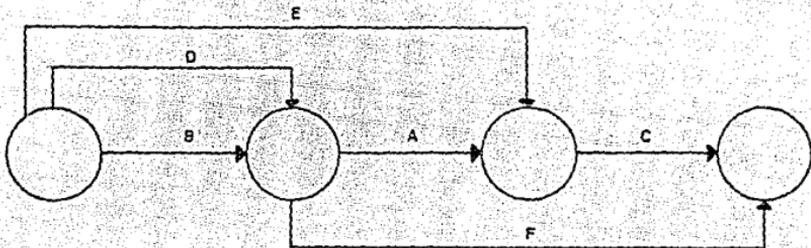
EXISTEN ACTIVIDADES QUE PUEDEN PRECEDER A OTRA (ACTIVIDAD B).



EXISTEN ACTIVIDADES QUE PUEDEN PRECEDER Y SEGUIR OTRA
(ACTIVIDADES B Y C)



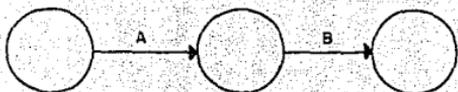
EXISTEN ACTIVIDADES QUE PUEDEN SER SIMULTANEAS CON OTRA ACTIVIDAD
(ACTIVIDAD D CON ACTIVIDAD B).



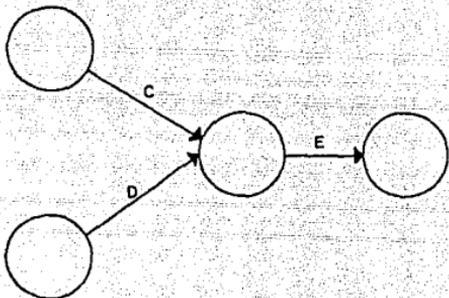
EXISTEN ACTIVIDADES QUE PUEDEN SER SIMULTANEAS CON OTRAS (ACTIVIDAD E CON ACTIVIDAD B Y A, ACTIVIDAD F CON ACTIVIDADES A Y C).

Representación de la Red.

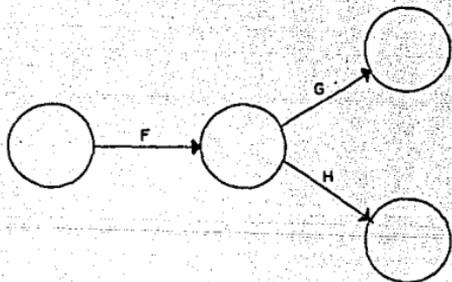
INTERPRETACION



La actividad B no puede iniciar hasta que la actividad A esté terminada.

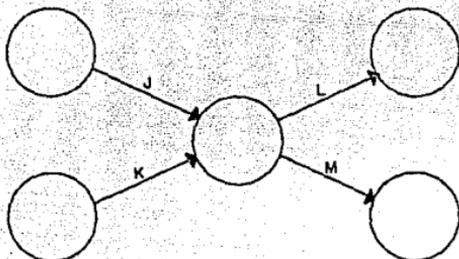


La actividad E no puede iniciar hasta que las actividades C y D estén terminadas.



La actividad F deberá estar terminada antes de que puedan iniciar las actividades G o H.

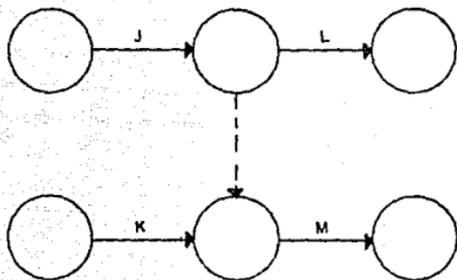
Representación de la Red.



INTERPRETACION

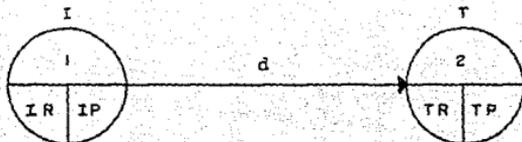
Las actividades J y K deberán estar terminadas antes de iniciar las actividades L o M.

Sin embargo, esta relación no puede representar que L y M deberán seguir a J y que sólo M deberá seguir a K. Para representar lo anterior se deberá usar una actividad llamada ficticia.



Las actividades J y K deberán estar terminadas antes de iniciar M. La actividad L depende sólo de la terminación de la actividad J.

Presentando un esquema de cómo se llevan a cabo las actividades en el desarrollo de una ruta crítica, tenemos:



I = Evento inicial

T = Evento final

d = Duración de la actividad

Ip = Tiempo de iniciación más próximo

IR = Tiempo de iniciación más remoto

TP = Tiempo de terminación más próximo

TR = Tiempo de terminación más remoto.

Haciendo un resumen de lo antes expuesto, se puede concluir:
RUTA CRITICA.

La ruta crítica determina la longitud del proyecto y es el camino más largo entre los eventos inicial y terminal.

Debe haber por lo menos una ruta crítica a través de cualquier red.

REGLAS DE CRITICALIDAD.

a) Los tiempos primero de inicio y último de terminación en el evento inicial de una actividad, deben ser iguales.

b) Los tiempos primero de inicio y último de terminación en el evento final de una actividad, deben ser iguales.

c) El tiempo último de terminación del evento final de la actividad, menos el tiempo primero de inicio del evento inicial de la actividad, deberá ser igual a la duración de la actividad.

d) Las actividades críticas no tienen holguras.

HOLGURAS.

Se define como holgura de un evento, al posible retraso que ese evento podría experimentar, sin causar retraso alguno a la duración total del proyecto.

HOLGURA TOTAL.

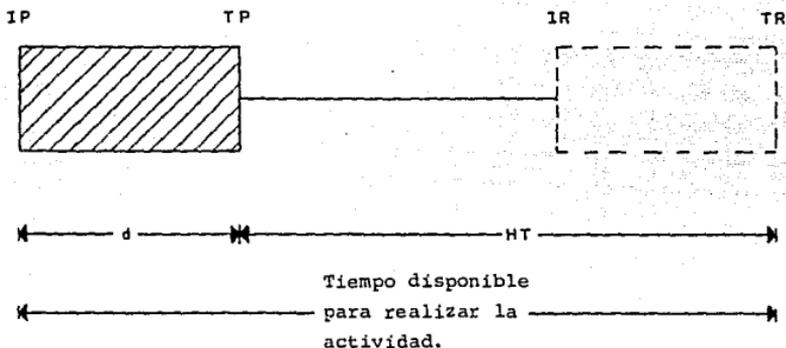
Tiempo que puede desplazarse una actividad sin que se modifique la duración del proyecto.

$$H_t = T_r - I_r - I_p$$

HOLGURA LIBRE.

Tiempo que puede desplazarse una actividad sin modificar la fecha de iniciación más próxima de las actividades que en cadena - le siguen (casi no se emplea).

$$H_l = T_p - I_p - d$$

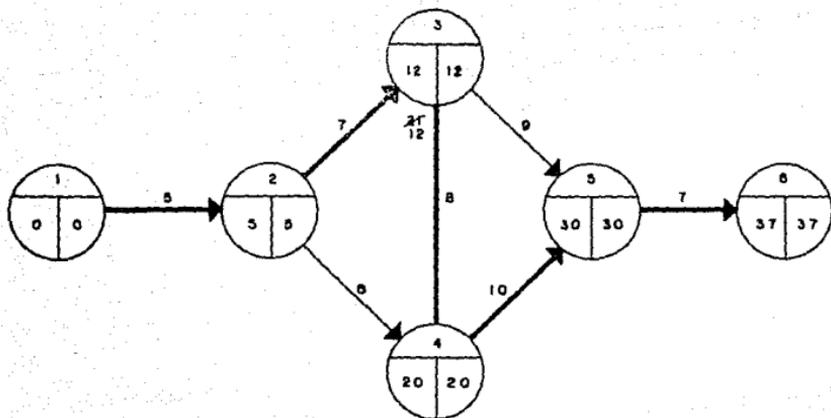


El uso de las holguras permite una distribución óptima de -- las actividades en función de la disponibilidad del personal, ma-- quinaria, dinero, etc.

TABLA DE HOLGURAS

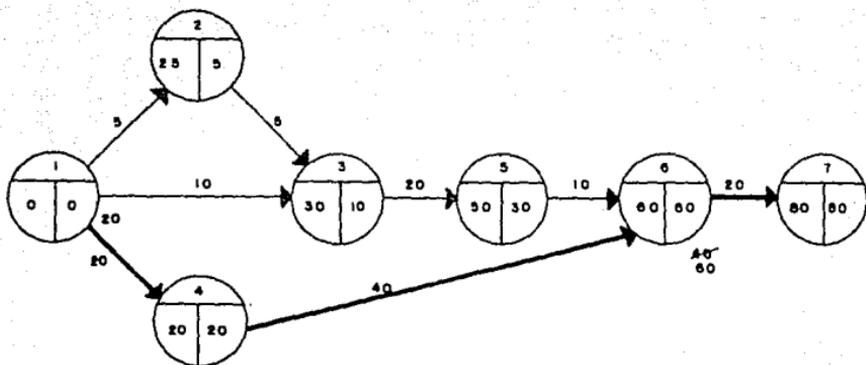
ACTIVIDAD	DURACION	IP	IR = TR-d	TP=IP+d	TR	HT-TR-TP	HL=TP-IP-d
-----------	----------	----	-----------	---------	----	----------	------------

Se presentan a continuación unos ejemplos en donde se apre-- cia lo antes expuesto.

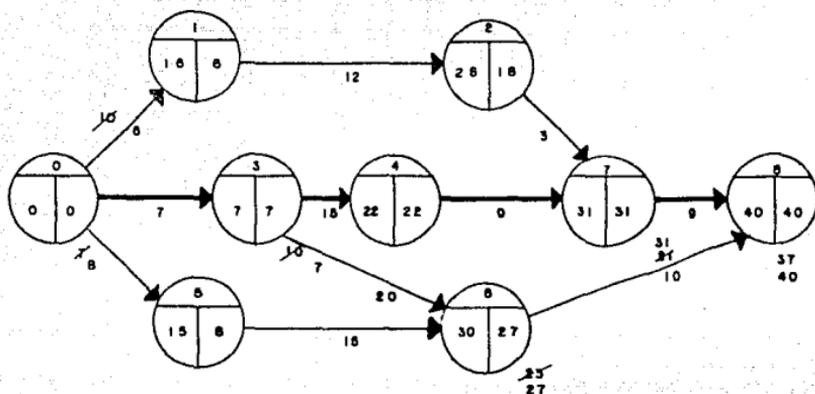


ACTIVIDAD	DURACION	IP	IR = TR - d	TP = IP + d	TR	HT = TR - TP
1 - 2	5	0	0	5	5	0
2 - 3	7	5	5	12	12	0
2 - 4	6	5	14	11	20	9
3 - 4	8	12	12	20	20	0
3 - 5	9	12	21	21	30	9
4 - 5	10	20	20	30	30	0
5 - 6	7	30	30	37	37	0

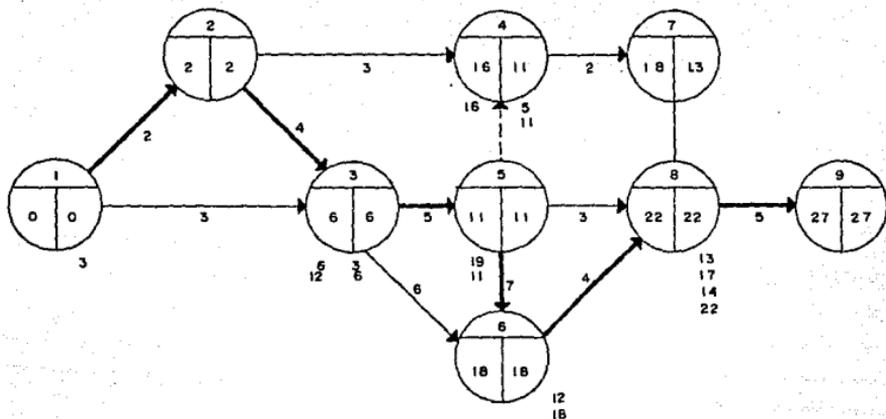
NOTA: EL PARENTESIS EN LAS ACTIVIDADES Y EL GRUESO DE LA LINEA, INDICAN LA RUTA CRITICA.



ACTIVIDAD	DURACION	IP	IR= TR-d	TP=IP+d	TR	HT=TR-TP
1-2	5	0	20	5	25	20
1-3	10	0	20	10	30	20
1-4	20	0	0	20	20	0
2-3	5	5	25	10	30	20
3-5	20	10	30	30	50	20
5-6	10	30	50	40	60	20
4-6	40	20	20	60	60	0
6-7	20	60	60	80	80	0



ACTIVIDAD	DURACION	IP	IR = TR - d	TP = IP + d	TR	HT = TR - TP
0-1	6	0	10	6	16	10
0-3	7	0	0	7	7	0
0-5	8	0	7	8	15	7
1-2	12	6	16	18	28	10
3-4	15	7	7	22	22	0
3-6	20	7	10	27	30	3
5-6	10	8	15	23	30	7
2-7	3	18	28	21	31	10
4-7	9	22	22	31	31	0
7-8	9	31	31	40	40	0
6-8	10	27	30	37	40	3



ACTIVIDAD	DURACION	IP	IR = TR - d	TP = IP + d	TR	HT = TR - TP
(1-2)	2	0	0	2	2	0
1-3	3	0	3	3	6	3
(2-3)	4	2	12	6	6	0
2-4	3	2	6	5	16	11
(3-5)	5	6	12	11	11	0
3-6	6	6	16	12	18	6
4-7	2	11	11	13	18	5
(5-6)	7	11	19	18	18	0
5-8	3	11	18	14	22	8
(6-8)	4	18	18	22	22	0
7-8	4	13	18	17	22	5
(8-9)	5	22	22	27	27	0

ASIGNACION DE RECURSOS

El proceso constructivo marca la secuencia de las actividades que se incluyen en una red; la duración de cada actividad y del -- proyecto es determinada por los recursos que sean asignados. En -- los ejemplos desarrollados anteriormente (Ruta Crítica), se ha tomado la duración de las actividades como un dato del problema y -- por consiguiente, no se debe perder de vista, ya que dicha dura--- ción se determina en función del volumen de obra por ejecutar y de los recursos utilizados. Si se tiene por ejemplo: 1000 m3. de exca--- vación y se tienen los siguientes recursos:

1° Caso: Cuadrilla de 5 personas con rendimiento de 4m3 x jornal -
c/u sería $5 \times 4 = 20$ m3/días; el tiempo de ejecución es -

$$\frac{1000 \text{ m}^3}{20 \text{ m}^3/\text{día}} = 50 \text{ días}$$

2° Caso: Tenemos una Retroexcavadora que tiene un rendimiento de -
100 m3 x jornal; el tiempo de ejecución será

$$\frac{1000 \text{ m}^3}{100 \text{ m}^3/\text{día}} = 10 \text{ días}$$

Como se puede observar, el tiempo de ejecución depende direc--- tamente de los recursos empleados.

Obtenida la Ruta Crítica y las holguras de las actividades de un proyecto, se procede al balance de los recursos requeridos para su ejecución; al decir recursos, nos referimos a mano de obra, ma--- teriales y equipo, los cuales representan, evidentemente, erogacio--- nes.

La asignación o distribución de recursos requeridos para la - ejecución de las actividades de un proyecto dependen de numerosos- factores, entre los cuales podemos mencionar los siguientes:

- Número de unidades en que pueden medirse las actividades.
- Duración del Proyecto.
- Métodos de Ejecución.
- Número de Actividades que pueden ejecutarse por unidad de tiempo; ciertos grupos básicos de trabajo integrados por determinado per--- sonal y equipo.

- Espacios y servicios requeridos para cada grupo básico de trabajo.

Teniendo factores como los mencionados y fijada una duración - "crítica o no crítica", es posible elaborar una lista de recursos necesarios y determinar la intensidad requerida para cada uno de ellos.

No obstante, como los recursos deben de estar de acuerdo con los ingresos y egresos del proyecto, en muchas ocasiones se llegan a presentar situaciones de falta de dinero. Esto se debe principalmente a las concentraciones de inversiones fuertes, las cuales sobrepasan las cantidades disponibles.

Si se hace un balance lógico de recursos, de acuerdo con las holguras disponibles, es muy posible llegar a preveer anticipadamente la cantidad de recursos requeridos, así como también cuando éstos sobran en el proyecto; sobre todo en lo que se refiere a personal y equipo.

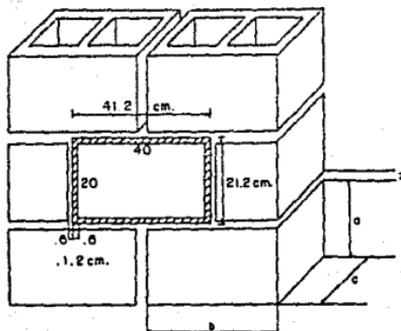
Tomando como ejemplo el concepto de muros y castillos del presupuesto de una obra se tiene:

	UNIDAD	CANTIDAD
a) Muro de block grado duro intermedio 15X20X40 cm. de 15 cm. de espesor <u>jun</u> teado con cemento cal-arena 1:1:10 con espesor promedio en junta de 1.2 cm.	M2	150.00
b) Castillo 15 X 20 cm armado con 4ϕ 3/8; ϕ $\frac{1}{4}$ a cada 20 cm. concreto f'c=200 - Kg/cm2 RN.	M	35.00

De donde se obtendrán los recursos necesarios para llevar a cabo la actividad.

Haciendo un esquema del muro, se observa:

a=20 Cm. c=15 Cm.
b=40 Cm. z=1.2 Cm.



de donde se obtiene:

1.- Block

$$\text{No. pzas/m}^2 = \frac{1}{(b+z)(a+z)} + 7\% \text{ desperdicio}$$

$$\text{No. pzas/m}^2 = \frac{1}{(0.40 + 0.012)(0.20 + 0.012)}$$

$$\text{No. pzas/m}^2 + 7\% \text{ desperdicio} = 11.45 \times 1.07 = 12.25 \text{ pzas/m}^2$$

$$\text{No. pzas/m}^2 = 12$$

2.- Cemento-cal-arena 1:1:10

$$m_3/\text{pza} = Z_c(b+z+a)$$

$$m_3/\text{pza} = 0.012 \times 0.15 (0.40 + 0.012 + 0.20)$$

$$m_3/\text{pza} = 0.00018 (0.612)$$

$$m_3/\text{pza} = 0.0011$$

Sin considerar desperdicio por la influencia de las perforaciones verticales del block, tenemos:

$$m_3/m^2 = 0.0011 \text{ m}_3/\text{pza} \times 11.45 \text{ pza/m}^2$$

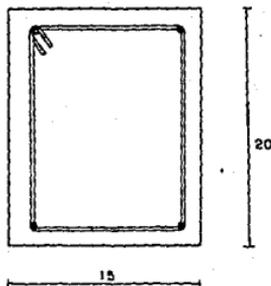
$$m_3/m^2 = 0.0126$$

3.- Hechura de muro.

Oficial albañil 9 m²/jornal

Ayudante de albañil 9 m²/jornal

Haciendo un esquema del castillo, se observa:



1.- Acero $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

$\emptyset 3/8''$, incl. alambre.

4 var. $\times 0.557 = 2.228 \text{ kg/m}$

2.- Acero $F_y = 2530 \text{ Kg/cm}^2 \emptyset 1/2''$

100 cm = 5 est.

20 cm.

5 est. $\times 0.60 \text{ mts} = 3.00 \text{ mts} \times 0.251 = 0.753 \text{ Kg/m}$

3.- Concreto $F'C = 200 \text{ Kg/cm}^2 \text{ R.N.}$

$0.15 \text{ m} \times 0.20 \times 1.00 \text{ m} = 0.03 \text{ m}^3/\text{m} + 5\%$

desperdicio = $0.03 \text{ m}^3/\text{m} \times 1.05 = 0.032 \text{ m}^3/\text{m}$

4.- Cimbra $0.20 + 0.20 = 0.40 \text{ m} \times 1.00 \text{ m} = 0.40 \text{ m}^2/\text{m}$

5.- Armado, cimbra y colocación de concreto.

Of. Albañil 10 m/jornal

Ayud. albañil 10 m/jornal

De estos conceptos obtenemos los recursos básicos siguientes:

Block de 15 x 20 x 40 cm.

12 pzas/m² x 150 m² = 1800 pzas.

Cemento-cal-arena 1:1:10

0.0126 m³/m² x 150 m² = 1.89 m³

Hechura de muro

oficial albañil 9 m²/jornal

$\frac{150 \text{ m}^2}{9 \text{ m}^2/\text{jornal}} = 16.667 = 17 \text{ jornales}$

Acero de 3/8" Ø

2.228 kg-m x 35.00 m = 77.98 Kg.

Acero de 1/4" Ø

0.753 kg/m x 35.00 m = 26.36 Kg.

Concreto F'c = 200 Kg/cm²

0.032 m³/m x 35.00 m = 1.12 m³

Cimbra en castillos

0.40 m²/m x 35.00 m = 14.00 m²

Armado, cimbra y colocación de concreto

oficial albañil 10 m/jornal

$\frac{35 \text{ m}}{10 \text{ m/jornal}} = 3.5 \text{ jornales}$

ayudante de albañil 10 m/jornal

$\frac{35 \text{ m}}{10 \text{ m/jornal}} = 3.5 \text{ jornales}$

RESUMIENDO:

Block 15 x 20 X 40 cm.	1800.00 pzas.
Mortero cemento-cal-arena 1:1:10	1.89 m3
Acero de 3/8" Ø	77.98 Kg.
Acero de 1/4" Ø	26.36 Kg
Concreto f'c= 200 Kg/cm2	1.12 m3
Cimbra	14.00 m2
Oficial albañil	20.50 jornal
Ayudante de albañil	20.50 jornal

De igual manera se procede en el cálculo de los principales recursos, según las etapas en que se haya dividido el proyecto.

