

DL
02
T(155)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA

“BREVE ANALISIS DE SISTEMAS Y COSTOS DE CONSTRUCCION”
(PROGRAMACION DE OBRA Y CONTROL DE COSTOS)

TESIS:

Presentada a la Junta Directiva de la

Facultad de Arquitectura

Por:

GUILLERMO FRANCISCO ROLDAN CABRERA

al conferirsele el título de:

ARQUITECTO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA
DEPARTAMENTO DE TESIS-REFERENCIA

Guatemala, Noviembre de 1974.



FACULTAD DE ARQUITECTURA

**JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE ARQUITECTURA.**

Decano:	Arq. Lionel Mendez Davila
Vocal Segundo:	Arq Francisco Chavarría S.
Vocal Tercero:	Arq. Ricardo Mendia
Vocal Cuarto:	Br. Julio Cesar Fonseca C.
Vocal Quinto:	Br. Francisco Anleu.
Secretario:	Arq. Gilberto Castañeda S.

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL
EXAMEN GENERAL PRIVADO**

Decano:	Arq. Lionel Mendez Davila
Examinador:	Arq. Julio René Corea
Examinador:	Arq. Jorge Escobar Ortiz
Examinador:	Arq. Mario Hugo Rosal.
Secretario:	Arq. Gilberto Castañeda S.

A mis Padres.

AGRADECIMIENTO:

Arq. José Asturias Rudeke

Ing. Hector Manuel Rivera

Asi también a todas aquellas personas que contribuyeron a la realización de este trabajo.

BREVE ANALISIS DE SISTEMAS Y COSTOS DE CONSTRUCCION
(PROGRAMACION DE OBRA Y CONTROL DE COSTOS)

GUILLERMO F. ROLDAN C.

INDICE

“INTRODUCCION”

I PARTE: “EL DESARROLLO Y ELABORACION DE UN PROYECTO”

1. El proyecto en Arquitectura.
2. Fines y Objetivos.
3. Metodologías de diseño comunmente conocidas.
4. Desarrollo y Elaboración de un proyecto.

II PARTE: “LOS COSTOS”

1. Definición.
2. Las incidencias del costo en el proyecto.
3. Los elementos fundamentales del costo.
 - 3.1. Los planos.
 - 3.2. Las Especificaciones.
 - 3.3. La cuantificación.
 - 3.4. El presupuesto.
 - 3.4.1. Tipos de presupuesto y sus características.
 - 3.4.2. Trabajo primario en oficina.
 - 3.4.3. Control presupuestado.
4. Costos Directos:
 - 4.1. Definición.
 - 4.2. Integración del costo directo.
 - 4.3. Costos de Materia Prima. (Materiales).
 - 4.3.1. Trabajo primario en oficina.
 - 4.3.2. Control de llegada a la obra.
 - 4.4. Costos de Mano de Obra.
 - 4.4.1. Etapa primaria de transformación.
 - 4.4.2. Por día.
 - 4.4.3. Contratación a Destajo.

- 4.5. Costos de Instrumental (Equipo).
- 4.6. Subcontratos e imprevistos.
- 5. Costos Indirectos.
 - 5.1. Definición.
 - 5.2. Integración del costo indirecto.
 - 5.2.1. Costos Indirectos de Operación.
 - 5.2.2. Costos Indirectos de Obra.
 - 5.3. Imprevistos.
- 6. Formas de llevar a cabo una obra.
 - 6.1. Por Administración.
 - 6.2. Por Contrato.
- 7. Optimización de Costos.

III PARTE: "CONTROL DE COSTOS"

- 1. El Proceso productivo.
 - 1.1. Definición y consideraciones generales.
 - 1.2. Fases del proceso productivo.
 - 1.3. Planeación.
 - 1.3.1. Definición y objetivos.
 - 1.3.2. Sistemas de planeación.
 - 1.3.3. La planeación en la actividad de la construcción.
 - 1.4. Programación. (Definición y objetivos).
 - 1.4.1. La programación en la actividad de la construcción.
 - 1.5. Control. (Definición y objetivos).
 - 1.5.1. Elementos del control de costos de construcción.
 - 1.5.2. El control de costos en la actividad de la construcción.

2. Los nuevos métodos de Planeación, Programación y Control
 - 2.1. Diagrama de flechas.
 - 2.1.1. Ventajas y Desventajas.
 - 2.2. Diagrama de Barras o de Gantt.
 - 2.2.1. Ventajas y Desventajas.
 - 2.3. Métodos C.P.M. y PERT.
 - 2.3.1. Ventajas y Desventajas.
3. La aplicación de los nuevos métodos de planeación, programación y control en la actividad de la construcción en Guatemala.

IV PARTE : "LA EMPRESA DE CONSTRUCCION"

1. Organización. (Definición y Objetivos).
 - 1.1. Principios generales de la organización.
 - 1.2. Estructura de la organización.
 - 1.3. Organigramas de funcionamiento.
 - 1.4. La administración y la dirección científica.
2. Metodologías de Control.
 - 2.1. En Oficina.
 - 2.2. En Obra.
3. Recomendaciones a la actividad de la construcción en Guatemala

"APENDICE DOCUMENTAL"

"BIBLIOGRAFIA"

INTRODUCCION

La evolución del hombre en todos los aspectos, ha llegado a tal grado, que la creación de cualquier elemento resultado de un proceso, requiere del más estricto apego a la tecnología y a la eficiencia.

Las personas que se dedican a la ejecución de estos procesos, deben contar con una preparación especial, que permita la conjugación de la técnica y sus costos. El dominio de estos elementos, permite lograr la terminación de un proceso, con los resultados esperados, lo cual constituye una satisfacción para todos aquellos que toman parte o se ven afectados por su ejecución.

El proceso de construcción de un proyecto es una tarea que depende directamente de su ejecutor, el que hasta hace poco tiempo, en nuestro medio ha pasado a ser el Arquitecto.

Decimos ha pasado a ser, porque hasta hace poco, la gente se ha comenzado a dar cuenta de la necesidad de contratar los servicios de un profesional capaz de conjugar la estética del espacio y la funcionalidad, con la tecnología de construcción a manera de poder obtener un mejor tipo de vivienda a un menor costo.

La Arquitectura puede definirse como el arte de construir edificios aunque la palabra construir conlleva un proceso que no únicamente se refiere al hecho físico de levantar o hacer un edificio, sino a crearlo desde su concepción hasta su ocupación por el hombre.

La preparación del Arquitecto conjuga una serie de conocimientos que lo llevan a ser básicamente un organizador, que se vale principalmente del arma del diseño, para lograr sus objetivos.

Con este trabajo pretendemos ofrecer una guía práctica que pueda utilizar tanto el estudiante de Arquitectura como el profano en este campo sobre los elementos que conforman el proceso de tal manera que puedan analizarlo y prepararse para desarrollarlo eficientemente.

Se analizan aquí, las etapas que lo conforman desde su inicio hasta su finalización, refiriéndolo constantemente hacia el control de los costos, ya que son estos últimos los que definen el éxito o el fracaso de la empresa.

Posiblemente este trabajo no llene a cabalidad las necesidades de aquellas personas que tienen experiencia en el campo de la construcción mas no es ése su objetivo, sino colaborar en la capacitación de las personas que se inician en el extenso campo de la construcción, en la aplicación de las metodologías para efectuar eficientemente el control de costos, por medio de una administración de obra, tecnológica y científica. Colaborando además, por medio de su conciente estudio a proteger el prestigio profesional del Arquitecto.

I PARTE :

EL DESARROLLO Y ELABORACION DE UN PROYECTO

1. El Proyecto en Arquitectura.

El proyecto es la solución a una necesidad, planteada por medio de un diseño de ordenamiento espacial, que una vez satisfecho, es desarrollado, elaborado y finalmente ejecutado.

2. Fines y Objetivos.

El Objetivo principal de un proyecto, es resolver el problema que se presente a una persona o colectividad a través del desarrollo y elaboración de una idea, cuya ejecución dará la solución física y tangible del mismo.

Su fin primordial es llegar a solucionar el problema en su totalidad, satisfaciendo la necesidad presentada, con base en un criterio económico, espacial, estético y eficaz.

3. Metodologías de diseño comunmente conocidas.

Los problemas que debe afrontar el diseñador, para nuestro caso el Arquitecto, siempre son complicados, sobre todo si lo tomamos desde el punto de vista de que para el correcto planteamiento de un problema, existen innumerables tipos de soluciones. Sin embargo, el problema se encuentra en ¿cómo plantearlo? y definir exactamente ¿cuál es el problema por resolver? Es aquí en donde se hace necesario presentar las diferentes alternativas teóricas actualmente conocidas, para que se pueda escoger entre ellas, la que más se adapte a unas necesidades previamente establecidas, aunque sí creemos que es necesario mostrar todas ellas, para que se pueda de esta manera formar una idea de lo que es el proceso de diseño.

Los estudios sistemáticos del proceso de diseño, son bastante recientes y constituyen una poderosa arma en el proceso de adiestramiento y en la práctica profesional.

Las metodologías de diseño nacieron de la necesidad de los diseñadores, de encontrar nuevas herramientas para la solución de los problemas de diseño que le presenta el ser humano, los que como característica primordial tienen, el dinámico y constante cambio,

de la estructura social a que pertenecen. Así pues, este constante cambio, ha hecho que se marque un proceso de tecnificación, en todas las disciplinas que practica entre las que se encuentra el diseño.

Dentro de la tecnificación de lo que es el proceso, vale la pena hacer mención de que, lo que se pretende con las metodologías, es el exteriorizar el proceso de diseño, ver su funcionamiento para así evaluar los factores que nos hacen tomar una decisión, que definitivamente afecta la solución que se da al problema. Buscan, un lenguaje que ayude a conciliar, lo complejo de la mente humana, para la creación artística, con la tecnología científica y la experiencia del diseñador.

Si el proceso de diseño está totalmente dominado por la mente del diseñador, y no podemos decir realmente cuando comienza la producción de soluciones al problema, ni cuando se da el procesamiento de información para su obtención, estamos diseñando por el procedimiento que se denomina "CAJA NEGRA". Metodología que se basa en el diseño por medio de analogías, entre patrones experimentados por el diseñador y las soluciones que consiga obtener, para el problema específico.

La metodología conocida como "CAJA TRANSPARENTE", pone al ser humano como una computadora, que actúa en base a la información que se le suministra y sigue una secuencia planeada de pasos, hasta que obtiene la mejor entre todas las posibles soluciones, que son consecuencia de este mismo proceso. Es necesario, en este método, establecer anticipadamente los objetivos, variables y criterios del problema, lo que implica la realización previa de una etapa de investigación y análisis, antes de presentar una solución. La escogencia de una solución, se hace principalmente, en base a la lógica.

La ventaja de este método, sobre el anterior, es que el proceso de diseño es conocido en todas o la mayor parte de sus etapas, por lo que al incurrir en alguna falla, es fácil revisar el proceso y reencauzarlo hasta encontrar la solución deseada, mientras que en el primero, el error implica un nuevo inicio del proceso.

Los requerimientos, para lograr trabajar eficientemente con una metodología de diseño, pueden ser adquiridos por el diseñador, a través de distintos procedimientos. Uno de ellos, aunque bastante práctico, es la vivencia directa de la situación que ha originado el

problema por resolver, por el diseñador, percibiendo así, directamente las necesidades, a la vez que permite observar las soluciones prácticas que han desarrollado los afectados por él, lo que nos enmarca dentro de un proceso de observación, que definitivamente, es eficaz; pero que puede resultar tedioso y extenso.

Otro procedimiento es el de desmenuar por medio de un análisis los distintos factores que constituyen el problema y sacar de allí los requerimientos de cada una de las etapas que lo conforman, a la vez que nos hacemos una imagen mental del proyecto, tomando en cuenta la importancia del ordenamiento, según prioridad, de cada uno de ellos, lo que nos lleva a una serie de soluciones que varían, en cuanto a criterios de economía, durabilidad y forma física; pero que tendrán en común lo más importante, que es la correcta integración de la solución a la necesidad planteada por el problema.

Valiéndonos del avance tecnológico, podemos obtener el grado de importancia de cada uno de los requerimientos de un problema, por medio de la elaboración de categorías de cada uno de ellos en cuanto a su nivel de actuación, "RANGO", las que escritas en un lenguaje matemático y procesadas por una computadora, con un programa específico, se convierten en una lista de requerimientos en orden de prioridad, con lo que se resuelve el problema del inicio de un proceso de diseño: ¿qué se necesita? .

En todas las metodologías de diseño, el papel de su ejecutor, es de primera importancia, pues es él quien debe buscar los requerimientos, la definición del problema y su solución, por lo que el criterio para la selección de una de estas metodologías, se encuentra en función directa a la naturaleza del problema, los recursos disponibles para desarrollarlo y la capacidad del diseñador.

4. Desarrollo y Elaboración de un Proyecto.

Las etapas que constituyen la parte puramente teórica del proceso de ejecución de un proyecto, son: Investigación, análisis y elaboración de datos en gabinete, las que conforman su fase de desarrollo.

La investigación y el análisis comprenden una serie de elementos que deben ser perfectamente conocidos por el diseñador y que comprenden:

1. La entrevista con el cliente.
2. La primera aproximación al establecimiento de los requerimientos del problema.
3. La investigación de todos aquellos elementos, que en una u otra forma, inciden en los requerimientos ya conocidos, y en aquellos que resulten de este proceso.
4. La elaboración de la lista de requerimientos, cuya elaboración está supeditada a la habilidad del diseñador para obtener la información de tipo arquitectónico, económico, legal y administrativo.
5. La utilización de una metodología de diseño que permita ordenar y analizar los requerimientos del problema para su correcto desarrollo.

Los elementos que comprende la elaboración de un proyecto, responden a la conformación física de la solución, al problema arquitectónico planteado, desarrollado a nivel de representaciones gráficas, que sirven de guía para su correcta ejecución. Estos elementos comprenden:

1. El Anteproyecto, que es la representación gráfica de la idea que soluciona el problema, sin llegar a su desarrollo detallado, realizado por el diseñador con el objeto de ofrecer a los interesados, la aproximación de la solución, desde el punto de vista arquitectónico, legal y económico.
2. El antepresupuesto, que se origina de la fase anterior y que representa el inicio de la relación DISEÑADOR-COSTOS.
3. Después de la aprobación de los interesados y del diseñador, la siguiente etapa es el estudio detallado del suelo que se ha de ocupar, a fin de que la construcción en vía de desarrollo no tropiece con ningún problema durante su ejecución.
4. El desarrollo de planos, que servirán de guía para la ejecución del proyecto y que serán definidos detalladamente, más adelante.
5. El presupuesto final, que acompaña a los planos y que constituye o determina, en la mayoría de los casos la factibilidad del proyecto, desde el punto de vista económico.

6. La planeación de la forma en que se han de llevar a cabo los trabajos, así como su programación y control de ejecución.

Estas fases comprenden el trabajo que debe ser ejecutado en gabinete y son la base de la ejecución del proyecto, de allí la importancia de su realización consciente y objetiva.

II PARTE:

“LOS COSTOS”

1. Definición de Costo.

Costo es todo gasto en el que incurre cualquier persona, ya sea éste material o intelectual, en forma objetiva o subjetiva, para llevar a la realización un producto de cualquier clase.

2. Las incidencias del costo en el proyecto.

La realización de cualquier actividad humana, lleva consigo una serie de factores que tienen un determinado valor, en forma ya sea objetiva o subjetiva, que representa un valor material o intelectual.

Un proyecto de construcción, desde que es diseñado hasta su finalización, conlleva una serie de implicaciones, tales como: su diseño, metodología de realización, materia prima, mano de obra necesaria, utilización de equipo de transformación de materia prima en producto elaborado, que indiscutiblemente tienen un valor intrínseco, y que constituyen su costo.

Estos costos, auxiliados por las metodologías, que actualmente existen para su control durante la etapa de ejecución, determinan la factibilidad económica de realización de un proyecto específico, y pueden obtenerse dentro de unos límites previstos con anterioridad.

Un proyecto de construcción, está formado por un gran número de elementos constructivos, los que dependen de una amplia variedad de factores que influyen en su ejecución. Cada uno de los cuales, representa un costo, y es la suma de todos ellos, lo que constituye el costo total de ejecución.

La industria de la construcción no produce en forma repetitiva, por lo que para cada caso específico, nos encontramos con diferentes elementos que deben ser considerados y controlados, los que se pueden clasificar según la siguiente división:

COSTOS DIRECTOS: que son aquellos, cuyo valor sólo se presenta durante la ejecución particular del elemento del que forman parte, y representan el valor de los materiales, mano de obra e instrumentación necesarios, para su realización específica.

COSTOS INDIRECTOS: son aquellos que se presentan durante el tiempo que tarda la realización y se aplican a todos los elementos de la obra, entre los gastos derivados de la administración, dirección, supervisión, control contable, permisos legales, y todos aquellos gastos que se suceden continuamente, exista o no, trabajo por realizar, para el caso de una empresa de construcción.

La ejecución de un proyecto de Arquitectura, conlleva una etapa anterior a su ejecución, el desarrollo del proyecto, que es poco conocida. Esta etapa se ejecuta en gabinete, y a ella corresponden, la planeación y la programación, las que a través de su conocimiento y análisis, determinan si el proyecto, habrá o no, de concluir en forma satisfactoria.

Una vez desarrollado el proyecto, bajo las normas establecidas para un criterio económico particular, el siguiente paso es, practicar un exhaustivo control sobre las etapas que comprende, con el objeto de establecer una vigilancia continua que permita determinar si la previsión en cuanto a costos se refiere, ha sido correcta o no, incluyendo a la vez, un mecanismo que permita nivelar los costos estimados con los costos reales, en caso de error u omisión.

La disciplina del control de costos, sirve, para pronosticar los resultados esperados a la terminación de un proyecto, para corregir desviaciones que sean observadas en obra, para conocer lo que se puede gastar de un estimado de costos aprobado, evitando problemas de excesos de costos antes de finalizar un proyecto.

Se ha determinado la importancia de los costos de ejecución y de su control, para el logro del buen desarrollo de un proyecto, sin embargo, es necesario conocer el criterio económico en la construcción, elemento que dio origen al control y que se deben tener presentes, ya que siempre se encuentran unidos.

El criterio económico en la construcción, es una consecuencia directa del criterio económico en el diseño, pues la realización económica de un elemento, un conjunto o un producto, no es posible, si éste ha sido diseñado sin el menor concepto de economía.

Existen dos formas de controlar, eficazmente, el criterio económico en construcción:

1. A través de un método comparativo.
2. Por medio de la aplicación de técnicas, métodos y sistemas, para su obtención.

En el método comparativo lo importante es la observación directa y la experiencia, pues ofrecen las bases necesarias para la obtención de este criterio.

En la segunda, la experiencia tiene menor importancia, ya que la aplicación de los conocimientos tecnológicos para cada caso particular, y el estudio de los materiales y métodos constructivos, contribuyen por medio de la lógica a la utilización de los elementos de un proceso, en forma eficiente, y como consecuencia a su ejecución, con base en un criterio económico.

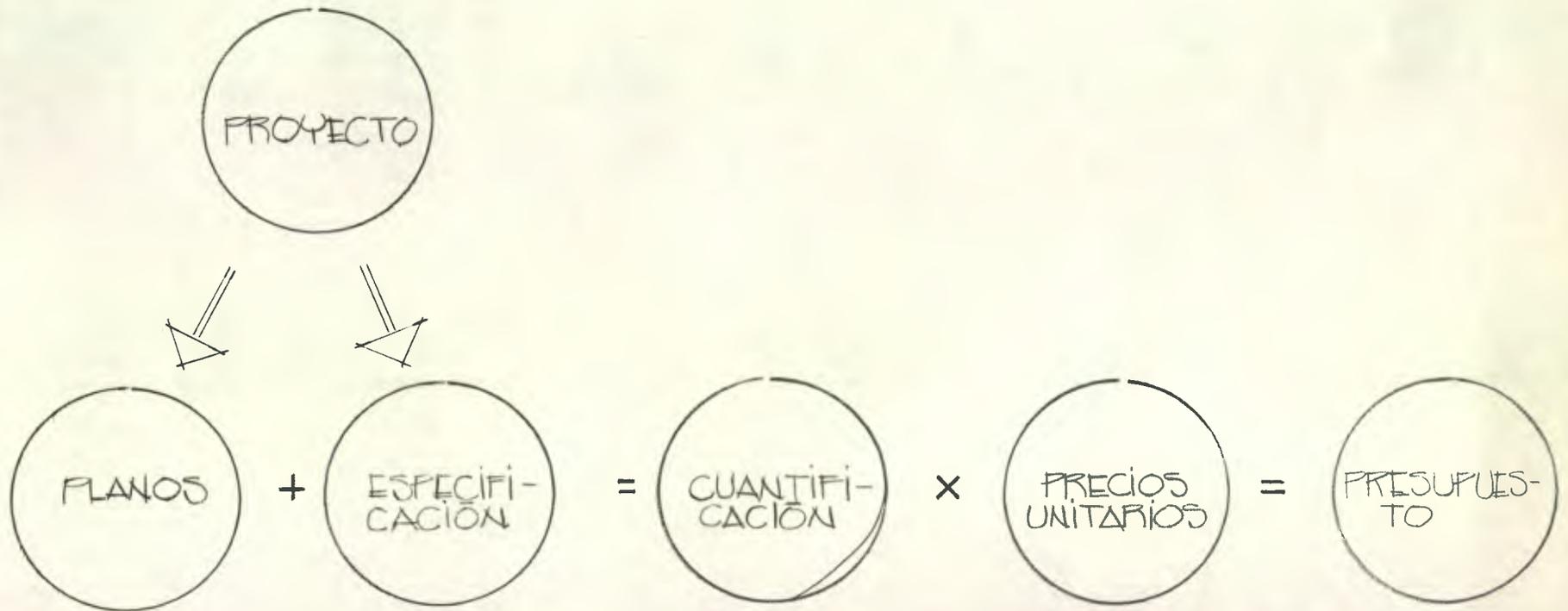
3. Los elementos fundamentales del costo.

La importancia de la etapa de desarrollo es innegable, pues constituye la base sobre la que se habrá de edificar el proyecto en cuestión, determinando su factibilidad económica.

El valor total de un proyecto, está en función directa al valor que representan los costos directos y los indirectos. Los costos indirectos son, como ya se explicó constantes. Mientras que la integración del costo directo se encuentra supeditada a una serie de elementos a través de los que, se manejan, en forma teórica, las fases del proceso de transformación de la materia prima en producto elaborado, que son:

1. Los planos.
2. Las especificaciones.
3. La cuantificación.
4. El presupuesto.

Cuya interrelación, puede representarse gráficamente como sigue:



3.1. Los planos.

Los planos son la representación gráfica de una idea a través de una simbología que proporciona los medios, formas y sistemas para su realización.

Consideramos que para facilitar la posterior ejecución del proyecto, por cualquier persona técnicamente capacitada, los planos deben normalizarse en el sistema de dibujo, en el sistema de dimensionamiento y en la forma de representar, para que de su claridad y precisión, se facilite la operación del costo, que comprende el recuento de las cantidades de material y de obra necesarias.

Los planos se deben confeccionar en las oficinas técnicas con anticipación, y de manera que proporcionen los suficientes datos reales, necesarios para poder efectuar una planificación de obra precisa, por lo que se debe coordinar su realización de la siguiente manera:

1. Establecer las categorías o clases de planos a realizar, definiendo en ellos los datos precisos para el planeamiento y las normas de construcción.
2. Determinar los planos constructivos a realizar según el tipo de obra.
3. Establecer la programación para la realización de los mismos.
4. Normalizar los elementos componentes de las obras para reducir el trabajo de preparación y delineación.

El papel de los planos normalizados es muy importante en este aspecto, ya que en base a ellos se establecen los planes de ejecución y esfuerzos requeridos, logrando, una guía de gran valor y de utilización inmediata en obras equiparables.

Para la correcta comprensión de la idea representada en los planos, la simbología debe establecer una convención que muestre los diferentes componentes de la idea representada, de la forma más clara y precisa posible. Por lo que es necesario que esta simbología contemple lo siguiente:

1. Orientación (indicación de Norte).
2. Dimensionamiento claro; para lo cual se utilizan las cotas, las que serán exactas y normalizadas dentro de un sistema, ya sea éste de referencias a ejes, o a rostros de muros.
3. Indicaciones de tipos de acabados; clases de materiales a utilizar y señalamiento del tipo de instrumento para la ejecución, a la vez que establecen un orden.
4. Determinación de niveles respecto a un banco de nivel asumido.
5. Establecer la relación con la topografía del terreno.

Se debe establecer un sistema de referencia que comprenda las diferentes especificaciones que se deben referir a un compendio que será el complemento de los planos.

Los planos son documentos fundamentales que definen lo que hay que hacer, deben ser exactos pues determinan los elementos o partes que interfieren en el proceso.

Existen varios métodos, para normalizar la confección de planos, tales como el presentado por Alvaro Sánchez para la ciudad de México. En nuestro medio, únicamente se ha regulado por parte de la Municipalidad de Guatemala, la elaboración de planos, como un mínimo para la obtención de licencia de construcción (ver apéndice documental).

Basándonos en la propuesta de Alvaro Sánchez y en los requerimientos municipales proponemos la siguiente clasificación aplicable a nuestro medio.