COMPRESION DE REDES.

La compresión de redes es el procedimiento de acortar el tiempo de duración de un proyecto, determinado por el método de la ruta crítica.

Cuando una actividad se ejecuta en un tiempo normal, se dice - que dicha actividad tuvo una duración normal, en cambio cuando la duración de una actividad se acorta hasta su duración límite se dice que esa actividad tiene una duración de premura.

La duración de premura se obtiene de igual forma que la duración normal, es decir: volumen/rendimiento, pero con la utilización de un mayor número de recursos que, aunque aumentan la producción, el rendimiento del personal y equipo disminuye por lo que aumenta el costo.

El costo para reducir una actividad por unidad de tiempo una - vez conocidas las duraciones y costos normales y premura, se determina con la siguiente fórmula:

$$\text{Costo por unidad de tiempo acortada} = \frac{\text{Costo de premura} - \text{Costo normal}}{\text{Duración normal} - \text{Duración de premura}}$$

PROCEDIMIENTO PARA EFECTUAR LA COMPRESION DE REDES.

Las compresiones se efectúan directamente en la red o diagrama y si se quiere acortar el proyecto en un día o más, se hace en la ruta crítica, de donde se escogerá la actividad de menor costo por día acortado.

Para reducir el proceso, se toman actividades críticas, es decir, actividades que no tienen holguras y cualquier reducción de tiempo en éstas, se reflejará en la duración total del proyecto.

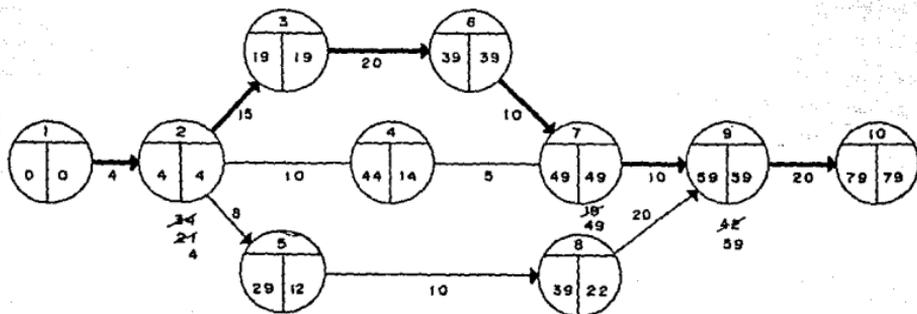
Se debe tener cuidado de que no desaparezca la ruta crítica original, pero a la vez, el proceso de compresión puede originar - varias rutas críticas.

Si se quiere acortar más tiempo el proyecto, y ya se tiene la ruta crítica original y otra más formada por la última compresión, la siguiente reducción, deberá hacerse simultáneamente y por el --

mismo número de días en ambas rutas críticas; una actividad no se puede acortar mas allá de su duración límite o de premura.

Cuando se desea realizar un proceso productivo en el menor tiempo posible, es común efectuar todas las actividades del proceso en condiciones límites. Esta manera de proceder conduce a un incremento innecesario del costo del proceso; pues como se ha visto, deben acelerarse las actividades que producen acortamientos de tiempo. - Hay actividades que no es útil acortar pero que de hacerlo incrementan el costo.

Se presenta un ejemplo para la explicación del método.



De donde se han obtenido los siguientes datos:

ACTIVIDAD	DN	DP	CN	CP	PESOS/DIA	
1 - 2	4	2	300,000	1'000,000	350,000	
2 - 3	15	10	150,000	300,000	30,000	
2 - 4	10	5	100,000	125,000	5,000	DN = DURACION NORMAL
2 - 5	8	5	100,000	150,000	16,667	
3 - 6	20	10	125,000	225,000	10,000	DP = DURACION DE PREMURA
4 - 7	5	3	130,000	200,000	35,000	
5 - 8	10	5	225,000	350,000	25,000	CN = COSTO NORMAL
6 - 7	10	5	170,000	200,000	6,000	CP = COSTO DE PREMURA
7 - 9	10	5	400,000	900,000	100,000	
8 - 9	20	10	800,000	1'250,000	45,000	
9 - 10	20	10	500,000	800,000	30,000	

R E S U M E N .

El costo para terminar el proyecto en condiciones normales es de 79 días con un: CN = \$ 3'000,000.00

La suma de los cotos de premura de todas las actividades constituye el costo de ruptura: CR = \$ 5'500,000.00

Necesitamos acortar el proyecto en 30 días, por lo que se escoge una de las actividades críticas en donde se tiene un menor costo por día, por ejemplo la actividad 6-7; si acortamos esta actividad en un día tenemos que el costo aumentaría:

$$C = \$3'000,000.00 + 6,000.00 \times 1 = \$ 3'006,000.00$$

El siguiente paso (1a. compresión) acortar esta actividad a su límite, es decir, 5 días:

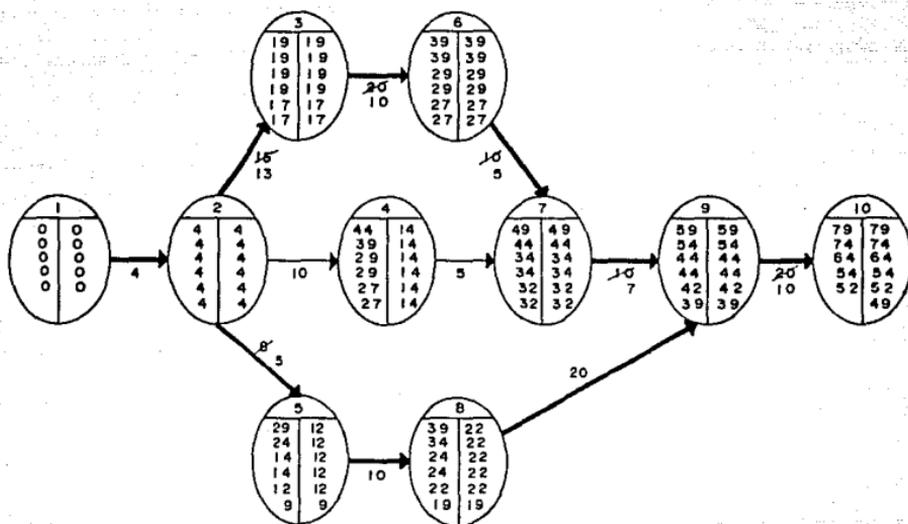
$$C = 3'000,000.00 + 6,000.00 \times 5 = \$3'030,000.00$$

∴ C=\$3'030,000.00; esta actividad ya no se podrá acortar pues ha llegado a su duración de premura.

A continuación se efectuarán las compresiones correspondientes para obtener el acortamiento de 30 días y para no hacer repetitivo el esquema, se utilizará uno en el que se presenten las compresiones efectuadas en las actividades que se requieran:

- 1a. Compresión.- La actividad 6-7 se reduce a 5 días.
- 2a. Compresión.- La actividad 3-6 se puede reducir 10 días
- 3a.- Compresión. La actividad 9-10 se puede reducir 10 días
- *4a. Compresión.- La actividad 2-3 se reduce en 2 días
- 5a. Compresión.- La actividad 7-9 se reduce en 3 días

Pero como ya se ha formado otra ruta crítica, se tendrá que - reducir en 3 días alguna actividad de ella para no alterar ninguna de las dos; la 2a. ruta crítica aparece en la actividad 2-3 (*4a. Compresión).



Con cinco compresiones se llega a la duración requerida y la compresión de la red se ha terminado, por lo que el diagrama final ha quedado como se indica en la hoja siguiente:

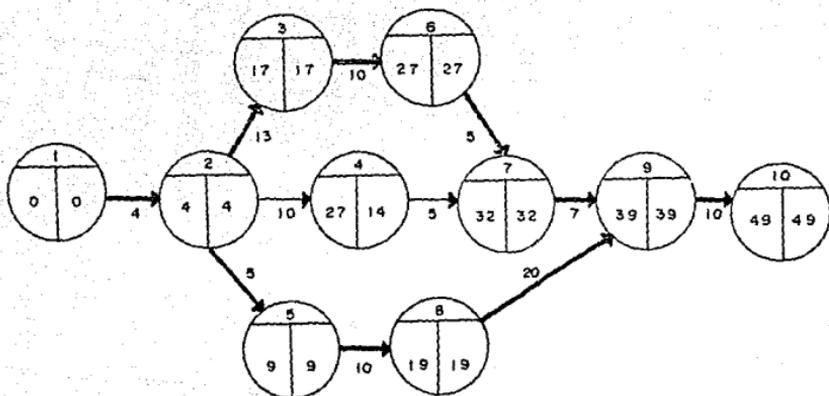


TABLA DE COMPRESIONES.

ACTIVIDADES	COMPRESIONES	OPERACIONES	COSTO TOTAL	DURACION ACOFORDADA
6-7	1a. 5 días	3'000,000+6,000X 5	3'030,000.00	79-5=74
3-6	2a. 10 días	3'030,000+10000X10	3'130,000.00	74-10=64
9-10	3a. 10 días	3'130,000+45000X10	3'580,000.00	64-10=54
2-3	4a. 2 días	3'580,000+30000X 2	3'640,000.00	54-2=52
7-9 y 2-5	5a. 3 días	3'640,000+ ^{105000X 3} _{16667X 3}	3'990,001.00	52-3=49

Para una duración de 49 días, obtenemos por medio de la compr^o sión de redes un aumento en el costo de \$3'000,000.00 hasta - - - \$3'990,001.00, costo de conveniencia, #3'990,001.00

En la gráfica de la Figura 8 se representa el comportamiento de cada una de las actividades; asimismo se observa que el costo de conveniencia es el obtenido de las actividades 7-9 y 2-5.

El decir costo de conveniencia, indica que si se siguieran -- comprimiendo las actividades, se puede llegar al costo de ruptura- (CR = \$ 5'500,000.00), el cual resulta de comprimir al máximo las actividades.

GRAFICA "COSTO TOTAL - DURACION"

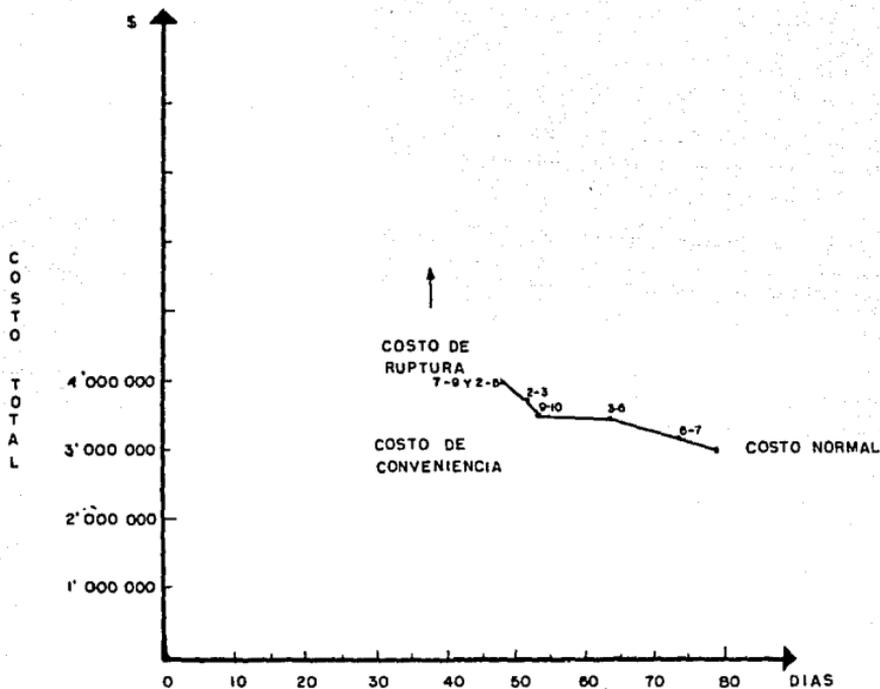


Figura 8.- Representación gráfica de la tabla de compresiones en la que se indica la duración del proyecto y el incremento en -- costo.

ORGANIZACION

Se cree que la organización de empresas constructoras sea "La división lógica, óptima y ordenada de trabajos y responsabilidades, para alcanzar los objetivos definidos por la planeación".

La organización ha existido siempre, desde que el hombre se unió en la comunidad más primitiva, se comunicó y se dividió el trabajo; realizó labores de organización.

El hombre es organizado por nacimiento, más cuando trabaja en un grupo numeroso, su intuición deja de ser eficiente, al no contar con la información necesaria. Para que un grupo de personas pueda trabajar efectivamente en la realización de ciertos propósitos, debe existir una estructura explícita de funciones y para el caso de empresas pequeñas y medianas es recomendable, tomar muy en cuenta las cualidades de cada persona, y convertir la organización en un esquema elástico y dinámico, que sirva a las personas; en otras palabras, usar la organización en función del individuo.

Para que un puesto o posición individual exista debe tener objetivos claros, un área clara de autoridad o autonomía un concepto definido de sus obligaciones y un entendimiento de las relaciones de ésta posición con otras, con las que requiera coordinarse.

Es en la empresa constructora, en donde el fenómeno de crecimiento se presenta mas rápidamente; primero por la incertidumbre de demanda futura, que en muchas ocasiones obliga al empresario a saturarse de trabajo como una política de previsión para épocas de ausencia de demanda.

Por otra parte y dada su condición de ejecutora de proyectos específicos, si éstos son realizados en forma eficiente, el concepto que un cliente difunda de tal o cual empresa, inducirá un desarrollo geométrico en su grupo de influencia y cuando la opinión de diferentes grupos pudiese coincidir (en relación al buen nombre de una constructora), la progresión sufre una aceleración aún mayor. Es por esto que se recomienda diseñar, desde el inicio de la organización, las mecánicas operativas que permitan una evolución lógica y debidamente planeada.

En base a la convención de que son excepcionales en la industria de la construcción las empresas que nacen grandes, se considera interesante analizarlas en función de su creciente número de técnicos, según la tabla siguiente y de acuerdo con las 5 etapas que se presentan.

ETAPA	No. DE TECNICOS	PROBABLE PROBLEMA.
I	2 A 4	Asignación de responsabilidades
II	4 A 8	División del trabajo
III	8 A 40	Delegación de Autoridad
IV	40 A 100	Control
V	100 en adelante	Descentralización.

ETAPA I.

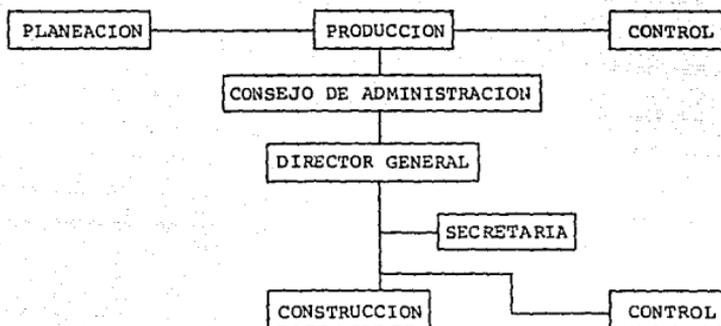
En la industria de la construcción latinoamericana, es muy frecuente el caso de la empresa de un sólo hombre, así como también es normal que muy pronto éste se encuentre ante la necesidad imperiosa de allegar recursos humanos que le permitan continuar con su función empresarial.

Como ejemplo de esta etapa, se analiza una incipiente empresa donde un "hombre orquesta" debe abocarse sin ayuda alguna a las siguientes responsabilidades.

- Búsqueda de clientes.
- Obtención de la opción del cliente.
- Levantamiento y plano topográfico del predio
- Elaboración del antepresupuesto
- Valuación de la oferta y la demanda
- Toma de decisión en relación al riesgo
- Obtención de licencias para construcción
- Organización del personal obrero.
- Control de calidad de construcción.
- Control de costo de construcción
- Coordinación de subcontratistas
- Estimaciones.
- Pago de mano de obra, etc.

Es indudable que ante esta carga de responsabilidad, el "propietario gerente" realice muchas funciones ineficientemente, por tanto buscará un socio antes que un empleado, con quien compartir la responsabilidad y normalmente el empresario original toma la responsabilidad de la planeación y el control; el nuevo socio el problema de producción o viceversa.

EMPRESA CONSTRUCTORA ETAPA I.



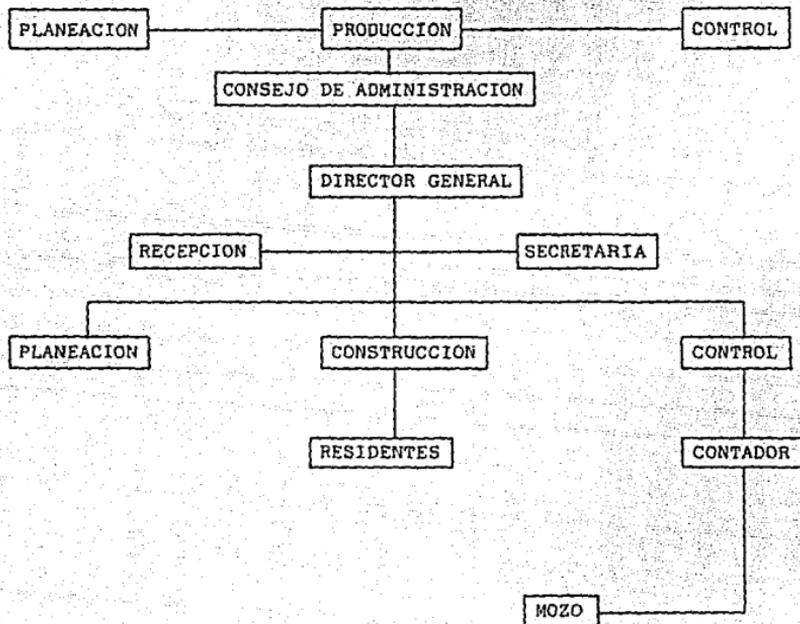
ETAPA II

Es en esta etapa donde la elasticidad de funciones provoca invasiones de las mismas, será necesario iniciar el establecimiento de divisiones precisas de funciones, autoridad y responsabilidad, tomando en cuenta las siguientes sugerencias:

- a) Que el trabajo se divida de tal forma, que el empleado o trabajador se convierta en un especialista, que liberado del tiempo que le llevaría la concepción del problema, pueda dedicar sus esfuerzos al mejoramiento del mismo y a una superación personal y por lo tanto de la empresa.
- b) Que las cualidades personales sean aprovechadas al máximo; es decir, que la combinación adecuada de cualidades-defectos, y de defectos-cualidades (existentes en todo ser humano puedan capitalizarse.

- c) Los grupos de personas que forman departamentos o divisiones deberán abarcar un campo de actividades, realizable, homogéneo y separado.

EMPRESA CONSTRUCTORA ETAPA II.



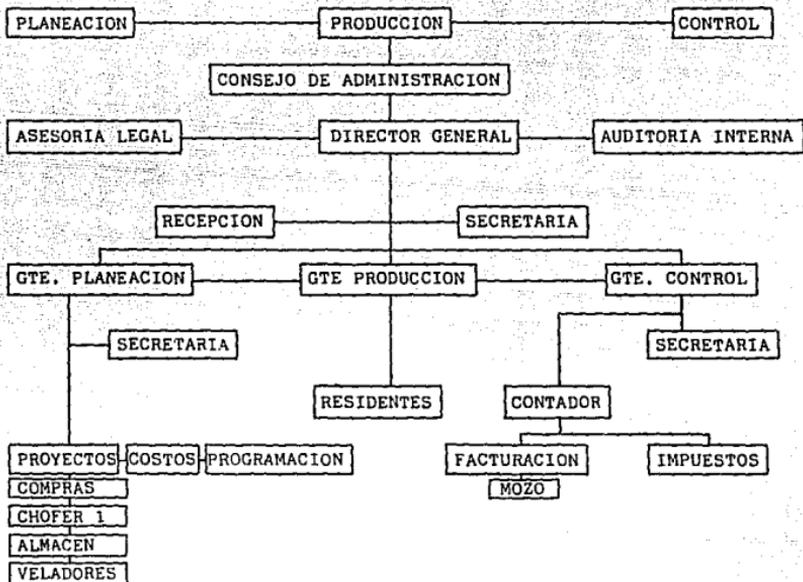
ETAPA III

Es el paso más crítico de las empresas constructoras que abandonan su "segunda etapa" y es donde se presenta el caso de un empresario que normalmente trabaja de 8 a 14 horas diarias, al cual le será muy difícil delegar decisiones importantes en empleados que trabajan únicamente 8 horas.

A este respecto, la solución más adecuada pudiese ser la contratación de ejecutivos con un sueldo garantizado y un interés en la producción.

De lo anterior, se desprende que los resultados de los subordinados, son los del ejecutivo y que éste se mide a través de la eficiencia de sus ayudantes.