La elaboración de planos se debe regir por el siguiente código de claves: (ver gráfica)

CLAVE	NOMBRE	COMPRENDE	ESCALA
A	ARQUITECTONICOS	1. PLANTA CONJUNTO 2. PLANTA DE DESARROLLO CONST. POR NIVELES 3. FACHADAS 4. CORTES	1:200 1:50-1:100 1:50 1:25-1:50
B.	ESTRUCTURALES	1. PLANTA CIMENTACIÓN 2. ESTRUCTURA MUROS 3. ENTREPISOS y CUBIERTAS	1:50-1:100 1:50 1:50
C.	ALBANILERIA y ACABADOS	1. PLANTAS 2. ELEVACIONES 3. CORTES	1:50 1:50 1:50
<u>CLAVES GRAFICAS</u> A.I. = ACABADO INICIAL A.F. = ✓✓ FINAL		<p><u>PISOS</u></p> <p><u>TICHOS</u></p> <p><u>LOCALOS</u></p>	
		<p><u>MUROS</u></p> <p><u>AZOTEAS</u></p>	
D.	DETALLES CONSTRUC.	1. PLANTAS	1:50
BD	DET. DE ESTRUCTURA	2. ELEVACIONES	1:50
CD	✓ ✓ ALBANILERIA	3. CORTES	1:50
ED	✓ ✓ ACABADOS		
JD	✓ ✓ JAPINERIA		
KD	✓ ✓ HERRERIA		
LD	✓ ✓ CARPINTERIA		
MD	✓ ✓ MOBILIARIO		
OD	✓ ✓ ORNAMENTO		

H5	INST. SANITARIA E HIDRAULICA	1. PLANTA FOR NIVEL 2. CORTES 3. ISOMETRICOS	1:50 1:50 1:20
E & F	INST. ELECTRICA Y ADITAMENTOS ESPE.	1. PLANTAS FOR NIVEL 2. CORTES 3. ISOMETRICOS	1:50 1:50 1:20
G	ACONDICIONAMIENTO DE AIRE	1. PLANTAS 2. CORTES 3. DETALLES	1:50 1:50 1:20
I	INSTALACION DE GAS Y COMBUSTIBLES	1. PLANTAS 2. CORTES 3. DETALLES	1:50 1:50 1:20
I ₁	DEPOSITOS		
I ₂	INST. CENTRAL OXIGE- NO Y AIRE PRESION		
K	CANCELERIA HERBERIA	1. PLANTAS 2. ELEVACIONES	1:50 1:50
L	CARPINTERIA	1. PLANTAS 2. ELEVACIONES	1:50 1:50
M.	MOBILIARIO	1. PLANTAS 2. ELEVACIONES	1:50 1:50
EO	MUEBLES DE OBRA		
EA	MUEBLES DE ACERO ESMALTADO INOXIDAB.		
SS	MUEBLES ESP. SIN INSTALACIONES		
SI	MOBILIARIO ESTANDAR		
O	MOBILIARIO ESTAN- DAR DE OFICINA		

3.2. Las Especificaciones.

Especificación es la descripción detallada de características y condiciones mínimas de calidad que debe reunir un producto.

Las especificaciones son complemento de los planos, ya que proporcionan los datos que no es posible representar gráficamente.

Para su correcta realización se debe tomar en cuenta lo siguiente:

1. Las mejores especificaciones son aquellas que implícitamente señalan el proceso constructivo más conveniente para obtener la calidad requerida.
2. Una especificación, determina todos los trabajos a efectuar indicando los materiales a usar. Señala la técnica de construcción, el tipo de herramientas y equipos que se tendrán que utilizar, referidos al elemento de obra que se considere.
3. La especificación determina el grado de tolerancia, en los trabajos a realizar, ya sea en dimensión, resistencia, acabados, y color según los diferentes tipos de material que se utilicen.
4. Cuanto más clara, exacta y detallada sea una especificación, mayor aproximación a la realidad tendrá el costo.
5. Una mala especificación, puede impedirnos integrar un costo unitario, ya que su incidencia en el costo directo, es precisa.

Se especifica sobre características específicas de los siguientes elementos:

1. Materiales
2. Mano de Obra
3. Proceso de transformación de la materia prima en producto elaborado.

Por lo que un sistema de especificaciones debe normalizarse únicamente en cuanto a estos tres renglones.

Se pueden tomar como base, para normalizar las especificaciones, aquellas que se han determinado en base a experiencias y controles estadísticos, y que determinan normas mínimas para control de calidad, como son las normas ASTM, ACI, y en nuestro país, las elaboradas por el FHA y por la Municipalidad de Guatemala.

Como ya se expuso anteriormente, las especificaciones normalizadas, forman parte del compendio al que se deben referir los planos, y que para el grado de desarrollo alcanzado por la construcción en Guatemala, y las razones ya expuestas, su creación es de primera importancia.

3.3. La Cuantificación.

La cuantificación es el proceso por medio del cual se obtiene la cantidad o magnitud, de los elementos componentes de una obra o proyecto.

La cuantificación es la primera etapa de la elaboración del presupuesto, y su veracidad depende de los planos y especificaciones, a la vez que de su exactitud depende el valor real de cada elemento de un proyecto.

Para su eficaz ejecución se debe tomar en cuenta lo siguiente:

1. Su realización está basada en la unidad, ya que para obtenerla para cualquier componente de un proceso se debe reducir éste a su forma unitaria, es decir al elemento primario que lo compone.
2. Entre más factores unitarios sean considerados más exacta será su integración.
3. Su incidencia en el costo es directa.
4. Su integración para un elemento específico, debe ser tal que permita la variación en cuanto al precio y no a la cantidad de su componente unitario.

La cuantificación es aplicable a todos los elementos que constituyen el proceso; los que se pueden clasificar así:

1. Cuantificación de materiales
2. Cuantificación de mano de obra
3. Cuantificación de tiempo.

La mejor forma de realizar una cuantificación es a través de los siguientes pasos:

1. Definir y describir el tipo de trabajo y numerarlo.
2. Establecer los elementos de medida por unidad de trabajo.
3. Recuento, basándose en los datos de los planos y especificaciones, de las cantidades de materiales necesarios para la realización de cada elemento.

Una vez normalizadas las bases que la definen, los planos y especificaciones, es posible obtener su normalización para cada elemento que conforma un proceso, de tal manera que se puedan conocer de antemano con los materiales así como la mano de obra necesaria y el tiempo de realización, para un elemento unitario particular. Por ej: si en el compendio del que se habló en las etapas anteriores, se define la forma física y de realización de un metro cuadrado de levantado de ladrillo limpio, con todas sus especificaciones, es posible determinar en forma unitaria las cantidades de materiales, mano de obra y tiempo que son necesarias para su realización.

3.4. El Presupuesto.

Una vez han sido definidos, la forma y magnitud (los planos) los materiales y el sistema constructivo, (las especificaciones), el recuento de materiales y mano de obra necesarios (la cuantificación), de un proyecto de construcción, únicamente quedará para poder complementar la etapa de planificación, determinar su costo, ya que antes de su ejecución es necesario tomar ciertas decisiones que sobre su factibilidad de realización existen, y en las que debe evaluarse la conveniencia de la inversión total necesaria para su realización, y el tiempo de ejecución, lo que ofrece una idea de la conveniencia de tener un capital invertido, inactivo por un determinado tiempo sin que se amortice.

Existen dos formas de determinar el costo de una obra; una de las cuales permite, por medio de un método comparativo, con otros proyectos similares ya terminados, su obtención. Para ésta básicamente habremos obtenido una estimación de su costo o un

antepresupuesto, que no es otra cosa que una suposición del valor de un producto para condiciones NO claramente definidas a un tiempo mediato.

La otra forma determina el costo de la obra, previo a su ejecución, por medio de un procedimiento establecido, que se auxilia por una serie de elementos de la tecnología, que más adelante se considerarán y que constituyen un presupuesto.

Un presupuesto será entonces, una suposición del valor de un producto para condiciones definidas a un tiempo mediato.

La eficiente integración del antepresupuesto y el presupuesto, son producto de la práctica y generalmente es la experiencia la que nos guiará en ello, ya que la parte sistemática para su obtención varía según el método personal de quien lo trabaje.

Sin embargo uno de los objetivos de éste es ofrecer una metodología, que sirva para la realización del presupuesto. Por lo que las etapas básicas de un estimado de costo para un proyecto típico son:

1. Definir el objetivo del presupuesto.
2. Definir el método o sistema a seguir.
3. Definir la capacidad o magnitud del proyecto en cuestión.
4. Determinar los costos de materiales, incluyendo costos de transporte, y los costos de mano de obra según el lugar donde se localice el proyecto a ejecutar, por medio de una investigación que determine las condiciones del terreno, facilidades para trabajar y disponibilidad de recursos y servicios.
5. Análisis de la información, para la correcta elaboración del presupuesto.
6. Planeación preliminar, donde se incluye todo lo relativo a lo presupuestado, desde su propósito hasta el tiempo disponible, exactitud esperada así como el tipo de estudio a desarrollar, personal necesario, y forma de presentación.
7. Programación de la forma en que se han de obtener los datos necesarios.

8. Ejecución.
9. Presentación.

3.4.1 Tipos de presupuestos y sus características

El presupuesto, como ya anteriormente se definió, presenta una idea del costo de un proyecto, sin embargo, la información que presenta es básica y puede utilizarse durante las diferentes etapas del proceso, desde su planificación hasta su ejecución.

Así pues, para tomar decisiones a nivel ejecutivo sobre factibilidad y antes de justificar un estudio posterior, es necesario el presupuesto denominado, de ORDEN DE MAGNITUD el cual informa sobre un valor global aproximado para la realización de una construcción.

Existen también auxiliando al presupuesto de magnitud, como lo hemos llamado, los presupuestos de costo de obra y de tiempo, el primero de los cuales estudia o presupone el importe de la obra, que viene a ser prácticamente un presupuesto de grandes magnitudes, únicamente para dar la idea del costo, y el presupuesto de tiempo, es el estudio por el que se presupone lo que tardará en realizarse una obra. El estudio del factor tiempo es muy importante ya que nos ayuda a tener una idea del valor de los costos indirectos, que se mantienen constantes y nos obliga a relacionar la cantidad de trabajo, con la capacidad del operario, lo cual ayuda a determinar el número de operarios para realizar una etapa y los rendimientos que de cada uno de ellos se pueden esperar.

El presupuesto preliminar representa el primer estimado de un proyecto, es el primer afinamiento del presupuesto de orden de magnitud, y su utilización es básica, para efectos de anteproyectos, ya que es consecuencia de una cuantificación y consideración de valores realizados en forma general.

El presupuesto definitivo, tiene como propósito, establecer el costo final detallado de una obra pues proporciona los costos finales reales, los que ayudan a la contabilidad y que son usados en estimados futuros.

El presupuesto detallado, tiene como propósito establecer un precio de contrato, y proporciona información sobre la Ingeniería y Arquitectura de detalles terminados, los programas del proyecto establecidos y el análisis de ofertas de subcontratistas.

3.4.2. Técnicas aplicables y precisión.

Para elaborar eficientemente los estimados de costos se conocen varias técnicas, todas dependientes de la información disponible, para el tipo de estimado deseado y la precisión esperada.

Su clasificación es la siguiente:

1. Técnica de relaciones.

Se utiliza para la realización del presupuesto de orden de magnitud para determinar la factibilidad de realización, utilizando para ello, la relación entre las curvas de capacidad de trabajo contra inversión, en cuanto a costo y tiempo de ejecución. Su error determinado a través del análisis estadístico es de un 35o/o.

2. Técnica de planos preliminares.

Se utiliza en el presupuesto preliminar aplicando a los planos los costos aproximados de material, equipo e instrumental, los costos unitarios por metro cuadrado y los costos indirectos por porcentaje. Su error es de un 25o/o.

3. Técnica de Costos unitarios.

Se utiliza para la integración del presupuesto definitivo. Requiere de un sistema de control de Costos, para el que utiliza las tarjetas de precios unitarios de materiales, mano de obra o equipo, en forma individual o por la integración del costo unitario para elementos específicos. Por ejemplo el costo por metro cuadrado de levantado de ciertas características definidas, se encuentra establecido en las tarjetas de precios unitarios que se llevan en oficina. (Ver sistemas de control en oficina).

Además, se aplican en él las cotizaciones preliminares, los costos de mano de obra según el lugar y los costos indirectos desglosados y por porcentaje. Por lo que es necesario, efectuar la cuantificación por renglones o partidas que permitan la aplicación de estos datos. Esta técnica es la más precisa, pues su error es del 100/o.

El presupuesto es el reflejo final de todas las consideraciones; planeación, especificaciones, cuantificación, análisis de costos y gastos indirectos sobre un producto, por lo que el detallar una forma de presupuesto que integre todos los elementos necesarios en una obra es un trabajo de suma importancia, que requiere de una experiencia previa en el proceso constructivo del que hacemos referencia en el punto 1.3.3. de la III parte, "control de costos", para que sirva éste, como guía de las fases que deben tomarse en cuenta para su realización.

3.4.3. Control Presupuestal.

Es el proceso por medio del cual se establecen las cantidades mensuales por concepto de obra, tanto de avance como de costo y utilidad, por medio de la comparación entre estos elementos con los datos reales de contabilidad, a la vez que se establecen las desviaciones que sirven de guía para las decisiones que se deben tomar para el logro del resultado que se proyectó en cuanto a tiempo, calidad, prestigio y dinero.

Existe además la etapa de revisión del presupuesto, cuyo propósito es verificar un estimado de obra aprobado y observar las tendencias con respecto a su costo. Para poder efectuarlo es necesario contar con el 100o/o del desarrollo, lo que significa que prácticamente todo el proyecto se encuentra aprobado para la construcción, así como un avance del 40o/o de su ejecución.

4. Costo Directo.

Los gastos que es necesario efectuar para la obtención de un producto son a simple vista clasificados por renglones, según su aparición dentro de las fases del proceso o según el destino físico de los fondos monetarios de que se dispone, de donde son clasificados así:

4.1. Definición.

Costos Directos: Son aquellos que constituyen la suma de gastos necesarios, destinados a la obtención de materia prima, mano de obra e instrumental de transformación para la consecución de un elemento que forma parte de un proceso productivo.

4.2. Integración del Costo Directo.

Los costos directos pueden dividirse entonces así:

1. Costos de Materiales (Materia Prima).
2. Costos de Mano de Obra.
3. Costos de Instrumental de transformación.
4. Costos de subcontratos e imprevistos.

4.3. Costos de Materiales..

Son considerados como materiales, las materias primas que han de ser transformadas para obtener cada uno de los elementos componentes de un producto.

Los materiales según su utilización se pueden dividir en:

Materiales necesarios, y
Materiales auxiliares.

Llamaremos materiales necesarios a todos aquellos que pasan a formar parte activa de la construcción y auxiliares a los que sirven para llevar a cabo una parte de la construcción, pero que no quedan formando parte de ella.

La eficiente transformación de la materia prima en producto, depende enormemente de la habilidad del constructor y de el grado de eficiencia de la organización de la empresa, sin embargo el ciclo que se inicia desde la obtención de los materiales hasta su

emplazamiento final, requiere de una determinada organización empresarial que los envuelva no sólo a ellos, los materiales, sino también a los demás elementos que constituyen los costos globales, directos e indirectos; estos últimos que serán desarrollados, posteriormente.

Esta organización empresarial comprende:

1. Trabajo primario en Oficina.
2. Control de llegada a la obra.
3. Etapa primaria de transformación.
4. Emplazamiento final como elemento de un producto.
5. Subcontratos e imprevistos.

4.3.1. Trabajo primario en Oficina.

Antes de efectuar la compra de un material específico se requiere establecer un marco comparativo que nos muestre el panorama general, originando un sistema contable a través de una serie de sistemas, que por medio de tarjetas archivadas proporcionen la información requerida a corto tiempo y de manera eficaz.

El costo de los materiales debe llevarse, para la simplificación del trabajo y en especial del sistema contable a través de cualquiera de los siguientes sistemas:

1. Precios Base de Materiales.

Funciona por medio de la actualización constante de los precios de los materiales o materia prima, por unidad de medida. Ej. UN metro cúbico de piedrín, UN metro cúbico de arena de río, UN saco de cemento. Es decir, debe presentar el valor de la materia prima, sin ningún grado de procesamiento, lo que incide directamente en un mayor trabajo, para la integración del estimado, pues constituye la base del costo de cualquier elemento integrante del conjunto.

2. Costos Unitarios.

Este sistema, representa el valor unitario de elementos del conjunto y su utilización requiere de un procesamiento completo de la materia prima. Ej. UNA puerta, UN metro cuadrado de piso, UN metro cuadrado de levantado, lo que facilita la elaboración del estimado y el control de sus costos.

3. Costos por Partida.

En este sistema, forman parte importante: la cuantificación de la cantidad de elementos totales requeridos, en una obra y los costos unitarios de cada uno de ellos. Ofrece un marco comparativo, para obras similares ejecutadas y es generalmente utilizado por las entidades que trabajan por subcontratos. En sí, funciona como paso obligado de los costos unitarios al establecimiento final del presupuesto.

Para la elaboración de un presupuesto cualquiera, y el control exacto de los costos de un proyecto, estos sistemas son complementarios, aunque debe tenerse presente que; las estimaciones más aproximadas se logran por medio de comparaciones entre los datos previamente registrados, aún cuando es casi imposible que las cantidades reales coincidan con los rendimientos teóricos.

4.3.2. Control de llegada a la obra.

Los gastos que se originan del almacenamiento de material se consideran entre los gastos indirectos, ya que existen en cualquier obra; sin embargo queremos hacer la salvedad de que se presentan algunos, que son únicamente atribuibles a una determinada obra, tales como el montaje de una bodega o almacén en ella, o la elaboración de inventarios y el pago al bodeguero, si existe, una bodega general o central que funcione permanentemente, por lo que debe estudiarse si estos gastos deben considerarse como directos o como indirectos.

4.4. Costos de mano de obra.

El análisis del costo de mano de obra, se trabaja generalmente por medio de dos métodos:

1. Salario por día.
2. Salario a destajo.

Los cuales se establecen en base al salario mínimo, el que se define como: aquel, cuyo valor debe ser suficiente para satisfacer las necesidades normales de un jefe de familia, en el orden material, social, cultural y para proveer la educación obligatoria a sus hijos.

4.4.1. Salario por Día.

El costo de la mano de obra, analizado por este método comprende jornadas de trabajo a un precio acordado previamente entre el trabajador y el patrono, el que nunca debe ser menor que el salario mínimo, y que posee, para los efectos del control de costos las siguientes ventajas y desventajas:

VENTAJAS

1. Facilidad de control.
2. Asegura la percepción económica del operario.

DESVENTAJAS

1. Necesidad de sobrevigilancia.
2. Dificulta la valuación unitaria.
3. Propicia tiempos perdidos.
4. Dificulta la valuación del trabajo personal.

La integración del salario, para operarios contratados bajo este sistema, debe considerar la existencia de ciertas prestaciones laborales tales como el pago del séptimo día, los días festivos, los días de feriado obligatorio, las cuotas del seguro social, del instituto de recreación de los trabajadores, y el INTECAP, que son legalmente obligatorias y de conveniencia indiscutible, que benefician tanto al trabajador como al patrono por lo que no se debe ignorar el costo que representan, al momento de realizar el presupuesto.

El costo del salario diario, tomando en cuenta las prestaciones laborales que se han establecido, origina el siguiente análisis, pues el salario mínimo que legalmente se promulga, no representa su verdadero valor ya que resulta incrementado así:

SALARIO EFECTIVO

Durante 100 días al año, el trabajador, percibe salario sin desempeñar actividad, estos días son:

1. Vacaciones	10 días por año
2. Feriados	12 días por año
3. Septimos días	52 días por año
4. Medios días no trabajados	26 días por año
	100 días por año

Por lo que :

S = Salario diario (días no trabajados con sueldo = 100 días)

Y: Se = Salario efectivo (días efectivos de trabajo = 265 días)

de Donde: $Se = \frac{365}{265} = 1.37$

Aumentándole, lo obligatorio por indemnización; que es un mes por año tendremos:

$$\text{Salario efectivo total} = \frac{12 + 1}{12} \times Se = \frac{13 \times 1.37}{12} = 1.48$$

Sin embargo, para el cálculo de presupuestos, en el salario deben tomarse en cuenta el valor de las prestaciones laborales que afectan el salario efectivo total, así:

I.G.S.S. Cuota Patronal	.7o/o
IRTRA	.3o/o
INTECAP	.5o/o
<hr/>	
Total	7.8o/o

De donde:

$$1.48 \times 0.78 = .11544$$

$$Y: 1.48 + .11544 = 1.595 = 1.60$$

De donde:

EL SALARIO EFECTIVO REAL es: 1.60 del salario diario. Por lo que los salarios y precios unitarios de mano de obra deben incrementarse en un 60o/o, para obtener los salarios y precios unitarios efectivos reales.

4.4.2. Contratación a Destajo.

El sistema de contratación de mano de obra a destajo, comunmente llamado por trato, da primordial importancia a la cantidad de obra realizada por cada trabajador o grupo

de trabajadores, a un precio unitario acordado anteriormente, de tal forma que el pago por la jornada de trabajo no sea menor que el salario mínimo.

El sistema debe basarse en rendimientos promedio, resultado de análisis estadísticos, que no considere casos excepcionales y que representa las condiciones repetitivas normales de cada proceso productivo. Presenta en su uso las siguientes ventajas y desventajas:

VENTAJAS	DESVENTAJAS
1. Suprime en parte la supervigilancia.	1. Presenta algunas dificultades para su control.
2. Facilita la evaluación unitaria.	2. Puede ser injusto.
3. Reduce el valor unitario a rangos de variación mínima.	
4. Selecciona el personal apto para cada actividad.	
5. Permite al trabajador percibir su salario en proporción directa a su cantidad de obra.	

Basado en los rendimientos promedio, el establecimiento del salario a destajo, se hace comunmente por unidades de trabajo, otra razón por la cual el presupuesto debe ser trabajado por el sistema de costos unitarios, o sea que se contrata a un operario para hacer una unidad de cierto elemento, con las condiciones de trabajo acordadas por ambas partes.

4.4.3. Etapa primaria de transformación.

El valor del trabajo realizado por los operarios de la empresa de construcción, mano de obra, es motivo de un lugar especial dentro del sistema contable, de oficina, pues es necesario prever el pago de todo trabajo que es necesario ejecutar, para cumplir la etapa de transformación.

La evaluación del costo de la mano de obra en edificación es, a nuestro juicio, un problema dinámico y bastante complejo. Creemos que su carácter dinámico lo determina, la

fluctuación del costo, así como el desarrollo de procedimientos de construcción, diferentes debido a nuevos materiales, herramientas y tecnologías. Su complejidad varía conforme a la dificultad o facilidad de realización, la magnitud de la obra a ejecutar, el riesgo o la seguridad en el proceso, el sistema de pago y las relaciones de trabajo, más aún las condiciones climáticas, las costumbres locales y en general, todas las características que definen una forma de vida y que afectan directa o indirectamente el valor de la mano de obra.

4.5. Costos de Instrumental (equipo).

El análisis de los costos de mano de obra, no puede deslindarse del costo que para la ejecución de una obra y el emplazamiento final de un elemento como parte de un producto, representan los costos del instrumental necesario para efectuar esta transformación, gastos que deben considerarse como costos directos para el caso de que el proceso requiera la compra de cierto tipo de ellos o de maquinaria específica, ya que en la mayoría de los casos, cuando se refiere a la edificación por métodos tradicionales, en Guatemala, los operarios cuentan con su equipo primario de trabajo.

Así pues, nos ocuparemos aquí de los costos que se originan en el equipo o maquinaria, que contribuyen al proceso de transformación y que poseen una importancia tal que su consideración errónea o subestimación representa fácilmente errores hasta de un 30o/o, en el cálculo directo.

Según estadísticas, la vida económica que se asigna a diversos equipos de construcción fluctúa, dependiendo del trabajo que realicen, entre 5 y 7 años o de 10 a 12,000 horas. Debe considerarse entonces, que al trabajar una máquina más allá de estos límites, su operación puede presentar excesivos costos de operación, rendimientos erráticos y descomposturas frecuentes que aumenten los costos fijos derivados de su uso.

Se llaman costos fijos a aquellos gastos que en su mayor parte no son inmediatos o sea a aquellos que deben ser absorbidos durante un determinado tiempo, representan de un 35o/o a un 90o/o del costo de funcionamiento de una hora de una máquina.

El más importante de estos costos es el de depreciación, que es un gasto calculado por unidad de tiempo o de obra ejecutada, cuyo importe sirve para recuperar el dinero invertido en maquinaria o en el equipo de que se trate.

La consideración del uso de maquinaria para la realización de un trabajo, debe ser estudiada y programada de manera que su uso, tomando en cuenta los factores ya planteados resulte económicamente beneficiosa.

4.6. Subcontratos e imprevistos.

Entre los costos directos, deben considerarse los subcontratos, que son aquellos gastos necesarios para cubrir el valor total de un renglón de trabajo, que será proporcionado por otra empresa, la que se hará cargo de una etapa del trabajo, de acuerdo a las especificaciones requeridas y en base a un contrato previamente establecido.

Son considerados como costos directos, porque para cada contrato en especial, se requiere de una estrecha vigilancia, desde la contratación de precios hasta la entrega del trabajo terminado.

Los gastos imprevistos pueden suceder en cualquier actividad del desarrollo de la obra, es por esto que dentro de los costos directos deben considerarse aquellos costos que no se pueden predecir y que se originan de los elementos que integren el costo directo.

Para su mejor clasificación se presenta la siguiente lista de costos que colaborarán a su determinación:

1. Por demoras y suspensión del trabajo.
 - 1.1. Atraso en suministros.
 - 1.2. Escasez de materiales o mano de obra.
 - 1.3. Accidentes.
 - 1.4. Mal tiempo.

2. Gastos extra.
 - 2.1. Alza de precios de materiales.
 - 2.2. Aumento de salarios.
 - 2.3. Extravíos y pérdidas de material
 - 2.4. Atraso por mal funcionamiento o carencia de equipo apropiado.

La correcta determinación de los costos directos, incide directamente en la estimación de un presupuesto, por lo que su deficiente integración repercute en las estimaciones de ingresos por ganancias o pagos previstos a la mano de obra y puede en caso extremo, llevar al fracaso la ejecución de cualquier proyecto.

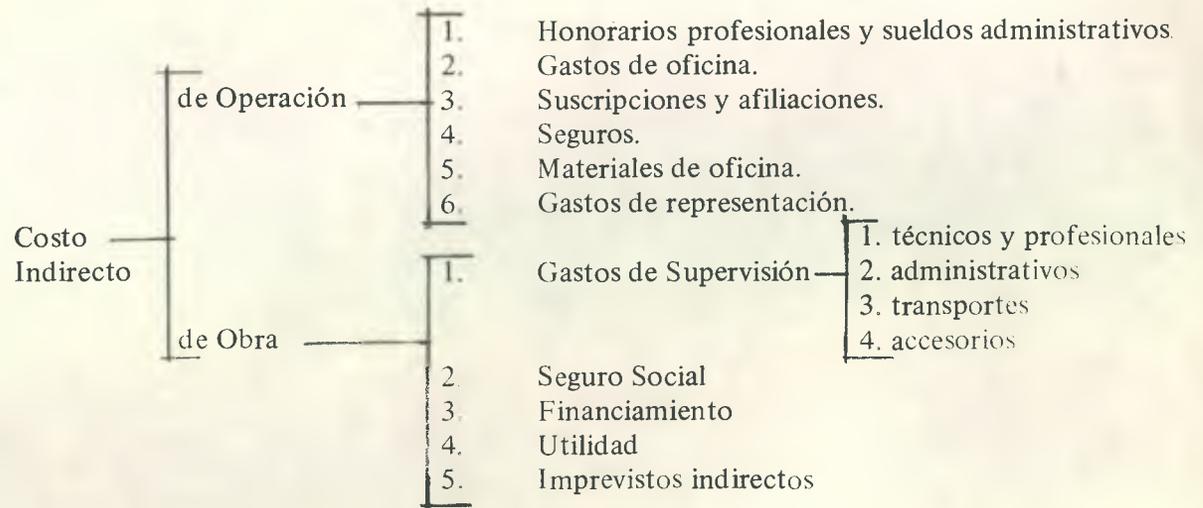
5. Costos Indirectos.

5.1. Definición:

Costos indirectos son considerados aquellos gastos técnico-administrativos, necesarios para la correcta realización de cualquier proceso productivo. Se pueden dividir en Indirectos de Operación, que comprenden, los gastos que son de aplicación a todas las obras efectuadas en un tiempo determinado. Y los costos indirectos de Obra que comprenden a aquellos que son aplicables a todos los conceptos de una obra en especial.

5.2. Integración del Costo Indirecto.

Basándonos en la definición anterior, y en la propuesta de Carlos Suarez Salazar en su libro, Costo y Tiempo en Edificación, proponemos que el costo Indirecto se integre de la siguiente forma:



La división hasta cierto punto particularizada de los costos indirectos de operación y de obra, creemos deberá limitarse para cada forma particular de operación de la empresa constructora, aceptando que la ubicación de un gasto dentro de uno u otro campo no es tan importante como su consideración dentro del precio de venta; es decir, no será de trascendental importancia considerar los honorarios de un ejecutivo, por ejemplo, dentro de los costos indirectos de operación o los de obra, pero sí lo será en el caso de no incluirlo en ninguno de los dos.

Para aclarar conceptos en cuanto a lo que es la integración de los costos indirectos, entenderemos los costos aplicables a una obra, a aquellos costos que generalmente por su naturaleza intrínseca son de aplicación a los conceptos de trabajos que forman parte de una obra determinada; los conceptos de trabajo de dos o más obras de una empresa constructora, es decir los gastos generales que hacen posible la ejecución de todas sus operaciones en las diversas obras a su cargo, estarán incluídas dentro de lo que llamaremos administración de obra y administración central.

Los costos indirectos propios de cada obra particular son perfectamente previsibles; en otros términos se pueden analizar y estimar previamente por lo menos dentro del mismo orden de aproximación de los costos directos. Aparte de ésto, se deben controlar durante la ejecución de la obra, con el objeto de mantenerlos siempre dentro de los límites prefijados.

5.2.1. Costos Indirectos de Operación.

1. Honorarios profesionales y sueldos administrativos.

Se consideran aquí todos aquellos gastos de la estructura ejecutiva, técnica y profesional de una empresa, como lo son los sueldos de ejecutivos, consultores técnicos, y además los gastos derivados de conceptos de servicios de personal especializado, para el correcto funcionamiento de la organización.

2. Alquileres y gastos de oficina.

Aquí son considerados los gastos efectuados por pago de locales y servicios prestados a la empresa para el correcto funcionamiento técnico y administrativo; renta de oficina, pagos a correos, teléfonos, luz y agua.

3. Suscripciones y Afiliaciones.

Se consideran aquí los gastos que son necesarios para el mejoramiento técnico de la empresa, como serían; la suscripción a la Cámara de la Construcción, las suscripciones a revistas técnicas, y los gastos como pagos por la patente de comercio o el registro industrial.

4. Seguros.

Bajo este concepto se integran los seguros necesarios contratados con empresas particulares para la protección de la obra, para los vehículos de trabajo, protección de la oficina, seguridad de los operarios y protección general de toda le empresa.

5. Materiales de oficina.

En este renglón se consideran todos los gastos necesarios para el funcionamiento de la oficina, tanto para trabajo interno como para externo, y los cuales serían; papelería, gasolina, copias fotostáticas, materiales de limpieza, equipo de consumo, equipo secretarial, arrendamiento de fotocopidora o compra de una máquina copiadora de planos.

6. Gastos de representación.

Son los gastos efectuados por la oficina en su desarrollo diario, los cuales son realizados por anticipado, a veces sin recuperación, pero que son necesarios para el logro del desarrollo futuro de una obra, como serían los gastos de representación, los gastos de concursos y proyectos, las relaciones públicas y la publicidad.

5.2.2. Costos Indirectos de Obra.

1. Gastos de Supervisión..

1.1. Técnicos y profesionales.

Que son todos los gastos necesarios, dentro de la estructura administrativa de la obra, como: sueldos del supervisor, del residente de obra, de los ayudantes de residente, del contador de obra, del maestro de obra.

1.2. Administrativos.

Son éstos los gastos necesarios para la administración de la obra, tales como los gastos derivados del manejo de la bodega, los veladores, el guardián, los pagos de papelería para control y los gastos de planillas.

1.3. Transporte.

Se incluyen todos los transportes, tanto de personal de obra, como el transporte de equipo y herramientas.

1.4. Accesorios.

Aquí se pueden considerar todos los gastos necesarios dentro del desarrollo de la obra, como son la construcción de oficinas, dormitorios, baños y guardianía.

2. Seguro Social.

Debido a la reglamentación que de él existe, es difícil su clasificación como costo directo, ya que no puede ser aplicado al costo de un elemento específico, sino a la totalidad de salario devengado por el trabajador durante un mes, por lo que se considera en los indirectos y es un gasto que se incluye en la planilla.

3. Financiamiento.

La estricta vigilancia y supervisión de las inversiones en las obras, es un requerimiento indispensable dentro del funcionamiento de la empresa, y ya que se debe esperar cierto tiempo para cobrar la obra ejecutada, la empresa se convierte en su financiero a corto plazo, por lo que esta inversión devenga interés.

4. Utilidad.

La productividad legítima de capitales invertidos, el ciclo en el cual el capital es rescatado y los riesgos que acompañan a cualquier inversión, son factores que determinan la utilidad. La utilidad se deberá aplicar sobre todos los gastos, tanto directos como indirectos.

al considerar que el riesgo cubre a los dos. El margen de utilidad se debe considerar, tomando como base al que proporciona una entidad bancaria, de donde la inversión fluctúa en un margen del 8o/o al 20o/o, para el caso de ser la empresa el inversionista.

5. Gastos imprevistos indirectos.

En todo trabajo de construcción existen causas o elementos de costos que no pueden ser expresados en números, y es imposible suprimir totalmente los errores tanto de estimación como en el proceso de ejecución. Los gastos imprevistos derivados de esta primera fase, la estimación, constituyen los costos imprevistos indirectos.

Otra causa de estos costos es el incumplimiento de las condiciones de un contrato, ya que implican un riesgo que la parte contratante evita por medio de fianzas, y como son erogaciones no necesarias por su parte, deben formar parte del costo. La valuación de este cargo dependerá de las condiciones específicas y de los requerimientos de la parte contratante.

Existen varias formas de establecer los costos imprevistos indirectos, y uno de ellos es, asumir con base razonable los costos de previsión para el mayor número posible de contingencias, reduciendo los márgenes que sirven para cubrir los riesgos verdaderamente imprevisibles. Algunas de estas contingencias son:

- 5.1. Conflictos obrero patronales
- 5.2. Datos incompletos de diseño
- 5.3. Modificaciones al proyecto
- 5.4. En presupuesto (errores u omisiones)
 - por cantidad de obra (cuantif)
 - por costos
- 5.5. En programa (errores u omisiones)
 - por tiempos de ejecución
 - por secuencia de operaciones
 - por utilización obligada de equipo diferente al supuesto

El segundo método, consiste en la valuación aceptada de manera práctica, de las situaciones imprevistas, por medio de la aplicación de porcentajes. Este método,

indiscutiblemente puede ser manejado únicamente por aquellos ejecutores con una gran experiencia en el campo de la construcción o por aquellos cuya organización les permita llevar un archivo histórico y calcular estos porcentajes en base a un método comparativo directo.

Los costos indirectos que se originan en las organizaciones y que engloban todos los gastos necesarios para la marcha de la empresa, se deben prorratear entre las diversas obras que le lleven a cabo, según el criterio que mejor convenga.

1. En proporción al costo directo total de mano de obra
2. En proporción al costo directo total de materiales
3. En proporción a la suma de los dos costos anteriores
4. En proporción a la duración de la obra
5. En proporción al valor de todas las obras realizadas durante un cierto período de tiempo.

El porcentaje que representan los diversos renglones de los costos indirectos con respecto al costo directo, es sumamente variable en diversos tipos de obra y si contáramos con suficientes datos estadísticos, sería posible fijar las variaciones de los diversos conceptos indirectos estimados en porcentaje, ya sea del costo directo del precio de venta o del importe de la obra, para obras del mismo tipo y de condiciones semejantes, con lo que se estaría proporcionando datos de mucho valor para la integración de los presupuestos, análisis de factibilidades y toma de decisiones a nivel administrativo.

6. Formas de llevar a cabo una obra

Dos sistemas son los más comunes en nuestro medio: la ejecución de la obra por administración y la ejecución de la obra en base a un contrato cerrado.

6.1. Sistema por administración

La ejecución de una obra, por administración, se realiza a través de dos sistemas:

Uno de ellos se determina cuando el profesional supervisa la ejecución de la obra en base a un sueldo fijo previamente establecido, rindiendo informes periódicos al propietario, sobre los avances de la obra.

El segundo consiste en la ejecución de la obra por el profesional, quien administra el capital del propietario, y cobra un porcentaje establecido, en base al arancel de honorarios profesionales, sobre el importe total de la obra. Sistema que se conoce también como ejecución en base a contrato abierto.

6.2 Sistema por contrato cerrado

Este sistema, por medio del valor presupuestado global, y en base al arancel profesional, establece el costo total de la obra y se ejecuta, efectuando un contrato por el cual el arquitecto se compromete a ejecutar la obra, por el valor establecido, en un determinado tiempo, valor que incluye sus honorarios.

La ejecución de la obra por este sistema se hace en base a precios unitarios y a cantidades de obra. Se fundamenta en la elaboración de un estudio detallado de presupuesto, tanto de precios unitarios como de cantidades de obra, lo cual constituye una ventaja sobre el sistema anterior, ya que se conoce de antemano el costo total de la obra, aunque esto, constituye un riesgo pues es un valor aproximado, que además de incluir imprevistos requiere de un acuerdo entre ambas partes en el cual se acepta una reconsideración del valor de la obra para el caso de situaciones fuera de su control.

7. Optimización de Costos

Dos objetivos análogos en su fondo, son los que caracterizan las consideraciones referentes a costos, que se designan con la palabra optimización.

1. La averiguación del plazo que permita ejecutar el proyecto con el mínimo costo, y
2. La reducción de la duración total del proyecto a un plazo prefijado por el menor gasto adicional.

Al estudiar los procesos o actividades de un proyecto, se llega a establecer una diferencia entre ellos, en cuanto a su duración; algunos son, dependiendo del proceso tecnológico que los realiza, perfectamente definibles, otros tienen una duración variable.

Lógicamente, la variabilidad de los límites de duración tienen un máximo y un mínimo.

El límite superior, máximo, es determinado por el estancamiento en reducción de la duración, debido a la saturación de los medios que se requieren para su ejecución. Se quiere decir con esto que el límite se presenta, cuando el aumento de un trabajador en la fase de ejecución que se analiza, no hace que el trabajo termine en menos tiempo, sino que, su colocación ocasiona molestias y estorbo en la realización del mismo.

El límite inferior, mínimo, se determina por la pérdida de tiempo debida a la escasez de los medios de ejecución, por ejemplo es ilógico perseguir una minimización del costo, pretendiendo que un solo hombre realizase una obra de 500 metros cuadrados de área de construcción, por lograr un ahorro en planillas o mano de obra. De aquí se deduce, que el hecho de la minimización de los costos en un proceso aislado, no garantiza necesariamente su rentabilidad óptima.

Como la palabra lo dice, estos dos ejemplos responden a los extremos que limitan el análisis del costo en cuanto a la relación costo-tiempo se refiere, sin embargo, no es únicamente el valor de la mano de obra la que integra un costo, de manera, que de la combinación de las diferentes posibilidades de elección en función del tiempo, de los costos directos y los indirectos, obtendremos su optimización.

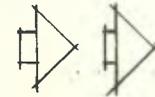
Todas estas consideraciones hechas en torno a las relaciones de costos, conducen únicamente a la obtención de una visión general del problema de optimización, ya que su utilización como metodología para la determinación de un óptimo rendimiento, requiere en la práctica de establecer una serie de factores que inciden directamente sobre los costos.

Existe varios métodos para determinar el óptimo uso de los recursos requeridos en una obra, los cuales se han expuesto en el capítulo correspondiente al control de costos, sin embargo, debido a que toda acción humana está referida a un tiempo de ejecución, que afecta

directamente su costo, existen varios métodos para determinar su costo con relación al tiempo de ejecución. Algunos de ellos funcionan a través de promedios estadísticos, y requieren la utilización de programas para computadoras, con gran cantidad de unidades de memoria, los que hace algún tiempo se han iniciado en Guatemala, otros que de manera hasta cierto punto empírica, dan una idea bastante aproximada del desenvolvimiento de los costos en un proyecto, garantizando además, de una clara visión del problema, una aportación de indicaciones que pueden ser útiles a efectos de mejorar la planificación de su uso.

Las gráficas de costo mínimo-duración, constituyen un método bastante claro, para la obtención de un óptimo costo en función del tiempo y se obtienen representando en ella, de la misma manera que se hace en el ejemplo a continuación, los costos directos y los indirectos. Los primeros por medio de una curva, resultado de la relación costos de materia prima, mano de obra y equipo, contra tiempo, partiendo de las siguientes premisas:

1. Para realizar un trabajo en menos tiempo, se requiere...

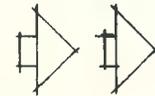


más operarios
equipo en buenas
condiciones
material en tiempo



MAS GASTO

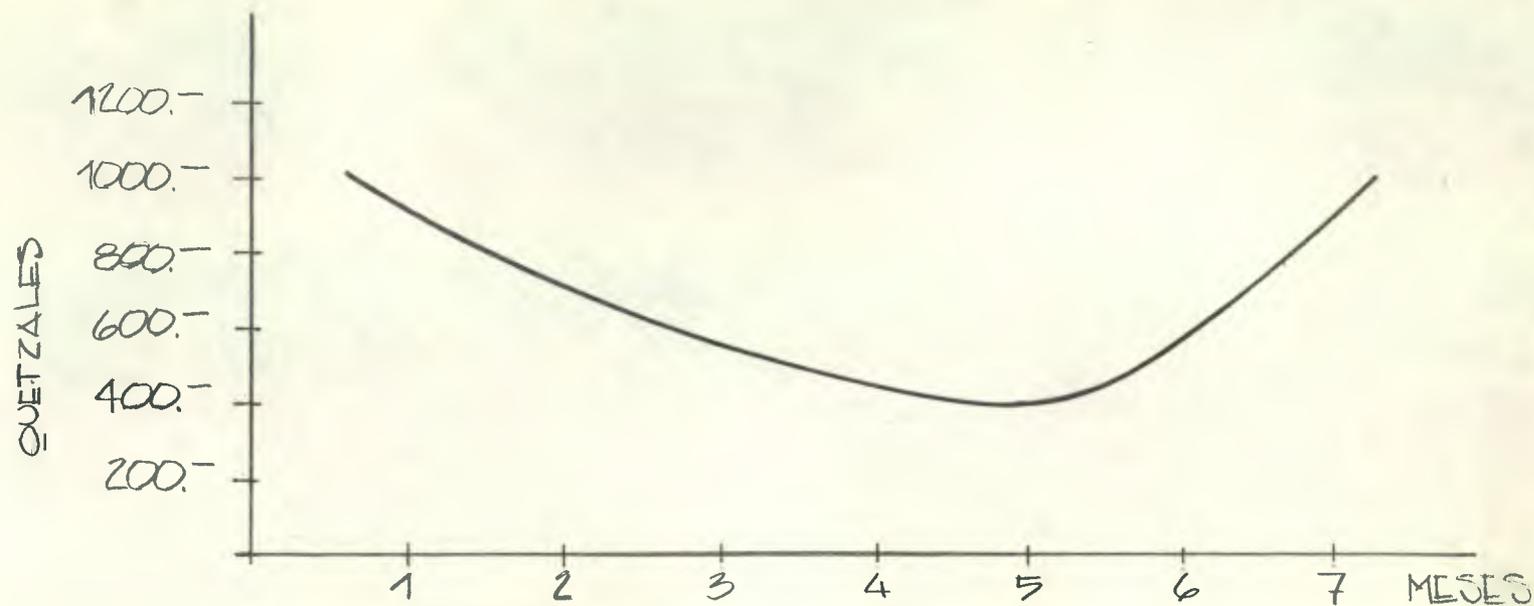
2. Para realizar un trabajo con menos gasto, se requiere...



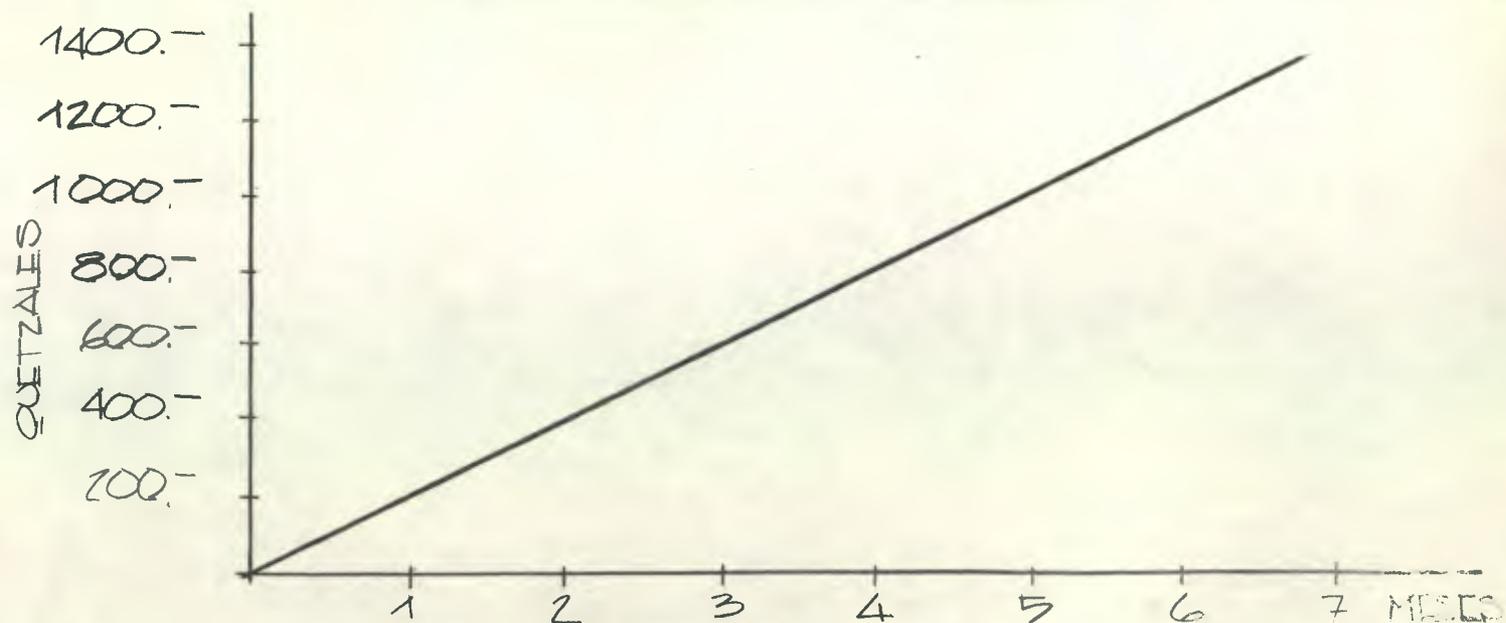
menos operarios
equipo y
materiales



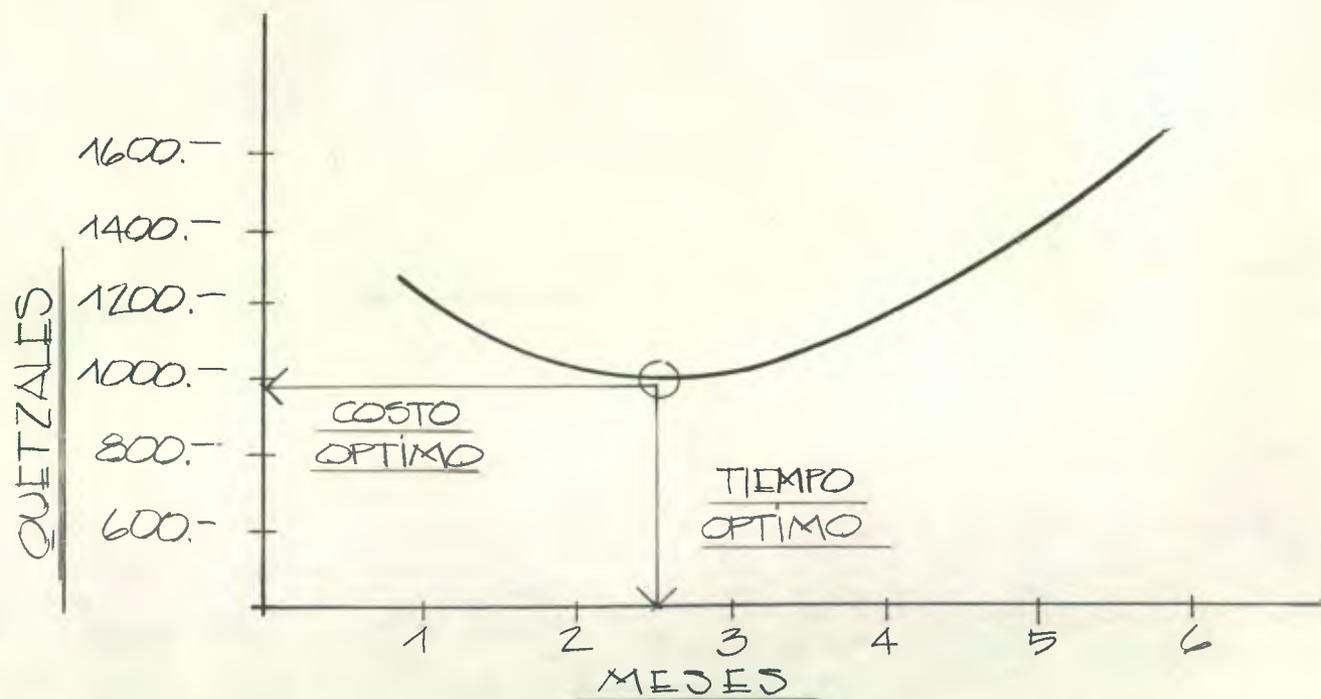
MAS TIEMPO



GRAFICA COSTO DIRECTO-TIEMPO (GRAF. A)



GRAFICA COSTO INDIRECTO-TIEMPO (GRAF. B)



GRAFICA COSTO MINIMO-DURACION (GRAF. A+B)

Con su aplicación, obtendremos una variación del costo directo, en función al tiempo de duración, con lo que se determina un punto ideal que representa la optimización del costo directo.

Sin embargo, el costo total de un elemento incluye los costos indirectos, que dado su valor constante, durante la realización de una obra, son representados en la gráfica como una línea recta, cuya pendiente está determinada por su magnitud en función del tiempo, lo que permite evaluar la conveniencia o inconveniencia de realizar un proyecto en un determinado período.

De la suma de los costos directos y los indirectos, se obtienen los costos totales, que graficados de igual manera ofrecen la combinación ideal para el costo óptimo de la relación costo-tiempo para un proyecto.

Se debe tener siempre presente que la optimización de costos está íntimamente ligada al análisis del diseño que considera la relación Área Construida-Volumen ya que, la tercera dimensión afecta directamente, el valor del costo pues dos proyectos pueden tener la misma forma geométrica bidimensional con variación en sus alturas, lo cual afecta el costo, haciendo más cara la que posea un mayor volumen. Se debe analizar también la relación, área de fachada-área de construcción, ya que dependiendo de la forma geométrica de la planta del proyecto, es posible obtener un mismo volumen con distintas áreas de fachada, lo que se debe considerar, ya que el costo unitario de un metro cuadrado de fachada es muy alto, por lo que debe buscarse la óptima forma geométrica que permita el mayor volumen con la menor área de fachada. Teniendo ésto como un factor de incidencia dentro de la ejecución, es posible llegar a una optimización de los costos en base a ellos.

En nuestro medio, existen un sin número de factores que inciden directamente en la optimización, todos originados en la falta de preparación técnica para afrontar el problema, tanto por la parte laboral como en la administrativa, en cualquier tipo de proyecto, lo cual se corrobora a través de una de las conclusiones del informe presentado por el comité organizador del simposium al cuarto congreso interamericano de la vivienda, que literalmente dice:

“Es posible lograr una apreciable disminución de los costos de construcción en América Latina, si se optimiza la infraestructura operacional del proceso de construcción de

viviendas. Recomendamos efectuar estudios e investigaciones de todos los factores que inciden en los costos; diseño, velocidad de pagos, métodos de ejecución, insumos de materiales, mano de obra y equipo, organización de la empresa constructora y mercado de materiales, cuyo fin tendría, como meta final, crear un modelo de ingeniería de sistema, que haga altamente eficiente la construcción masiva de vivienda”.

III PARTE:

“CONTROL DE COSTOS”

1. El Proceso Productivo

A lo largo de la actividad creadora del hombre, en cuanto a la realización de procesos, que llevan a los resultados satisfactorios se refiere, éste se ha encontrado con gran cantidad de obstáculos por solucionar; entre los cuales se encuentran en primer plano, aquellos problemas cuya solución estaba a su alcance resolver antes de que ocurrieran y algunos otros que fue poco a poco solucionando a través de la experiencia y de lo que le sucedía durante la realización de un proceso cualquiera.

Al principio, el hombre tuvo que aprender por experiencia o acumulación de ella, los pasos a seguir para poder obtener el resultado deseado de cualquier actividad que realizase, y creemos que es por esto que consiguió obtener las metas fijadas. A la par de esta acumulación de experiencias y la inevitable evolución técnica, pudo más tarde representar gráfica, analítica y realmente el proceso de realización de las actividades.