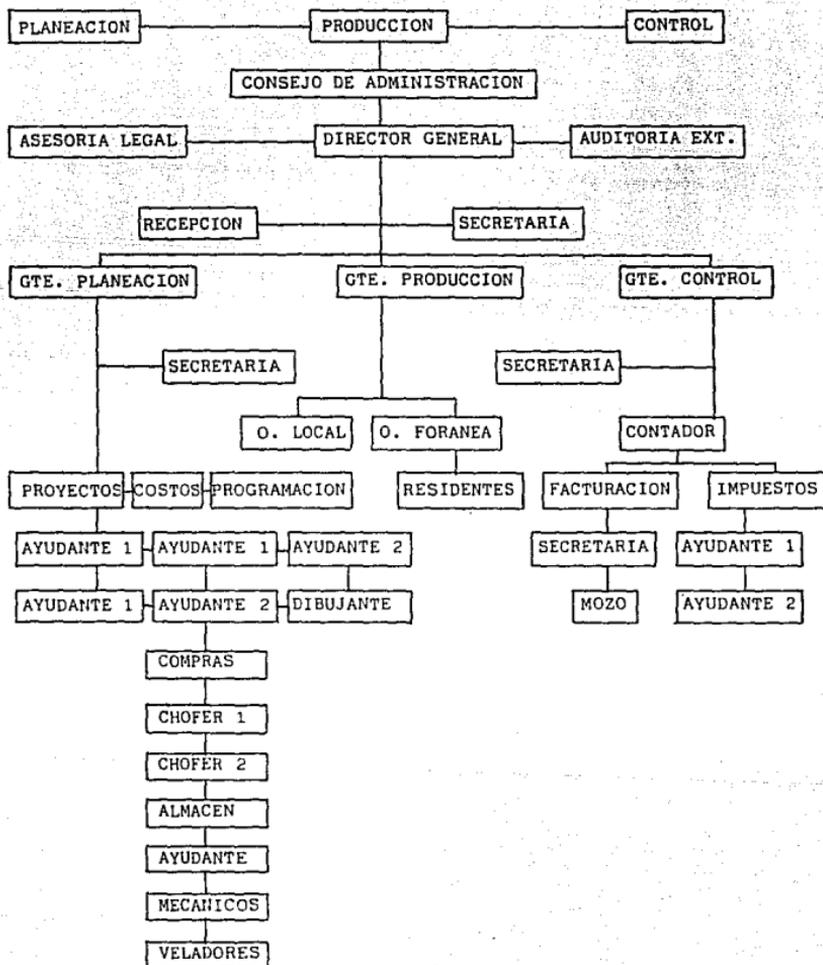
EMPRESA CONSTRUCTORA ETAPA III.



ETAPA IV

En la primera y segunda etapas de una empresa constructora, el propietario Gerente, tiene en mente la contabilidad total de su empresa; en la tercera etapa, donde se mezclan socios y empleados, es indispensable el implatamiento de un control.

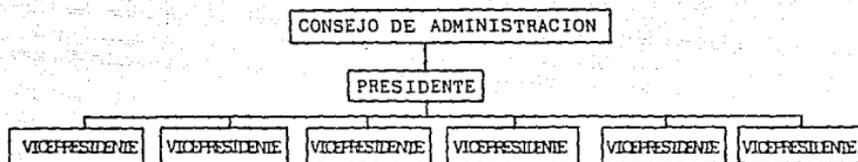
EMPRESA CONSTRUCTORA, ETAPA IV.



ETAPA V.

Superadas las etapas anteriores, cada una de las gerencias se rán una pequeña empresa con plena libertad de decisiones, limitadas únicamente por políticas de grupo que conlleven a una mayor especialización que dé como resultado una mayor productividad.

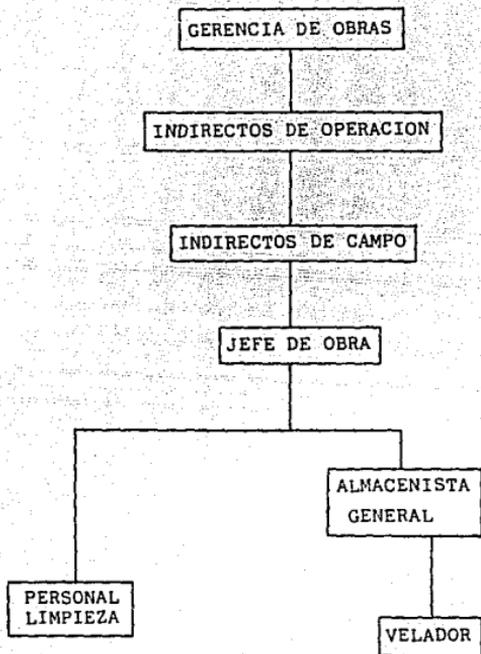
EMPRESA CONSTRUCTORA, ETAPA V.



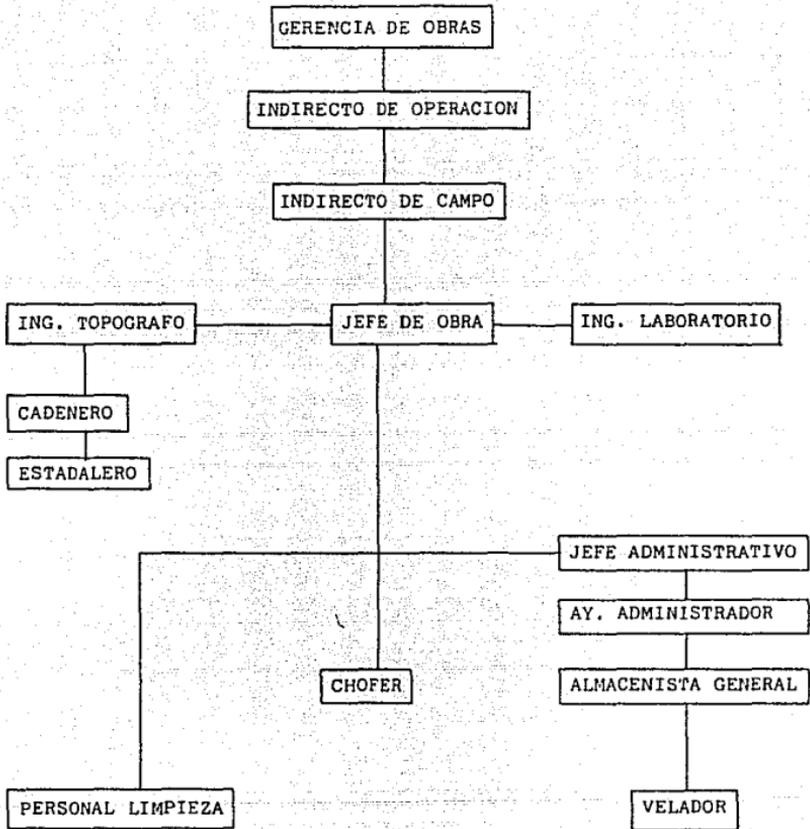
En la empresa constructora, pequeña, mediana o grande, si en su organigrama, los hombres claves no concuerdan con él, se deberá modificar y diseñar otro aparato administrativo que en lo posible contemple las características de los mismos, no olvidando que las decisiones conjuntas, tomadas a través de comunicaciones fluidas, comparten la responsabilidad y permiten el alcance de los objetivos más rápidamente, en otras palabras, se superpone al organigrama formal las comunicaciones informales y se aprovechan para lograr un organigrama eficiente.

Para la industria de la construcción encontramos diferentes tipos de organigramas, pero en todos se distinguen las áreas básicas de producción, de control y ventas o producción futura. A continuación se presentan los organigramas para una obra mínima, obra media y obra grande.

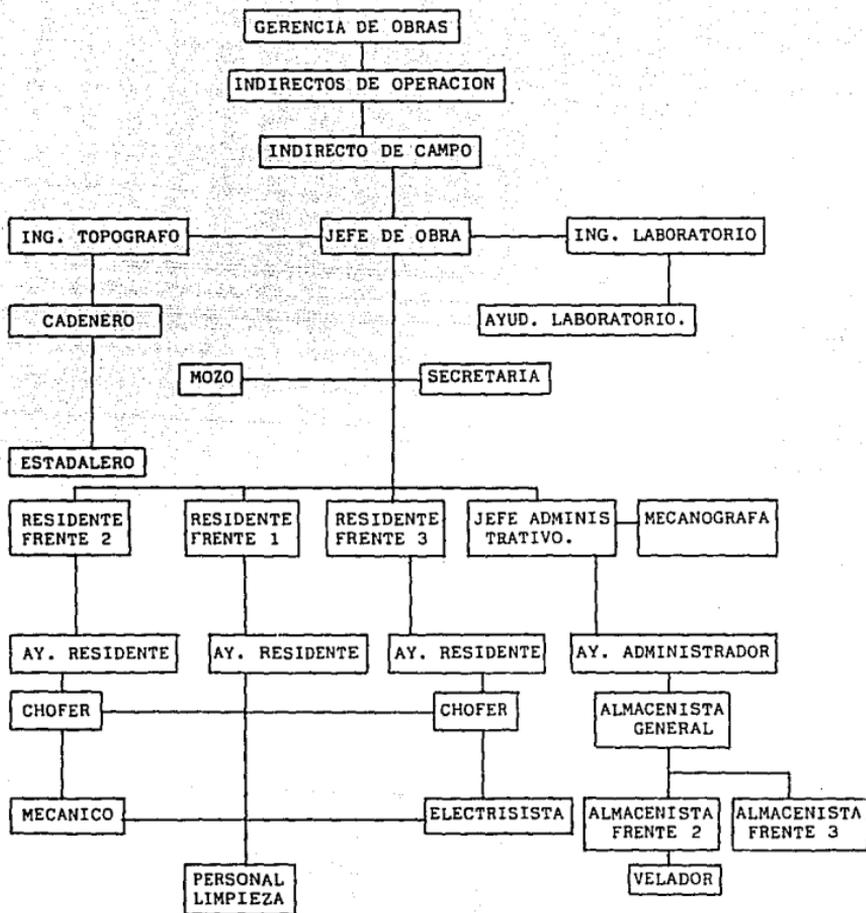
OBRA MINIMA.



OBRA MEDIA



OBRA GRANDE



Tomando en consideración los organigramas presentados, cabe hacer mención que éstos no logran su objetivo; si no llega a existir un medio de comunicación en el que se incluya a todos y cada uno de los responsables de cada área, por tal motivo, hablar de organización implica, necesariamente, hablar de comunicación, sin ésta, - cualquier intento organizativo sería irrealizable, más aún, la evolución del hombre, está supeditada a la comunicación con otros hombres, su condición natural, es el grupo.

LIDERAZGO.

Comunmente, la incógnita del por qué ciertos hombres llegan a ejercer una influencia definitiva sobre otros, se ha dado en llamar carisma; que en una posición utópica, se traducirá en que cada uno de los jefes de área, debería ser reconocido por su gente como un lider y que éste a su vez, considera a su director como tal.

Es indudable que en una organización no bastaría la condición de lider para nombrar un ejecutivo, será necesario que éste posea - además, la técnica, la escolaridad y la experiencia en el área a dirigir, por lo que se considera que el director deberá seleccionar a las personas con mayores aptitudes y a través de la comunicación convertirlas en lideres.

CONTROL

Se considera el control en la empresa constructora como el establecimiento de sistemas que permitan detectar errores, desviaciones, causas y soluciones, de una manera expedita y económica.

La planeación, una vez realizada, proporciona una base para ejecutar el trabajo. Las diferentes actividades identificadas bajo la organización y la dirección, proporcionan los medios con los cuales el trabajo se puede llevar a cabo. El control comprende las actividades que realiza el administrador para asegurar que el trabajo ejecutado, encaja con lo que fue planeado.

El control es un costo en sí mismo, no es productivo en términos de unidades finales, por tanto, el control efectivo, será el que menos cuente en tiempo, dinero y esfuerzo pero que, sin embargo, proporcione una visibilidad adecuada en forma periódica.

Por adecuada, se entiende la mínima cantidad de datos necesarios para informarse sobre la situación actual, de los factores importantes que se están midiendo, la periodicidad implica la disponibilidad de estos datos a tiempo para tomar una acción correctiva. El menor costo, significa que los datos se deben obtener de tal manera que produzcan la menor interrupción posible de los esfuerzos productivos actuales de la Empresa.

Los elementos a controlar serán, en forma genérica:

- a) Recursos
- b) Tiempo
- c) Calidad
- d) Cantidad

En la construcción, se utilizan parámetros medibles sobre los cuales se deben tener un control como son:

- Volumen anual de ventas.
- Costo indirecto de operación
- Costo indirecto de obra
- Rendimientos de mano de obra
- Rendimientos de materiales
- Rendimientos de equipo

- Metros cuadrados construidos
- Metros cúbicos de concreto colado
- Toneladas de acero de refuerzo colocados
- Horas extra
- Horas máquina
- Rendimientos, combustibles, etc. etc.

Esto se expresa generalmente en:

- a) Números: Metros cuadrados, metros cúbicos, toneladas, etc.
- b) Dinero: Pesos de erogación teórica, de erogación real, pesos de venta, pesos de costo, etc.
- c) Porcentajes: Indirectos de operación, indirectos de campo, desperdicios.
- d) Lapsos: días, semanas, meses.
- e) Puntos de control: Inicios, pedidos, terminaciones parciales, -- terminaciones totales.

De ellos se analizarán los mas importantes.

COSTO INDIRECTO DE OPERACION

El costo indirecto de operación representa el cargo que la estructura técnico-administrativa de la oficina central de la empresa ocasiona sobre el costo de las obras realizadas bajo los 5 rubros enunciados a continuación.

- 1.- Gastos técnicos y/o administrativos
- 2.- Alquileres y/o depreciaciones
- 3.- Obligaciones y seguros
- 4.- Materiales de consumo
- 5.- Capacitación y promoción.

COSTO INDIRECTO DE OBRA.

Se le denomina así a la estructura técnico-administrativa, ne cesaria para la ejecución de un proceso productivo de edificación y representa el cargo que la misma provoca sobre el costo de la obra en cuestión bajo los rubros siguientes:

- 1.- Gastos técnicos y/o administrativos
- 2.- Traslado de personal a obra (obras foráneas)

- 3.- Comunicaciones y fletes
- 4.- Construcciones provisionales
- 5.- Consumos varios.

RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA

En todo proceso productivo, la mano de obra es definitiva; - en el caso de una empresa constructora, siempre se determina la ca l i d a d e l p r o d u e l p r o t a n o, dicha empresa puede ser - clasificada de buena, regular o mala.

Por otro lado, su productividad condiciona su éxito o su fra ca s o, cuando comparativamente también puede colocarla dentro o fue ra d e l m e r c a d o p o r c o s t o i n c u m p l i m i e n t o.

A continuación se somete a la consideración del lector los - rendimientos óptimo, medio y mínimo en el área del Valle de México para los siguientes grupos de trabajo:

- GRUPO 1: 1 peon y 1/10 de cabo
- GRUPO 2: 1 peon y 1/4 de oficial de albañilería
- GRUPO 3: 1 ayudante carpintero y 1 oficial de carpintería
- GRUPO 4: 1 ayudante fierrero y 1/2 oficial fierrero
- GRUPO 5: 1 peon y 1 oficial de albañilería
- GRUPO 6: 1 peon y 1 oficial especialista.

Asimismo se presentan Tablas tomadas del libro Administración de Empresas Constructoras del Ing. Suárez Salazar; en éstas se describe El Concepto, La Unidad, El Grupo que efectúa el trabajo y el rendimiento que se puede obtener en una Obra de Edificación.

CONCEPTO			RENDIMIENTO		
1. PRELIMINARES	Un	Grupo	Optimo	Medio	Mínimo
1.01 DEMOLICION HASTA 3 MTS. ALTURA					
Bardas lab. edición	m ²	1	40.00	27.50	22.00
Barcas bloch 15 cm.	m ²	1	20.00	18.00	16.00
Bardas tabique 15 cm.	m ²	1	19.00	17.00	15.00
Bardas piedra 30 cm.	m ²	1	7.00	6.00	5.00
Dales y canchales 15x15 cm	m ²	1	22.00	22.00	21.00
Dales y canchales 15x30 cm.	m ²	1	18.00	17.00	16.00
Mampostería piedra, cal arena	m ³	1	2.00	1.90	1.80
Mampostería piedra, cemento arena	m ³	1	1.70	1.60	1.50
Concreto armado en taboatas (Bajas resistencias)	m ³	1	1.10	1.00	0.90
Concreto armado en taboatas (A las resistencias)	m ³	1	0.90	0.85	0.80
Plantillas de concreto 8 cm.	m ²	1	30.00	28.00	26.00
Plantillas de concreto 7 cm.	m ²	1	28.00	26.00	24.00
Plantillas de concreto 10 cm.	m ²	1	34.00	32.00	30.00
Firnos armados hasta 15 cm.	m ³	1	0.25	0.20	0.15
Firnos armados hasta 30 cm.	m ³	1	0.75	0.70	0.65
Leonas armadas de 10 cm.	m ³	1	10.00	9.00	8.00
Leonas armadas aligeradas de 30 cm.	m ³	1	8.00	8.00	4.00
Leonas armadas aligeradas de 60 Cm.	m ³	1	8.00	4.00	3.00
Concreto armado en columnas hasta 0.10 m ³ /ml	m ³	1	0.25	0.20	0.15
Concreto armado en columnas 0.10 a 0.25 m ³ /ml	m ³	1	0.50	0.45	0.40
Concreto armado en columnas 0.25 a 1.0 m ³ /ml	m ³	1	0.75	0.70	0.65
1.02 ACARREO DEMOLICIONES					
Trenbaleo a 3 mts. Horizontales ó 1.5 mts. Verticales	m ³	1	12.00	12.00	14.00
En carretilla a 50 mts	m ³	1	8.00	7.00	6.00
A abunda a 30 mts. Horizontales ó 3.0 mts. Verticales	m ³	1	4.00	3.00	3.00
1.02 LIMPIEZA DE TERRENO					
Plano	m ²	1	100.00	80.00	60.00
Acidentado	m ²	1	75.00	65.00	55.00
Muy acidentado	m ²	1	60.00	40.00	30.00
1.04 TRAZO EN TERRENO					
Plano	m ²	3	175.00	160.00	125.00
Acidentado	m ²	2	100.00	85.00	70.00
Muy acidentado	m ²	2	60.00	55.00	50.00
1.05 DESMONTE EN TERRENO CON					
Vegetación escasa	m ²	1	40.00	30.00	20.00
Vegetación media	m ²	1	40.00	35.00	30.00
Vegetación profusa	m ²	1	30.00	25.00	15.00
II. CIMENTACIONES					
2.01 EXCAVACION A MANO EN MATERIAL 100-0-0.					
De 0 a 1.5 metros profundidad	m ³	1	5.50	5.00	4.50
De 1.5 a 2.5 metros profundidad	m ³	1	4.50	4.25	4.00
De 2.5 a 3.5 metros profundidad	m ³	1	3.75	3.50	3.25
2.02 EXCAVACION A MANO EN MATERIAL 0-100.					
De 0 a 1.5 metros profundidad	m ³	1	3.00	2.75	2.50
De 1.5 a 2.5 metros profundidad	m ³	1	2.50	2.25	2.00
De 2.5 a 3.5 metros profundidad	m ³	1	2.00	1.80	1.60

TABLA I.- PRELIMINARES Y CIMENTACIONES.

2.03	EXCAVACION A MANO EN MATERIAL 0-0-100.					
	De 0 a 1.5 metros profundidad	m ³	1	0.90	0.20	0.10
	De 1.5 a 2.5 metros profundidad	m ³	1	0.75	0.15	0.05
	De 2.5 a 3.5 metros profundidad	m ³	1	0.50	0.10	0.05
2.04	BARRENOS A MANO					
	Ø 3/4"	m ^l	1	1.00	4.00	3.00
	Ø 1"	m ^l	1	4.50	4.25	4.00
	Ø 1 1/2"	m ^l	1	2.75	2.50	2.25
2.05	EXTRACCION PIEDRA QUEBRADA					
	De 0 a 1.5 metros profundidad	m ³	1	1.50	5.00	4.50
	De 1.5 a 2.5 metros profundidad	m ³	1	4.50	4.25	4.00
	De 2.5 a 3.5 metros profundidad	m ³	1	2.75	2.50	2.25
2.06	PLANTILLA CONCRETO. INCLUYE ACARREO 20 METROS					
	De 5 cm.	m ²	2	21.00	20.00	18.00
	De 7 cm.	m ²	2	20.00	19.00	18.00
	De 10 cm.	m ²	2	17.00	16.00	15.00
2.08	CIMENTO PIEDRA BRAZA					
	De 0 a 0.25 m ³ /m ^l	m ³	5	3.00	1.90	1.80
	De 0.25 a 0.50 m ³ /m ^l	m ³	2	3.00	2.90	2.80
	De 0.50 a 1.00 m ³ /m ^l	m ³	5	4.00	3.75	3.50
2.09	CIMIENTO CICLOPEO DE Piedra bola Piedra braza	m ³ m ³	2 2	2.10 2.25	2.05 2.15	2.00 2.05
2.10	ACEROS REFUERZO EN CIMENTACION					
	Ø 1/4"	l	4	0.14	0.13	0.12
	Ø 3/8"	l	4	0.15	0.14	0.13
	Ø 1/2"	l	4	0.18	0.18	0.14
	Ø 3/4"	l	4	0.17	0.16	0.15
	Ø 5/8"	l	4	0.19	0.18	0.17
	Ø 3/4"	l	4	0.20	0.19	0.18
	Ø 1"	l	4	0.22	0.21	0.20
	Ø 1 1/4" y Ø 1 1/2"	l	4	0.25	0.24	0.23
	Enderezado varilla en rollo	l	4	1.900	1.900	1.900
2.11	CIMBRA EN CIMENTACION					
	Zapatas 10 x 20 cm de altura	m ³	3	12.00	11.00	10.00
	Zapatas 20 x 15 cm de altura	m ³	3	15.00	14.00	12.00
	Contriribas 0 a 0.25 m ³ /m ^l	m ³	3	10.00	9.50	9.00
	Contriribas 0.25 a 0.50 m ³ /m ^l	m ³	3	9.50	9.00	8.50
	Dados 0 a 0.25 m ³ /m ^l	m ³	3	8.50	8.25	8.00
	Dados 0.25 a 0.50 m ³ /m ^l	m ³	3	8.00	7.90	7.80
	Muros 0 a 0.25 m ³ /m ^l	m ³	3	10.00	9.00	8.00
	Muros 0.25 a 0.50 m ³ /m ^l	m ³	3	9.00	8.00	7.00
2.12	HECHURA CONCRETO REVOLVEDORA					
	1/2 seco trompo	m ³	2	3.00	1.90	1.80
	1 seco trompo	m ³	2	4.50	2.75	2.60
	3 secos tambor	m ³	2	6.00	5.50	5.00

TABLA 2.- CIMENTACIONES.