Como es lógico, conforme fueron pasando cada vez más actividades, el hombre fue recolectando experiencia de cada una de ellas hasta encontrarse con un número tan grande, que le era prácticamente imposible el poder manejar todos los factores únicamente a través de la mente, y hubo de ingeniar una metodología para poder controlarlos.

En su afán de conseguir la perfección, en cuanto a funcionamiento y economía en la realización de cualquier actividad, que le habría de producir un beneficio esperado, el hombre comenzó a estudiar la forma de conseguir esta optimización de resultados y es esto lo que le llevó a estudiar las generalidades que notó en todo proceso se repetía y a aplicar los conocimientos adquiridos en la realización de otros procesos, que por comparación eran posibles de utilizar en el proceso que ahora trataba de encauzar.

Este análisis de las secuencias de actividades y de las experiencias repetitivas en cualquier proceso, originó una teoría que actualmente llamamos, el estudio del proceso productivo, que consideramos es necesario conocer para poder llegar a captar con mayor precisión las fases que nos han de llevar a un verdadero control de costos, tomando siempre muy en cuenta lo que es el proceso productivo encaminado a la actividad de la construcción.

1.1 Definición y consideraciones generales

Un proceso productivo es el conjunto de actividades que hay que realizar para producir un objeto, sin embargo debe preocuparnos el hecho de que el definir cuáles son las actividades o cuál es el objetivo perseguido, a través de la realización del proceso productivo, es un tema bastante delicado de tratar si no se tiene el criterio necesario o la definición clara de:

- a. Lo que se quiere hacer
- b. Cómo se piensa realizar, y
- c. Con qué objeto se plantea

Varios autores han dado su versión acerca de lo que para ellos es el proceso productivo, y todos ellos coinciden con la definición citada anteriormente, sin embargo, todos y cada uno de ellos se ven en la imperante necesidad de enunciar como parte fundamental de la definición las fases que constituyen el proceso, y que para nuestro especial punto de vista, a continuación mencionamos.

1.2 Fases del proceso productivo

Cualquier proceso productivo consta de 3 fases, que son inamovibles y que constituyen una base para el análisis y elaboración del mismo..

Estas fases son descritas por Le Chatelier, al igual que todas las actividades humanas, así: "Cualquiera que sea el fin que se fije, no hay más que un método y nada más que uno, para poder llegar a él con rapidez y seguridad, y es proceder por cuatro fases sucesivas y siempre iguales que son:

1. PREVEER
2. PREPARAR
3. EJECUTAR, Y
4. CONTROLAR " * 1

1* ARJONA CIRIA, Antonio" Planificación y control de producción Ediciones Deusto - Bilbao, España 1965.

Anteriormente nos hemos referido a tres fases, y son estas: Planeación, Programación y Control, las que consideramos comprenden a las cuatro citadas de la siguiente manera::

PREVER = PLANEACION

La previsión es una parte de la planeación, por lo que la primera está contenida en la segunda, cuya definición es mucho más general, mientras que el prever se refiere a una actividad específica.

PREPARAR = PROGRAMACION

Aún cuando la programación no comprende completamente el significado del preparar, sí creemos que la parte que no comprende ésta, está cubierto por la planeación, que es una fase siempre anterior, a la programación.

Seguidamente se plantea la ejecución, que el autor, a quien se debe esta cita, enuncia en forma aislada, y nosotros consideramos que resulta un paso lógico, por lo que no lo mencionamos, ya que si no hay ejecución no puede existir el siguiente paso en los dos enunciados que es el CONTROL.

Las fases de un proceso productivo, o una actividad cualquiera, realizada por el hombre, con un objetivo determinado, se verá reducida a estos términos.

Viene entonces una pregunta que se hace indispensable a ésta altura: ¿Puede ser considerado el producto de la construcción, el resultado de un proceso productivo?

Es nuestra opinión, que la actividad de la construcción constituye, sin lugar a duda, un proceso productivo, cuyo resultado o producto, a pesar de ser de muy diversas formas o resultado de muy distintas técnicas de construcción, es el resultado de un proceso productivo, ya que para ser logrado eficientemente es necesario pasar por estas tres fases que delimitan un proceso de este tipo. Decimos que debe pasar por estas tres fases, ya que su realización debe ser planeada, luego programada, ejecutada y como consecuencia de esto último, controlada, que es el principal punto que consideramos necesario exponer para las finalidades de este trabajo.

A todas y cada una de las fases que incluye el proceso o el desarrollo de un proyecto de construcción, es posible aplicarle los requisitos de un proceso productivo, parte de nuestra función, como practicantes de una disciplina, la Arquitectura, se limita a ejercer la función de prever y preparar un proceso, a la vez que es necesario reducir cada una de sus etapas a una escala de tiempo y a un sistema de control de cada una, con lo que estamos llenando las dos etapas finales que definen un proceso de este tipo.

Así pues, también es posible realizar estas fases, para cualquier actividad que constituya parte del proceso de construcción.

Para poder ofrecer una mejor guía sobre lo anteriormente expuesto, se presenta a continuación una explicación de cada una de estas etapas:

1.3 Planeación

La planeación de un proceso productivo, es la acción de realizar el enunciado de las actividades que constituyen el proceso, y el orden en que deben efectuarse, o bien el conjunto de decisiones que deben elaborarse para realizar en el futuro los objetivos del proceso de la manera más eficiente posible.

Uno de los objetivos de la planeación es, conocer con la debida anticipación, los requerimientos financieros para la realización del proceso, o de cada uno de ellos, según sea la necesidad de ejecución.

Al tratar la planeación no puede escaparse la importancia que lleva el trabajo de gabinete, a través del cual podemos prever el complejo global de actividades y cómo se han de realizar, lo que repercute en una economía favorable a la hora de finalizar el proyecto.

Por medio de la planeación es posible determinar:

1. Las actividades elementales necesarias para realizar el proceso.
2. El orden en que se mantienen o se suceden estas operaciones.
3. Los requerimientos especiales de mano de obra, en cuanto a capacidad técnica de los operarios, de maquinaria especial, para etapas del trabajo que así lo requieran.

4. Los patrones que habrán de regir el trabajo para cada una de las operaciones
5. Rendimientos unitarios de mano de obra, o tiempos para cada una de las operaciones
6. Los materiales, equipo y herramientas necesarias para la realización de cada operación.

Es nuestra opinión, que durante la fase de planeación, es indiscutiblemente de primera importancia, la experiencia que el diseñador debe tener para poder prever la mayoría de las acciones que acontecen a lo largo del proceso productivo.

1.3.2 Sistemas de Planeación

De lo anterior consideramos necesario, enunciar los sistemas de planificación y la utilidad que estos sistemas deben tener para la adecuada realización de la actividad.

Así pues, deben servir para:

1. Lograr obtener una visión global del desarrollo, del proyecto relacionando sus etapas de ejecución para su control.
2. Señalar los puntos críticos que ponen en peligro el alcance de los objetivos señalados, con el objeto de poder tomar las medidas necesarias para encontrar la mejor solución.
3. Posibilitar y valorar sus alternativas, informar de las faltas de seguridad en algunas partes del trabajo y establecer su influencia en el conjunto del proyecto.

Como resultado de una buena planeación puede obtenerse, el criterio en cuanto a los valores o probabilidades que determinan la terminación de la obra, en el plazo previsto. Es posible también el poder predecir, los plazos de inicio y finalización de cualquier fase de las actividades que se realizan, así como establecer las precauciones necesarias, para corregir cualquier tipo de fallas a lo largo del proceso. También la planeación, ayuda a determinar la necesidad de trabajar horas extras durante el proceso, con el fin de obtener lo necesario en los plazos determinados. Así como nos indica, en que fases del proyecto debemos prestar más atención al desarrollo del mismo, pues conocemos cuáles son sus puntos críticos.

El siguiente paso será aplicarlos criterios enunciados al proceso constructivo, que es como de ahora en adelante llamaremos al desarrollo de una construcción.

1.3.3 La Planeación en la actividad de la construcción

La planeación en la construcción, está ante todo regida por una serie de actividades que se repiten a lo largo de todo proceso de este tipo, que vienen a constituir esas experiencias repetitivas, ya mencionadas. Consideramos que es necesario hacer clara conciencia en el planificador de todos aquellos pasos que constituyen un proceso constructivo y que son:

1. Anteproyecto
2. Desarrollo del Proyecto
3. Ejecución del Proyecto
4. Supervisión del Proyecto
5. Fin del Proyecto

Pueden suceder debido a circunstancias especiales, otras fases, por desarrollar, por parte del planificador, tales como los arreglos de financiamiento, más sin embargo, creemos que la mecánica de estos problemas es muy variable y particular en cada organización por lo que únicamente se hará mención de ello aquí.

Pasamos entonces, a desglosar cada uno de los puntos mencionados anteriormente que contribuyen con el planificador a no olvidar ninguno de ellos para realizar esta etapa eficientemente.

1. ANTEPROYECTO

1. Elaboración de un contrato, en el que se habrá de establecer por ambas partes, qué es lo que se ha de realizar así como los honorarios y obligaciones a que están sometidas ambas partes.
2. Levantamiento topográfico y plano topográfico de la finca urbana o rústica por trabajar.

3. Consulta a la reglamentación de construcción urbana o rural elaborada por la municipalidad.
4. Estudio del partido arquitectónico y bosquejo general del proyecto.
5. Compra de materiales y artículos necesarios para dibujo.
6. Anteproyecto o bosquejo de cada una de las partes que constituyen el proyecto. (Planta alta, Planta baja, etc.).
7. Recopilación de datos técnicos de instalaciones.
8. Bosquejo de las instalaciones.
9. Dibujo de cada una de las partes que constituyen el proyecto incluyendo las instalaciones.
10. Dibujo de cortes y elevaciones.
11. Estimación del costo. (Presupuesto preliminar)
12. Adquisición de material para la memoria.
13. Preparar la memoria.
14. Entrega de anteproyecto.

2. **DESARROLLO DEL PROYECTO**

1. Elaboración de planos con las especificaciones requeridas por el departamento regulador estatal. (ver lista de planos requeridos en apéndice documental).
2. Elaboración de planos de detalles y de todos aquellos planos que el diseñador considere necesarios para el mejor entendimiento de la obra a realizar.
3. Trámites ante las autoridades gubernamentales para la autorización de los planos de la obra. (ver apéndice documental).

4. Investigación o recopilación de información para el conocimiento de los rendimientos por hora para la contratación del personal.
 5. Investigación o recopilación de información sobre los precios de materiales en el mercado. (Para la actual etapa que atraviesa el país, es imposible confiar en los precios que se obtengan para una fecha determinada, pues están subiendo los precios de materiales a diario y en proporciones impredecibles).
 6. Elaboración de un presupuesto aproximado.
 7. Planeación de las actividades a realizar.
 8. Determinación de la mano de obra necesaria para la realización de cada una de estas etapas.
 9. Previsión de los plazos de ejecución de las actividades, programación de la compra de materiales y utilización de la herramienta o maquinaria necesaria para la realización de cada una de ellas.
 10. Contratación de aquellas actividades que habrán de realizarse por subcontrato.
 11. Revisión final del procedimiento de ejecución y de la programación de actividades.
 12. Elaboración de los mecanismos de control, tanto de compra de materiales, como su entrada y salida de la bodega y control contable de los costos de realización. (Ver sistemas de control de IV Parte)
 13. Contratación de personal.
3. **EJECUCION DEL PROYECTO**
1. Instalación en el terreno.
 2. Limpia, trazo y chequeo de niveles.
 3. Instalación de la bodega y la guardianía.

4. Inventario a la bodega de la utilería que posee, e iniciación al bodeguero del sistema de control de entrada y salida de materiales.
5. Excavación de cimientos.
6. Armadura de refuerzo en cimientos.
7. Fundición de cimientos.
8. Parar columnas (que habrán de quedar fundidas con la cimentación, en sus apoyos).
9. Levantado de muros hasta la solera hidrófuga o solera de humedad.
10. Armado de solera de humedad y fundición.
11. Instalación de bajadas de aguas pluviales e instalación de drenajes y de agua potable.
12. Levantado de muros hasta solera media e instalación de tomacorriente.
13. Una vez en la obra se tenga una semana de trabajo, se debe proceder a la inscripción de la misma en el departamento patronal del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, con los laborantes que se tenga hasta ese momento.
14. Fundición de columnas hasta solera media.
15. Levantado de muros hasta la solera superior.
16. Fundición de columnas hasta solera superior.
17. Entarimado para la fundición de la losa, previo apisonado del piso para no tener hundimientos perjudiciales.
18. Armado de la losa estructural y de la solera superior.
19. Instalación eléctrica entre la losa, y en caso de que fuera a existir pisos superiores, prever la instalación de las tuberías necesarias para el efecto.
20. Chequeo de la armadura de losa y de las instalaciones así como de la formaleta de vigas y cenefas para no tener pérdida de material al momento de desencofrar.

21. Fundición de la losa. (Por subcontrato).
22. Colocación del cernido de impermeabilización en el caso de la última losa.
23. Repello y cernido de paredes.
24. Desencofrado de la tarima para fundición de la losa.
25. Repello y cernido del cielo.
26. Colocación de pisos. (Por subcontrato).
27. Colocación de ventanas y puertas. (Por subcontrato).
28. Instalación eléctrica. (alambrado).
29. Colocación de artefactos sanitarios y muebles fijos.
30. Colocación de azulejos.
31. Pintura, y acabados especiales.
32. Pulir y lustrar pisos.
33. Colocación de vidrios.
34. Fin de los trabajos.
35. Informar a los departamentos gubernamentales que corresponda la finalización de los trabajos, para la cancelación de permisos, licencias y números patronales.
36. Cierre de contrato.

4. SUPERVISION DEL PROYECTO

Durante cada uno de los pasos que se han mencionado en el anterior inciso de ejecución del proyecto, es necesaria la intervención del profesional que lo dirige, a fin de corregir o únicamente supervisar, si cada uno de ellos, se está realizando a cabalidad y con

las especificaciones que fueron acordadas por las dos partes en cuestión y la entidad gubernamental encargada.

Sin embargo, es nuestra intención a través de esta descripción de actividades, únicamente, proporcionar una guía que contribuya con el planificador a lograr un mejor resultado de las actividades del proceso.

Por medio de la planeación, se debe definir mejor la forma de controlar la realización del proyecto lo que determina con la anticipación debida, la contratación del personal y la compra de materiales lo que conlleva una economía al momento de finalizar la ejecución del mismo.

Salta a la vista la importancia y la necesidad de la planeación en cualquier proceso productivo, dentro de los que la inclusión, del proceso de construcción no es la excepción, si se quiere realizar eficientemente.

Existen métodos para realizar la planeación de un proceso productivo eficaz, tales como el método de gráficas de flechas, los diagramas de gantt, el CPM, el PERT que se describen más adelante.

1.4 Programación

Definición y objetivos

Es un método de análisis, que en la planeación y construcción de un proyecto, nos ofrece una visión del desarrollo de los trabajos y de los plazos de ejecución de las distintas etapas, permitiendo así, la supervisión, dirección y coordinación de todos los trabajos parciales a fin de lograr un proceso fluido.

Es nuestra opinión, que la programación de un proceso es una función de la planeación cuyo objeto es, determinar el tiempo de realización a todas y cada una de las etapas que han sido predeterminadas para su realización.

Asímismo para poder ejecutar la programación de un proceso es necesario tener como guía una idea exacta sobre los rendimientos que se pueden exigir a los trabajadores, pues esto contribuirá a lograr una programación real y acorde a los medios disponibles.

De aquí, que en cuanto mejor encajen unos procesos parciales con otros, tanto menores serán los tiempos vacíos y de espera, para desarrollar las siguientes actividades del proceso global, con lo cual podrá ser aprovechada completamente la capacidad del ejecutor, y éste trabajará más racionalmente.

Los tiempos de duración, de iniciación y de terminación de las actividades del proceso juegan un importante papel en la programación, que consta de dos fases, que son:

1. La selección de la duración de cada actividad.
2. La selección del tiempo de iniciación de cada actividad.

ahora bien, únicamente enunciar estas fases resulta hasta cierto punto inútil, si no se tiene el criterio necesario para poder aplicarlas y obtener de ellas el resultado esperado, es por esto, que es indispensable hacer ver al lector que la selección de la duración de cada actividad deberá hacerse teniendo en cuenta:

1. La duración del proceso
2. Los costos y los recursos requeridos para realizar la actividad
3. El costo total del proceso y los recursos disponibles, tanto en cuanto a maquinaria como a mano de obra se refiere, para una verdadera aplicación a nuestro medio.

La selección del tiempo de iniciación de cada actividad, es una acción que depende de varios factores entre los que podemos contar con:

1. La secuencia de actividades del proceso, de acuerdo al plan elaborado.
2. La posibilidad de desplazar la terminación de la actividad sin retrasar la duración del proceso.
3. La distribución eficiente en el tiempo de duración del mismo, de los recursos requeridos para efectuarlo y la responsabilidad en el trabajo de los operarios.

En cuanto a lo que se refiere a los tiempos de duración y terminación de las actividades, únicamente, podemos referirnos a que los mismos se encuentran en una relación directa con los rendimientos de mano de obra y con la adquisición de materiales, sin embargo, no debe olvidarse que la organización del mecanismo encargado de administrar el proyecto, es una actividad que contribuye a conseguir la mejor distribución de tiempos, durante los cuales se labora en cada actividad del proceso.

La determinación de las duraciones de las actividades para lograr un costo mínimo a una duración mínima es un problema bastante complejo, que constituye hasta cierto punto, la médula de la existencia, de los métodos modernos de planeación, programación y control. Sin embargo, las gráficas presentadas en el punto 7 de la II parte permiten su obtención. Además existen métodos, como el llamado método Simétrico, elaborado por J. Talacko, y el método de Fulkerson, basados en la programación lineal, que ayudan a realizar estas actividades con la aproximación esperada.

La programación es únicamente un mecanismo para controlar los tiempos de realización, como ya antes se explicó, de donde podemos decir que depende en gran parte de la información que para su realización se recibe, si se quiere obtener, satisfactoriamente los resultados esperados.

A través de ella es posible lograr:

1. Procesar la documentación que recibe, distribuyéndola de la forma más lógica, apropiada y conveniente para el proceso en realización.
2. Coordinar las cargas de trabajo que recaen sobre todas las actividades y recursos que constituyen el proceso.
3. Encontrar la mejor forma de representar los gráficos o tableros que ilustran el proceso.

Una vez se ha comprendido el hecho de que la programación contribuye a la mejor terminación de un proyecto a través de cálculo de tiempos de realización, de iniciación y de terminación, es lógico suponer, que exista un método a través del cual sea posible determinar la duración necesaria para su realización. La Ruta Crítica, es un sistema de

programación y control que permite conocer las fases que definen, en cuanto a su ubicación dentro del período de tiempo de realización, la duración de un proceso productivo.

1.4.1 La programación en la actividad de la Construcción

Los conceptos anteriormente vertidos, son aplicables a cualquier tipo de proceso productivo, por lo mismo cabe dentro de esta parte preguntarnos, ¿qué tanto se apega la actividad de la construcción a un proceso de este tipo?. Como ya anteriormente esto fuera planteado y concluido en forma afirmativa, nos limitaremos ahora a presentar los aspectos que consideramos de importancia conocer sobre la programación con relación a la construcción.

Dado que la programación, es únicamente un sistema y que las actividades que se realizan dentro del proceso constructivo son todas predecibles, además de que para cada una de ellas es posible determinar un tiempo de duración, consideramos que el proceso en cuestión es factible de ser sujeto a la programación a través de los métodos especialmente diseñados para el efecto.

Siendo la programación un complemento de la planeación es posible predecir el tiempo que tomará realizarlas, basándonos en la lista de actividades o guía de trabajos, expuesta en el inciso 1.3.3 bajo título (La Planeación en la actividad de la Construcción). Considerándose esto, una gran ventaja desde todo punto de vista, ya que se logrará a través del mismo una optimización de los recursos físicos con los que se cuenta, (mano de obra y maquinaria), a la vez que será posible citar expresamente, las fechas en que será necesario hacer desembolsos de capital, así como compra de materiales de todo tipo y las fechas en que será actible realizar los subcontratos de todas aquellas actividades que se realizan bajo este sistema, y poder por consiguiente exigir la fecha de entrega del trabajo, con el objeto de que no tengamos ningún retraso en la finalización del proyecto.

Al igual que la programación que se puede realizar para cualquier proceso productivo, los métodos que se pueden utilizar para el proceso constructivo pueden llevarse a cabo a través de diversas formas. Uno de estos métodos es el CPM, como comúnmente se le llama aún cuando su nombre es Critical Path Method o Método del Camino Crítico, que más adelante describiremos.

Cualquier persona, es capaz de ver la necesidad que existe de programas y planear la realización de un proceso, pues permite economizar en su ejecución, aprovechando al máximo los recursos de que se dispone; maquinaria, mano de obra, financiamiento y supervisión profesional.

La programación está íntimamente relacionada con la mano de obra y su capacidad por lo que deberá estar en función de ella. Es necesario, que el programador tenga plena conciencia de ésta, así como de los recursos físicos de que dispone. El programador debe vencer o prever todos los problemas que puedan presentársele durante el proceso o fase de ejecución. Sin embargo es lógico suponer que quien mejor pueda prever todos estos factores será aquel que más experiencia tenga. También es posible establecer un patrón o una lista de actividades por realizar que se suceden en todo tipo de proyecto de arquitectura, desde su inicio en los planos, hasta la completa finalización del proyecto. Estando ubicado el lector en esta etapa, posteriormente no quedará sino pasar a dar los lineamientos generales sobre el control que contribuirá a la feliz terminación del proceso.

1.5 Control

El control consiste en el establecimiento de sistemas que permitan comparar los resultados reales con los planeados. No únicamente deben compararlos sino que también se debe poder a través de ellos ayudándonos de otros, medios integrantes de la administración del proceso, como la organización, poder tomar las decisiones necesarias para corregirlas en caso necesario.

Entre los muchos objetivos que puede tener el control de un proceso productivo se pueden contar:

1. La corrección de las desviaciones durante la realización del mismo.
2. El vencimiento de los obstáculos que se presenten en la realización de los planes trazados.
3. El control de la calidad, de rendimientos y materias primas.

Es muy común, que se acostumbre confundir algunos de los objetivos del control, con los de la planeación, más en sí el control y la planeación dependen el uno del otro, hasta

tal punto que la información que suministra el control sirve para corregir y actualizar la programación, que como ya se expuso es parte de la planeación.

Cuanto mejor sea la planeación tanto mejor será el control y mientras más completo sea éste, tanto más reales serán nuestras previsiones.

Con esta secuencia, se demuestra que cada una de las premisas o fases presentadas anteriormente como parte del proceso productivo, dependen una de la otra y los resultados esperados en el proceso, no dependen de una de ellas, sino del conjunto en sí.

Un control sobre la ejecución de un proceso productivo, señala; lo que vamos a controlar y, cómo hacerlo.

Es claro que la ejecución de un proyecto ofrece diferentes planeamientos en cuanto a lo que es la realización del mismo, y los sistemas de control deben ajustarse según la experiencia personal, a sus distintos elementos, por lo que pueden emplearse controles de diferentes tipos, para todas las actividades.

1.5.1 Elementos del Control de Costos

Es necesario para definir los sistemas de control manejar los siguientes elementos, que son básicos:

1. Fijar los objetivos de la ejecución en cuanto a funcionamiento y control. Es necesario saber qué es lo que se va a hacer, para saber lo que hay que controlar.
2. Una vez que se ha departamentalizado la realización del proceso, se deberá sistematizar las actuaciones de la administración de manera que se pierda completamente toda la posible duplicidad de trabajo, de manera que puedan conocerse los pasos de que es responsable cada sección, logrando con ello un control efectivo de cada una.
3. Debe tratarse de delegar responsabilidades, a la vez que establecer de las dependencias los departamentos, de tal manera, de reducir la carga de supervisión que posee el

personal ejecutivo. Con lo que se persigue ahorrar tiempo, y además para analizar si el proyecto está o no, encaminado hacia los objetivos previstos.

4. Deben existir normas básicas que definan la manera de realizar el control, (“que debe hacerse”).
5. Todos los integrantes del proceso deben conocer los pasos que definen la ejecución de las actividades, tendientes al logro del control, de acuerdo a las normas.
6. Por medio de las guías individuales de trabajo, se establece en forma detallada, cómo debe una persona ejecutar sus actividades relativas a un procedimiento, e indicarle cuándo hacerlo para que el control, sea efectivo.
7. Se deben crear documentos de control, que permiten obtener la información necesaria, clasificada y ordenada para ejercer el control eficientemente.

Las personas encargadas de ejercer el control de los procedimientos de ejecución deben crear un sistema en el que existan normas básicas, procedimientos, guías individuales de trabajo y documentos de control, así como un sistema que permita una vez evaluada la información, poder tomar decisiones que lleven a resultados positivos, en cuanto a la realización del proyecto, en el menor tiempo posible, lográndose con ello un ahorro significativo en el costo del proceso.

1.5.2 El control de costos en la actividad de la construcción

Previendo la mayor cantidad de actividades por acontecer durante la ejecución, es posible realizar un control específico de cada una, que contribuye a que los desembolsos puedan ser programados pudiendo sostener mejores precios en base al conocimiento previo de los requerimientos de materiales, mano de obra y maquinaria.

Es necesario, para realizar el control de costos, tener claro que el sistema a utilizar nos ofrece la obtención del producto en el mejor precio de mercado, sin olvidar, que existen especificaciones sobre la calidad del artículo, que conllevan responsabilidad para el ejecutor.

El costo de la construcción es y será siempre una de las principales guías para la determinación de ejecutar o no un proyecto, además de que su control será el que determine el éxito.

Debido a la poca importancia que se le da al control contable de los costos existe una falta absoluta de este, por lo mismo no se puede saber si el costo es adecuado, así como tampoco es posible aplicar medidas correctivas en el momento oportuno pues cualquier deficiencia sólo se puede conocer cuando la obra está finalizada.

Para lograr ejercer un control sobre los costos, es indispensable contar con un sistema de registro que permita comparar los hechos realizados con los planes. De tal forma que será indispensable la preparación de un presupuesto de costo, expresado de manera que esté acorde con el análisis de partidas, que se explica en la segunda parte de esta tesis, con base al cual se mide el avance periódico de las obras mediante la preparación de estimaciones que deben compararse con los costos reales.

De esta comparación pueden derivarse desviaciones que serán determinantes como elementos de juicio para la toma de decisiones, no sólo a nivel de supervisión, sino también a nivel ejecutivo.

Desde el punto de vista contable, es importante establecer la factibilidad de realización del proyecto, para lo que se ofrecen los siguientes lineamientos que ejercen un adecuado control de costos, que será de gran ayuda en la planeación de los sistemas a diseñar, así pues es necesario considerar:

1. La clasificación de cuentas para el registro del costo de construcción, deberá obedecer a un criterio igual a aquel seguido por la planeación y programación de las obras, por ejemplo, se ha pensado en la etapa de planeación que la obra se realizara mediante el uso de maquinaria pesada, durante una determinada etapa, y existe una clasificación contable para la misma, cualquier cambio que se plantee, originará también un cambio en el sistema de registro, de manera que al final, no aparezca un costo que no existió, o que no exista alguno que de hecho se efectuó.

2. La preparación de un presupuesto cuyo análisis esté expresado en partidas, que permitan hacer su comparación con los costos reales.
3. La organización debe ser tal, que permita mantener la comunicación necesaria entre las distintas divisiones y niveles, en forma debidamente coordinada mediante un adecuado sistema de información.
4. La preparación de estimaciones periódicas del avance físico de los trabajos, valorizados en base al presupuesto, se comparan con los costos reales correspondientes a esa parte de obra, mediante el estudio de las desviaciones encontradas, con lo que se procede a la aplicación de las medidas correctivas.
5. La utilización de nuevos sistemas del procesamiento de la información, es originada por el gran volumen de datos que es necesario manejar para su obtención.
6. La creación de un sistema en la oficina, lo suficientemente flexible, para obtener información rápida y verídica, dentro de la constante fluctuación de precios de materia prima.

Estudiando y aplicando cada uno de estos puntos al conjunto global de lineamientos ofrecidos en los incisos anteriores y tomando en cuenta que el control es necesariamente producto de ellos, es posible obtener un efectivo control de costos, ya que de continuarse realizando como hasta ahora encontramos una inadecuada canalización de los recursos humanos y materiales, lo que implica necesariamente una pérdida, no sólo de riqueza, sino lo que es más importante de recursos humanos.

2. Los nuevos métodos de Planeación, Programación y Control. (Referencia Histórica).

La experiencia y la intuición del planificador, fueron hasta hace unos pocos años la única base de la planeación, la programación y el control de un proceso productivo.

Esto hacía prácticamente imposible el poder llevar un control exacto y detallado de las obras, no se trabajaba bajo ninguna base sólida o siguiendo algún sistema establecido. La situación general resulta hasta cierto punto caótica, y existía en toda actividad de

producción. En muchas de ellas, existía un riguroso control de costos contables actualizados, lo que salvaba precariamente la situación.

La programación, era desconocida y la planeación estaba sujeta exclusivamente a la experiencia del planificador. Los presupuestos parte integrante de la planeación, eran trabajados bajo bases no muy sólidas, sin embargo, su realización era analizada comparativamente, entre proyectos similares realizados con anterioridad, sin más control que el realizado al final de la ejecución del proyecto.

Los sistemas gráficos para representar las actividades por realizar, para la obtención de un producto determinado, fueron los primeros en aparecer, ya que eran necesarios para tener una idea clara de la secuencia de las mismas desde su inicio. Entre estos métodos podemos mencionar las gráficas de flechas, que más adelante describiremos.

Consideramos que los diagramas de Gantt, fueron el resultado de las primeras necesidades de programar, pues los planificadores se vieron en la necesidad de tener límites en las fechas de entrega para sus productos, por lo que era necesario saber la duración del proceso que era descrito por alguna de las variaciones que lo determinaban.

Ellos fueron la base, para crear el CPM y el PERT.

El método de la trayectoria crítica o CPM (Critical Path Method), fue desarrollado en los Estados Unidos de América por Morgan R. Walker, miembro del Departamento de Ingeniería de la compañía E.I. duPont de Nemours & Co. y por James E. Delley Jr. investigador de la compañía Remington Rand, a principios de 1957.

El método se puso a prueba, por primera vez, en el período 1957-58 en la construcción de una planta química para la compañía duPont, con un valor aproximado de 10 millones de dólares. Los resultados fueron excelentes. A partir de entonces, la compañía duPont ha venido utilizando el método para la construcción de nuevas plantas, y para la modernización de las ya existentes, y como método general de la planeación, programación y control.

El número de aplicaciones que se han hecho en Estados Unidos, Canadá y México, a problemas de muy diversa naturaleza, industrial, comercial, militar, ingeniería de cualquier clase, es realmente notable.

El método PERT (Program Evaluation and Review Technique) fue desarrollado también en los Estados Unidos en el año 1958 por un grupo de investigadores de la firma Booz, Allen y Hamilton de Chicago, Illinois, a petición de la Oficina de Proyectos Especiales (Special Projects Office), de la marina de los Estados Unidos, con el objeto de controlar el programa para el proyectil Polaris. Dicho programa, se descompuso en 23 partes, que contenían aproximadamente 3,000 actividades. Se afirma que la utilización de éste método, en el proyecto, permitió acortar en dos años la duración del mismo.

Actualmente en los Estados Unidos, el ejército, la marina y la fuerza aérea exigen la utilización del método, a todos los contratistas que realizan trabajos para ellos. Es también utilizado por numerosas empresas privadas.

Es necesario, presentar al lector una descripción crítica de cada uno de los métodos expuestos con anterioridad, para que pueda juzgarlos, y de allí formarse un criterio sobre la utilización de los elementos que ponen en juego cada uno de ellos, contribuyendo de esta manera en la elaboración de sus mecanismos de control.

2.1 Diagrama de Flechas.

El sistema, es un auxiliar de la planeación, pues a través de él, es posible representar gráficamente el plan de desarrollo de un proceso productivo, como una gráfica dirigida. Queremos decir con esto, que las partes de la representación, que identifican a las actividades, están unidas por líneas que tienen una dirección.

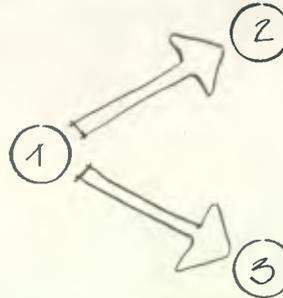
Para elaborar la gráfica de flechas de un plan, como anteriormente se expuso, hay que enumerar las actividades que lo constituyen, así como la secuencia de cada una de ellas.

En sí consta de una nomenclatura propia, para la descripción de cada una de las situaciones que pueden suceder durante su desarrollo, entre éstas podemos mencionar:

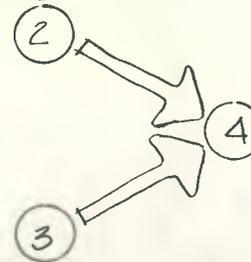
1. La representación direccional de una actividad. (Fig. 1)



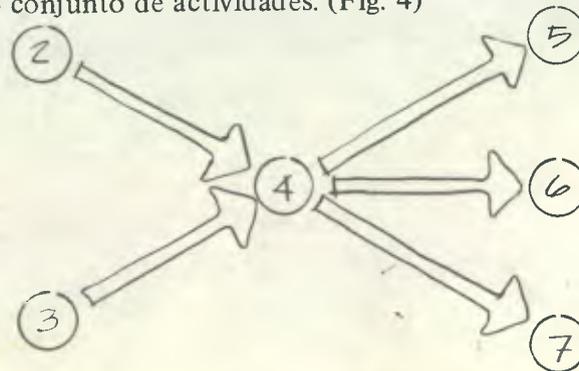
2. La representación de actividades que pueden iniciarse simultáneamente. (Fig. 2)



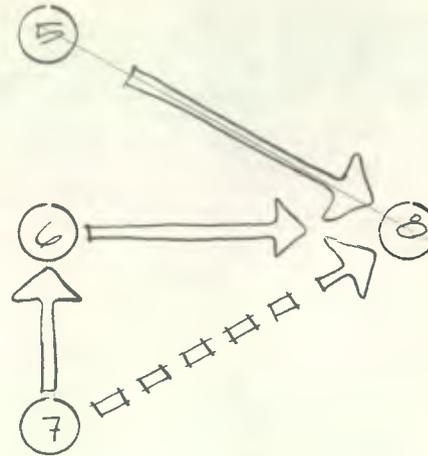
3. Representación de actividades que pueden terminarse simultáneamente. (Fig. 3)



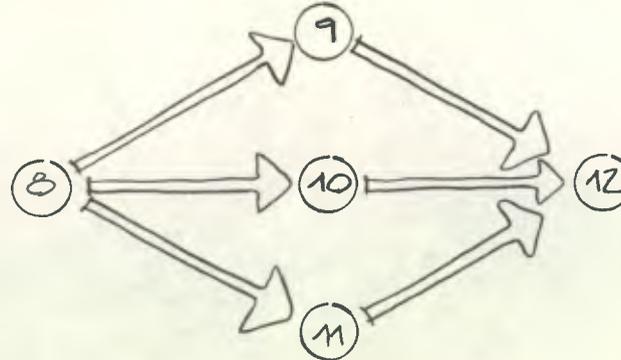
4. Representación de actividades que pueden iniciarse inmediatamente después de terminar otro conjunto de actividades. (Fig. 4)



5. Representación de la condición, de que un evento ocurra una vez que las actividades representadas por flechas, que llegan a otro nudo, han sido terminadas. (Actividades Ficticias). (Fig. 5)



6. Representación de actividades que pueden iniciarse simultáneamente y que pueden terminarse de la misma manera. (Fig. 6)



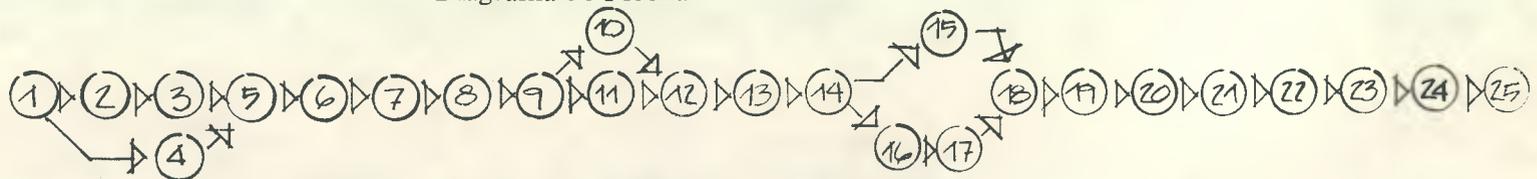
Para aclarar los conceptos anteriormente expuestos sobre el particular se ejemplifica a continuación:

Ej: La construcción para la ampliación de una vivienda, consisten en un carport, según indica. (Ver plano en apéndice documental).

Secuencia de actividades.

0. Inicio.
1. Limpia y trazo.
2. Chequeo de niveles.
3. Excavación.
4. Armado de zapatas, columnas y vigas.
5. Colocar zapatas y parar columnas.
6. Fundir zapatas.
7. Colocar bajada de aguas pluviales e instalación de drenajes.
8. Formaleta de columnas.
9. Fundir columnas.
10. Relleno Zanjas.
11. Paraleado y entarimado para fundir losa.
12. Armado de losa estructural.
13. Colocar Instalación eléctrica.
14. Fundición losa.
15. Impermeabilización losa.
16. Desencofrado columnas.
17. Desencofrado losa.
18. Repello y cernido cielo y columnas.
19. Compactación piso y chequeo niveles.
20. Formaleta piso.
21. Fundir piso.
22. Cernido piso.
23. Alambrado, colocación de lámparas, reposadera, armaduras y puertas.
24. Pintura.
25. Entrega.

Diagrama de Flechas.



2.1.1. Ventajas.

1. Las gráficas de flechas proporcionan una base disciplinada para la planeación del proceso productivo.
2. Presentan en forma clara el plan para el proceso, para que pueda interpretarse por cualquier persona conectada con él, en conjunto, o en fase.
3. Suministran una forma de poder valorar las estrategias o las alternativas de solución para la ejecución del proyecto.
4. Un medio de evitar la omisión de actividades que pertenecen al proceso.
5. Contribuyen a deslindar las responsabilidades de los diferentes departamentos u organismos, que intervienen en la ejecución del proceso.
6. Constituyen una ayuda para afinar el diseño de un plan propuesto, para un proceso.
7. Contribuyen a encausar la experiencia adquirida en la ejecución de procesos similares.
8. Son un excelente medio para el entrenamiento de personal de proyectos de planeación.

2.1.2. Desventajas.

1. Entre sus aspectos negativos podemos mencionar: El método únicamente enuncia y representa gráficamente la secuencia de actividades por realizar, sin proporcionar una idea del tiempo que puede tardar el desarrollo, parcial o total del proceso.
2. Consideramos que el método presenta problema, para representar gráficamente las actividades por realizar cuando estas sobrepasan de cierto número.

3. Sólo indica un camino para realizar el programa de actividades, dejando en libertad al programador de realizar el proyecto en la forma, a su juicio, más eficiente.

El diagrama de flechas, constituye una ayuda fundamental para la consecución de un eficiente programa de ejecución, ya que a través de él, es posible observar claramente la secuencia de actividades que conducen al final del mismo, sin embargo, no debe olvidarse, que el método es únicamente un auxiliar de los métodos de planeación, programación y control, mostrando la secuencia de información y de movimientos, que son necesarios para obtener el resultado esperado.

2.2. Diagrama de Barras o de Gantt.

Antes de iniciar cualquier proceso productivo, es necesario preparar un plan de trabajo, en mayor o menor detalle. El único sistema conocido hasta hace poco, era el llamado Diagrama de Barras o Diagrama de Gantt.

Para la obtención de un plan de acción bajo éste sistema es necesario proceder de la siguiente manera:

1. Se determinan cuales son las actividades principales del proceso.
2. Se hace una estimación del tiempo efectivo de realización de cada una de estas actividades.

T. REALIZACION

1. CRONOMETRADO

2. CALCULO ESTIMADO POR EXPERIENCIA

T. REALIZACION
UNITARIO

No. OPERARIOS

= TIEMPO EFECTIVO.

2. La secuencia de ejecución de las actividades del proceso se determina durante la fase de la programación, analizando cada actividad y estimando, que partes de las otras actividades deben estar terminadas para iniciar la actividad en cuestión, por lo que la duración del proceso resulta ser una cantidad arbitraria, además de que se mezclan la planeación y la programación del proceso.
3. Para los fines de graficar estas actividades, se consideran todos los tiempos de ejecución, más se consideran todas estas con igual importancia, de aquí que cuando se retrasa una de las actividades principales, es necesario retrasar el plazo de finalización, o acelerar todas las actividades, a fin de compensarlos.
4. Es imposible prever con acierto, los recursos para realizar el proceso, lo que trae como consecuencia:
 - a. Tener una cantidad innecesaria de material almacenado.
 - b. Tener equipo desocupado.
 - c. Despedir personal que más adelante se habrá de ocupar.
5. Resulta ser útil, para la representación gráfica de las duraciones y la secuencia de actividades de primer orden. Es convenientemente utilizado para la representación de los resultados de los sistemas de planificación de control de un proceso por los métodos CPM y PERT, como se expondrá más adelante, ya que con él se muestran objetivamente las duraciones y las fechas de iniciación y terminación posibles para cada actividad.

2.3 Métodos CPM (Critical Path Method) y PERT (Program Evaluation and Review Technique).

El objeto de idear un sistema que permitiese ejecutar un proceso, con el afán de obtener el máximo aprovechamiento de todos los recursos que en él intervienen, nos lleva a la exposición de los métodos modernos para el efecto.

No es posible programar o planear el resultado de un proceso, si este no se conoce o no se ha visto nunca, por lo que recomendamos al lector que no lo conoce, lo haga tomando

el mayor interés en observarlo para después, ayudado por la teoría, pueda obtener el mejor resultado de ellos.

El CPM o método del camino crítico, se basa a nuestro modo de ver en la lógica, la cual consideramos también resultado de la experiencia.

La programación por medio de él, plantea una etapa básica que debe estar concluída antes de su realización: La Planeación.

Es necesario conocer, las actividades por realizar, así como los recursos de que se dispone tanto humanos como físicos y económicos.

A partir de éstos datos, es factible proceder con la programación de la siguiente manera:

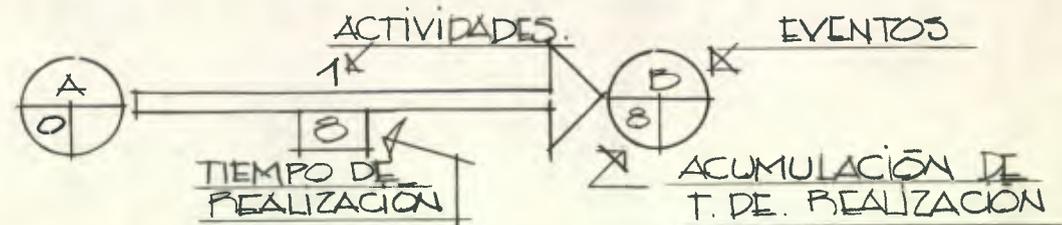
1. Una vez conocidas las actividades por realizar, así como los recursos necesarios para cada una de ellas, a través de una tabla de secuencias como la que se indica en la figura, se establece no solo su secuencia dentro del proceso, sino la incidencia de cada una dentro del mismo, tomando en cuenta su relación con las otras y su dependencia de ellas.

TABLA DE SECUENCIAS

N°	ACTIVIDAD	ANTERIOR	SIMULTANEA	POSTERIOR	T. de REAL*
1					
2					
3					
4					
5					
6					
1					
2					
3					
4					
5					
6					

* T. de REAL. : Tiempo de Realización

2. Se procede a representar gráficamente la secuencia de cada actividad (evento) dentro de una red, para lo que resulta adecuado el método anteriormente expuesto como Gráfica de Flechas.
3. El tiempo de la realización de cada evento se aplicará bajo el siguiente criterio: Como es necesario conocer los rendimientos promedio para la ejecución de cada uno y su cuantificación debe también ser conocida, los requerimientos de tiempo para cada uno resultará obvio. De tal manera que la representación del mismo se hace como se indica.



4. Hasta el momento no hemos entrado en materia de lo que a tiempos mínimos de realización se refiere, sin embargo, el sistema propone el siguiente mecanismo:

$$\frac{\text{CUANTIFICACIÓN}}{\text{REQUERIMIENTO DE TIEMPO POR UNIDAD}} = \frac{\text{TIEMPO DE REALIZACIÓN}}{\text{REQUERIMIENTO DE TIEMPO POR UNIDAD}}$$

Ej: (CANT. DE Mts. Z)

5. Existen actividades críticas que no lo son, de tal manera que para llegar a su clasificación hay que definir los siguientes términos:
Holgura libre: La cantidad de tiempo que se puede retrasar una actividad sin afectar la fecha de iniciación de las posteriores.
Holgura Independiente: Cantidad de tiempo que se puede retrasar una actividad sin afectar la fecha última de las anteriores y la fecha primera de las posteriores.
6. Una vez se ha establecido la secuencia de actividades cuya holgura es cero, sabremos cuales actividades habrán de constituir el mejor camino y habremos obtenido la ruta crítica para la ejecución del proceso.
7. Se hace necesaria la representación gráfica de los resultados y la secuencia de las actividades del proceso, para lo que resulta ideal la representación por el Diagrama de Barras.

2.3.1. Ventajas y Desventajas.

1. Una vez conscientes de lo que es la programación de un proceso de construcción, salta a la vista que el CPM permite programar más lógicamente.
2. A través de él es posible conocer los diferentes órdenes de importancia de las actividades que constituyen el proceso.
3. Es posible conocer los recursos requeridos para cualquier fase de la ejecución del proceso, en cualquier momento.
4. Las consecuencias de cualquier situación imprevista en la duración total del proceso puede ser analizada por medio de él.
5. Es posible saber cuáles son las actividades que controlan el tiempo de duración de un proceso para aplicarles un control.
6. Permite deslindar responsabilidades de los diferentes organismos que intervienen en un proceso.

2.4. El Método PERT. (Program Evaluation and Review Technique).

Al igual que el CPM, el método PERT, requiere hayan sido previamente desarrolladas, la planificación, los rendimientos de mano de obra y materiales, además de que el plan de ejecución sea representado gráficamente.

El procedimiento para su desarrollo es similar al del CPM, detallado anteriormente, con la única diferencia, de que en él, la estimación de duración de actividades se realiza tomando en cuenta 3 factores que son:

1. La cantidad y calidad de los recursos que se apliquen a la ejecución de la actividad.
2. Los métodos de ejecución utilizados.
3. Las condiciones en que se ejecute.

Esto trae como consecuencia que la duración de una actividad sea una "variable aleatoria", o sea una actividad cuya distribución de probabilidades tiene características que dependen del grado de control que sobre ellos se tenga.

Esta distribución de probabilidades puede determinarse por medio de dos procedimientos:

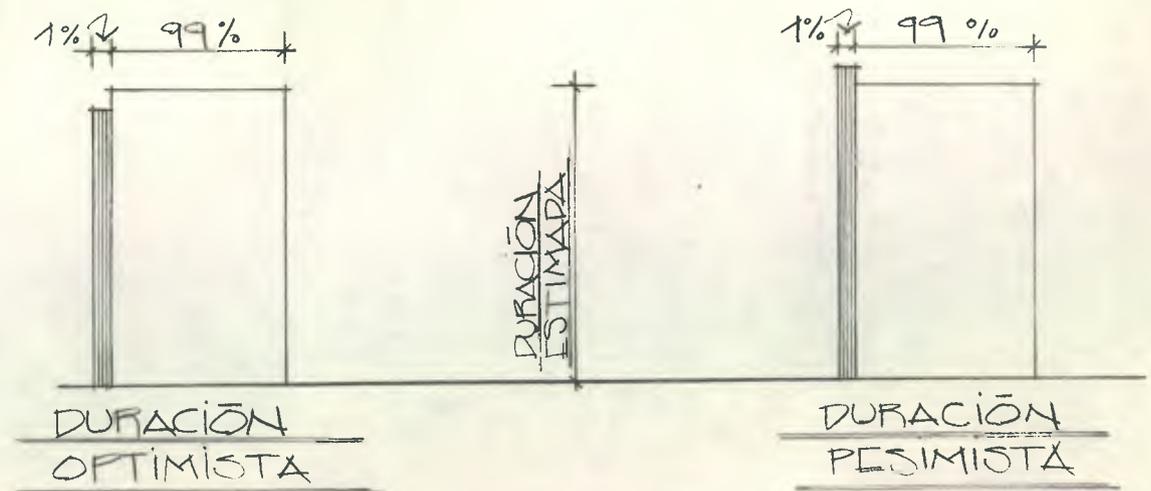
1. La repetición de la actividad por evaluar, un número suficiente de veces, haciendo un análisis estadístico de sus duraciones.
2. Suponer el tipo de la distribución y hacer una estimación de sus fluctuaciones, con base en ciertas duraciones estimadas por especialistas en la ejecución de la actividad.

El primer procedimiento es más confiable, sin embargo éste solo es factible de realizar durante un proceso repetitivo, pues sería muy oneroso hacerlo para determinar duraciones en un proceso único. Se debe entonces, recurrir a la segunda alternativa, para la cual encontraremos que existe una infinidad de distribuciones que pueden elegirse, por lo

que se hace necesario, sistematizar la forma más conveniente de determinarlas, para la duración de una actividad cualquiera.

Esta metodología es resultado de un proceso estadístico, que lleva al establecimiento de tres duraciones para la actividad en cuestión, que son:

1. Duración Optimista: que se puede describir como aquella, que si la actividad se realizara un gran número de veces, solamente el 10/o de ellas serían menores o iguales a la duración estimada primero.
2. Duración Pesimista: que es aquella que si la actividad se realizase un gran número de veces, solamente el 10/o de las duraciones observadas sería mayor que la estimada.
3. Duración más Probable: que se entiende como aquella, que si la actividad se realizara un gran número de veces la duración, es la obtenida con mayor frecuencia.



El método continúa por medio del análisis estadístico hasta la obtención de los eventos que determinan la trayectoria crítica, por medio de las holguras que tiene, al igual que en el método CPM.

Es posible dentro de él, estimar el riesgo que corre Programar la ocurrencia más próxima de un evento en una cierta fecha, sin embargo, se establece que los valores usuales del riesgo que se utilizan al programar un proceso con éste método, se encuentran comprendidos entre un 25o/o, este margen de error estará supeditado al control que se lleve del proceso.

2.4.1. Ventajas y Desventajas.

Después del análisis efectuado a los dos últimos métodos, consideramos que no existe una diferencia radical entre ellos, ya que para la obtención de resultados, el procedimiento es similar, aún cuando el método PERT presenta un análisis estadístico para la obtención de tiempos de realización, que viene a ser la única diferencia medular.

Debido a ellos los siguientes enunciados son aplicables a ambos y algunos vienen a implementar los ya mencionados para el método CPM, anteriormente.

1. Los dos sistemas permiten descomponer un proceso productivo en actividades de diferentes órdenes de importancia y organizar, la planeación, programación y ejecución de un proceso de acuerdo a esa descomposición.
2. Permiten determinar la forma de realizar un proceso rápidamente y con un conocimiento de las actividades que habrán de incidir principalmente en la obtención del costo mínimo.
3. A través de ellos, es posible efectuar una comparación de los planes y programas, de forma que se pueda seleccionar el mejor de acuerdo a las condiciones propias del ejecutor, permitiendo una adaptación acorde a sus capacidades.

4. Permiten comparar en forma ordenada los costos esperados con los costos reales y determinar por ellos los efectos que causan las desviaciones, adquiriendo experiencia para la realización de futuros proyectos similares.
5. Consideramos que el método PERT resulta laborioso, ya que el trabajo que representa no amerita utilizarlo, sino en proyectos de gran magnitud.

Los métodos de programación, son indiscutiblemente de gran ayuda, para lograr la realización eficaz y apropiada de cualquier proceso productivo, y por medio de su correcto uso es posible solucionar muchos problemas de la ejecución del proceso, así como elaborar alternativas de solución a ellos obteniendo los datos básicos necesarios para la determinación de elementos de juicio, que contribuyen a resolverlos, entre los que podemos mencionar, la determinación de las gráficas de recursos requeridos contra tiempo necesario para todo el proceso en cuestión (Recursos Requeridos-Tiempo).

Consideramos de vital importancia su excelente función como colaboradores a la consecución del costo directo mínimo, pues trabajando dentro de su desarrollo, es posible, determinar gráficamente la trayectoria crítica que nos conduce a un costo mínimo, ya que es posible realizar la gráfica Costo mínimo, ya que es posible realizar la gráfica Costo mínimo-Duración, la cual nos indica, que existe una duración dentro del proceso para la cual el costo total es mínimo.