2.13	VACIADO DE CONCRETO EN					
	Epapas vertidas 0 a 0.25 m ³ /m ²	m ³	1	2.00	1.80	1.80
	Epapas vertidas 0.25 a 0.50 m ³ /m ²	m ³	2	2.20	2.10	1.90
	Epapas vertidas 0 a 0.50 m ³ /m ²	m ³	3	1.90	1.70	1.80
	Epapas vertidas 0.50 a 1.00 m ³ /m ²	m ³	4	2.30	2.00	1.80
	Muros contenedores 0 a 0.25 m ³ /m ²	m ³	1	2.00	1.80	1.60
	Muros contenedores 0.25 a 0.50 m ³ /m ²	m ³	2	2.40	2.20	2.00
2.14	DALAS CIMENTACION CON CUATRO Ø 8/16" a 1/2"					
	15 X 15	m ²	5	14.00	12.90	11.00
	15 X 30	m ²	5	12.50	12.00	10.50
	15 X 60	m ²	5	12.00	11.50	10.00
	30 X 30	m ²	5	12.00	11.50	10.00
	30 X 30	m ²	5	12.00	10.50	9.00
	30 X 40	m ²	5	11.00	9.50	8.00
2.15	BELLEVOS COMPACTADOS					
	Placa de madera	m ²	1	9.00	8.00	7.00
	Placa de metal	m ²	1	8.00	7.00	6.00
	Compactador de placa	m ²	1	11.00	10.00	9.00
2.16	ACARREOS DE TIERRA					
	Transportada a 8 metros a 1.50 mts verticales	m ³	1	22.00	20.00	18.00
	Chuvilla a 20 metros	m ³	1	10.00	9.00	8.00
	Chuvilla a 30 metros a 3.00 mts verticales	m ³	1	25.00	23.00	21.00
2.17	IMPERMEABILIZACION CIMENTACION					
	Capa de 15 a 30 cm/ml	m ²	2	25.00	23.00	21.00
	Capa de 30 a 60 cm/ml	m ²	2	22.00	21.00	19.00
	3. DRENAJES	Un	Grupo	Optimo	Medio	Minimo
2.01	CAMA DE ARENA DE					
	0.10 cm.	m ²	1	8.00	7.00	6.00
	0.30 cm.	m ²	1	10.00	9.00	8.00
2.02	TENDIDO TUBO CONCRETO					
	Ø 10 (12 kg/ml)	m ²	5	40.00	38.00	36.00
	Ø 15 (22 kg/ml)	m ²	5	28.00	27.00	26.00
	Ø 20 (44 kg/ml)	m ²	5	34.00	32.00	30.00
	Ø 25 (60 kg/ml)	m ²	5	30.00	28.00	26.00
	Ø 30 (90 kg/ml)	m ²	5	26.00	24.00	22.00
	Ø 40 (134 kg/ml)	m ²	2	14.00	12.00	10.00
	Ø 60 (245 kg/ml)	m ²	2	8.00	7.50	7.00
	Ø 100 (1000 kg/ml)	m ²	2	5.00	4.75	4.50
2.03	REGISTRO DE 40 X 60 cm.					
	Hasta 1.00	pza	5	2.50	2.25	2.00
	Hasta 1.50	pza	5	2.00	1.75	1.50
	Hasta 3.00	pza	5	1.50	1.25	1.00
2.04	TAPAS REGISTRO 40 X 60 cm.					
	Concreto armado 70 X 90 X 10 cm.	pza	5	10.00	8.00	6.00
	De marco con concreto para placa	pza	5	8.00	6.50	5.00
2.05	POZOS DE VISITA BROCAL 90 cm					
	Hasta 2.00 metros	pza	5	1.00	0.80	0.60
	Hasta 3.00 metros	pza	5	0.70	0.60	0.50
	Hasta 4.00 metros	pza	5	0.40	0.35	0.30
2.06	BROCALES CONCRETO					
		pza	5	5.00	4.50	4.00
	BROCALES FO.	pza	5	4.00	3.50	3.00

TABLA 3.- DRENAJES.

	4. ESTRUCTURA	Un	Grupo	Optimo	Medio	Infimo
4.01	CIMBRA ELEMENTOS VERTICALES A²2.50 mts.					
	De 20 a 12 m ² /m ²	m ²	3	7.5	7.35	7.00
	De 12 a 10 m ² /m ²	m ²	3	8.5	8.35	8.00
	De 10 a 8 m ² /m ²	m ²	3	9.00	8.75	8.50
4.02	INCREMENTO POR ALTURA ELEMENTO VERTICAL CIMBRA					
	De 2.50 X 3.50 mts de altura	m ²	3	10.00	90.00	80.00
	Hasta 4.50	m ²	3	80.00	45.00	40.00
	Hasta 6.00	m ²	3	90.00	57.50	55.00
4.03	VACIADO DE CONCRETO ELEMENTO VERTICAL.					
	De 2.50 mts. de altura	m ²	3	1.2	1.1	1.0
	De 3.50	m ²	3	1.1	1.0	0.9
	De 4.50	m ²	3	1.0	0.95	0.9
	De 6.00	m ²	3	0.9	0.85	0.8
4.04	CIMBRA EN TRABES A²2.50 mts					
	De 18 a 12 m ² /m ²	m ²	3	10.00	8.00	7.00
	De 12 a 8 m ² /m ²	m ²	3	11.00	9.00	8.00
4.05	CIMBRA EN LOSAS TARIMA A²2.50 mts					
	De 16 a 10 m ² /m ²	m ²	3	15.00	9.50	8.50
	De 10 a 8 m ² /m ²	m ²	3	14.00	9.00	8.00
4.06	CIMBRA EN LOSAS CHAROLA A²2.50 mts					
	Con apoyos a 1.50	m ²	3	12.50	11.50	10.50
	Con apoyos a 0.75	m ²	3	11.50	10.50	9.50
4.07	INCREMENTO POR ALTURA, ELEMENTOS HORIZONTALES CIMBRA					
	De 2.50 a 3.50 mts de altura	m ²	3	100.00	80.00	80.00
	Hasta 4.50	m ²	3	80.00	65.00	60.00
	Hasta 6.00	m ²	3	90.00	70.00	60.00
4.08	VACIADO CONCRETO ELEMENTOS HORIZONTALES					
	De 2.50 mts de altura	m ²	3	1.35	1.25	1.25
	De 3.50	m ²	3	1.30	1.25	1.20
	De 4.50	m ²	3	1.35	1.15	1.05
	De 6.00	m ²	3	1.15	1.05	0.95
4.09	ACABADOS APARENTES					
	Elementos verticales	m ²	3	100.00	80.00	80.00
	Trabes	m ²	3	80.00	70.00	80.00
	Losas	m ²	3	100.00	80.00	80.00
4.10	COLOCACION DE BLOQUES					
	30 X 40 X 40	pza.	1	50.00	45.00	40.00
	30 X 60 X 60	pza.	1	80.00	35.00	35.00
	40 X 40 X 40	pza.	1	25.00	32.00	31.00
	40 X 60 X 60	pza.	1	18.00	18.00	14.00
4.11	CURADOS CON AGUA					
	Elementos verticales	m ²	1	110.00	90.00	70.00
	Elementos horizontales	m ²	1	220.00	200.00	180.00

TABLA 4.- ESTRUCTURA.

	4. ESTRUCTURA	Un	Grupo	Optimo	Medio	Mínimo
4.12	CURADOS CON MEMBRANA					
	Elementos verticales	m ²	1	38.00	50.00	48.00
	Elementos horizontales	m ²	1	110.00	100.00	90.00
4.13	DEDUCCIONES POR ROMBO					
	Elementos verticales	m ²	2	4.50	3.30	3.30
	Elementos horizontales	m ²	2	2.50	2.40	2.20
4.14	ELEVACION REFUERZO POR NIVEL	t	1	3.50	3.00	3.50
4.15	SOLDADURA EN VARILLAS					
	Ø 1"	pza	6	10.00	9.00	8.00
	Ø 1 1/4"	pza	6	8.00	7.00	6.00
	Ø 1 1/2"	pza	6	9.00	8.00	4.00
	5. MUROS, DALAS Y CASTILLOS h = 3m	Un	Grupo	Optimo	Medio	Mínimo
5.01	TABIQUE DE BARRO HECHO A MANO					
	De 6 cm.	m ²	5	14.50	13.50	12.00
	De 13 cm.	m ²	5	14.50	13.50	12.00
	De 20 cm.	m ²	5	9.50	8.50	7.50
	De 26 cm.	m ²	5	7.00	6.00	5.00
5.02	SOBREPRECIO POR CARA APARENTE	m ²	5	150.00	130.00	110.00
5.03	DALAS Y CASTILLOS DE 4 Ø 3/16" e 1/2"					
	15 X 15	ml	5	12.50	12.00	12.50
	15 X 20	ml	5	13.00	12.50	12.00
	15 X 30	ml	5	12.50	12.00	11.50
	20 X 20	ml	5	12.50	12.00	11.50
	20 X 30	ml	5	11.50	11.00	10.50
	20 X 40	ml	5	10.50	10.00	9.50
5.04	SOBREPRECIO APARENTAR CASTILLOS					
	15 a 20	ml	5	190.00	130.00	110.00
	20 a 40	ml	5	120.00	100.00	80.00
5.05	MUROS BLOCK CEMENTO					
	10 X 20 X 40 cm 10 cm.	m ²	5	14.00	12.50	12.00
	10 X 20 X 40 cm 15 cm.	m ²	5	13.00	12.50	12.00
	20 X 20 X 40 cm 20 cm.	m ²	5	10.50	10.00	9.50
5.06	SOBREPRECIO CARA APARENTE BLOCK	m ²	5	150.00	120.00	110.00
5.07	MUROS BARRO EXTRUIDO					
	5 a 10 x 15 en 10 cm.	m ²	6	7.00	6.75	6.50
	6 a 10 x 20 en 10 cm.	m ²	6	7.50	7.25	7.00
	10 X 10 X 20 en 10 cm.	m ²	6	8.00	7.75	7.50
	10 X 15 X 20 en 15 cm.	m ²	6	9.00	8.75	8.50
5.08	SOBREPRECIO CARA APARENTE BLOCK	m ²	6	300.00	180.00	160.00
5.09	SOBREPRECIO POR ALTURA MUROS					
	De 3.00 a 3.50 metros.	m ²	6	180.00	140.00	130.00
	Hasta 4.00	m ²	6	90.00	70.00	60.00
	Hasta 5.00	m ²	6	90.00	49.00	40.00
	Hasta 7.50	m ²	6	35.00	23.50	20.00
	Hasta 9.00	m ²	6	25.00	22.50	20.00

TABLA 5.- ESTRUCTURA, MUROS, DALAS Y CASTILLOS.

8.10 MUROS DE PIEDRA BRAZA						
De 20 cm.	m ²	5	4.80	4.00	2.80	
De 40 cm.	m ²	5	3.80	3.00	2.70	
De 50 cm.	m ²	5	2.80	2.50	1.90	
8.11 SOBREPRECIO POR CARA APARENTE PIEDRA BRAZA						
Junta resaltada	m ²	5	23.00	23.00	21.00	
Junta resaltada	m ²	5	18.00	14.00	13.00	
Junta a 1/2 hueso	m ²	5	3.00	4.50	4.00	
Junta a hueso	m ²	5	3.50	3.25	2.00	
8. PISOS	Un	Grupo	Optimo	Medio	Mínimo	
8.06 MALLA-LAC EN PISOS						
44-00 (7.71 kg/m ²)	m ²	2	25.00	23.00	21.00	
44-44 (4.05 kg/m ²)	m ²	2	48.00	43.00	41.00	
44-88 (3.97 kg/m ²)	m ²	2	55.00	53.00	51.00	
56-00 (8.87 kg/m ²)	m ²	2	39.00	33.00	31.00	
56-44 (3.83 kg/m ²)	m ²	2	53.00	53.00	51.00	
56-88 (3.28 kg/m ²)	m ²	2	55.00	53.00	51.00	
56-10-10 (1.07 kg/m ²)	m ²	2	50.00	73.00	70.00	
8.07 CERAMICOS						
Sobre papel	m ²	6	10.00	9.50	9.00	
Rectangulares	m ²	6	9.00	8.50	8.00	
Con dibujo	m ²	6	8.50	8.50	7.50	
8.08 NATURALES RUSTICOS (10 Cm. ESPESOR)						
Laja bruta natural de variable	m ²	6	30.00	28.00	18.00	
Laja a 1/2 hueso	m ²	6	5.50	5.00	4.50	
Laja a hueso	m ²	6	3.00	2.90	2.80	
8.09 NATURALES LAMINADOS						
Mármol 10 X 10 X 1	m ²	6	5.50	4.50	4.50	
Mármol 10 X 20 X 1	m ²	6	10.00	8.00	8.00	
Mármol 10 X 40 X 1	m ²	6	12.00	10.00	8.00	
Placa 40 X 40 X 1	m ²	6	7.50	6.50	5.50	
Placa 100 X 100 X 1	m ²	6	8.00	8.00	6.00	
7. RECUBRIMIENTOS	Un	Grupo	Optimo	Medio	Mínimo	
7.01 DE MUECLA						
Estuco	m ²	5	20.00	18.00	16.00	
Repelados	m ²	5	20.00	18.00	18.00	
Aplanados finos	m ²	5	18.00	18.00	11.00	
Aplanados pulidos	m ²	5	12.00	10.00	8.00	
Cañalillo	m ²	5	25.00	23.00	21.00	
Boquillas	m ²	5	40.00	26.00	22.00	
7.02 VITRIFICADOS						
Cuadrados	m ²	6	7.00	6.00	6.00	
Rectangulares	m ²	6	6.50	6.25	6.00	
Dibujos	m ²	6	6.00	5.70	5.50	
Boquillas corte 45°	m ²	6	14.00	12.00	12.00	
7.03 VITREOS						
Mosairo veneciano	m ²	6	11.00	10.50	10.00	
Porcelanite	m ²	6	10.00	10.00	10.00	
Boquillas	m ²	6	22.00	21.00	20.00	
7.04 DE BARRO EXTRUIDOS Y COCIDOS						
De 6 X 20	m ²	6	7.00	6.75	6.50	
De 10 X 30	m ²	6	8.00	7.75	7.50	
Boquillas	m ²	6	18.00	18.00	17.00	
7.05 DE BARRO HECHO A MANO						
Ladrillo a hueso	m ²	6	15.00	14.00	13.00	
Boquillas	m ²	6	20.00	20.00	20.00	

TABLA 6.- MUROS, PISOS Y RECUBRIMIENTOS

7.06	DE CEMENTO					
	Módulo	m ²	6	11.50	12.00	11.90
	Boquillas	m ²	6	28.00	24.00	23.00
7.07	NATURALES RUSTICOS					
	Lala de 9 Cm. a bruno	m ²	6	5.50	6.25	6.00
	Lala de 19 Cm. a bruno	m ²	6	2.75	2.65	2.65
7.08	NATURALES LAMINADOS					
	Mármol 10 X 10 X 1	m ²	6	1.50	6.50	6.50
	Mármol 10 X 30 X 1	m ²	6	6.00	7.00	6.00
	Mármol 10 X 60 X 1	m ²	6	8.50	7.50	6.50
	Mármol 60 X 90 X 1	m ²	6	7.00	6.00	6.00
	Mármol 100 X 100 X 2	m ²	6	1.50	2.50	2.50
	Boquillas (1 cm.)	m ²	6	22.00	18.00	14.00
	Boquillas (2 cm.)	m ²	6	18.00	18.00	18.00
	8. COLOCACIONES	Un	Grupo	Optimo	Medio	Mínimo
8.01	DE HERRERIA EN					
	Ventanas chicas	m ²	5	10.00	9.00	8.00
	En balcones	m ²	5	12.00	11.00	10.00
	De marcos a 1/2 muro	m ²	5	6.00	6.50	6.00
	De marcos completos	m ²	5	4.00	3.50	3.00
	De marcos de alvedros	m ²	5	1.00	1.75	1.50
	De balconadas	m ²	5	10.00	9.00	8.00
	De pesoneros empotrados	m ²	5	20.00	18.00	16.00
	De accesorios de baño o porcelana	m ²	5	12.00	11.00	10.00
	De accesorios de baño sobrepeso	m ²	5	14.00	12.00	10.00
	De colocación botiquin 40 X 60	m ²	5	6.00	4.00	3.00
	De tiracos*	m ²	5	3.00	1.75	1.50
	9. AZOTEAS	Un	Grupo	Optimo	Medio	Mínimo
9.01	Relleno de tezalte compactado	m ³	2	8.00	2.75	2.50
9.02	Relleno de mortero ligero	m ³	2	2.75	2.50	2.25
9.03	Estorfo sobrerrelleno	m ²	2	18.00	17.00	16.00
9.04	Pulido sobre mortero	m ²	2	36.00	34.00	32.00
9.05	Impermeabilización					
	Membrana impermeable	m ²	2	65.00	34.00	32.00
	Gravilla	m ²	2	72.00	68.00	64.00
9.06	Enladrillado					
	Prietas	m ²	6	30.00	18.00	16.00
	Aparata	m ²	6	15.00	14.00	13.00
9.07	Chafinas	m ²	6	40.00	35.00	30.00
	10. LIMPIEZAS	Un	Grupo	Optimo	Medio	Mínimo
10.01	PISOS					
	Piso pulido	m ²	1	20.00	22.00	21.00
	Piso esmerilado	m ²	1	40.00	35.00	30.00
	Piso granitico	m ²	1	75.00	65.00	55.00
	Piso abalado	m ²	1	100.00	80.00	60.00
	Piso barro bricho a mano	m ²	1	25.00	22.00	19.00
	Piso barro estruido	m ²	1	30.00	19.00	18.00
10.02	RECUBRIMIENTOS					
	Vitrificados	m ²	1	45.00	40.00	35.00
10.03	LIMPIEZA VIDRIOS (AMBAS CARAS)	m ²	1	20.00	18.00	18.00
10.04	LIMPIEZA MUEBLES DE BARD					
	Protecciones tizas	m ²	1	8.00	4.00	3.00
	Limpieza masas	m ²	1	8.00	4.00	3.00
	Limpieza W. C.	m ²	1	8.00	7.00	6.00
	Limpieza lavabos	m ²	1	10.00	9.00	8.00

TABLA 7.- RECUBRIMIENTOS, COLOCACION, AZOTEAS Y LIMPIEZAS.

CONTROL DE LA MANO DE OBRA.

La determinación del costo de la mano de obra (que llega a - representar hasta el 25% del precio de venta), debe basarse en un - rendimiento estadístico, producto de la experiencia de cada empresa, el cual deberá revisarse en forma periódica en la zona principal de operaciones de la empresa y extrapolarse hacia otras zonas de operación, donde se llegaren a realizar obras.

Desafortunadamente, las condiciones climáticas; la fertilidad del suelo y las costumbres, inducen una alta variabilidad en los -- rendimientos, por otra parte, los ciclos agrícolas, el exceso de - oferta y la falta de especialización pueden originar una gran escasez de mano de obra y por tanto elevar el costo de la misma.

Finalmente, la magnitud de la obra, su duración, las condiciones de seguridad o inseguridad de la misma, la integración real de grupos y las características del liderazgo ejercido por el maestro de obras, también afectan en forma sustancial el rendimiento.

En la industria de la construcción se acostumbra dos sistemas de pago a la mano de obra;

1.- Lista de Raya.- Considera jornales de trabajo a un salario acordo anteriormente y nunca menor al mínimo fijado por la Ley.

Ventajas:

- Facilidad de control
- Asegura la percepción del trabajador.

Desventajas:

- Necesidad de sobrevigilancia
- Dificultad de valuación unitaria
- Propicia tiempos perdidos.
- Dificulta la valuación del trabajo personal

2.- Destajo.- Considera la cantidad de obra realizada por cada trabajador o grupos de trabajadores a un precio unitario acordado anteriormente, en forma tal, que el pago por jornada de trabajo, nunca sea menor al mínimo fijado por la Ley.

Ventajas:

- Suprime una parte de la sobrevigilancia.
- Facilita la valuación unitaria.
- Selecciona al personal apto para cada actividad
- Evita tiempos perdidos
- Permite a mayor trabajo mayor percepción y a menor trabajo menor percepción.

Desventajas:

- Incrementa las dificultades de su control.
- Puede reducir la calidad
- Puede ser injusto (o bien se hace justo a través de "inventar" - conceptos de pago cada semana).

M A T E R I A L E S .

Para el control de este concepto, el cual llega a representar hasta el 40% del precio de venta, se considera conveniente analizar lo según su secuencia de adquisición, empleo y pago en las etapas siguientes:

- Pedido
- Recepción
- Control en obra
- Revisión y pago de facturas.

CONTROL COMPLEMENTARIO POR OBRA.

El control complementario de las obras, será diferente según la forma de contratación de la misma, por lo que se cree conveniente definir primero los diferentes tipos de contrato usuales en la construcción.

El contrato es el instrumento legal que reglamenta las relaciones entre los elementos que intervienen en la consecución de un fin.

En la República Mexicana se acostumbra dividirlo en dos partes.

1. Declaraciones: donde se enuncian

Intenciones
Personalidades y
capacidad de las
partes.

2. Cláusulas donde se establecen

Derechos
Obligaciones y
Responsabilidades de
las partes.