A esta duración corresponde un programa y una cierta distribución de recursos requeridos a lo largo del tiempo que dura el proceso.

Debido al análisis, que por estos métodos se puede efectuar, de proyectos de cierta envergadura, la cantidad de actividades por evaluar, resulta muchas veces ser bastante mayor, por lo que es necesario conocer el beneficio que la tecnología puede prestarnos para obtener con mayor rapidez, los resultados deseados. Nos referimos con ésto, al uso de computadoras digitales electrónicas.

Existen muchas ventajas en el uso de las computadoras, y entre ellas podemos mencionar:

1. La gran rapidez obtenible para ejecutar los cálculos requeridos.
2. Se anula la posibilidad de los errores de cálculo.
3. Se presenta la posibilidad de realizar en forma rápida, ordenada y a bajo costo, la programación detallada de un proceso constructivo, por medio de la obtención de los resultados en iguales condiciones.

Actualmente existen programas que nos ayudan a elaborar los resultados de todas las fases del proceso en cuestión. Para el método CPM se puede obtener:

1. El cálculo de las fechas de ocurrencia más próxima y más tardía y la determinación de las holguras.
2. La elaboración de programas de trabajo y de recursos requeridos.
3. El conocimiento de la duración óptima del proceso y otros programas más.

Para el método PERT se conocen programas:

1. Para el cálculo de la duración de un proceso y sus holguras medias.
2. Para la determinación de las probabilidades de que a la fecha de ocurrencia más próxima o más tardía, sea menor o igual a un valor programado.
3. Para la elaboración de programas de recursos requeridos y de trabajos.
4. Para la duración media óptima de un proceso.

Hemos adjuntado a esta tesis en el apéndice documental el programa disponible en el Centro de Cálculo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, aplicable al CPM, que permite estimar la programación de una secuencia de actividades, iniciarse en el estudio o uso de estos sistemas para la obtención de los resultados de un proceso constructivo.

3. La aplicación de los nuevos métodos de Planeación, Programación y Control en la actividad de la construcción en Guatemala.

Las metodologías fundamentales tales como las gráficas de flechas y los diagramas de barras son conocidos desde hace algún tiempo ya que su desarrollo es un proceso lógico que tarde o temprano hubo de ser concebido o importado a nuestro medio, sin lugar a dudas por aquellas personas con más experiencia en el ramo, que vieron la necesidad de su existencia.

No es sino hasta hace unos 10 años, que se ha principiado a utilizar las modernas metodologías de trabajo como el CPM y el PERT. Este último, no ha encontrado gran apoyo, pues compite a nuestro modo de ver con el CPM, y mientras que en él se hace necesario un cálculo que requiere conocimientos especiales, el otro, CPM, es más sencillo flexible y utilizable, aún cuando en nuestro medio deben considerarse factores que no pueden ser predecibles en su totalidad lo que trae como consecuencias márgenes de error.

El método del camino crítico, CPM, ha venido a constituir el único medio apropiado para la programación, obviamente por razones prácticas y ha principiado a demostrar su efectividad palpablemente, con la construcción de viviendas en serie, a través de algunas compañías constructoras fuertes, que han logrado obtener sus ventajas, a tal grado que han podido finalizar varias unidades semanalmente.

Ultimamente con el auge que ha tomado la construcción en nuestro medio, hemos podido observar la increíble rapidez con que se levantan edificios de más de 12 niveles, que indiscutiblemente lo han utilizado, pues su velocidad de ejecución solo puede ser lograda con el concurso de un método de los ya expuestos.

Las ventajas que son alcanzadas en el proceso de la construcción a través de ellos resulta ser de incalculable valor, y aún más cuando, en nuestro país, no están muy difundidas creemos que esto se debe a su falta de conocimiento, ya que si existe la capacidad técnica de aplicarlo, por lo que consideramos que los razonamientos presentados en esta tesis al respecto, están contribuyendo, en una mínima parte a su conocimiento para que todos puedan beneficiarse de su uso, colaborando así a la tecnificación del proceso en nuestro país.

IV PARTE:

“LA EMPRESA DE CONSTRUCCION”

1. LA ORGANIZACION

Organización en el estricto sentido de la palabra, se entiende como: DISPOSICION U ORDEN, es importante porque equivale a establecer una política de acción, para la obtención de un resultado.

Se entiende que organización es establecer un régimen de actuación, con esto se quiere decir que puede establecerse innumerables caminos para llegar a la consecución de un objetivo preestablecido, sin embargo, ésto no quiere decir que no pueda realizarse bajo el más estricto apego al orden o al claro establecimiento de procedimientos necesarios para efectuar una acción o realizar una actividad.

Para darnos realmente cuenta de los factores o elementos que conlleva la organización, es necesario establecer unas premisas que nos sitúen en ella.

Mediante esta secuencia de premisas como se han llamado, podemos darnos cuenta de la importancia que la organización tiene para la consecución del objetivo último de operación de la empresa, ya que permite la realización de un proceso mediante un orden que se ha establecido mediante la evaluación de las técnicas de realización, contribuyendo así a obtener una mejor administración, una mejor dirección, un mejor proceso, una mejor planeación, programación y como consecuencia inmediata, un mejor control de costos.

1.1. Los principios generales de la organización:

Una vez establecidas estas premisas, determinaremos como conseguirla y como organizar un proceso productivo, para lo cual consideramos los principios de la organización, que son la base para que sea efectiva.

Existen varios criterios sobre los principios generales de la organización, más sin embargo, todos coinciden con los siguientes:

1. La organización debe establecer una diferencia clara, entre la función de establecer la política de la persona que ejecuta, y la función de llevar a cabo esa política.

2. Por medio de la organización se distribuyen las responsabilidades de cada miembro de proceso, y cada uno deberá estar perfectamente consciente de su responsabilidad al mismo tiempo que debe tener la autoridad necesaria para realizar su parte, eso sí, sin que ninguna pueda o deba sobrepasar su nivel de autoridad.
3. La organización debe contribuir al proceso con la distribución de las funciones que debe desarrollar cada uno de sus miembros.
4. La responsabilidad dentro de la organización es vital, ya que la persona que ordena debe ser responsable de lo actuado.

Es a través de estas bases que se rige la organización de cualquier proceso que se desee realizar, para lo cual debe plantearse; que debemos tener en cuenta para realizar una organización efectiva:

1.2. La Estructura de la Organización

Complemento de los principios generales de la organización son los siguientes lineamientos:

1. Fijar claramente los objetivos.
2. Determinar las actividades necesarias para realizar dichos objetivos.
3. Agrupar estas actividades en órganos, secciones o departamentos.
4. Señalar las relaciones que deben existir entre estas actividades y los grupos de personas que las realicen.
5. Fijar la información que debe producirse, señalando sus puntos de origen a quienes debe enviarse, y cual es la que debe recibir.
6. Asignar las personas que puedan realizar las actividades.

7. Jerarquizar a las personas, especificando sus relaciones, dependencias y campos de responsabilidad y autoridad.
8. La persona que paga la ejecución de un trabajo es quien manda.
9. Las órdenes para la ejecución deben darse, por una sola persona. Estableciendo categorías de mando.
10. La organización deberá determinar un tiempo mínimo y un máximo para la obtención de las autoridades de trabajo.
11. Enseñar la estructura de la organización en esquemas gráficos, (organigramas), y manuales de actuación a todos sus miembros, para enterarlos de la parte del proceso que les corresponde llevar a cabo, con lo cual, cada miembro determina su grado de responsabilidad dentro de él.

La organización la debe crear el dirigente y no adaptarse a ella; las áreas funcionales se adicionan a medida que la empresa se desarrolla, las funciones del dirigente se repiten en todas y cada una de ellas.

En la actualidad se habla de la organización de la administración por funciones o por sistemas. La organización por funciones es una estructura departamental. Se caracteriza por un mandato vertical en donde el éxito depende de la capacidad de los funcionarios.

Cuando se organiza la administración por sistemas se toman como un núcleo los departamentos comprendidos en una misma línea de flujo de operación y la organización de cada sistema que se denomina área funcional, puede estructurarse en función del criterio predominante.

La estructura de la organización es la base que sostienen el buen funcionamiento de un proceso, y es hasta cierto punto, la responsable del éxito o fracaso. De ellas dependerá la llegada de información a los centros encargados de tomar decisiones y como consecuencia directa la resolución rápida de cualquier incidente que afecte al proceso en un momento

dado. Además de que por medio de ella y logrando realizar un proceso ordenado y organizado es la única norma que puede llegar a darnos un satisfactorio control de los costos de ejecución.

1.3. Organigramas de Funcionamiento.

Por medio de un organigrama se representa, las dependencias responsabilidades y niveles de autoridad, de cada una de las partes que conforman un proceso.

El uso de estos diagramas obedece fundamentalmente a dos aspectos importantes de la estructura de la organización:

1. Comunicación y
2. Análisis

Debido a que la actividad de la construcción, ofrece una estructura, similar en todo proceso, presentamos una serie de diagramas de funcionamiento, que permiten obtener información sobre su funcionamiento así como analizar, los elementos según sus distintas clasificaciones, especificadas al pie de cada uno.



ESQUEMA GENERAL DE
FUNCIONAMIENTO.

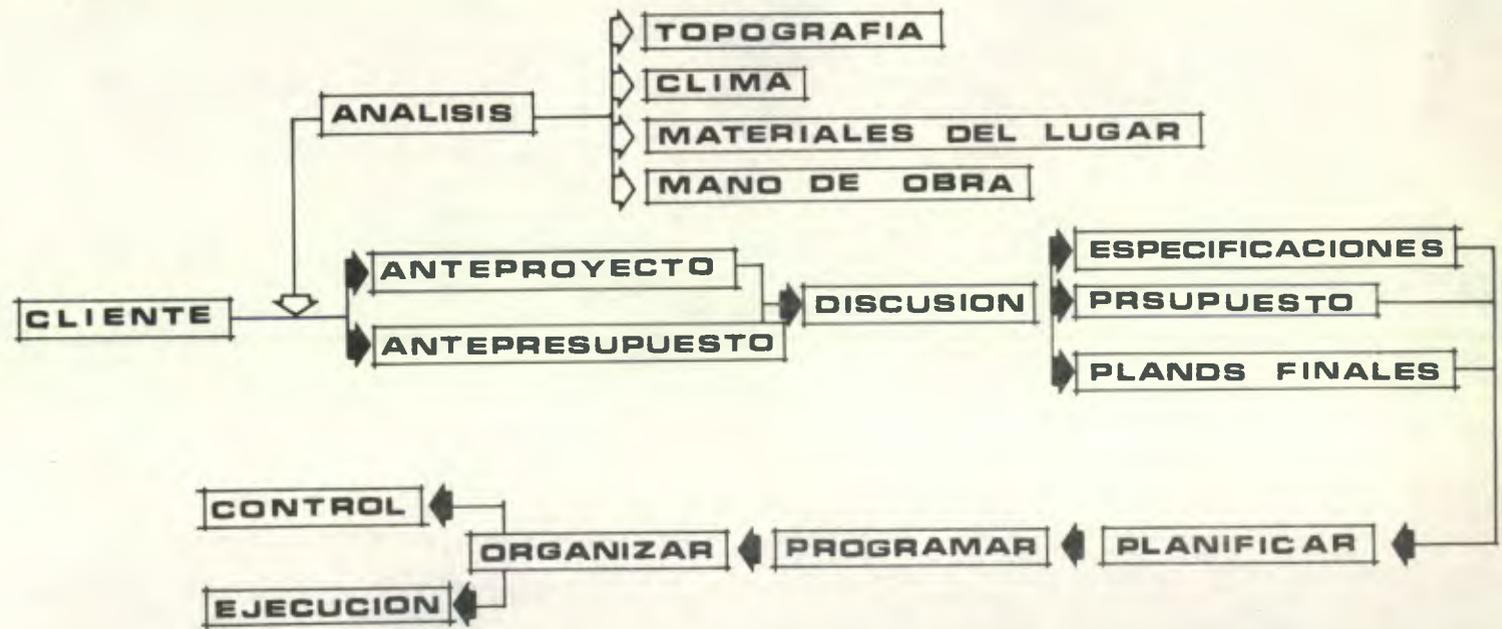
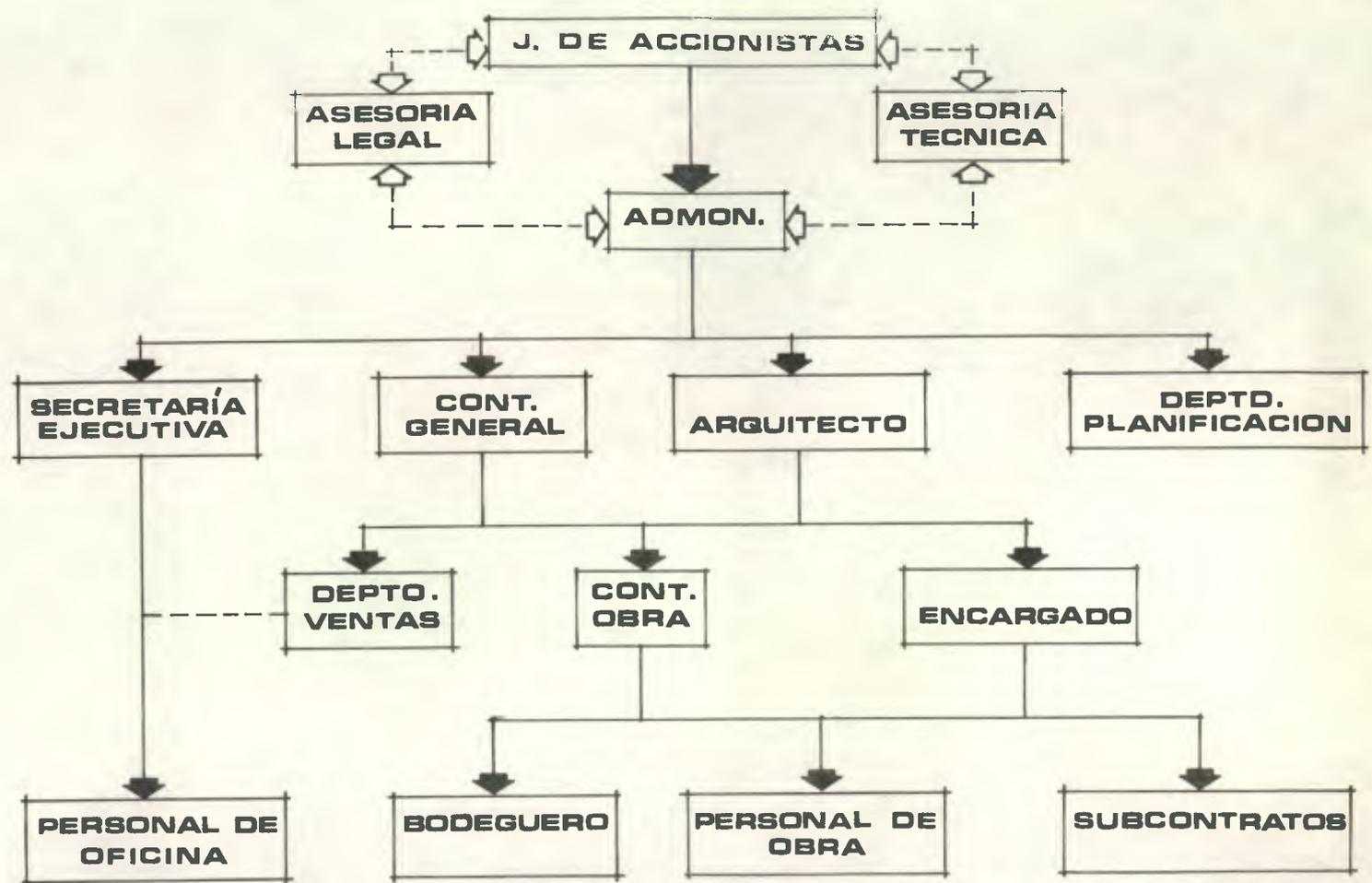
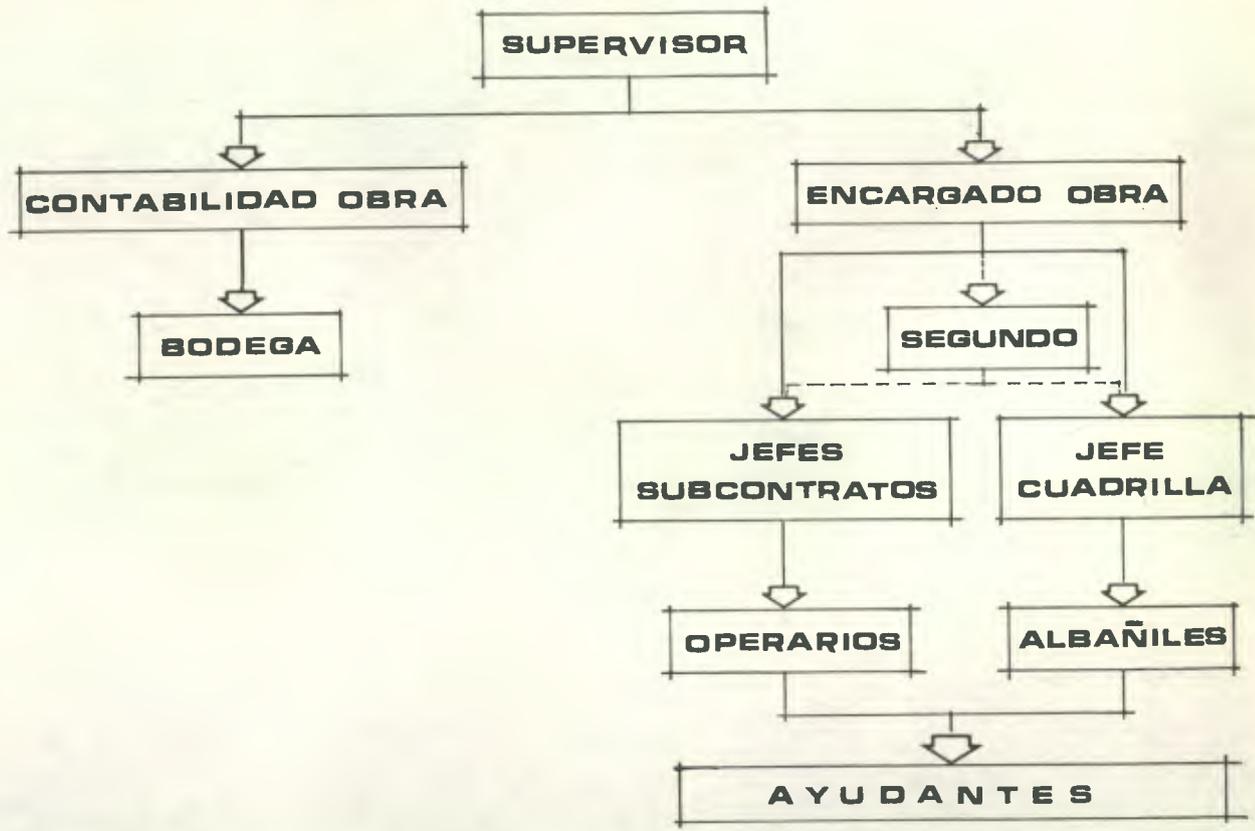


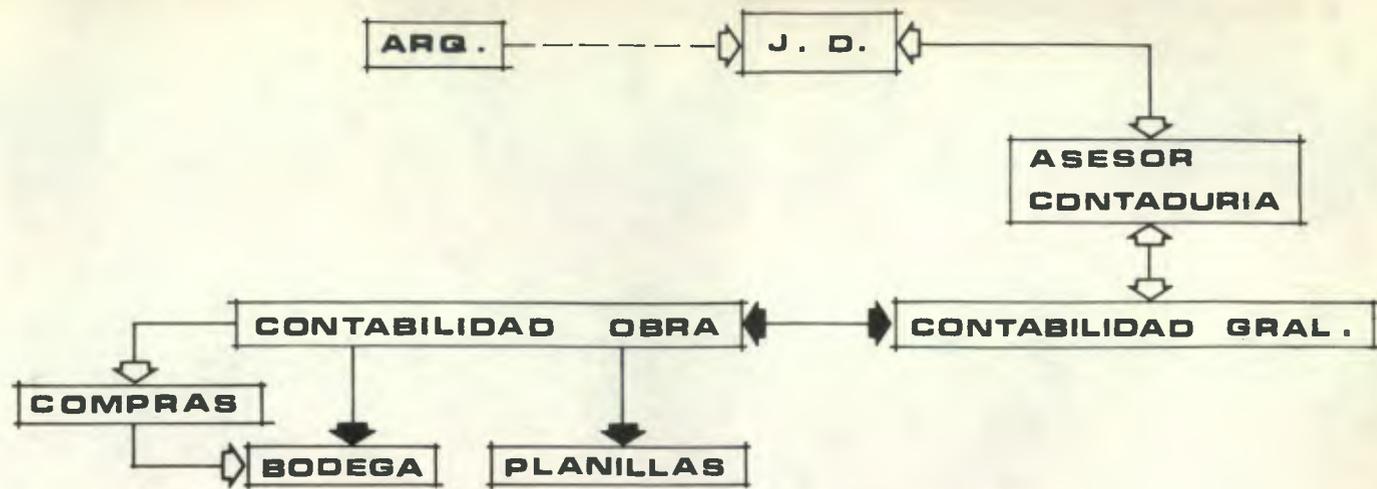
DIAGRAMA DE SECUENCIAS



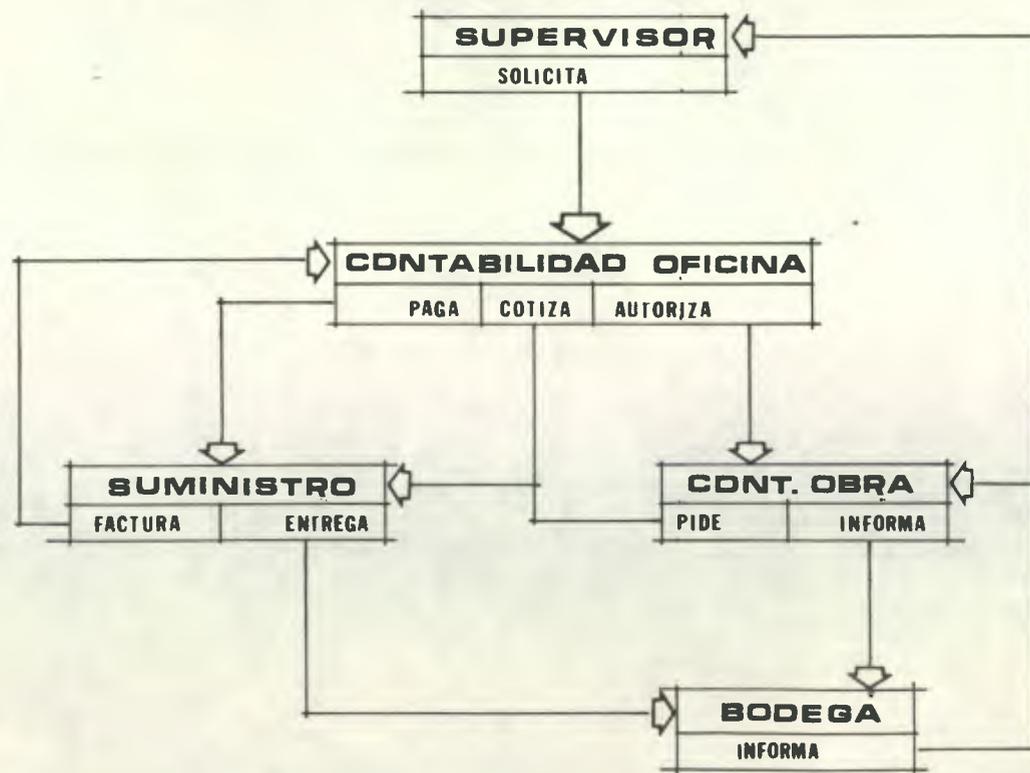
ESTRUCTURA DE LA ORGANIZACIÓN



ADMINISTRACIÓN DE OBRA.



SISTEMA CONTABLE.



CICLO DE COMPRAS.

1.4. La Administración de la empresa y la dirección científica.

Administrar es la acción de gobernar, regir o cuidar. Su función comprende la determinación de la política de la empresa o sea establecer los caminos que habrá de seguirse para la obtención de las metas prefijadas. Es la responsable de la coordinación de las finanzas de la producción, en este caso construcción, y debe actuar de tal manera que contribuya a obtener los mejores precios, tanto de compra de materia prima, como de venta del artículo.

Contribuye al funcionamiento de la organización correctamente. Controla el proceso, desde su inicio hasta su fin, para poder evaluar si la política de acción fue o no la correcta, estableciendo si se llenaron a cabalidad, los objetivos preestablecidos.

La administración y dirección son entidades estrechamente relacionadas, de un único proceso, y se pueden definir así:

La Administración decide qué debe hacerse.

La Dirección, pone las decisiones en acción y vigila el proceso.

Dirigir es la acción de llevar rectamente una cosa hacia un objetivo señalado. Por medio de ella se ejecuta la política de la empresa, dentro de los límites fijados para los objetivos particulares.

Recientemente se ha establecido que la dirección científica de un proceso constructivo, consta de las siguientes partes:

1. Planeación del proceso.
2. Organización de la ejecución del proceso.
3. Ejecución del proceso.
4. Control de la ejecución del proceso.

Ya se han expuesto los lineamientos generales para cada una de estas fases, por lo que se insiste en la utilidad de la dirección del proceso llevada científicamente.

Es importante hacer notar que en toda organización dedicada a la construcción, debe diseñarse una red de flujo, de modo que cualquier información, al momento de realizar el proceso, pueda obtenerse en forma continua.

Aún hasta en el proyecto más pequeño que se realice, su administración y dirección se encuentran en una posición de primordial importancia, que deben ser cuidadosamente realizadas por quien lo ejecute.

La estructura de una empresa no es un elemento estático, sino dinámico, es un proceso continuo, que necesita adaptarse a las condiciones variables que se presentan en la realización de un proyecto.

2. Metodologías de Control

El control de costos, debe ser constante y necesario, en un proceso constructivo, por lo que para su obtención cada quien establece su propia metodología.

Por medio de ellas se persigue alcanzar durante el desarrollo del proceso, los costos previstos, los que establecidos en base a la experiencia del ejecutor, por medio de un presupuesto desarrollado en oficina, por lo que debe ser también de allí que deben establecerse estas metodologías.