Estas cláusulas, tendrán que aclarar como mínimo los siguientes conceptos:

- a) Objeto del contrato
- b) Importe del contrato
- c) Forma de pago
- d) Tiempo de construcción
- e) Reducción de Trabajos
- f) Aumento de trabajos
- g) Contingencias imprevistas de fuerza mayor
- h) Contingencias imprevistas en el contrato
- i) Relaciones con terceros
- j) Garantías
- k) Responsabilidades
- l) Obligaciones
- m) Sanciones
- n) Arbitraje

De acuerdo con los ordenamientos legales, existen dos tipos de construcción:

	De prestación de servicios profesionales	de administración
Contrato	De compromiso empresarial	de precios unitarios de precio alzado

La reglamentación de los contratos de prestación de servicios profesionales y de precio alzado, se encuentran en el "Código Civil" para el Distrito Federal y Territorios Federales según el decreto -- del 1º de Septiembre de 1932 publicado en el Diario Oficial.

SISTEMAS DE CONTRATACION SEGUIDOS EN LA EJECUCION
DE OBRAS

CONTRATACION A PRECIOS UNITARIOS.

La contratación a precios unitarios puede tener ventaja cuando la obra se lleva a cabo con especificaciones de construcción y un mínimo de información sobre los planos y mediante ellos se puede:

- a) Definir el catálogo de conceptos.
- b) Tener un orden de magnitud de las cantidades de obra.
- c) Tener información para preparar precios unitarios.

En contra partida, los contratos a precios unitarios ofrecen grandes facilidades para modificar o ampliar el concepto general del proyecto a través de sus planos, independientemente del grado de su desarrollo. Esto lleva con frecuencia a que el alcance del mismo, sea más amplio que el originalmente concebido: Lo que en términos de construcción y de duración de obra, representa un aumento.

También los contratos a precios unitarios, cuando no cuentan con un buen desarrollo del proyecto, conducen igualmente a una falta de planeación y programación de la obra, por tanto no es posible estimar y controlar con facilidad las cantidades de obra. Además, es frecuente que al definirse los planos faltantes, surjan trabajos extraordinarios y conceptos para los cuales no se tienen precios unitarios establecidos. La búsqueda de la definición de los mismos trae consigo divergencias marcadas entre el cliente y el contratista.

Analizando con mayor profundidad la contratación de la obra a precios unitarios, se encuentra que los volúmenes de obra, sólo se determinan con exactitud hasta la ejecución total de la misma dando por hecho la facilidad de que el proyecto original se amplíe con frecuencia en sus alcances.

Así también, dentro de este análisis habrá que llevar a cabo la formulación de numerosos precios unitarios de los conceptos que,

por definición a posterior, van surgiendo en la obra como consecuencia de las ampliaciones y modificaciones del proyecto.

Cabe manifestar, que el compromiso de las partes acerca de formular los nuevos precios unitarios, en la práctica, es sumamente difícil de llevarlo a cabo porque tanto sus cifras de rendimientos, consumo, y desperdicios no se han valuado en gráficas o tablas, previamente aceptadas por las partes. Sus valores siempre tendrán una variación dentro de un campo amplio. Además, por lo que se refiere al contenido de actividades de un concepto, este puede ser variable, atendiendo a sus sistemas constructivos y, en este renglón, la filosofía de los precios aprobados, no puede marcar cómo se deben ejecutar los nuevos trabajos.

Se debe señalar, que en las obras a precios unitarios, el constructor solo toma como obligación de costo, el correspondiente a los precios unitarios. El importe de los trabajos, indicado en el contrato, solo tiene como función el de limitar el monto del compromiso entre las partes sin que éstos, de ninguna manera, pueda identificarse como el costo de las obras. A su vez, el citado importe de los trabajos se ve sujeto a incrementos, ya que con frecuencia se aplican convenios adicionales para poder absorber dicha elevación de costos.

CONTRATACION A PRECIO ALZADO

Se propone la celebración de contratos a precio alzado en función de las siguientes consideraciones:

Las obras a precio alzado, solo podrán llevarse a cabo, cuando se tengan planos y especificaciones de construcción completos.

Ahora bien, los efectos que recíprocamente se presentan en la contratación de las obras, en el desarrollo de su información y en los costos, se analizan a continuación:

En una obra a precio alzado, se reducen las posibilidades de modificar y ampliar el concepto general del proyecto, porque generalmente el cliente ha buscado definir todas sus partes.

El desarrollo total del proyecto, en términos de costos, re-

presenta la posibilidad de fijar costo global, en virtud al conocimiento de las cantidades de obra y la determinación de los precios, por contar con especificaciones y llevar a cabo la planeación de la obra, actividades que, indudablemente, llevan a la reducción de los costos.

En la obra a precio alzado, los factores que intervienen son:

- a) Los volúmenes de obra. Se determinan por las partes en forma -- previa a la contratación de la obra (por contar con información completa de planos.
- b) Los precios de la obra. Pueden determinarse en forma previa a la contratación, por existir especificaciones de construcción, -- así como por la oportunidad que tiene el constructor de definir sus sistemas constructivos y la programación de la obra.

La elevación de los costos de la obra, solo se podrán originar cuando el cliente modifique los planos o las especificaciones. De otra forma, no se presentará ningún cambio en costos por haber aprovechado las partes los volúmenes, independientemente de que en la ejecución de la obra se presenten algunas variaciones en estos factores.

Ahora bien, en las obras a precio alzado, el constructor toma la responsabilidad del costo total de ellas.

La opinión sobre las obras a precio alzado, es que, este tipo de contratación, lleva al cliente a realizar mayores costos en las construcciones, debido a que por las mayores responsabilidades del constructor sobre el costo y tiempo de las obras, aplican mayores honorarios.

Sin embargo, independientemente a la precaución de que la -- contratista asigne imprevistos de costos en sus presupuesto, los -- cuales elevan su proposición, las ventajas que se ofrecen para programar y planear la obra en sus sistemas administrativos de contratación y financieros, le permitirán reducir los costos de las obras.

Por su parte, el cliente y su cuerpo técnico, tienen conocimiento sobre lo que representará modificar el proyecto o las espe-

cificaciones en los costos y de esta suerte, sus funciones esencialmente serán de vigilancia en la calidad de control de tiempos y de una administración simplista de las estimaciones de obra, por haber sido definidas todas las partes de las mismas.

CONTRATACION POR ADMINISTRACION

Son aquellos trabajos por los que se pagan el costo directo, más un porcentaje del mismo, que es fijado por el concepto de costo indirecto y de utilidad.

El costo directo en la estimación de contrato por administración, podrá comprender, según el caso:

- a) Los salarios del personal previamente autorizado para prestar sus servicios directamente en la obra.
- b) El importe de los materiales necesarios cuya calidad, tipo, cantidad y precio hayan sido previamente aceptados.
- c) Las erogaciones debidamente justificadas, por concepto de transporte, almacenamiento y maniobras de los materiales.
- d) El importe del tiempo de trabajo en la obra por la maquinaria y equipo previamente autorizados en cuanto a número, tamaño o capacidad y modelo.

El costo indirecto en la estimación de contratos por administración incluye:

- a) Los emolumentos del personal que el contratista emplee en la dirección técnica y administrativa de las obras, en su asesoría, en sus oficinas, campamentos, almacenes y bodegas.
- b) Las erogaciones por medidas de seguridad y prestaciones sociales que se indican en las cláusulas respectivas del contrato.
- c) La construcción o el alquiler de los locales que el contratista destine en la obra a oficinas, almacenes, campamentos y bodegas, así como la utilización de vehículos, mobiliario, equipo de oficina, instrumentos, papelería y otros.
- d) Las regalías que proceden por el uso de patentes.
- e) En general, todos los demás gastos que los trabajos originen.

C A P I T U L O 5

COSTOS Y PRECIOS UNITARIOS

En los inicios de la construcción, el éxito de un constructor dependía de su habilidad para manejar, guiado únicamente por la intuición y sus experiencias personales; elemento humano, materiales y equipo en función de ejecutar la obra en el menor tiempo al más-bajo costo.

Con el tiempo, este sistema ha sido remplazado casi en su totalidad por la planeación minuciosa de cada paso de la obra antes de que ésta se inicie, escogiendo los recursos idóneos para utilizar - un proyecto definido, previo análisis exhaustivo del mismo. Se determinan así, los mejores métodos constructivos para su correcta - ejecución manteniendo controles adecuados mediante reportes periódicos del avance de la obra, de los costos presupuestados y, en general, de parámetros que puedan ayudar a corregir desviaciones y a -- perfeccionar el plan original.

Si un proyecto se puede ejecutar siguiendo dos métodos distintos o usando dos equipos diferentes, el método y el equipo más económico para realizar la obra, serán los adecuados. Lo anterior implica incrementar el número de análisis de costos para determinar - qué método y qué recursos se deben emplear.

Dentro de los múltiples problemas que se presentan en el ramo, el establecimiento de los precios unitarios equitativos a que debe-pagarse un trabajo, ha sido tradicionalmente un punto de divergen--cia de opiniones entre las empresas contratistas y los órganos oficiales y particulares encargados de la realización de obras, lo que ha constituido motivo de discusiones.

La elaboración de los precios unitarios, no es más que una etapa dentro del proceso constructivo general que se inicia con la investigación o estudio de la factibilidad de realizar una obra, y -- que termina con la construcción de la misma.

Para realizar los precios unitarios, se requiere conocer am--pliamente la naturaleza de los recursos, tanto humanos como maqui--

naría y materiales así como la disponibilidad de estos. Asimismo - se debe contar con las especificaciones correspondientes, pues éstas son las que definen la obra que se requiere y la manera en que debe ejecutarse.

Dentro de la especificación de un concepto en particular, se deben distinguir las siguientes definiciones:

- a) Descripción del concepto.
- b) Materiales que intervienen y su calidad.
- c) Alcance de la ejecución del concepto.
- d) Mediciones para fines de pago (unidad).
- e) Cargos que incluyen los precios unitarios.

DEFINICIONES

Costo directo.- Cargos que se derivan de las erogaciones que en forma directa influyen en el valor de los trabajos que se ejecutan, o que han de ejecutarse; cargos tales como:

- Mano de obra.
- Materiales y sus mermas.
- Equipo
- Herramienta
- Transporte de materiales y maquinaria
- Maniobras e instalaciones.

Costo indirecto.- Cargos aplicables a los trabajos que se realizan o han de realizarse y que se derivan de las erogaciones por:

- Administración en obra
- Administración central
- Financiamiento
- Fianzas y seguros
- Imprevistos.

Precio unitario.- Remuneración que se le da al contratista - por unidad de obra que ejecuta en cada uno de los conceptos de trabajo, y que comprende el pago de todas las erogaciones que haya efectuado el contratista para la ejecución del mismo, de acuerdo con las especificaciones, así como su utilidad y los intereses del

capital invertido.

En términos generales, los elementos que componen un precio-unitario son:

COSTOS	MATERIALES
DIRECTOS	MANO DE OBRA
	EQUIPO
	ADMINISTRACION
	EN OBRA
COSTOS	ADMINISTRACION
INDIRECTOS.	CENTRAL
	FINANCIAMIENTO
	FIANZAS Y SEGUROS
	IMPREVISTOS

COSTO UNITARIO + UTILIDAD =

PRECIO UNITARIO

La utilidad será entonces, la ganancia que debe considerar cada empresa contratista como resultado a sus esfuerzos técnicos, administrativos y económicos para cumplir con la realización de un proyecto. La suma del costo unitario más la utilidad será el precio unitario de un concepto de obra.

De lo antes expuesto se concluye, que tanto los elementos -- que integran los costos directos, los costos indirectos y el elemento utilidad, son los que permiten valorizar el precio unitario, razón por la que en conjunto, constituyen los llamados "Factores - de consistencia de los precios unitarios".

Ya que en el tema de control, se habló de materiales, obra - de mano y equipo; aquí se les dará el enfoque correspondiente para determinar su importancia en el análisis de precios unitarios.

MATERIALES

Para el Ingeniero constructor, es indispensable el conoci--- miento amplio de todos los materiales, y hacer una selección óptima y adecuada acorde con las condiciones de trabajo, de calidad y-

sus limitaciones económicas; por lo general, esta selección se efectúa en base a:

- Precios de adquisición
- Abundancia y escasez
- Fluctuaciones
- Transporte, carga y descarga
- Derechos y regalías
- Almacenamiento
- Riesgos.

Precio de adquisición.- El costo que se toma como base para integrar un P.U. es el "Costo del material en obra", el cual está integrado por el precio de adquisición en fábrica (lugar de origen) más el costo de transporte incluyendo carga y descarga.

Los precios de adquisición varían hasta en un mismo material, dependiendo de la calidad, cercanía ó lejanía del proveedor, y volumen de compras.

Abundancia y escasez.- Dependen directamente de la demanda en el mercado por lo que se recomienda utilizar materiales de la localidad, ya que esto es determinante para la selección de procedimientos y tipos de construcción.

Fluctuaciones.- Se presentan tanto en el precio de adquisición, como de la disponibilidad misma del material; éste, a su vez, puede fluctuar por diversas causas como son: condiciones climáticas, problemas laborales que afectan la producción, escasez periódica de materia prima, etc.

Por lo general, el precio fluctúa con las variaciones de la oferta y la demanda.

Transporte, carga y descarga.- Mejor conocidos como "flete", dependen primordialmente de la distancia entre la fuente productora y la fuente de consumo; este costo debe integrarse al precio de adquisición para obtener el costo del material puesto en obra.

Existe la transportación local o lo que comunmente se conoce como "acarreos", los cuales pueden ser horizontales o verticales y

que necesariamente se incluyen en los precios unitarios cuando --- sean requeridos.

Derechos y regalías.- Ocasionalmente, un material se ve afectado por el pago de ciertos derechos y regalías como pueden ser: - derechos de importación, derechos de pago y regalías de explotación, generalmente están regidos por normas o lineamientos legales o por leyes fiscales vigentes.

Almacenamiento.- Este concepto se debe aplicar a los costos indirectos y más específicamente al aspecto administración de obra, sin embargo, podría darse el caso de considerar el costo de almacenamiento incluido en el costo de material; por ejemplo, el almacenamiento transitorio e intermedio entre dos etapas de transporte: de Ferrocarril o puerto a camión, y de éstos al sitio de la obra.

Riesgos.- Los materiales que se usan en una obra, están sujetos a distintos riesgos desde su transportación hasta su utilización, lo que se traduce en mayor desperdicio que el normal.

Los riesgos se clasifican en normales y extraordinarios:

Normales.- Desperdicio del material considerado aceptable.

Extraordinarios.- Desperdicio mayor que el considerado normal, como puede ser la pérdida total o parcial o el deterioro de un material.

MANO DE OBRA

Se presenta un estudio enfocado a la obtención de todos los datos que por el renglón de obra de mano, pueden afectar, directa o indirectamente, la integración de los precios unitarios.

En forma similar a lo expresado en el renglón de los materiales, el Ingeniero encargado de la elaboración de precios unitarios, deberá conocer en forma integral y preveer todos los factores que relacionan tanto al salario base de los obreros como a su capacidad de producción.

Es común que en el medio de la construcción y para efecto de análisis de costos directos de obra de mano, se distinguan tres conceptos de salario: diario, mínimo y real.

- a) Salario diario, salario base o salario nominal.- Es el que se paga en efectivo al trabajador por día transcurrido (incluyendo domingos, vacaciones y días festivos) mientras dura la relación laboral por el cual fue contratado.
- b) Salario mínimo.- Es el establecido por la Comisión Nacional de salarios mínimos como salario diario mínimo obligatorio, para las vigencias, zonas y categorías de trabajadores que ella misma establece.
- c) Salario real.- Se llama así, a la erogación total del patrón por día trabajado, éste incluye: pagos directos al trabajador, prestaciones en efectivo y en especie, pagos al gobierno por concepto de impuesto y pagos a instituciones de beneficio social.

En el cálculo de este salario, intervienen artículos y disposiciones de la Ley Federal del Trabajo, de los cuales se describen los más importantes.

Artículo 69.- Por cada 6 días de trabajo disfrutará el trabajador de un día de descanso, por lo menos, con goce de salario íntegro.

Artículo 74.- Son días de descanso obligatorios:

- 1° de Enero
- 5 de Febrero
- 21 de Marzo
- 1° de Mayo
- 16 de Septiembre
- 20 de Noviembre
- 1° de Diciembre de cada 6 años.
- 25 de Diciembre.

Artículo 80.- Los trabajadores tendrán derecho a una prima - vacacional no menor al 25% sobre los salarios que les correspondan durante el periodo de vacaciones.

Artículo 87.- Los trabajadores tendrán derecho a un aguinaldo anual que deberá pagarse antes del 20 de Diciembre, equivalente a 15 días de salario, por lo menos.

Artículo 136.- Toda empresa agrícola, industrial, minera o de cualquier otra clase de trabajo, está obligada a aportar al fondo nacional de vivienda el 5% sobre los salarios ordinarios de los trabajadores a su servicio.

Se agregan otras consideraciones para la integración del salario real como son:

a) Días no laborables por fiestas de costumbre. Entre ellas, las celebraciones religiosas más notables.

- Viernes y Sabado Santo
- 3 de Mayo
- 1° y 2 de Noviembre
- 12 de Diciembre

Estos días pueden variar de acuerdo con la política de cada empresa y la localidad en que se encuentre la obra.

b) Días no laborables por enfermedad no profesional. Normalmente, el patrón cubre un salario durante los 3 primeros días de ausencia, pero se considera a criterio.

c) Días no laborables por agentes físico-meteorológicos.- Dependen del lugar de ejecución de la obra, el medio geográfico, la estación del año y la topografía local. Asimismo, tomando en cuenta las causas fortuitas como son: lluvia, nieve, calor, frío, inundaciones y derrumbes, se considera una cierta cantidad de días no laborables, entre 3 y 4

De lo anterior, se deduce la determinación de un coeficiente de incremento debido exclusivamente a prestaciones que otorga la Ley Federal del Trabajo y los demás incisos considerados. Así, tenemos que los trabajadores tienen derecho a recibir como compensación a su trabajo, los siguientes pagos directos mínimos anuales:

por cuota diaria	=	365.00 días
por prima vacacional	=	1.50
por aguinaldo	=	<u>15.00</u>

S u m a = 381.5 días

De acuerdo con la Ley, también los trabajadores tienen derecho de descansar con goce de salario, los siguientes días mínimos al año:

por séptimo día (domingo)	52.00 días
por días festivos	7.17
por vacaciones	<u>6.00</u>
S u m a	65.17 días

También se toman, de acuerdo a la experiencia y política de cada empresa, algunos días del año en que el trabajador goza de su salario íntegro como pueden ser:

por fiestas de costumbre	3 días
por enfermedad no profesional	2
por mal tiempo y otros	<u>4</u>
S u m a	9 días

En resumen:

días pagados al trabajador por año	= 381.5 días
días realmente trabajados	= 365 - (65.17 + 9)
	= 365 - 74.17
	= 290.83 días

Se puede entonces determinar el valor del coeficiente de incremento debido a las prestaciones de Ley.

$$\frac{381.5 \text{ días pagados}}{290.83 \text{ días laborados}} = 1.3118$$

Esto indica que al integrar el salario real del trabajador - se debe considerar un incremento del 31.18% sobre su salario base por concepto de prestaciones.

INFONAVIT

Como ya se mencionó en el artículo 136 de la Ley Federal del Trabajo, el 5% debe aportarse sobre el salario integrado lo que indica que este factor modifica el salario real del trabajador:

$$\frac{0.05 \times 381.5}{290.83} = 0.0656$$

factor de incremento al salario real por concepto de INFONAVIT 6.56%.-

SEGURO SOCIAL Y PRESTACIONES

De acuerdo con las leyes vigentes, todos los empresarios tienen la obligación ineludible de inscribir a sus trabajadores en el IMSS, el cual vela por la seguridad de los mismos y les imparte asistencia, servicios y prestaciones de acuerdo a la propia Ley del Seguro.

El régimen obligatorio de la Ley, comprende los siguientes seguros:

- Riesgos de trabajo
- Enfermedades y maternidad
- Invalidez, vejez, cesantía en edad avanzada y muerte
- Guarderías para hijos de asegurados

En este trabajo, se presenta a manera de resumen para obtener la integración del factor del salario real; así tenemos:

- a) Factor aplicable al salario base por las obligaciones marcadas por la Ley Federal del Trabajo = 0.3118
- b) Incremento al factor por cuotas al Infonavit = 0.0656
(este factor no debe aparecer en los análisis de P.U. para contratos de obras públicas).
- c) Incremento al factor por cuotas patronales debidas a los siguientes seguros del IMSS: riesgos profesionales, enfermedades y maternidad, invalidez, vejez, cesantía y muerte para :
 - Categorías de Salario Mínimo 0.2583
 - Categorías de Salarios Mayores al Mínimo 0.2091
- d) Incremento al factor por seguro de guardería 0.0126

e) Incremento al factor sobre remuneraciones pagadas. 0.0131

La suma de incrementos de todos los incisos nos determina el factor de salario real para:

- Salario mínimo 0.6614
- Salarios mayores al mínimo 0.6122

De tres compañías constructoras se ha tomado el desglose del factor de salario real; que estos sirvan para dejar más claro lo ya expuesto y hacer una comparativa con lo obtenido en estos apuntes.

I) CIA. CONSTRUCTORA: CENTRO DE CONSTRUCCIONES Y MATERIALES, S.A.- DE C.V.

OBRA: Caseta en Kilómetro 56+300 Autopista México-Palmillas.
(Jorobas)

Determinación del factor de salario real:

Días pagados en el año.