Dependiendo de los elementos que participan en el desarrollo del proceso, materia prima, mano de obra, equipo y del espacio físico en el que se realizan, éstas se pueden clasificar en:

1. Controles de Oficina.
2. Controles de obra.

2.1. Controles de oficina.

La planeación de un proceso cualquiera, conlleva una metodología de ejecución y como consecuencia, otra de control, por lo que desde allí deben establecerse los medios y la información necesarios en oficina, para determinar los rendimientos de materiales y mano de

Rendimientos de mano de obra.

Se presenta la siguiente lista que contiene algunos rendimientos de mano de obra, obtenidos por observación directa en la construcción del edificio "El Centro"; "Obelisco Reforma", y otras obras de manera que se establezca de allí, un marco comparativo que sirva para la planeación de las metodologías de control.

Actividad	Rendimiento / Día
1. Excavación (sin acarreo).	1.5M ³ /Albañil
2. Armadura de solera de 2 hierros de 3/8" con eslabones de 1/4" a.20 (incluye preparación de eslabones).	18 ML/Albañil
3. Fundición de concreto incluyendo preparación de la mezcla y colocado sin acarreo de material.	2M ³ /Albañil
4. Levantado de paredes incluyendo refuerzos y andamio (Ladrillo tubular).	3.5M ² /Albañil
5. Fundición de sillares (incluye formaleta y refuerzo).	5ML/Albañil
6. Entarimado para fundir losa. (incluye colocación de Polines, tendales, parales, breizas y tablón, sin acarreo de materiales).	6M ² /Albañil
7. Armadura de Refuerzo en losa:	
1. Losa Convencional plana, hierro 3/8" a.20 en ambos sentidos (sin acarreo de materiales).	5M ² /Armador
2. Losa Nervadura con nervios cada 1.14M. en ambos sentidos refuerzo hierro 1/2" en adelante, sin acarreo de materiales (incluye refuerzo de temperatura).	16M ² /Armador

Actividad	Rendimiento / Día
8. Repello de cielo sin acarreo de material, no incluye andamio.	15M2/Albañil
9. Cernido de cielo sin acarreo de material no incluye andamio.	18M2/Albañil
10. Repello de paredes sin acarreo de material no incluye andamio.	15M2/Albañil
11. Cernido de paredes no incluye andamio ni acarreo de material.	18M2/Albañil
12. Colocado de mezclón y apisonado para piso	15M2/Peón
13. Colocación de pisos	15M2/Pisero
14. Pulir pisos.	40M2/Máquina
15. Pintura de cielos	60M2/Soplete
16. Pintura de paredes	40M2/Soplete
17. Blanqueado de cenefas de 60 cms. de alto.	10ML/Albañil

3. Tarjetas de Costos unitarios de elementos constructivos.

La tarjeta de costo unitario, representa el valor por unidad de elemento, de la suma de los costos de sus componentes. Se integra por medio de la unión de la tarjeta de precios base de materiales, de los costos de mano de obra y los costos de maquinaria para un elemento específico, lo que representa su costo directo para la empresa, por lo que, se debe aumentar los costos indirectos, y la utilidad para obtener su precio de contratación.

TARJETA COSTO UNITARIO

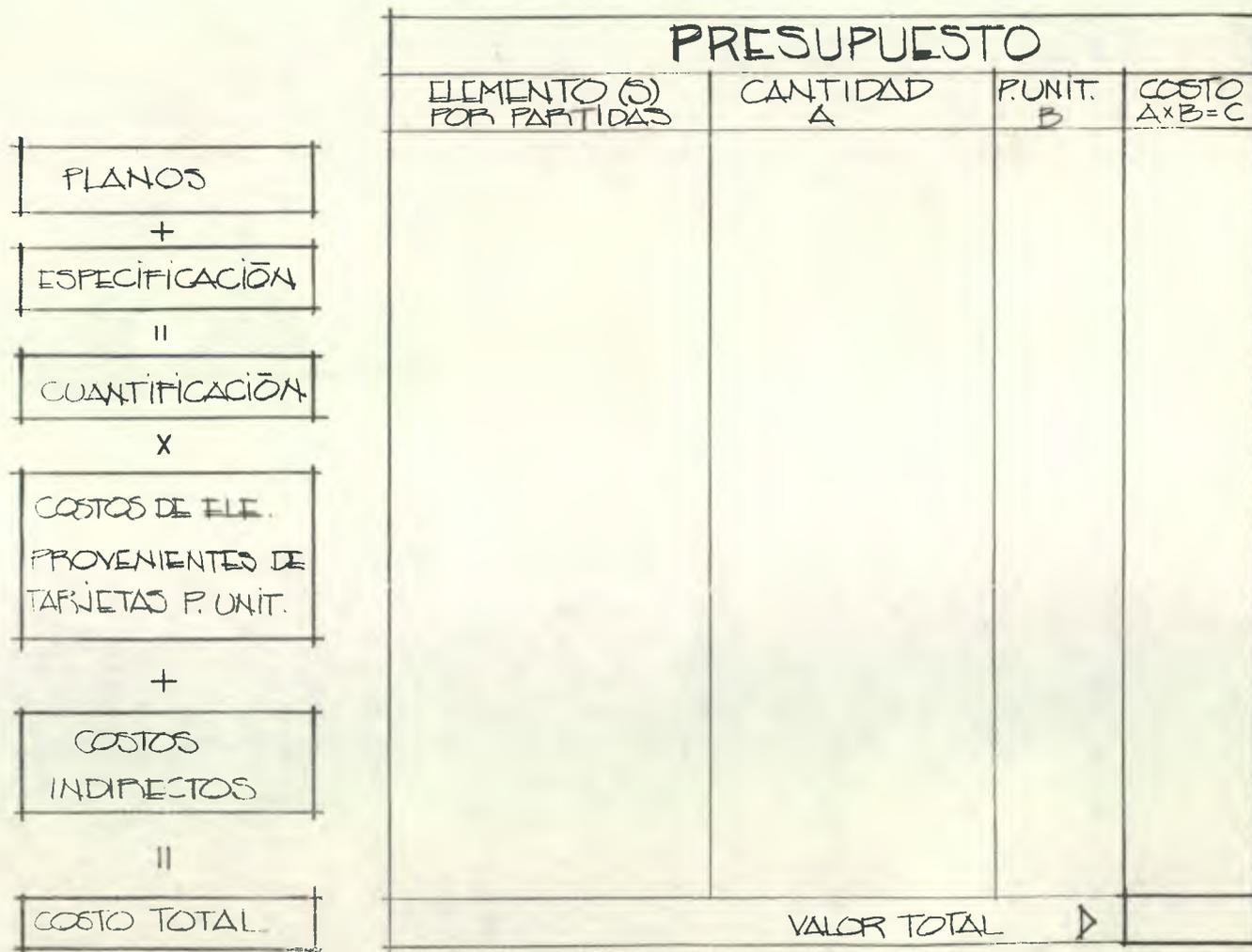
Elemento:	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
Costo Directo Unitario				
Costo Indirecto Unitario				
Costo Unitario Total				

TARJETA COSTO UNITARIO

Elemento: Muro block de 15x20x40 Mezcla cemento-cal-arena 1:1:10 Cisa 1.2 cms.	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
1. Blocks $11.5/m^2$ + 7o/o desperdicio = Blocks/ m^2	Block	12.5	Q. 0.13	Q.1.62
2. Cemento, Cal, Arena en proporción 1:1:10	m^2	0.014	14.50	Q.0.20
3. Madera para andamios	Pie-tabla	6.56	Q. 0.15	Q.0.98
4. Mano de obra a destajo	m^2	1	Q. 0.70	Q.0.70
5. Herramienta (depreciación 3o/o)	m^2	0.03	Q. 0.70	Q.0.02
Costo Directo Unitario				Q.3.52
Costo Indirecto Unitario				Q.0.18
Costo Unitario Total				Q.3.70

Su uso, es indispensable, en la integración del presupuesto, ya que los costos que representa, se utilizan para afectar los elementos que se determinan, a través de, los planos, las especificaciones y la cuantificación, lo que define el presupuesto, pues del costo unitario se obtiene el costo total. (Ver Gráfica).

Esta relación se representa gráficamente así:



Forman también parte del control de oficina, y del archivo que se efectúa en ella, el control de rendimiento de mano de obra, con el que se debe llevar un registro personal, de cada operario, según su capacidad y su comportamiento durante el desarrollo del proceso con el objeto de tener la idea de la dependencia que se puede lograr de cada persona, para ejecutar su parte, así como adquirir experiencias para la contratación del personal.

Para facilitar el control, la oficina, debe elaborar planillas en base a los reportes enviados por la obra, ya que si la planilla se elabora en esta, se impone una revisión por parte de la oficina.

Este reporte deberá contener, el rendimiento semanal o quincenal, según se convenga, de todos los operarios contratados, por día o a destajo, y ser detallado de tal forma que, su análisis por parte de la oficina, pueda determinar la factibilidad del rendimiento de cada uno de los operarios, y mediante la aplicación de los precios de contratación definir los salarios de cada quién, contemplando, el pago de las prestaciones de las que se habló en la sección 4.4.1. de la II PARTE.

La oficina determinará, la necesidad de controlar, directamente la calidad de los trabajos efectuados y de los materiales utilizados, para lo cual debe contar con un supervisor, cuya función será, la remisión constante y periódica de información a través de reportes, sobre:

1. Trabajo efectivo realizado en un período determinado de tiempo.
2. Trabajo realizado, no estimado.
3. Trabajo por realizar, no estimado.
4. Calidad de trabajo realizado, según una escala determinada por la oficina.
5. Realización de inventarios, conjuntamente con la bodega.
6. Demanda futura de materiales.
7. Requerimientos de personal.

También deberá recibir la oficina un informe sobre el movimiento de materiales sobre la obra, por lo que la persona encargada de la bodega debe remitir, cada cierto período, según se determine las tarjetas de control que se presentan a continuación.

Controles de obra.

Como ya se expuso, el control de obra, se aplica sobre materiales, mano de obra y equipo.

El control de materiales, comprende el ciclo que se inicia desde su llegada a la obra hasta su emplazamiento final como elemento del conjunto. Básicamente, se refiere tanto a los materiales que han de formar parte de la obra, como aquellos que son utilizados para la realización de un trabajo específico, y son recuperados después, ej. madera para formaleta.

Por la forma en que los materiales llegan a la obra, es necesario contar con un espacio físico, para su almacenamiento, al que llamamos bodega, en donde se debe llevar su control de existencia actualizado, necesario para conocer la futura demanda.

Se debe tener presente que los materiales tienen un rendimiento específico, según su uso, datos que deben ser proporcionados por la oficina, por lo que, tanto el maestro de obra como el supervisor deben conocerlos para poder controlar su utilización y requerimiento, ya que son únicamente ellos, quienes pueden autorizar la salida de materiales de la bodega.

Presentamos entonces, el siguiente formato que debe utilizarse para solicitar la salida de materiales de la bodega.

No.

VALE A BODEGA

MATERIAL _____

CANTIDAD _____

ENTREGAR A _____

DESCRIPCION _____

Encargado _____

Según el sistema de contratación de personal, es necesario realizar diferentes tipos de control en ambos casos, es necesario controlar la asistencia del personal; lo que se efectúa, según la magnitud de la obra, por medio de uno de los sistemas conocidos de tarjetas marcadas por reloj, o por una lista de asistencia llevada por la persona encargada de ello, (Contabilidad de obra) quien ocupa un puesto clave para el control de los costos ya que será él, el contacto entre la oficina y la obra.

Debe exigir al bodeguero los reportes de existencias de materiales y uso de maquinaria. Además debe elaborar, los reportes, de rendimiento de los operarios para la realización de la planilla, así como, a él le remite la oficina, el pago de los operarios para que lo realice.

La función del maestro de obra dentro del proceso, es de suma importancia, pues, está bajo su responsabilidad, el control de calidad de los materiales, de la mano de obra, y el uso de la maquinaria, así como sus rendimientos en base a los datos proporcionados por la oficina, entre los que se tienen los ofrecidos en la sección 2.1. de IV PARTE, bajo el título de Rendimientos de mano de obra.

El control de maquinaria que se lleva en obra, se refiere únicamente a la entrada y salida de ellos, de la bodega, así como la elaboración de los reportes de su estado de funcionamiento, que se deben referir a la oficina, a través de la contabilidad de obra.

El uso de la maquinaria debe ser controlado únicamente por el maestro de obra o el supervisor, para lo que presentamos el siguiente formato, que debe ser presentado al bodeguero como autorización de salida.

No.

VALE A BODEGA

Maquinaria _____

Entregar a _____

Descripción _____

Encargado

Forma B-4

A su vez el bodeguero debe llevar un control sobre la maquinaria en el que se especifique el trabajo realizado, quien la utilizó, la cantidad de horas usadas, de tal modo que se le facilite la elaboración del reporte que debe remitir a la oficina. Así pues presentamos el siguiente formato:

CONTROL DE USO

No.	Archivo	Of.
No.	Arch.	Obra

MAQUINARIA: PULIDORA DE PISOS

Fecha	Salió	Entró	Entregada a	Recibida por	Total Horas Trb.	Observaciones
5-5-74	7:30 a.m.	4:15 p.m.	Juan Pérez	Juan Pérez	8 horas	Necesita piedra pulir nueva.

Revisado FIRMA CONTADORBodeguero FIRMA BODEGUEROSupervisor FIRMA SUPERVISOR

Las metodologías de control son definitivamente necesarias dentro del proceso, ya que por ellas se controlan las inversiones de la empresa.

3. Recomendaciones a la actividad de la construcción en Guatemala.

Una vez efectuada la lectura de las partes que componen esta tesis, es necesario evaluar las limitaciones en el uso de las metodologías de control.

Los márgenes que cualquier persona pueda tener en la aplicación de estos métodos, y en la ejecución de una obra, son determinados por los elementos dentro y fuera, de sus posibilidades de control.

La buena organización, administración y ejecución son elementos dentro de su control que deben ser cubiertos a cabalidad, por lo que es imprescindible contar con dos elementos fundamentales, muy necesarios: la responsabilidad y capacidad, requeridas tanto del personal ejecutivo como de todas aquellas partes que componen la cabeza de la empresa.

Existen otros elementos, que no pueden ser controlados en su totalidad por el ejecutor; tales como las condiciones atmosféricas, o las alzas imprevisibles de costos de materiales, como la que actualmente afrontamos; sin embargo, queremos darle fundamental importancia a uno de ellos que creemos si es posible puede ser controlado: "La mano de Obra" la que para poder controlarla, es necesario, complementar sus conocimientos, tecnificarlos y capacitarlos, fomentando en ellos, la responsabilidad necesaria para la realización de su trabajo, ya que su falta de control impide la previsión de los costos de ejecución esperados.

Estamos conscientes de que este problema posee unas raíces de orden sociológico muy delicadas, más nuestra intención es únicamente hacer conciencia de ello y colaborar con la siguiente sugerencia a solucionar este problema aprovechando el actual desarrollo que lleva nuestro país y los medios de que se dispone para hacerlo.

Proponemos entonces la creación de una entidad cuyos objetivos primordiales sean:

1. Capacitar y calificar al trabajador:
 - 1.a. En el uso de maquinaria.
 - 1.b. En el aprendizaje de oficios.
 - 1.c. En el manejo preliminar de técnicas de construcción y lectura de planos.

2. Establecimiento de sueldos a destajo y por día según el grado de capacidad obtenida.
3. Llevar un control permanente de precios de materiales por existencias, calidades y zonas.
4. Divulgar información, sobre los nuevos avances tecnológicos.

La existencia de una organización de este tipo en Guatemala, es necesaria y para su integración se requiere del concurso de las empresas gubernamentales y privadas que actualmente existen; ya que son ellas las que requieren de los servicios capacitados de mano de obra.

En base a promedios estadísticos, esta organización calificará su grado de capacidad y el personal ya capacitado, obtendrá una constancia de ello, la cual será exigida para la contratación del personal en cualquier obra.

Esta constancia, beneficia tanto al operario como al patrono ya que garantiza calidad y rendimiento de trabajo, así como la percepción de un salario justo.

Colaborará con la construcción determinando los sueldos por día y a destajo para las distintas actividades a realizar, estableciéndolas a través de una metodología comparativa y un análisis conciente del trabajo a efectuar, que redundaría en beneficio para el trabajador y patrono, planificadores, ejecutores, proyectistas y en general para todos los integrantes de la industria de la construcción.

A la vez debe de funcionar en el un departamento que controle la calidad de materiales, ya que si no hay buenos materiales no se puede pedir a los operarios hagan con ellos maravillas, protegiendo de esta forma a los trabajadores, a los ejecutores y a los propietarios de las viviendas o construcciones que se proyecten.

En síntesis esta entidad, viene a llenar un gran vacío existente actualmente en nuestro país y su creación tiene como objetivo primordial: elevar el nivel de vida de los operarios de la construcción, el nivel técnico de trabajo y la calidad de los materiales colaborando así

en la solución de los problemas que representa los elementos **fuera del control** del ejecutor que afectan enormemente a la actual industria constructora, todo con el fin de obtener un desarrollo económico mejor para nuestra patria.

APENDICE DOCUMENTAL

DATOS BASICOS PARA EL DESARROLLO CONSTRUCTIVO

(0-1) 1A. **Programa Arquitectónico** Asesorías de: uso
económicas
administrativas
técnicas.

(1-2) 2A. **Anteproyecto:** Imagen básica
Estudio dimensional preliminar
Plantas, fachadas, cortes, esquemas
de perspectivas y volumen, maqueta.

(2-3) 3A. **Correlaciones Preliminares** Asesorías especiales:
estructuras (B)
instalaciones (DH, EF, CI)
acabados (C)
complementos (K L M)

En cuanto a datos básicos a incluir en los planos matrices, respecto a cada especialidad, selección de materiales, tipo, sistemas, dimensiones, etc.

(3-4) 4A. **Planos Matrices, clave ()** Plantas de conjunto 1:200
Plantas por zonas o niveles
1:100, 1:50
Fachadas 1:100, 1:50
Cortes 1:50, 1:25

(4-5) **Preparación de juegos de copias** para el desarrollo de planos de control de acabados y complementos, de los Planos matrices.

(5-7) IC Localización y retocado de los elementos de albañilería y acabados

- PP.25**
(7-7a) 2C Criterio general de claves de bases y acabados, cotas y revisión en planos matrices.
- PP.25**
(7a-7b) 3C Cotas generales y parciales, análisis de espesores incluidos para (K) y (L), (M) aparecen en guías mecánicas.
- pp.25 y 26**
1a. etapa de ejes principales a ejes paralelos.
2a. etapa de ejes paralelos a extremos ya acabados.
3a. etapa de vanos libres, ya acabados, y análisis de espesores de elementos acabados, 1:5 o 1:10.
4a. espesores alturas de entrepiso terminado a remate superior de muros, mamparas, cancelares y murales.
5a. espesores niveles de pisos terminados, huellas, peraltes de escaleras, pendientes de rampas, etc.
- (7b-7c) Determinación y colocación de claves de bases y acabados en pisos, muros y techos.
- PP.26-30**
(7c-7d) 5 C localización de detalles constructivos genéricos en planos de control, clasificados por número de control (Clave) y por número de control (Clave y por especialidad técnica o de complementos. (K L o M).
- PP.31**
(7d-7e) 6C Elaboración de los detalles constructivos genéricos 1:1, 1:2, 1:5. Referencia obligada de estos detalles a planos de control.
- (7e-7f) 7C Referencia de los detalles resueltos en el punto anterior a otros planos del desarrollo constructivo.
- (7f-7g) 8C Relación final de planos y lista de detalles genéricos para su control expedido.

(7c-7g) 9C Tablas de claves (tablas de control de bases y acabados) especificaciones
 1K sintéticas.

(5-8) 1L **Localización, retocado y entintado de los elementos de metal, madera, mobiliario y equipo.**

pp. 118, 126, 134	K. marcos y puertas mamparas canceles interiores. canceles exteriores. mosquiteros tragaluces tapas de registro rejillas escaleras, etc.	L puertas y marcos anaqueles y closets escaleras y barandales. plafones. lambrines pisos revestimientos, etc.
----------------------	--	---

M. Muebles especiales de obra
 " " de carpintería
 " " de acero esmaltado e inoxidable
 " Standard S/ instalaciones.
 " " c/ instalaciones.
 " " de oficina.

2K

(8-9) 2L: Numeración de control de cada elemento y localización de detalles a resolver
 2 m (control de claves y detalles de los elementos). Comprobación de
 dimensiones según actividad.

pp. 118-120, (7a-7b) Listas preliminares de claves y número de 126, con control.
 126

133-134
 (9-10-3K)

pp. 123-124 Esquemas de los elementos marcados en 1K, con cotas de producción (de C-
 tolerancia de colocación), tipos perfiles, molduras de colocación, materiales
 en paños, número de la pieza en el plano y número de piezas del mismo tipo,
 en: puertas, marcos, cancelos, escaleras, barandales, tapas, rejillas, etc.

- (10-10a) **4K.** Detalles genéricos de perfiles y molduras de colocación (conexiones a pisos, muros y techos), referidos **pp. 119-123)** a esquemas generales y planos de control.
- (10a-10b) **5K** Detalles definitivos 1:1, 1:5, referidos a los esquemas y planos de control de **pp. 124-125** los detalles especiales de perfiles y colocación.
- (10b-10c) **6K** Relación de planos de control y lista de detalles de perfiles y molduras de conexión y colocación.
- (10a-10c) **7K** Tablas de control de claves, cantidades de piezas y referencias a planos de control o detalles, especificaciones sintéticas.
- (-11) **3L.** Esquema de los elementos marcados en 1L, con cotas de producción o fabricación (de C-tolerancias), tipos de piezas materiales en paños, número de la pieza en el plano y número de la pieza de este tipo.
pp. 126
En: puertas, marcos, ventanas, plafones, pisos, lambrines, recubrimientos, closets, etc.
- (11-11a) **4L** Detalles genéricos de: ensamble, pegado conexiones, herrajes, chapas, forros, pp. 126-123 pisos, caras expuestas, etc.
- (11a-11b) **5L** Elaboración de detalles definitivos 1:2, 1:5, referidos a planos de control, esquemas o detalles.
- (11b-11c) **6L** Relación de planos de control y listas de detalles.
- (11c-11d) **7L** Tablas de control de elementos, cantidades de piezas, referencias a planos de control o detalles, especificaciones sintéticas.
- (9-12) **3M.** Esquemas generales de los elementos marcados por la 1M y/o guías mecánicas de los equipos que así lo requieran cotas generales de producción, tipos de piezas, materiales, acabados, número de la pieza en el plano, número de piezas del mismo tipo. En: muebles de obra, muebles de carpintería, muebles especiales, muebles standard y muebles de oficina.

- (12-12a) 4M. Detalles de muebles especiales y elaboración de guías mecánicas, de los equipos que lo requieran, referencias a claves de fabricación, y referencias a planos de control de esquemas generales.
- (12a-12b) 5M Elaboración de detalles definitivos y su correlación a carpintería (puertas, anaqueles, entrepaños, etc.) anotando sus claves de control y referencias a controles L, o de otras especialidades.
- (12b-12c) 6M. Relación de planos de control y listas de detalles del mobiliario.
- (12c-12d) 7M Tablas de control de piezas y equipos, referencias a catálogos, guías mecánicas, planos de control, cantidades de piezas, especificaciones sintéticas, etc.
- (4-6-) Preparación de copias para elaboración de planos de especialidades técnicas, (B, DH, EF, GI).
- (6-12) 18. Retocado y revisión de los elementos de estructura. (Ejes, límites de losas y lolados, cubos, ductos, est.) Revisión de los puntos de correlación con: (c) (DH, EF, GI).
- (13-13f) 2B Elaboración de planos de ejes y por zonas o niveles.
pp. 17-19
- (13-13a) 3B. Análisis de cargas vivas y muertas, esquemas de entrepisos y cortes por muros y cancelas, interiores y exteriores.
pp. 17
- (13a-13b) 4B Bajada de cargas verticales hasta la cimentación.
pp. 17
- (13b-13c) 5B Análisis de cargas horizontales (viento y sismo) e influencia en las cimentaciones y superestructuras.
pp. 17

- (131-13m) 16B Relación de planos generales y esquemas, lista de detalles genéricos de proceso constructivo, datos de control, referencias a reglamentos y especificaciones.
- (6-14) 1DH Retocado y entintado de los elementos relacionados con estas instalaciones: redes generales de desalojo de aguas pluviales, negras, ventilaciones. Control almacenado y bombeo: alimentaciones generales de Af y Ac, almacenado, bombeo, generales de calor (Ac y vapor) depósitos de Ac. controles muebles y equipos especiales (correlación de planos M), cotas a ejes de preparaciones y pasos (correlación con planos B y C).
- (14-140) 2DH Control de muebles y referencias a catálogos y/o guías mecánicas. Control de claves de otros elementos de las instalaciones y sus referencias de fabricación y colocación.
pp. 32
- (14-14a) eDH Cálculo preliminar de pendiente a la red general profundidad min. y max., pasos de alimentaciones generales. Distancias de año de edificio o predio al eje de la red municipal, posición de salida, posición de toma, registros, medidores, depósitos generales, etc.
pp. 34-37
- (14a-14b) ,4DH Isométricos generales según los datos obtenidos en las etapas anteriores.
pp. 32-37
- (14b-14c) 5DH Localización retocado y entintado, en planos de secciones, niveles grupos de muebles, de: desagües alimentaciones (incluyendo las de equipos de aire acondicionado), ventilaciones, muebles, accesorios, etc.
pp. 32-37
- (14c-14d) 6DH Indicación de niveles servicios, y desiciones de ductos verticales (en cortes de A).
pp. 32
- (14d-14e) 7DH Isométricos por zonas, niveles o grupos de muebles.
pp. 32 y 37

- (14e-14f) 8D Diseño preliminar de los elementos de la instalación.
pp. 37-39
41-48
- (14e-14g) 8H Diseño preliminar de los elementos de la instalación hidráulica. Clave (H).
- (14g-14h) 9DH Revisión de los datos obtenidos en las etapas anteriores (8D y 'H)
Correlación con otras especialidades técnicas.
- (14h-14i) 10D Diseño definitivo de las instalaciones sanitarias.
- (14j-14k) 11DH Incorporación de datos dimensionales, capacidades, cargas, etc., según los
resultados de etapas anteriores (10D o 10H), a los planos elaborados en las
etapas: 1, 4, 6, y 7 DH.
- (14k-14l), 12DH. Isométricos generales y por zonas, en limpio.
- (14l-14m) 13DH Control de detalles genéricos a resolver, y su correlación con otras
especialidades.
- (14m-14n) 14DH Elaboración de los detalles genéricos y sus referencias a los planos de
control. (Particularmente de las zonas donde aparezcan tubos y
conexiones concentradas).
- (14n-14o) 15DH Listas de planos y relación de detalles genéricos.
- (14o-14p) 16DH Tablas de control de claves, especificaciones sintéticas, referencias a
detalles, catálogos y/o guías mecánicas, cantidades de piezas, etc.
- (6-15) EIF **Revisión de las necesidades de iluminación, fuerza y servicios de señales,
según demanda de uso.**

- pp.49-53
59-73 (0-1), para determinar tipos y cantidades de unidades a incluir (referencias a catálogos y/o guías mecánicas).
- (15-15a) 2EF Revisión de los datos obtenidos en la etapa anterior (correlación con otras especialidades técnicas).
- (15a-15b) 3E Diseño de los elementos de las instalaciones (E).
- (15a/15c) 3F Diseño de los elementos de las instalaciones (F).
- (15c-15d) 4EF Retocar y dibujar todos los elementos de las instalaciones (E) y (F) incluídos los signos convencionales para su representación.
- .49,53-58 Lámparas interiores y exteriores, contactos, apagadores, tableros, locales, salidas especiales, cajas de registro, motores, alimentadores en general, conductos, tableros generales y de zona, planta de emergencia, subestación, transformadores, pararrayos, relojes maestros, teléfonos, bocinas, alarmas, conmutadores, antenas, instalaciones de radio, luces, cine, etc.
- (15d-15i) EF Control de claves de las unidades, listas de equipos, relaciones a catálogos y/o guías mecánicas.
pp. 49
- (15d-15e) 6ET Retocado de ductos generales horizontales y verticales incluyendo características generales, correlación con los planos (B).
pp. 54-55
- (15e-15f) 7EF Retocados ductos horizontales, tuberías, canalizaciones, ductos verticales, etc., por zonas o niveles. Correlaciones con otras especialidades técnicas.
pp. 54-55
- (15f-15g) 8EF Controles en planos generales y parciales de los detalles genéricos a resolver.
- (15h-15h) 9EF Elaboración de detalles genéricos, y su referencia a planos de control de ésta y otras especialidades.