- Días calendario 365.00 días
- Prima vacacional 1.50 días
- Aguinaldo legal 15.00 días

Días trabajados en el año 365.00 días

Días de descanso en el año:

- Domingos 52 días
- Sabados (1/2 día) 26 días
- Fiestas oficiales 7 días
- Vacaciones 6 días
- Fiestas de costumbre 4 días
- Mal tiempo y enfermedad 8 días

S u m a 103 días

por lo tanto:

365.00 días - 103 días = 262 días

Días cobrados al IMSS:

- Cuota patronal al IMSS, incluyendo guarderías:

- a) Para salario mínimo = 20.697
b) Para salario mayor al mínimo = 16.9375 %

- Tasa del impuesto sobre remuneraciones al trabajo 1%.

Efectuando las operaciones correspondientes, obtenemos:

- 1.- Coeficiente de prestaciones de acuerdo a la Ley Federal del --
Trabajo.

$$\frac{381.5 \text{ días}}{262 \text{ días}} = 1.4561$$

- 2.- Coeficiente de prestaciones del IMSS.

$$\frac{365 \text{ días}}{262 \text{ días}} \times 20.697 = 0.2883 \text{ para salario mínimo}$$

$$\frac{365 \text{ días}}{262 \text{ días}} \times 16.9375 = 0.2360 \text{ para salario mayor al mínimo}$$

- 3.- Coeficiente por impuesto sobre remuneraciones al trabajo.

$$\frac{381.5 \text{ días}}{262 \text{ días}} \times 1\% = 0.0146$$

Por lo tanto:

$$\text{FSR} = 1 + 0.4561 + 0.2883 + 0.0146 = 1.759 \text{ para salario mínimo}$$

$$\text{FSR} = 1 + 0.4561 + 0.2360 + 0.0146 = 1.7067 \text{ para salario mayor al mínimo.}$$

II.- CIA. CONSTRUCTORA: ESTRUCTURAS Y MONTAJES ELECTROMECHANICOS,
S.A. DE C.V.

OBRA: Caseta México-Cuernavaca.

Cálculo del factor de salario real.

Días calendario		365.25
Días de aguinaldo		15.00
Días por prima vacacional		1.50
DIAS DE PERCEPCION PAGADOS AL AÑO	SUMA:	<u>381.75</u>
Días Domingo		52.00
Días de vacaciones		6.00
Días festivos oficiales (por Ley)		7.17
Días perdidos por condiciones de clima (lluvia y otros)		1.00
Días por condiciones sindicales		<u>0.050</u>
DIAS NO LABORADOS EN EL AÑO	SUMA:	66.67

de donde:

$$365.25 - 66.67 = 298.58 \text{ días}$$

Cuotas por Seguro Social

a) Para salario mínimo	20.8121%
b) Para salario mayor al mínimo	17.0621
Impuesto sobre remuneraciones pagadas	1%

Desarrollando las operaciones se tiene:

1.- Prestaciones de acuerdo a la Ley.

$$\frac{381.75 \text{ días}}{298.58 \text{ días}} = 1.2786$$

2.- Prestaciones del IMSS

$$\frac{365.24 \text{ días}}{298.58 \text{ días}} \times 20.8121 = 0.2546 \text{ para salario mínimo}$$

$$\frac{365.25 \text{ días}}{298.58 \text{ días}} \times 17.0621 = 0.2087 \text{ para salario mayor al mínimo}$$

3.- Impuesto por remuneraciones al trabajo:

$$\frac{381.75 \text{ días}}{298.58 \text{ días}} \times 1 = 0.0128$$

$$\therefore \text{FSR} = 1.2786 + 0.2546 + 0.0128 = 1.5460 \text{ para salario mínimo}$$

$$\text{FSR} = 1.2786 + 0.2087 + 0.0128 = 1.5001 \text{ para salario mayor al mínimo.}$$

III.- CIA. CONSTRUCTORA: CONSTRUCCIONES Y TECNOLOGIA, S.A. DE C.V.

OBRA: Construcción de Caseta de Control de Peaje en la Ciudad de Guadalajara-Zapotlanejo KM. 220+160

Factor de salario real.

1.- Coeficiente de prestaciones de la Ley Federal del Trabajo.

Días no laborables en un año:

DOMINGOS	52 (descanso semanal: art. 69)
1° de Enero	1 (art. 74)
5 de Febrero	1 (art. 74)
21 de Marzo	1 (art. 74)
1° de Mayo	1 (art. 74)
16 de Septiembre	1 (art. 74)
20 de Noviembre	1 (art. 74)
1° de Diciembre	1/6(art. 74) una vez cada 6 años.
25 de Diciembre	1 (art. 74)
Vacaciones	6 (art. 76)
Enfermedad	3 (no cubiertas por el IMSS)
Total por año	68 1/6 días.

Días pagados por año:

Días calendario	365.00
Aguinaldo	15.00 (Art. 87)
Prima de vacaciones	<u>1.50 (Art. 80)</u>

Total por año 381.50 días

Coefficiente de incremento:

$$\frac{365.00 \text{ días}}{296.83 \text{ días}} = 1.285247$$

2.- Impuesto suplementario o de educación.

Corresponde a la empresa ó patrón pagar el impuesto suplementario conocido anteriormente como de educación y el cual representa el 1% de la percepción del trabajador.

$$1.285247 \times 1\% = 0.012852$$

3.- Seguro Social.

Cotizantes	suma en % de prestaciones
Patrón	18.63
Trabajador	<u>3.75</u>
Suma	22.38
Seguro Social para salarios mínimos	22.38
Seguro Social para salarios mayores al mínimo	18.63
Considerando los días pagados en el año. y el aguinaldo legal o contractual	365.00 15.00
Total días cotizados.	380.00 días

Coefficiente de incremento para el Seguro Social.

$$\frac{380.00 \text{ días cotizados}}{296.83 \text{ días laborables}} = 1.280194$$

Por lo que para efectos de costo, las cuotas se incrementarán en un 28.0194 % o sea:

22.38 x 0.280194 = 6.27% para salarios mínimos
 18.63 x 0.280194 = 5.22% mayores que el mínimo.

Porcentaje para aplicar al salario mínimo 28.65%
 Porcentaje para mayores que el mínimo 23.85%

COEFICIENTE TOTAL DE PRESTACIONALES SOCIALES

SALARIO	VALOR	PRESTACIONES DERIVADAS LEY F.T.	IMPUESTOS SUPLEMENT. (EDUCACION)	SUMA PARCIAL	PREST. IMSS	SUMA TOTAL
MINIMO	100.00	28.52	1.2852	129.8052	28.65	158.4552
MAYOR QUE EL MINIMO	100.00	28.52	1.2852	129.8052	23.85	153.6552

De las compañías que sirvieron como ejemplo, para la obtención del factor de salario real, se presenta el análisis de los indirectos y la utilidad para cada una de las mencionadas empresas.

1.- Estructuras y Montajes Electromecánicos, S.A. de C.V.

Análisis de Indirectos y utilidad.

Administración Central

Personal Directivo	1.20
Personal Técnico	1.90
Personal Administrativo	1.30
Gastos Generales	<u>1.40</u>
	5.80%

Administración de Obra.

Personal Técnico	1.50
Personal Administrativo	0.90
Personal en Tránsito	0.80
Gastos Generales	<u>1.20</u>
	4.40%

Fianzas

Sobre anticipo	2.00
Sobre garantía de obra	<u>1.00</u>
	3.00%

Seguros

De personal en obra	0.50
Inspección S.P.P.	0.64
I.C.I.C. de la C.N.I.C.	<u>0.26</u>
	1.90%

Total de Indirectos 20.00%

Utilidad 8% sobre C.D. + INDIRECTOS = 9.60%

O.B.S.R. 1% sobre C.D. + INDI. + UTILID. 1.30

TOTAL = 30.90

= 31.00 %

2.- Construcciones y Tecnología, S.A. de C.V.

Análisis de cargos indirectos y utilidades.

Traslado de equipo, construcción de	
Oficinas, bodegas y Talleres	3.00%
Administración de Campo	3.00%
Transporte de personal y equipo	2.00%
Financiamiento	5.10%
Seguros, Fianzas	2.00%
Gastos de administración Of. Centrales	3.90%
Impuestos	5.00%
Utilidades	10.00%
O.B.S.R.	<u>1.00%</u>

S U M A 35%

Fórmula para obtener el financiamiento:

$$NF = CV \left[\frac{TC}{2} + PE + TP \right] - \frac{PV}{TC} \times PE^2 \times n \left(\frac{N+1}{2} \right) - \frac{VA^2}{VE} + \frac{VR(TC + TR)}{2}$$

$$F = \frac{NF \times I - VR \times TR \times IR}{CV}$$

de donde:

NF = Necesidad de financiamiento (millones mes)

CV = Costo de venta = PV - U (Millones)

TC = Tiempo de construcción (Meses)

PE = Periodo entre estimaciones (Meses)

TP = Tiempo de pago de estimaciones (meses)

PV = Precio de venta (Millones)

$$n = \frac{Tc \text{ Tiempo de construcción (meses)}}{Pe \text{ Periodo entre estimaciones (meses)}}$$

Va = Valor anticipo (Millones)

Vr = Valor retenido (Millones)

Tr = Tiempo de retención después de entregar la obra (meses)

Ir = Interés en su caso que genere el retenido (decimal)

F = Financiamiento en forma decimal

I = Tasa de interés mensual que opere en esa época para adquisición de dinero (decimal).

Ve = Valor de la estimación media

U = Utilidad.

Nota.- Esta fórmula corresponde al libro del Ing. Suarez Salazar y es aplicable a los ejemplos aquí presentados.

3.- Centro de Construcciones y Materiales, S.A. de C.V.

Análisis de indirectos	Central %	De Campo %
I.- Adquisición		
1.- Sueldos, Salarios y prest.	3.00	5.50
2.- Dirección, Supervisión y Control	1.50	3.50
3.- Viáticos y Gastos de Viaje	1.25	1.25
4.- Combustibles, lubricantes y mantenimiento de vehículos.	0.75	1.50
5.- Renta locales, almacenes y campamentos.	0.70	1.00
6.- Papelería y artículos de escritorio	0.70	0.40
7.- Renta de vehículos de transporte	1.50	3.00
8.- Gastos de representación	0.50	0.25
9.- Mantenimiento y conservación de locales y campamentos	0.30	0.20
10.- Materiales de Dibujo y copiado	0.50	0.50
II.- Seguros y Fianzas.		
1.- Primas de fianzas	1.30	
2.- Seguros	0.57	
III.- Intereses		
1.- Costo financiero	5.13	
IV.- Responsabilidad laboral	0.30	1.00
V.- Teléfono, telégrafo y mensajería	0.40	0.50
VI.- Fletes y Maniobras	0.60	1.80
VII.- Fomento e Invest. técnica	0.30	
VIII.- Concursos y presupuesto	1.00	
	20.30	20.40
	SUMA =	40.70 %

Se puede apreciar en los ejemplos antes mencionados, la similitud entre las compañías constructoras y estos apuntes; en la forma de obtener el factor de salario real y el desglose de los indirectos, así como también el porcentaje de utilidad, lo cual indica que el presente trabajo ha de servir para normar un criterio de solución en ese, tan amplio campo de la Ingeniería como es la construcción.

Tomando como base el Diario Oficial de la Federación, de fecha lunes 29 de febrero de 1988, a continuación se presenta una tabla en la que se describen los oficios más comunes en el área de la construcción; también se indica su sueldo base, el factor de salario real y su sueldo real para el área geográfica "A". (Existen la áreas geográficas "B" y "C", que junto con el área "A", son determinadas por la Comisión Nacional de Salarios Mínimos).

OFICIO NUM.	DESCRIPCION	SUELDO BASE	*F.S.R.	SUELDO REAL
0	PEON	\$ 8,000.00	1.6614	\$ 13,291.20
1	OF. ALBAÑIL	11,680.00	1.6122	18,830.50
8	CARPINTERO DE O.N.	10,870.00	1.6122	17,524.61
13	OF. COLOC. DE MOSAICOS Y AZULEJOS	11,410.00	1.6122	18,395.20
15	OF. YESERO	10,815.00	1.6122	17,435.94
16	OF. FERRERO	11,250.00	1.6122	18,137.25
21	CHOFER DE CAMION DE CARGA EN GRAL.	11,955.00	1.6122	19,273.85
23	CHOFER OPERADOR DE VEHICULOS CON GRUA.	11,085.00	1.6122	17,871.24
24	OPERADOR DE GRUA	12,440.00	1.6122	20,055.77
27	OFICIAL ELECTRICISTA	11,520.00	1.6122	18,577.54
36	OF. DE HERRERIA	11,250.00	1.6122	18,137.25
61	PERFORISTA CON PISTOLA DE AIRE	11,250.00	1.6122	18,137.25
63	OFICIAL PINTOR	11,140.00	1.6122	17,959.91
65	OFICIAL PLOMERO	11,195.00	1.6122	18,048.58
75	SOLDADOR CON SOLETE O ARCO ELECTRICO	11,520.00	1.6122	18,572.54
82	OP. DE TRAXCAVO Y/O ORUGA	11,900.00	1.6122	19,185.18

* FACTOR DE SALARIO REAL OBTENIDO EN ESTOS APUNTES.

Tabla de salarios que son fijados por la Comisión Nacional - de Salarios Mínimos y entraran en vigor a partir del 1° de Marzo - de 1988; son los sueldos utilizados en estos apuntes.

EQUIPO

Integrante del costo directo, es un elemento importantísimo en Empresas dedicadas al movimiento de tierras y edificación que en la elaboración de los precios unitarios, siempre será considerado en costo de operación por hora trabajada, para lo que intervienen diferentes factores como son:

- Vida útil.- Lapso durante el cual el equipo está en condiciones de realizar trabajo, sin que los gastos de su posesión y operación reporten pérdidas económicas y/o riesgos irracionales.
- Vida económica.- Periodo durante el cual puede operar en forma -- eficiente, realizando un trabajo económico, satisfactorio y oportuno, siempre y cuando se le proporcione mantenimiento.
- Valor de adquisición.- Precio promedio actual en el mercado, pagado de contado.
- Valor de rescate.- Valor que tiene al final de su vida económica. De acuerdo a la legislación fiscal de la República Mexicana (Artículo 27 de la Ley del impuesto sobre la renta), se sugiere aplicar un porcentaje del valor de adquisición igual al 20% anual.
- Costo horario de operación.- Es el que se deriva del uso correcto de las máquinas adecuadas y necesarias para la ejecución de los conceptos de trabajo conforme a lo estipulado en las especificaciones y en el contrato; se integra mediante los siguientes cargos:
 - a) CARGOS FIJOS.- Son los que se derivan de los correspondientes a:
 - Cargos por depreciación.- 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, se determina con la ecuación:

$$D = \frac{V_a - V_r}{V_e}$$

- Cargo por inversión.- Es el cargo equivalente a los intereses correspondientes al capital invertido en maquinaria. Se obtiene con la ecuación:

$$I = \frac{V_a + V_r}{2 H_a} \quad i$$

- Cargo por seguros.- El necesario para cubrir los riesgos a que está sujeta la maquinaria durante su vida económica y por accidentes que sufra; se representa:

$$S = \frac{V_a + V_r}{2 H_a} S$$

- Cargos por mantenimiento.- Son los originados por todas las erogaciones necesarias para conservar la maquinaria en buenas condiciones de trabajo y rendimiento normal durante su vida económica, se representa por la ecuación:

$$M = Q D$$

D = Depreciación por Hr. efectiva de trabajo.

V_a = Valor de adquisición de la máquina descontándose el valor de las llantas en su caso.

V_r = Valor de rescate.

V_e = Vida económica de la máquina expresada en Hrs. de trabajo.

I = Inversión por Hr. efectiva de trabajo.

$\frac{V_a + V_r}{2}$ = Valor medio de la máquina durante su vida económica.

H_a = Número de Hrs. efectivas que trabaja durante el año.

i = Tasa de intereses anuales en vigor.

S = Seguro por Hr. efectiva de trabajo.

s = Prima Anual promedio, expresada en por ciento del valor de la máquina, varía entre 3 y 6%.

M = Mantenimiento mayor y menor por Hr. efectiva de trabajo.

Q = Representa un coeficiente de mantenimiento que esta en función del tipo de máquina; esto se aprecia en la siguiente tabla.

b) CARGOS POR CONSUMOS.- Son los que se derivan de las erogaciones que resulten por el uso de:

- Combustibles.- Consumo de gasolina o diesel para que los motores produzcan la energía que utilizan al desarrollar trabajo, se representa por:

$$E = ePc$$

E = Cargo por consumo de combustibles, por hr. efectiva de trabajo.

e = Cantidad de combustible necesaria por hr. efectiva de trabajo.

Se determina en función de la potencia del motor, del factor de operación de la máquina (entre 50 y 90%) y de un coeficiente determinado por la experiencia, que variará de acuerdo con el combustible que se utilice.

Pc = Precio de combustible que consume la máquina.

En base a estadística, se ha determinado, que los motores de -- combustión interna, tienen consumos promedio de combustible por cada Hr. de operación y referidos al nivel del mar.

Motores Diesel = 0.20 lts. por H.P. OP/HR

Motores de gasolina= 0.24 lts. por H.P. OP/HR.

Ejemplo:

Una máquina con motor diesel de 100 HP y un factor de operación de 70% promedio, tendrá un consumo de combustible de:

$$0.20 \text{ Lts} \times 100 \text{ HP} \times 0.70 = 14 \text{ Lts/hr.}$$

- Cargos por consumo de otras fuentes de energía.- Consumos de energía eléctrica o de energéticos diferentes de los combustibles anteriores. Su ecuación es la siguiente:

$$Ec = N \times Em \times Pe$$

Ec = Energía consumida

N = Eficiencia del motor eléctrico

Em= Energía mecánica utilizable

Pe= Precio de la unidad de energía eléctrica suministrada.

- Cargo por consumo de lubricantes.- Consumos y cambios periódicos de aceites; se representa por:

$$L = a P e$$

L = Cargo por consumo de lubricantes por hr. efectiva de trabajo.

a = Cantidad de aceite necesaria por Hr. efectiva, está en función de la capacidad del carter en LTS., los tiempos entre cambios, la potencia del motor, el factor de operación y un coeficiente determinado por la experiencia.

Pe = Precio de aceites.

Estos consumos se pueden determinar a partir de las siguientes fórmulas obtenidas por medio de observaciones estadísticas.

Para máquinas con potencia de placa igual o menor de 100 H.P.

$$a = c/t + 0.0030 \times \text{H.P. OP.}$$

para máquinas con potencia de placa mayor de 100 H.P.

$$a = c/t + 0.0035 \times \text{H.P. OP.}$$

a = cantidad de aceite necesaria por Hr.

c = Capacidad del carter

t = Número de Hrs. transcurridas entre cambios de aceite, por lo general t = 100 Hrs.

H.P. OP. = Potencia de operación (potencia de placa del motor por el factor de operación).

- Cargo por consumo de llantas.- Solo para aquella máquina en la cual, al calcular su depreciación, se haya reducido el valor de las llantas del valor inicial de la misma.

Este se representa por:

$$L1 = \frac{V11}{Hv}$$

L1 = Consumo de llantas por Hr. efectiva de trabajo.

V11 = Valor de adquisición de llantas.

Hv = Horas de vida económica.

- Cargos por piezas de desgaste rápido.- Piezas sujetas a continuas fuerzas abrasivas, variaciones de presión etc., cuya vida económica es menor al resto del equipo.

$$Pe = \frac{Vp}{Hr}$$

Pe = Costo por pieza de desgaste rápido.

Vp = Valor de adquisición de piezas especiales.

Hr = Horas de vida económica de piezas especiales.

c) Cargos por operación.- Erogaciones que hace el contratista por concepto de pago de operación de la máquina por hora efectiva de trabajo, se representa por:

$$O = \frac{St}{H}$$

O = Cargo por operación del equipo por Hr. efectiva de trabajo.
St = Salario por turno del personal para operación
H = Horas efectivas de trabajo que se consideren para la máquina dentro del turno.

d) Cargo unitario por maquinaria.- Se expresa como el cociente del costo directo por hora máquina entre el rendimiento horario de dicha máquina.

$$CM = \frac{HMD}{RM}$$

CM = Cargo unitario por maquinaria

HMD= Costo directo de hora-máquina

RM = Rendimiento horario, expresado en la unidad de que se trate.

A continuación se presentarán ejemplos de costo horario, de equipo usado en construcción; se llegará a la obtención de éste, - aplicando las formulas antes indicadas.

1.- MAQUINA: Compactador Manual

Tipo de Motor: Gasolina	Valor de Adquisición M.N. --
Potencia: 12 H.P.	(Va) 4'500,000.00
Tasa de inversión (i): 55.00%	Valor de rescate (Vr); 10%
Seguro (s): 3.00 %	(Va) 450,000.00
Mantenimiento (Q): 100.00%	Vida económica (Ve) 4,500 hrs.
Factor de Operación: 100 %	Horas por día (Ha)
Capacidad carter: 2 lts.	1,500 hrs.
Cambio de aceite: 100 hrs.	

Cargos Fijos:

Depreciación $D = \frac{(Va - Vr)}{Ve}$

$$D = \frac{(4'500,000.00 - 450,000.00)}{4,500}$$

D = \$ 900.00

Inversión $I = \frac{(Va + Vr)}{2Ha} (i)$

$$I = \frac{(4'500,000.00 + 450,000.00)}{2(1,500)} \cdot 0.55$$

I = \$ 907.50

Seguros $S = \frac{(Va + Vr)}{2Ha} (s)$

$$S = \frac{(4'500,000.00 + 450,000.00)}{2(1,500)} \times 0.03$$

S = \$ 49.50

Mantenimiento M = QD
M = 1.00 \$ (900.00)

M = \$ 900.00

Subtotal Cargos Fijos = \$ 2,757.00

Cargos por Consumos:

Combustibles E = ePc
E = 2.70 lts. X 493.00

E = \$ 1,331.10

Lubricantes L = aPe
L = 0.056 (\$ 5,300.00)
a = c/t + 0.0030 X 12
a = $\frac{2}{100} + (0.0030 \times 12)$
a = 0.056 lts.

L = \$ 296.80

Subtotal Cargos por Consumos = \$ 1,627.90

Cargos por Operación:

O = $\frac{st}{H(\text{Jornal})}$
O = $\frac{13,291.20}{8\text{hrs.}}$

O = \$ 1,661.40

Subtotal Cargos por Operación = \$ 1,661.40

Total Costo Horario:

Cargos Fijos = \$ 2,757.00

Cargos por Consumos = \$ 1,627.90

Cargos por Operación = \$ 1,661.40

TOTAL \$ 6,046.30

2.- MAQUINA:

Camión de Volteo	Precio de adquisición (Pa):
FAMSA, 8 m ³	89'001,000.00
Tipo de Motor: Diesel	Valor de Llanta (Vn):
Vida económica (Ve):	4'420,000.00
8,500 hrs.	Valor de adquisición (Va):
Vida económica de llantas	84'581,000.00
(Hv): 1,800 hrs.	Valor de rescate (Vr):
Horas por año (Ha): 1,700	16'916,200.00
Valor de rescate (Vr): 20 %	Capacidad carter: 7.6 lts.
Mantenimiento (Q): 80 %	Cambio de lubricante: 200 hrs.
Factor de Operación: 50 %	Intereses: 55 %
	Seguros: 5 %

Cargos Fijos:

Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve}$

$$D = \frac{84'581,000.00 - 16'916,200.00}{8,500}$$

$$D = \$ 7,960.56$$

Inversión: $I = \frac{Va + Vr}{2 (Ha)} (i)$

$$I = \frac{84'581,000.00 + 16'916,200.00}{2 (1,700)} (0.55)$$

$$I = \$ 16,418.66$$

Seguros: $S = \frac{(Va + Vr)}{2 Ha} (S)$

$$S = \frac{(84'581,000.00 + 16'916,200.00)}{2 (1,700)}$$

$$S = \$ 1,492.61$$

Mantenimiento M = QD
M = 0.80 (7,960.56)

M = \$ 6,368.45

Subtotal Cargos Fijos = \$ 32,240.28

Cargos por Consumos:

Combustibles: E = ePc
E = 0.20 X 170 X 0.50
E = 17 lts. X \$ 450.00

E = \$ 7,650.00

Lubricantes: L = aPe
L = 0.33 lts. X \$ 5,300.00

$$a = \frac{C}{t} = \frac{7.6 \text{ lts.}}{200 \text{ hrs.}}$$

$$a = 0.038 + (0.0035 \times 85)$$

$$a = 0.33 \text{ lts.}$$

L = \$ 1,749.00

Llantas L1 = $\frac{VL1}{Hv}$

$$L1 = \frac{4'420,000.00}{1,800}$$

L1 = \$11,854.56

Cargos por Operación:

$$O = \frac{st}{H} = \frac{11,955 \times 1.6122}{8 \text{ hrs.}}$$

O = \$ 2,409.23

Subtotal Cargos por Operación = \$ 2,409.23

Total Costo Horario:

Cargos Fijos \$ 32,240.28

Cargos por Consumos: 11,854.56

Cargos por Operación: 2,409.23

TOTAL \$ 46,504.07

3.- MAQUINA:

Pulidora de Pisos	Valor de Adquisición M.N.
Tipo de Motor:	(Va): 3'450,000.00
Electrico	Valor de rescate (Vr) 10 %
Potencia: 2 H.P.	(Va): 345,000.00
Factor de Operación: 1	Vida Económica (Ve): 4,500hrs.
Mantenimiento: 100 %	Horas por año (Ha): 1,500hrs.
	Intereses: 55 %
	Seguros: 5 %

Cargos Fijos:

Depreciación:

$$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$$

$$D = \frac{3'450,000.00 - 345,000.00}{4,500}$$

$$D = \$ 690.00$$

Inversión:

$$I = \frac{Va + Vr}{2 (Ha)} (i)$$

$$I = \frac{3'450,000.00 + 345,000.00}{2 (1,500)} (0.55)$$

$$I = \frac{3'795,000.00}{3,000} (0.55)$$

$$I = \$ 695.75$$

Seguros:

$$S = \frac{Va + Vr}{2 (Ha)} (S) \cdot$$

$$S = 695.75 \times 0.05$$

$$S = \$ 34.79$$

Mantenimiento M = QD
M = 100 \$ (690)

M = \$ 690.00

Subtotal Cargos Fijos \$ 2,110.54

Cargos por Operación:

$$O = \frac{st}{H(\text{Jornal})}$$

1 Ayudante \$ 8,000.00 X 1.6614 = \$ 13,291.20

\$ $\frac{13,291.20}{8}$ = 1,661.40 O = \$ 1,661.40

Subtotal Cargos por Operación = \$ 1,661.40

Total Costo Horario:

Cargos Fijos \$ 2,110.54

Cargos por Consumos 0.00

Cargos por Operación 1,661.40

TOTAL \$ 3,771.94

4.- MAQUINA:

Cargador Frontal	Precio de Adquisición (Pa):
Montado sobre llantas	257'000,000.00
Tipo de Motor: Diesel	Valor de llantas (Vn):
Vida económica (Ve):	7'500,000.00
10,000 hrs.	Valor de adquisición (Va):
Vida económica de llantas (Hv)	249'500,000.00
1,000 hrs.	Valor de rescate (Vr):
Horas por año (Ha): 2000	24'950,000.00
Valor de rescate (Vr): 10 %	Intereses: 55 %
Mantenimiento: 80 %	Seguro: 3 %
Potencia: 80 H.P.	Cambio de Aceite: 200 hrs.
Factor de Operación: 75%	
Capacidad Carter: 19 lts.	

Cargos Fijos:

Depreciación

$$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$$

$$D = \frac{249'500,000.00 - 24'950,000.00}{10,000}$$

$$D = \$ 22,455.00$$

Inversión

$$I = \frac{Va + Vr}{2(Ha)} (i)$$

$$I = \frac{249'500,000.00 + 24'950,000.00}{2(200)} (0.55)$$

$$I = \$ 37,736.88$$

Seguros

$$S = \frac{Va + Vr}{2(Ha)} (S)$$

$$S = \frac{249'500,000.00 + 24'950,000.00}{2(200)} (0.03)$$

$$S = \$ 2,058.38$$

Mantenimiento

$$M = QD$$

$$M = 0.80 \times 22,455.00$$

$$M = \$ 17,964.00$$

Subtotal por Cargos Fijos

$$= \$ 80,214.26$$

Cargos por Consumos:

Combustibles

$$E = ePc$$

$$E = 0.20 \times 80 \times 0.75$$

$$E = 12 \text{ lts.} \times \$ 450.00$$

$$E = \$ 5,400.00$$

Lubricantes

$$L = aPe$$

$$a = \frac{C}{T} + 0.0035 \times 60$$

$$a = \frac{19}{200} + (0.0035 \times 60)$$

$$a = 0.305 \text{ lts.}$$

$$L = 0.305 \times 5,300.00$$

$$L = \$ 1,616.50$$

Llantas

$$Ll = \frac{VLl}{Hv}$$

$$Ll = \frac{7'500,000.00}{1000}$$

L1 = \$ 7,500.00

Subtotal Cargos por Consumos = \$ 9,116.50

Cargos por Operación:

$$O = \frac{st}{H} = \frac{12,440 \times 1.6122}{8 \text{ hrs.}}$$

O = \$ 2,506.97

Subtotal Cargos por Operación = \$ 2,506.97

Total Costo Horario:

Cargos Fijos 80,214.26

Cargos por Consumos 9,116.50

Cargos por Operación 2,506.97

TOTAL \$ 91,837.73

5.- MAQUINA:

Revolvedora de Concreto	Valor de adquisición (Va):
Capacidad: 1 saco	5'300,000.00
Tipo Motor: Gasolina	Valor de rescate (Vr):
Potencia: 8 H.P.	530,000.00
Tasa de Inversión (i): 55%	Vida económica (Ve):
Seguro (s): 3%	4,200.00 hrs.
Mantenimiento (Q): 90 %	Horas por año (Ha):
Factor de Operación: 75 %	1,400.00 hrs.
Capacidad carter: 1 lt.	
Cambio de aceite: 50 hrs.	

Cargos fijos:

Depreciación

$$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$$

$$D = \frac{5'300,000.00 - 530,000.00}{4,200}$$

$$D = \$ 1,135.71$$

Inversión

$$I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} (i)$$

$$I = \frac{5'300,000.00 + 530,000.00}{2(1,400)} (0.55)$$

$$I = \$ 1,145.18$$

Seguro

$$S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} (s)$$

$$S = \frac{5'300,000.00 + 530,000.00}{2(1,400)} (0.30)$$

$$S = \$ 62.46$$

Mantenimiento M = QD
M = 0.90 (1,135.71)

M = \$ 1,022.14

Subtotal Cargos Fijos = \$ 3,365.49

Cargos por Consumos:

Combustibles E = ePc
E = 1.44 lts. X \$ 493.00

E = \$ 709.92

Lubricantes L = aPe
a = c/t + 0.0030 X 6
a = $\frac{1}{5} + (0.0030 \times 6)$
a = 0.038 lts.
L = 0.038 lts. X \$ 5,300.00

L = \$ 201.40

Subtotal Cargos por Consumos = \$ 911.32

Cargos por Operación:

O = $\frac{st}{H}$
H (JORNAL)

O = $\frac{11,680.00 \times 1.6122}{8 \text{ Hrs.}} = \frac{18,830.50}{8}$

O = \$ 2,353.80

Subtotal cargos por Operación = \$ 2,353.80

Total Costo Horario:

Cargos Fijos	\$	3,365.49
Cargos por Consumos		911.32
Cargos por Operación		<u>2,353.80</u>

T O T A L 6 630.61

Tratar de analizar todos y cada uno de los equipos, nos lle
varía mucho tiempo y espacio, es por esto que solamente se ha in-
dicado la mecánica a seguir efectuandolos en la forma tradicional
(sin uso de computadoras) y utilizando las formulas.

UNAM ENEP ARAGON	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		TESIS PROFESIONAL	
ESPECIFICACION: ANALISIS DEL GRUPO 1			UNIDAD JORNAL	
			RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO NORMAL MINIMO
CONCEPTO	UND.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE
MATERIALES				
SUBTOTAL \$				
MANO DE OBRA				
PEON	JOR.	1.00	13,291.20	13,291.20
CABO	JOR.	0.10	18,830.50	1,883.05
SUBTOTAL \$				15,174.25
HERRAMIENTA Y EQUIPO				
SUBTOTAL \$				
OBSERVACIONES	COSTO DIRECTO \$		15,174.25	
	UTILIDAD E INDIRECTOS %/.			
	PRECIO UNITARIO \$			

UNAM ENEP ARAGON	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		TESIS PROFESIONAL		
ESPECIFICACION: ANALISIS DEL GRUPO 2		UNIDAD JORNAL			
		RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO		
			NORMAL		
		MINIMO			
CONCEPTO	UND.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE	
MATERIALES					
SUBTOTAL \$					
MANO DE OBRA					
PEON	JOR.	1.00	13,291.20	13,291.20	
OFICIAL DE ALBAÑILERIA	JOR.	0.25	18,830.50	4,707.63	
SUBTOTAL \$				17,998.83	
HERRAMIENTA Y EQUIPO					
SUBTOTAL \$					
OBSERVACIONES	COSTO DIRECTO		\$	17,998.83	
	UTILIDAD E INDIRECTOS		%		
	PRECIO UNITARIO		\$		

UNAM ENEP ARAGON	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		TESIS PROFESIONAL	
ESPECIFICACION:		UNIDAD JORNAL		
ANALISIS DEL GRUPO 3		RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO	
			NORMAL	
			MINIMO	
CONCEPTO	UND.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE
MATERIALES				
SUBTOTAL \$				
MANO DE OBRA				
OFICIAL CARPINTERO	JOR.	1.00	17,524.61	17,524.61
AYUDANTE CARPINTERO	JOR.	1.00	13,291.20	13,291.20
SUBTOTAL \$				30,815.81
HERRAMIENTA Y EQUIPO				
SUBTOTAL \$				
OBSERVACIONES	COSTO DIRECTO	\$		30,815.81
	UTILIDAD E INDIRECTOS **/.			
	PRECIO UNITARIO	\$		

UNAM ENEP ARAGON	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		TESIS PROFESIONAL	
ESPECIFICACION: ANALISIS DEL GRUPO 4		UNIDAD JORNAL		
		RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO	
			NORMAL	
			MINIMO	
CONCEPTO	UND.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE
MATERIALES				
SUBTOTAL \$				
MANO DE OBRA				
OFICIAL FIERRERO	JOR.	0.50	18,137.25	9,068.63
PEON	JOR.	1.00	13,291.20	13,291.20
SUBTOTAL \$				22,359.83
HERRAMIENTA Y EQUIPO				
SUBTOTAL \$				
OBSERVACIONES	COSTO DIRECTO		\$	22,359.83
	UTILIDAD E INDIRECTOS %			
	PRECIO UNITARIO		\$	

UNAM ENEP ARAGON	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		TESIS PROFESIONAL		
ESPECIFICACION: ANALISIS DEL GRUPO 5.			UNIDAD JORNAL		
			RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO	
				NORMAL	
		MINIMO			
CONCEPTO	UND.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE	
MATERIALES					
	SUBTOTAL \$				
MANO DE OBRA OFICIAL ALBAÑIL PEON	JOR.	1.00	18,830.50	18,830.50	
	JOR.	1.00	13,291.20	13,291.20	
	SUBTOTAL \$			32,121.70	
HERRAMIENTA Y EQUIPO					
	SUBTOTAL \$				
OBSERVACIONES	COSTO DIRECTO		\$	32,121.70	
	UTILIDAD E INDIRECTOS %.				
	PRECIO UNITARIO		\$		

UNAM ENEP ARAGON	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		TESIS PROFESIONAL							
ESPECIFICACION: ANALISIS DEL GRUPO 6			UNIDAD JORNAL							
			RENDIMIENTO POR JORNAL	<table border="1"> <tr><td>MAXIMO</td><td></td></tr> <tr><td>NORMAL</td><td></td></tr> <tr><td>MINIMO</td><td></td></tr> </table>	MAXIMO		NORMAL		MINIMO	
MAXIMO										
NORMAL										
MINIMO										
CONCEPTO	UND.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE						
MATERIALES										
SUBTOTAL \$										
MANO DE OBRA										
OFICIAL ESPECIALIZADO.	JOR.	1.00	20,055.77	20,055.77						
PEON	JOR.	1.00	13,291.20	13,291.20						
SUBTOTAL \$				33,346.97						
HERRAMIENTA Y EQUIPO										
SUBTOTAL \$										
OBSERVACIONES	COSTO DIRECTO		\$	33,346.97						
	UTILIDAD E INDIRECTOS		%							
	PRECIO UNITARIO		\$							

UNAM ENEP ARAGON	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		TESIS PROFESIONAL		
ESPECIFICACION:		UNIDAD JORNAL			
ANALISIS DEL GRUPO 7		RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO		
			NORMAL		
			MINIMO		
CONCEPTO	UND.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE	
MATERIALES					
SUBTOTAL \$					
MANO DE OBRA					
OFICIAL ALBAÑIL	JOR.	1.00	18,830.50	18,830.50	
PEON	JOR.	5.00	13,291.20	66,456.00	
SUBTOTAL \$				85,286.50	
HERRAMIENTA Y EQUIPO					
SUBTOTAL \$					
OBSERVACIONES	COSTO DIRECTO		\$	85,286.50	
	UTILIDAD E INDIRECTOS %				
	PRECIO UNITARIO		\$		

UNAM EN P ARAGON	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		TESIS PROFESIONAL	
ESPECIFICACION: BASICO. CONCRETO f'c = 200 KG/CM2 R.N. AGREGADO MAXIMO 3/4" FABRICADO EN OBRA EN REVOLVEDORA DE 1 SACO.			UNIDAD M ³	
			RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO
			NORMAL	15.00
			MINIMO	13.00
CONCEPTO	UND.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE
MATERIALES				
CEMENTO R.N.	TON	0.3697	200,000.00	73,940.00
ARENA	M ³	0.5328	40,000.00	21,312.00
GRAVA	M ³	0.6452	40,000.00	25,808.00
AGUA	M ³	0.2424	640.00	155.14
SUBTOTAL \$				121,215.14
MANO DE OBRA				
GRUPO 7 (5 PEONES + 1 OFICIAL ALBAÑIL).	JORNAL	0.06666	85,286.50	5,685.20
	SUBTOTAL \$			
HERRAMIENTA Y EQUIPO REVOLVEDORA DE 1 SACO.				
HERRAMIENTA MENOR	HR.	0.53333	6,630.61	3,536.30
	%	3 (M.O.)	5,685.20	170.56
SUBTOTAL \$				3,706.86
OBSERVACIONES				
			COSTO DIRECTO \$	130,607.20
			UTILIDAD E INDIRECTOS %.	
			PRECIO UNITARIO \$	

UNAM ENEP ARAGON	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		TESIS PROFESIONAL		
ESPECIFICACION: BASICO. MORTERO CEMENTO-CAL-ARENA EN PROP. 1:1:10		UNIDAD M ³			
		RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO	0	
			NORMAL	0	
			MINIMO	0	
CONCEPTO	UND.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE	
MATERIALES					
CEMENTO	TON.	0.1926	200,000.00	38,520.00	
CAL	TON.	0.1143	140,000.00	16,002.00	
ARENA	M ³	1.2347	40,000.00	790.00	
AGUA	M ³	0.3288	640.00	210.43	
SUBTOTAL \$				55,522.64	
MANO DE OBRA					
SUBTOTAL \$					
HERRAMIENTA Y EQUIPO					
SUBTOTAL \$					
OBSERVACIONES		COSTO DIRECTO \$			
		UTILIDAD E INDIRECTOS %			
		PRECIO UNITARIO \$			

UNAM ENEP ARAGON	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		TESIS PROFESIONAL		
ESPECIFICACION: BASICO. CONCRETO F'C = 100 KG/CM2 R.N. AGRE- GADO MAXIMO DE 3/4" (19 MM.) FABRI- CADO EN OBRA EN REVOLVEDORA DE 1 -- SACO.			UNIDAD M ³		
			RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO	16.00
				NORMAL	15.00
			MINIMO	13.00	
CONCEPTO	UND.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE	
MATERIALES					
CEMENTO	TON.	0.2704	200,000.00	54,080.00	
ARENA	M ³	0.5200	40,000.00	20,800.00	
GRAVA	M ³	0.7072	40,000.00	28,288.00	
AGUA	M ³	0.2028	640.00	129.79	
SUBTOTAL \$				103,297.79	
MANO DE OBRA					
GRUPO 7 (5 PEONES + 1 OFICIAL ALBAÑIL)	JOR.	0.06666	85,286.50	5,685.20	
SUBTOTAL \$				5,685.20	
HERRAMIENTA Y EQUIPO					
HERRAMIENTA MENOR REVOLVEDORA PARA CONCRETO DE UN SACO.	% HR.	3 0.5333	5,685.20 6630.61	170.56 3,536.10	
SUBTOTAL \$				3,706.66	
OBSERVACIONES					
COSTO DIRECTO			\$	112,689.65	
UTILIDAD E INDIRECTOS %.					
PRECIO UNITARIO			\$		

UNAM ENEP ARAGON	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		TESIS PROFESIONAL		
ESPECIFICACION: EXCAVACION A MANO EN CFPAS DE 0.00 A 1.5 MTS.DE PROFUNDIDAD EN MAT.TIPO I. ICNLUYE AFINE DE TALUDES.			UNIDAD M ³		
			RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO	5.50
				NORMAL	5.00
			MINIMO	4.50	
CONCEPTO	UND.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE	
MATERIALES					
SUBTOTAL \$					
MANO DE OBRA					
GRUPO 1 (1 PEON Y 1/10 DE CABO).	JORNAL	0.20	15,174.25	3,034.85	
SUBTOTAL \$				3,034.85	
HERRAMIENTA Y EQUIPO					
HERRAMIENTA MENOR	8	3	3,034.85	91.05	
SUBTOTAL \$				91.05	
OBSERVACIONES	COSTO DIRECTO		\$	3,125.90	
	UTILIDAD E INDIRECTOS		*/. 30	937.77	
	PRECIO UNITARIO		\$	4,603.67	

UNAM ENEP ARAGON	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		TESIS PROFESIONAL		
ESPECIFICACION: DEMOLICION DE MURO DE TABIQUE ROJO RECOCIDO DE 14 CM. DE ESPESOR.			UNIDAD M2		
			RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO	19.00
				NORMAL	17.00
		MINIMO	15.00		
CONCEPTO	UND.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE	
MATERIALES					
SUBTOTAL \$					
MANO DE OBRA GRUPO 1 (1 PEON + 1/10 DE CABO).	JOR.	0.0588	15,174.25	892.25	
SUBTOTAL \$				892.25	
HERRAMIENTA Y EQUIPO HERRAMIENTA MENOR.	\$	3		26.77	
SUBTOTAL \$				26.77	
OBSERVACIONES	COSTO DIRECTO		\$	919.02	
	UTILIDAD E INDIRECTOS %.		30	275.71	
	PRECIO UNITARIO		\$	1'194.73	

UNAM ENEP ARAGON	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		TESIS PROFESIONAL		
ESPECIFICACION: PLANTILLA DE CONCRETO HECHO EN OBRA R.N. CON -- AGREGADO MAXIMO DE 3/4" F'C = 100 KG/CM2 DE 7 CM. DE ESPESOR.			UNIDAD M ²		
			RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO	20
				NORMAL	18
		MINIMO	16		
CONCEPTO	UND.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE	
MATERIALES CONCRETO F'C = 100 KG/ CM2 R.N. AGREGADO MAX. DE 3/4" (19MM) FABRICA DO EN OBRA EN REVOLVE- DORA DE 1 SACO.	M3	0.0721	112,689.65	8,124.92	
	SUBTOTAL \$			8,124.92	
MANO DE OBRA GRUPO 5 (1 PEON + 1 OPI CIAL DE ALBAÑILERIA).	JOR.	0.0555	32,121.70	1,782.75	
	SUBTOTAL \$			1,782.75	
HERRAMIENTA Y EQUIPO HERRAMIENTA MENOR	§	3	1,782.75	53.48	
	SUBTOTAL \$			53.48	
OBSERVACIONES	COSTO DIRECTO		\$	9,961.15	
	UTILIDAD E INDIRECTOS %		30	2,988.35	
	PRECIO UNITARIO		\$	12,949.50	

UNAM ENEP ARAGON	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		TESIS PROFESIONAL		
ESPECIFICACION: CIMIENTOS DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA BRAZA ASEN- TADA CON MORTERO CEMENTO-ARENA EN PROPORCION 1:5.		UNIDAD M ³			
		RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO	2.00	
			NORMAL	1.90	
			MINIMO	1.80	
CONCEPTO	UND.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE	
MATERIALES					
PIEDRA BRAZA	M ³	1.50	20,000.00	30,000.00	
MORTERO CEMENTO-ARENA EN PROP. 1:5	M ³	0.33	118,170.24	38,996.18	
SUBTOTAL \$				68,996.18	
MANO DE OBRA					
GRUPO 5 (1 PEON Y UN - OFICIAL DE ALBAÑILERIA)	JORNAL	0.5263	32,121.70	16,905.65	
SUBTOTAL \$				16,905.65	
HERRAMIENTA Y EQUIPO					
HERRAMIENTA MENOR	%	3	16,905.65	507.17	
SUBTOTAL \$				507.17	
OBSERVACIONES					
COSTO DIRECTO			\$	86,409.00	
UTILIDAD E INDIRECTOS %			30	25,922.70	
PRECIO UNITARIO			\$	112,331.70	

UNAM ENEP ARAGON	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		TESIS PROFESIONAL			
ESPECIFICACION: MURO DE TABI- QUE ROJO RECOCIDO DE 7 X 14 X 28 - CM. DE 14 CM. DE ESPESOR JUNTEADO CON MORTERO-CEMENTO-ARENA EN PRO- PORCION 1:5 ACABADO COMUN.		UNIDAD M²				
		RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO	14.50		
			NORMAL	13.50		
			MINIMO	12.00		
CONCEPTO	UND.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE		
MATERIALES TABIQUE ROJO RECOCIDO DE 7 X 14 X 28 CM. MORTERO CEMENTO-ARENA EN PROPORCION 1:5	PZA.	66.00	170.00	11,220.00		
	M ³	0.0355	118,170.24	4,195.04		
	SUBTOTAL \$				15,415.04	
MANO DE OBRA GRUPO 5 (1 PEON Y UN - OFICIAL DE ALBAÑILERIA)	JORNAL	0.0740	32,121.70	2,377.00		
	SUBTOTAL \$				2,377.00	
	HERRAMIENTA Y EQUIPO HERRAMIENTA MENOR	\$	3	2,377.00	71.31	
SUBTOTAL \$				71.31		
OBSERVACIONES			COSTO DIRECTO	\$	17,863.35	
		UTILIDAD E INDIRECTOS	% 30	5,359.00		
		PRECIO UNITARIO	\$	23,222.35		

UNAM ENEP ARAGON	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		TESIS PROFESIONAL		
ESPECIFICACION: APLANADO FI- NO EN MUROS CON MORTERO CEMENTO - ARENA EN PROP. 1:5, CON ESPESOR - PROMEDIO DE 2.5 CM. INCLUYE DES-- PERDICIOS.			UNIDAD M ²		
			RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO	15.00
				NORMAL	13.00
			MINIMO	11.00	
CONCEPTO	UND.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE	
MATERIALES MORTERO CEMENTO-ARENA EN PROP. 1:5 ARENA CERNIDA AGUA	M ³	0.025	118,170.24	2,954.26	
	M	0.005	40,000.00	200.00	
	M	0.025	640.00	16.00	
	SUBTOTAL \$			3,170.26	
MANO DE OBRA GRUPO 5 (1 PEON + 1 OFICIAL ALBAÑIL)	JORNAL	0.0769	32,121.70	2,393.26	
	SUBTOTAL \$			2,393.26	
HERRAMIENTA Y EQUIPO HERRAMIENTA MENOR	§	3 (M.O.)	2,393.26	71.80	
	SUBTOTAL \$			71.80	
OBSERVACIONES	COSTO DIRECTO		\$	5,635.32	
	UTILIDAD E INDIRECTOS %		30	1,690.60	
	PRECIO UNITARIO		\$	7,325.92	

UNAM ENEP ARAGON	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		TESIS PROFESIONAL	
ESPECIFICACION: SUM. Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO ESTRUCTURAL, GRADO DURO Fy= 4200 KG/CM2 DE 3/8" Ø. INCLUYE HABILITADO, GANCHOS, TRASLAPES, DOBLECES Y DESPERDICIOS.			UNIDAD TON.	
			RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO NORMAL MINIMO
CONCEPTO	UND.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE
MATERIALES				
ACERO DE REFUERZO DE 3/8" Ø.	TON.	1.03	1'400,000.00	1'442,000.00
ALAMBRE RECOCIDO No. 18	KG.	30.00	2,200.00	66,000.00
SUBTOTAL \$				1'508,000.00
MANO DE OBRA				
GRUPO 4 (1 AYUDANTE DE FIERRERO Y 1/2 OFICIAL FIERRERO).	JOR.	6.67	22,359.45	149,137.53
SUBTOTAL \$				149,137.53
HERRAMIENTA Y EQUIPO				
HERRAMIENTA MENOR	§	3 (M.O.)	149,137.53	4,474.13
SUBTOTAL \$				4,474.13
OBSERVACIONES				
COSTO DIRECTO			\$	1'661,611.66
UTILIDAD E INDIRECTOS %.			30	498,483.50
PRECIO UNITARIO			\$	2'160,095.16

UNAM ENEP ARAGON	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		TESIS PROFESIONAL		
ESPECIFICACION: SUM. Y COLOCACION DE CONCRETO F'c = 200 KG/CM2 EN TRABES Y LOSAS, VACIADO CON CARRETILLA Y BOTES. INCLUYE: MATERIALES HECHURA VIBRADO, VACIADO Y CURADO CON AGUA.			UNIDAD M ³		
			RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO	8.75
				NORMAL	8.00
			MINIMO	6.75	
CONCEPTO	UND.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE	
MATERIALES					
CONCRETO F'c = 200 KG/CM2 AGREGADO MAX. DE 3/4" R.N. FABRICADO EN OBRA CON REVOLVEDORA DE 1 SACO.	M ³	1.04	130,607.20	135,831.49	
AGUA PARA CURADO	M ³	0.840	640.00	537.60	
SUBTOTAL \$				136,369.09	
MANO DE OBRA					
GRUPO 7 (5 PEONES + 1 OFICIAL ALBANIL), VACIADO.	JOR.	0.125	85,286.50	10,660.81	
GRUPO 1 (1 PEON + 1/10 DE CABO) CURADO.	JOR.	0.4662	15,174.25	7,074.24	
SUBTOTAL \$				17,735.05	
HERRAMIENTA Y EQUIPO					
HERRAMIENTA MENOR	%	3(M.O.)	17,735.05	532.05	
SUBTOTAL \$				532.05	
OBSERVACIONES	COSTO DIRECTO \$		154,636.19		
	UTILIDAD E INDIRECTOS %/ 30		46,390.88		
	PRECIO UNITARIO \$		201,027.05		

UNAM ENEP ARAGON		ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		TESIS PROFESIONAL		
ESPECIFICACION: RELLENO DE TEZONTLE EN AZOTEAS CON ESPESOR PROMEDIO DE 10 CM. PARA DAR PENDIENTE. INCLUYE ENTORTADO DE MORTERO CEMENTO-CAL-ARENA EN PROP. 1:1:10 DE 2 CM. DE ESPESOR.				UNIDAD M3.		
				RENDIMIENTO POR JORNAL	MAXIMO	3.00
					NORMAL	2.75
					MINIMO	2.50
CONCEPTO		UND.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE	
MATERIALES						
TEZONTLE		M3	0.104	9,500.00	988.00	
ENTORTADO CON MORTERO - CEMENTO-CAL-ARENA EN PROPORCION 1:1:10 EN 2 CM. DE ESPESOR PROMEDIO.		M3	0.024	55,522.64	1,332.54	
SUBTOTAL \$					2,320.54	
MANO DE OBRA						
GRUPO 5 (1 OFICIAL ALBA- (NIL + 1 PEON)		JOR.	0.3636	32,121.70	11,679.45	
SUBTOTAL \$					11,679.45	
HERRAMIENTA Y EQUIPO						
HERRAMIENTA MENOR		%	3.00	11,679.45	350.38	
SUBTOTAL \$					350.38	
OBSERVACIONES		COSTO DIRECTO \$		14,350.37		
		UTILIDAD E INDIRECTOS %.		4,305.11		
		PRECIO UNITARIO \$		18,655.48		

P R E S U P U E S T O

Definición de Presupuesto: La palabra "presupuesto", se deriva del verbo presuponer, que significa: "dar previamente por sentada una cosa". Se acepta también que presuponer es "informar anticipadamente el computo de los gastos o ingresos, o de unos y otros, de un negocio cualquiera".

Es muy difícil poder conseguir algún libro de presupuestos - que sea perfecto, porque es un tema en el que entran tantas actividades y tantas excepciones hay, que nunca puede llegarse a abarcar todos los problemas.

Sin embargo, en los presentes apuntes, se tratará de hacer - una exposición breve, pero ilustrativa de como se elabora un presupuesto.

Elaboración de Presupuesto.

El presupuesto, al igual que cualquier noticia o dato dado - con antelación, es una de las tareas más arduas del trabajo de una construcción. Y no simplemente en construcción, sino en cualquier manifestación de la vida. Cualquier precaución que se tenga para llegar a un resultado feliz es poco, es por esto que me propongo, - en primer lugar, dar ciertas reglas fundamentales y en segundo, recoger los datos de las distintas clases de trabajos que entran en una construcción de tipo urbano.

Como ya se mencionó, elaborar un presupuesto es una tarea nada fácil que, requiere de la utilización tanto de recursos humanos como materiales en los que una compañía del ramo de la construcción o cualquiera que sea su actividad, tendrá que efectuar erogaciones que probablemente no sean recuperadas. ¿Porqué se hace mención a - esto? porque en la mayoría de las empresas existen obras por curso en las que el cliente, llamese sector público o privado, solicitan como requisito indispensable la elaboración de un presupuesto, el cual ha de ser semejante en costo, condiciones, especialidad y tiempo de ejecución al de la parte contratante.

De ahí la semejanza, un poco chuzca, de que entrar a un concurso de obra, es como comprar un billete y no "sacarse la lotería".

¿ Cómo se elabora un presupuesto?

El presupuestista deberá cerrar los ojos y suponer que la obra que se va a valorar, está ya terminada. Dará un imaginario pá seo por ella e irá recogiendo todos los datos de lo hecho, teniendo en cuenta de no omitir ni el más mínimo detalle, porque por pequeño que éste sea, siempre se reflejará al final.

Lo mejor para ello, es seguir siempre un orden y se recomienda escoger el del ritmo de la construcción, es decir, agrupar los diferentes trabajos en unidades en las que entren los mismos especialistas, por ejemplo, en el concepto de preliminares, se efectúan las siguientes actividades:

- Demoliciones
- Acarreos
- Limpieza y trazo
- Trazo y nivelación
- Etc.

En Cimentación:

- Excavaciones
- Plantilla
- Cimientos
- Acero de refuerzo
- Cimbra
- Etc.

Una cosa muy importante es la toma de datos de los planos; es aconsejable que dichos datos se tomen por exceso, sin exageración, mejor que por defecto. Porque malo es que se pierda una obra por haberla encarecido al tomar las dimensiones, pero mucho peor es dar un presupuesto y quedarse corto en su valoración. Cualquiera cosa de las dos es mala, pero mucho peor sobre todo para el

contratista, es la segunda.

Como antes se ha dicho, es necesario llevar un orden y este debe ser rigurosamente observado. Hay ocasiones en que por las características de los trabajos, muchas unidades se repiten, sin que sea necesario volver a tomar las medidas otra vez. por ejemplo:

Excavaciones - cimientos: Generalmente las cifras son las mismas - para los dos trabajos.

Es conveniente no descuidar ninguna partida por valorar. Es muy frecuente que esto ocurra, bien por no considerarlas de interés o porque se pasen, dada la insignificancia de su importe pero, cabe recordar, que cualquier cosa pasada por alto es un dato más - que se acumula en contra del presupuesto.

Algo primordial que el presupuestista no debe de olvidar, es que no en todas las regiones de la República Mexicana, se tienen - los mismos medios de trabajo; que las condiciones de vida climatológicas, costumbres y tradiciones, ciclos agrícolas, etc., no son las mismas; que la distancia de la obra al núcleo de población más cercano, es un detalle que significa mucho en la valoración de una obra, puesto que se ve incrementado el sueldo de la mano de obra - con las dificultades de contratación de dicha mano de obra, por -- las exigencias del personal, etc.

El someter un presupuesto para su concurso, puede provenir, - como ya se indicó, de una invitación de personas o entidades que - requieren valorar una construcción de antemano; pero esta valoración se efectuará entre varias contratistas y es entonces cuando - se entra en licitación para llegar a un precio más bajo que los de más.

Existen ciertos detalles que el contratista puede manejar pa - ra lograr reducir el presupuesto de un concurso, por ejemplo:

- Asociar en lo posible los trabajos.
- Forzar el ritmo de las obras y sacar el máximo rendimiento de la mano de obra.

- Descuento en las compras de materiales.
- Aprovechamiento de las condiciones favorables de ubicación de la obra.
- Aprovechamiento al máximo de los materiales.

Estos son solamente algunos de los muchos existentes y que, aunados a la experiencia tanto del presupuestista como de la compañía, se llegue a obtener la obra concursada.

Con los precios unitarios analizados en estos apuntes, se presenta un ejemplo de como se elabora un presupuesto.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
DENOLICION DE MURO DE TABIQUE ROJO RECOCIDO DE 14CM. DE ESPESOR.	M2	10.00	1,194.00	11,947.00
EXCAVACION A MANO- EN CEPAS DE 0.00 A 1.5 MTS.DE PROFUN- DIDAD EN MAT. TIPO I.	M3	5.00	4,603.67	23,018.00
PLANTILLA DE CON- CRETO H.O. F'c=100 KG/CM2 DE 7 CM. DE ESPESOR.	M2	8.00	12,949.50	103,596.00
CIMIENTOS DE MAM- POSTERIA DE PIEDRA BRAZA ASENEADA CON MORTERO CEMENTO-ARE NA EN PROP. 1:5.	M3	5.00	112,331.70	561,659.00
MURO DE TABIQUE RO JO RECOCIDO DE 7 X 14 X 28 CM.DE 14CM. DE ESPESOR JUNTEA- DO CON MORTERO CE- MENTO-ARENA EN PROP. 1:5 ACABADO COMUN.	M2	25.00	23,22.35	580,559.00

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
APLANADO FINO EN - MUROS CON MORTERO CEMENTO-ARENA EN - PROP. 1:5 CON ESPE- SOR PROMEDIO DE 2. 5 CM.	M2	25.00	7,325.92	183,148.00
SUMINISTRO HABILITADO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO ESTRUCTURAL Fy= 4,200 KG/CM2 DE -- 3/8" ø.	TON	0.30	2'160,095.16	648,029.00
SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONCRETO F'c = 200 KG/CM2 - EN TRABES Y LOSAS.	M3	2.50	201,027.05	502,568.00
RELLENO DE TEZON-- TLE EN AZOTEAS CON ESPESOR PROMEDIO - DE 10 CM. PARA DAR PENDIENTE.	M3	2.00	18,655.48	37,311.00
SUMA				2'651,835.00

NOTA: Las cantidades indicadas son propuestas, en la realidad, es tas son obtenidas de la cuantificación de los planos.

C A P I T U L O 6

CONCLUSIONES

Esperando haber cumplido con el objetivo de estos apuntes - llamados, "Apuntes para la materia de Construcción III", cuya idea nació de hacer una recopilación de información, tomando como base el programa de la materia del mismo nombre que, debido a lo extenso, normalmente nunca se llega a cumplir.

En los temas planteados, tal vez no se distinga una seriación lógica, pero esto se debe, precisamente, a la gama de conceptos manejados y que por lo mismo no son completamente asimilados - por los alumnos.

Cabe hacer mención, que el trabajo presentado está enfocado desde un punto de vista administrativo y solamente en el caso del control de calidad, tanto de las obras en construcción como el control de calidad del concreto, habrá de efectuarse en campo para corroborar la aplicación de especificaciones y normas que ayuden a obtener un buen funcionamiento, tanto en las construcciones nuevas como en la obtención de muestras de concreto.

Haciendo incapié en que el presente trabajo está enfocado - administrativamente, sobran razones para hacer dicha observación, - pues todo lo relacionado a planeación, programación y control, es manejado por las oficinas centrales, así como también lo relacionado a los precios unitarios y la elaboración de presupuestos.

Efectuando un balance central de ventajas y desventajas de todo el trabajo aquí expuesto, se puede mencionar lo siguiente:

Ventajas.- Se brinda al alumno todos los elementos de carácter técnico en una forma muy elemental de manera que asimile los conocimientos en forma definitiva y que proponga alternativas de solución acordes con los problemas que se presentan en el área de construc-

ción.

En la actualidad se cuenta con la ayuda de las computadoras y todo lo relacionado con estos apuntes, puede ser manejado en forma sencilla y rápida para obtener resultados comparativos en poco tiempo.

Desventajas.- Siendo salarios, coeficientes de salario real, prestaciones, zonas diferentes de trabajo, diferente zona económica e inclusive, diferente política de las compañías constructoras, así como la variación de los costos de materiales; se tendrá la necesidad de estarse actualizando constantemente o de lo contrario se corre el riesgo de perder concursos de obra por falta de información.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- REUNION NACIONAL DE LABORATORIOS
DE MATERIALES DE CONTRUCCION.
TEMAS SELECTOS DE CONTROL DE CALIDAD
SAN LUIS POTOSI, S.L.P.
1 Y 2 DE OCTUBRE DE 1987.
ANALISEC.

- 2.- PROGRAMACION DE OBRAS
ERNESTO MENDOZA SANCHEZ
CENTRO DE ACTUALIZACION PROFESIONAL
JUNIO 1986.

- 3.- APUNTES DE PLANEACION
JORGE ARTURO HINOJOSA
UNAM, FACULTAD DE INGENIERIA
FEBRERO 1981.

- 4.- NORMAS DEL INFONAVIT PARA PROGRAMACION
DE OBRA.
SUBDIRECCION TECNICA
DEPTO. DE CONSTRUCCION
2a. EDICION, AGOSTO 1980.

- 5.- APUNTES DE PROGRAMACION Y CONTROL
DE OBRAS.
EMILIO GIL VALDIVIA
UNAM, FACULTAD DE INGENIERIA.

- 6.- ADMINISTRACION DE EMPRESAS
CONSTRUCTÓRAS.
SUAREZ SALAZAR
ED. LIMUSA; 4a. REIMPRESION, 1987
- 7.- COSTO Y TIEMPO EN EDIFICACION
SUAREZ SALAZAR
ED. LIMUSA
TERCERA EDICION, 1977
QUINTA REIMPRESION: 1983.
- 8.- LA OBRA PUBLICA EN MEXICO
PROCEDIMIENTOS Y ANALISIS DE
LA CONSTRUCION.
REVISTA OBRAS
GRUPO EDITORIAL EXPANSION
JUNIO 1978
- 9.- APUNTES DE FACTORES DE CONSISTENCIA
DE COSTOS Y PRECIOS UNITARIOS.
ERNESTO R. MENDOZA SANCHEZ, JORGE H.
DE ALBA CASTAÑEDA.
UNAM, FACULTAD DE INGENIERIA.
- 10.- INICIACION AL CALCULO DE COSTOS
EN EDIFICACION.
JUAN MARTINEZ DEL CERRO
PROGRAMA DEL LIBRO DE TEXTO UNIVERSITARIO
UNAM, FACULTAD DE ARQUITECTURA.

- 11.- MANUAL SOBRE EL CALCULO DE PRECIOS
UNITARIOS DE TRABAJOS DE CONSTRUCCION
S.R.H., TOMO I Y VII
PRIMERA EDICION

- 12.- COSTOS Y PROGRAMAS DE CONSTRUCCION
BAJA CALIFORNIA NORTE No. 67
COL. ROMA SUR C.P. 06760
MEXICO, D.F.

- 13.- PRESUPUESTOS Y CONTROL EN LAS EMPRESAS
CARLOS FELGUEZ MORALES
EDICIONES CONTABLES Y ADMINISTRATIVAS
SEGUNDA EDICION, CUARTA REIMPRESION 1978.

- 14.- PRESUPUESTOS EN LA CONSTRUCCION
FELIX ALVAREZ
EDICIONES CEAC, S.A.
BARCELONA ESPAÑA; 197 EDICION
ABRIL 1979.

- 15.- CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO
PUBLICACION IMCYC
ULTIMA EDICION