- (15h-15i) 10EF Lista de planos generales y relación de planos de detalles.
- (15i-15j) 11EF Tablas de control de claves y especificaciones sintéticas, referencias a detalles, catálogos y/o guías mecánicas, cantidades de piezas.
- (6-16) IGI Localización en muros de acuerdo con las características anotadas en (0-1), respecto a:
- a) Zonas a servir con el equipo.
 - b) Servicios a suministrar.
 - c) Combustibles y gases a suministrar, ventilación, humidificación, esterilización, acondicionamiento total, conducción de vapor, equipos con servicio de vapor, tanques generales de combustible, tanques de dfa, gas, diesel, oxígeno, aire a presión, vacío, etc.
- (6-17) 2G **Diseño de los elementos que suministran el servicio.** y los elementos que lo conducen hasta su salida y retorno, en equipos centrales y zonales.
pp. 77-109
- (17-17a) 3G Revisión de los datos obtenidos en la etapa anterior.
- (17a-17b) 4G Diseño definitivo de los elementos que componen el sistema y su correlación con otras especialidades.
- (17b-17h) 5G Control de claves de equipos, y referencias a catálogos y/o guías mecánicas.
pp. 76
- (17b-17c) 6G Localización con sus dimensiones reales (del diseño) de los elementos característicos del equipo, y su correlación con planos (I) (estos planos se pueden hacer en un solo juego, según el caso). En planos generales: unidades generadoras.
Depósitos de combustible (correl. con I).
elementos conductores
control de salida
controles de operación
elementos complementarios.

- (17c-17d) 7G Localización con sus dimensiones de los elementos por zonas:
Unidades de zonas o sección
depósito de combustibles, o alimentación eléctrica
(correl. con E e I)
elementos conductores y controles de salida
controles de operación
elementos complementarios
- (17d-17e) 8G Indicación de los niveles servidos y ductos verticales.
- (17e-17f) 9G Control de detalles genéricos a desarrollar en cuanto a la colocación,
pasos, etc. y su correlación con B, DH, EF, I.
- (17f-17g) 10G Elaboración de los detalles genéricos y su referencia obligatoria a los
planos y esquemas de control.
- (17g-17h) 11G Relación de planos y listas de detalles genéricos y desarrollados.
- (17h-17i) 12G Tablas de control de elementos, especificaciones sintéticas, referencias a
catálogos y/o guías mecánicas, cantidades de piezas, etc.
- (16-18) 21 Diseño preliminar de los sistemas de suministro y gases y combustibles a
pp. 109a - 117 presión.
- (18-18a) 31 Revisión de los datos obtenidos en la etapa anterior y correlación con
otras actividades especializadas.
- (18a-18B) 41 Diseño definitivo de los elementos que componen los sistemas
pp. 109a - 117 empleados para suministro de combustibles y gases o vacíos.
- (18b-18f) 51 Control de claves de equipos y sus elementos básicos con referencias a
pp. 119a. catálogos y/o guías mecánicas.

- (18b-18c) 61 Dimensionamiento o afinación de los incluidos en el diseño definitivo.
- (18c-18d) 71 Control de detalles genéricos a desarrollar y su correlación con otras especialidades técnicas.
- (18d-18e) 81 Elaboración de detalles genéricos y su referencia obligada a los planos de control.
- (18e-18f) 91 Relación de planos y listas de detalles incluidos con sus referencias de control, en planos y de fábrica.
- (18f-18g) 101 Control de claves (tablas) de equipos y complementos especificaciones sintéticas, referencias a catálogos y/o guías mecánicas, cantidades de piezas, etc.

La referencia de páginas se hace respecto al documento de guías para Construcción, editadas por la E.N.A.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE CALCULO

10.3.011

**PROGRAMA PARA ESTIMAR LA PROGRAMACION
DE UNA SECUENCIA DE ACTIVIDAD (C.P.M.)**

DESCRIPCION:

El presente programa, elaborado para ser corrido en una computadora IBM 1620 (20 K) utiliza los datos del diagrama de flechas de una serie de actividades ligadas entre sí por condiciones de precedencias, y determina todos los tiempos de iniciación y finalización de dichas actividades. Determina además las holguras existentes para cada una de las mismas.

CALCULA:

Inicio más temprano para cada actividad.
Fin más temprano para cada actividad.
Inicio más tardío para cada actividad.
Fin más tardío para cada actividad.
Holgura total para cada actividad.
Holgura libre para cada actividad.
Duración y costo del proyecto.

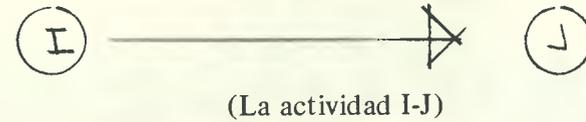
Además marca con un asterisco (*) todas aquellas actividades que forman la Ruta Crítica. Esta es la secuencia de actividades que determinan la duración del proyecto, es decir, la secuencia de duración máxima, entre las que conectan la iniciación con la terminación del proyecto.

PREPARACION:

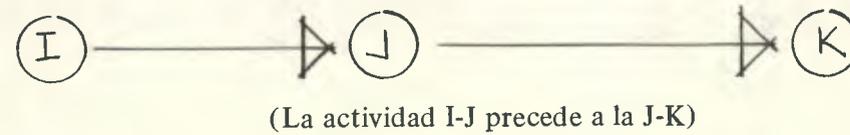
Cuando se conoce la serie de actividades que implica un proceso cualquiera y además se conoce el tiempo que requiere la ejecución de cada una y el orden en el cual deben ejecutarse, entonces se puede elaborar un diagrama de flechas que representará las relaciones de precedencia que ocurren en la ejecución del proceso.

Se representará cada actividad por medio de una línea direccionada de un nodo a otro. A los nodos se les llamará "eventos" y representarán respectivamente el inicio y la terminación de la actividad.

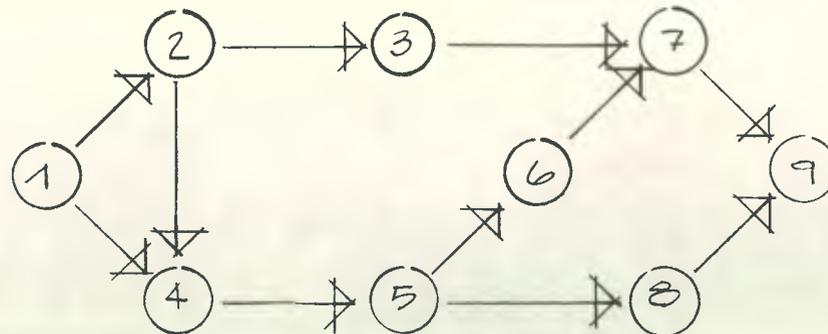
Ejemplo

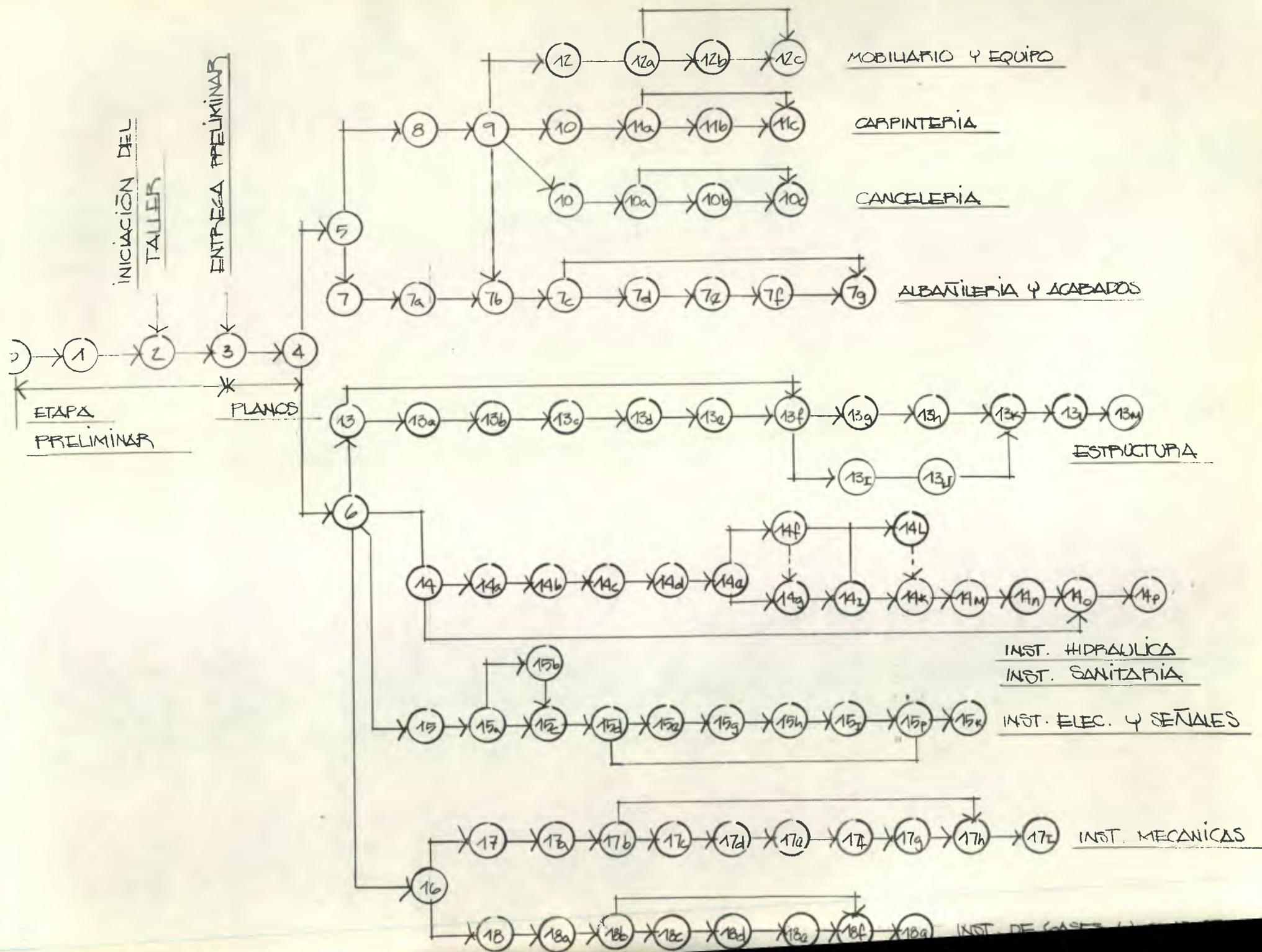


Si una actividad debe preceder a otra se pondrá:



Si se conocen todas las relaciones entre todas las actividades necesarias para ejecutar un trabajo, se podrá elaborar un gráfico como el que se muestra a continuación:





donde:

1. Cada actividad está representada por una flecha y determinada por los números de los nodos que están en la cola y en la cabeza de la flecha.
(En el programa que se describe, el número de cola deberá ser menor que el de la cabeza).

I J

2. Actividades cuyas cabezas tienen el mismo número que la cola de una tercera actividad, deben ejecutarse antes de iniciar esa tercera.
3. Actividades cuyas colas tienen el mismo número que la cabeza de una tercera actividad, deben ejecutarse después de terminar esa tercera.
4. Actividades que tienen el mismo número en la cola pueden iniciarse simultáneamente.
5. En algunas ocasiones será necesario introducir actividades ficticias de duración 0 (cero) para significar que un evento (nodo) debe preceder a otro, sin que medie una actividad real entre ambos.
6. Cada actividad está asociada a un tiempo de ejecución excepto las ficticias.

**PARA MAYOR INFORMACION RESPECTO A DIAGRAMAS DE FLECHAS
CONSULTESE UNO DE LOS MUCHOS LIBROS ACERCA DE ESTE TEMA**

DATOS:

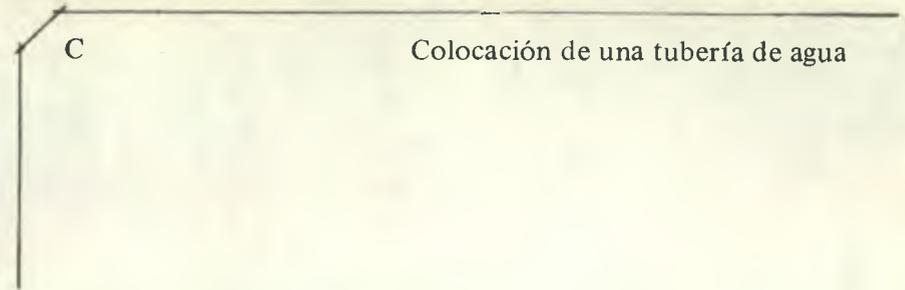
Luego de elaborar el diagrama de flechas se procede a listar los datos que ingresarán a la computadora, los cuales consisten en tres grupos de tarjetas.

A

TARJETAS DE DESCRIPCION:

En éstas se perfora cualquier carácter que no sea un número, en la columna número 1.
Luego se escribe cualquier comentario que se desee (puede haber cualquier número de estas tarjetas o se puede prescindir de ellas).

Ejemplo:



B

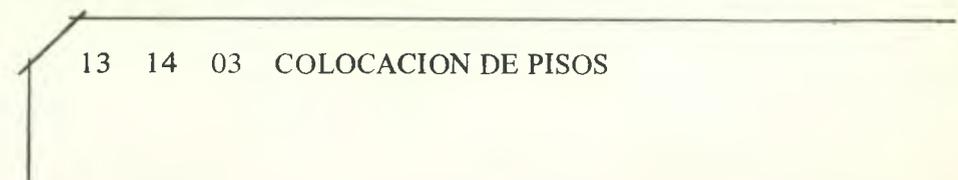
TARJETAS DE DESCRIPCION DE ACTIVIDADES

(una tarjeta por cada actividad)

COLUMNAS:

1 a 4	Número de la cola de la flecha.
5 a 8	Número de la cabeza de la flecha.
9 a 12	Duración de la actividad.
13 a 17	Costo estimado para la actividad.
18 a 50	Descripción de la actividad.
51 a 80	No se usan.

Ejemplo:



C

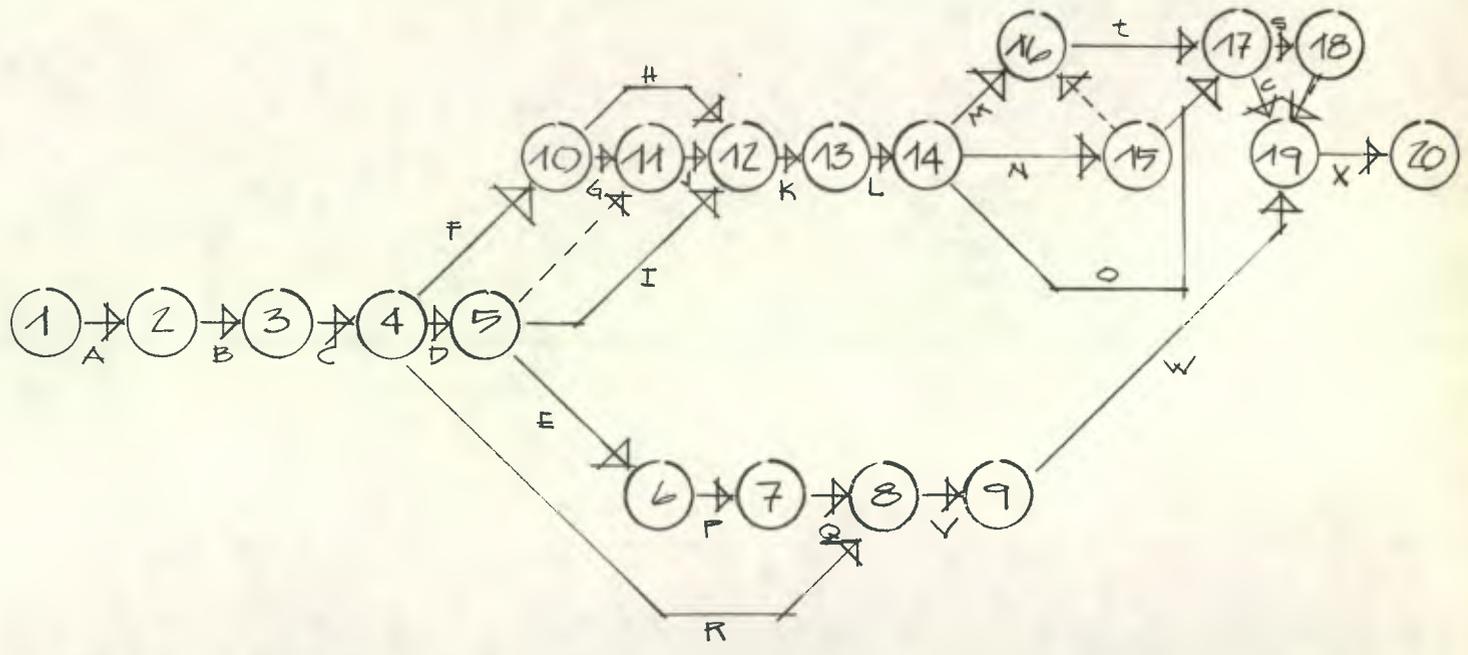
TARJETA PARA FINALIZAR

Una tarjeta en blanco.

**CUADRO DE PRERREQUISITOS PARA LA CONSTRUCCION
DE UNA CASA DE MADERA**

ACTIVIDAD No.	DESCRIPCION	PRE-RE- QUISITOS	TIEMPOS
a	Inicio	—	0
b	Excavación cimientos	a	4
c	Fundido de cimientos	b	2
d	Montar estructura	c	4
e	Trabajos mampostería	d	6
f	Drenajes y tuberías	c	1
g	Fundición de sótano	f	2
h	Instalación plomería	f	3
i	Instalación eléctrica	d	2
J	Instalación calefacción	d, g	4
k	Cernido de paredes	i, j, h	10
l	Colocación de pisos	k	3
m	Accesorios de cocina	l	1
n	Accesorios sanitarios	l	2
o	Colocación puertas y closets	l	3
p	Terminación del techo	e	2
q	Fijación de canales pluviales	p	1
r	Drenajes de tempestad	c	1
s	Pulir pisos	o, t	2
t	Pintar	m, n	3
u	Alambrado eléctrico	t	1
v	Terminar nivelación	q, r	2
w	Banquetas y jardín	v	5
x	Entrega	s, u, w	0

DIAGRAMA DE FLECHAS



DATOS PARA LA COMPUTADORA

CALCULO DE PASO CRITICO PARA LA CONSTRUCCION DE UNA CASA

I	J	D	COST DESCRIPTION OF JOBS	ES	EF	LS	LF	TF	FF
01	02	00	INICIO						
02	03	04	EXCAVACION DE CIMIENTOS						
03	04	02	FUNDIDO DE CIMIENTOS						
04	05	04	MONTAR ESTRUCTURAS						
05	06	06	TRABAJOS DE MAMPOSTERIA						
05	11								
04	10	01	DRENAJES Y TUBERIAS						
10	11	02	FUNDICION DE SOTANO						
10	12	03	INSTALACION DE PLOMERIAS						
05	12	02	INSTALACION ELECTRICA						
11	12	04	INSTALACION CALEFACCION						
12	13	10	CERNIDO DE PAREDES						
13	14	03	COLOCACION DE PISOS						
14	16	01	ACCESORIOS DE COCINA						
14	15	02	ACCESORIOS SANITARIOS						
14	17	03	COLOCACION PUERTAS Y CLOSETS						
15	16								
06	07	02	TERMINACION DE TECHO						
07	08	01	CANALES PLUVIALES						
04	08	01	DRENAJE DE TEMPESTAD						
17	18	02	PULIR PISOS						
16	17	03	PINTURA						
17	19	01	ALAMBRADO ELECTRICO						
08	09	02	TERMINAR NIVELACION						
09	19	05	BANQUETAS Y JARDINES						
18	19								
19	20	00	ENTREGA						

RESULTADOS DE LA COMPUTADORA

CALCULO DE PASO CRITICO PARA LA CONSTRUCCION DE UNA CASA

I	J	D	COST DESCRIPTION OF JOBS	ES	EF	LS	LF	TF	FF
01	02	00	INICIO					*	
02	03	04	EXCAVACION DE CIMIENTOS		4		4	*	
03	04	02	FUNDIDO DE CIMIENTOS	4	6	4	6	*	
04	05	04	MONTAR ESTRUCTURAS	6	10	6	10	*	
05	06	06	TRABAJOS DE MAMPOSTERIA	10	16	18	24	8	
05	11			10	10	10	10	*	
04	10	10	DRENAJES Y TUBERIAS	6	7	7	8	1	
10	11	02	FUNDICION DE SOTANO	7	9	8	10	1	1
10	12	03	INSTALACION DE PLOMERIAS	7	10	11	14	4	4
05	12	02	INSTALACION ELECTRICA	10	12	12	24	2	2
11	12	04	INSTALACION CALEFACCION	10	14	10	14	*	
12	13	10	CERNIDO DE PAREDES	14	24	14	24	*	
13	14	03	COLOCACION DE PISOS	24	27	24	27	*	
14	16	01	ACCESORIOS DE COCINA	27	28	28	29	1	1
14	15	02	ACCESORIOS SANITARIOS	27	29	27	29	*	
14	17	03	COLOCACION PUERTAS Y CLOSETS	27	30	29	32	2	2
15	16			29	29	29	29	*	
06	07	02	TERMINACION DE TECHO	16	18	24	26	8	
	08	01	CANALES PLUVIALES	18	19	26	27	8	
04	08	01	DRENAJE DE TEMPESTAD	6	7	26	27	20	12
17	19	10	ALAMBRADO ELECTRICO	32	33	33	34	1	1
08	09	02	TERMINAR NIVELACION	19	21	27	29	8	
09	19	05	BANQUETAS Y JARDINES	21	26	29	34	8	8
18	19			34	34	34	34	*	
19	20	00	ENTREGA	34	34	34	34	*	

PROJECT COST PROJECT COMPLETION 34

- ES = INICIO MAS TEMPRANO
- EF = FIN MAS TEMPRANO
- LS = INICIO MAS TARDIO
- LF = FIN MAS TARDIO
- TF = HOLGURA TOTAL
- FF = HOLGURA LIBRE
- * = INDICACION DE PASO CRITICO

OPERACION:

- 1) Borrar memoria de la máquina.
- 2) Colocar en el lector, el programa objeto seguido de los datos y a continuación oprimir LOAD.
- 3) La máquina ingresa el programa y para entonces se oprime START.
- 4) La máquina escribe.

SW 1 ON Si se desea resultados impresos.

SW 2 ON Si el ingreso es por cinta.
- 5) Arreglar conmutadores según se desea, generalmente SW 1 ON.
- 6) Apretar START y entonces la máquina ingresa datos.
- 7) Al terminar de pasar datos la máquina para.
- 8) Apretar START y la máquina enciende "READER NO FEED" entonces se corren los datos de nuevo quitando las actividades ficticias y la máquina escribe o perfora resultados según la escogencia del conmutador.

PLAN REGULADOR DE LA CIUDAD DE GUATEMALA
REGLAMENTO DE CONSTRUCCION
TITULO I
DISPOSICIONES GENERALES
CAPITULO I
GENERALIDADES Y DEFINICIONES

Artículo 1o.) Este Reglamento rige todas las actividades de construcción, ampliación, modificación, reparación y demolición de edificaciones que se lleven a cabo en la Ciudad de Guatemala y dentro del área de influencia urbana, según el artículo 60 de la Ley Preliminar de Urbanismo, Decreto Presidencial 583.

CAPITULO III

DE LAS LICENCIAS

Artículo 25o.) Corresponde con exclusividad a la Municipalidad, por medio de La Oficina, la concesión de las licencias respectivas para construir, ampliar, modificar, reparar y demoler una edificación.

Artículo 26o.) Se exceptúan de la obtención de licencias las obras de carácter ligero. Se consideran obras de carácter ligero, las siguientes:

- a) Remiendos o retoques;
- b) Repellos en general;
- c) Arreglo del cielo raso;
- d) Puertas, ventanas, closets, molduras y en general elementos decorativos;
- e) Tratamientos superficiales; y
- f) Todo aquello que a juicio de La Oficina no afecte el aspecto exterior o fachada, ni la distribución, el uso y los elementos estructurales de la edificación.

Artículo 27o.) El Ingeniero, Arquitecto, Ingeniero-Arquitecto o Práctico de Construcción Autorizado (El Ejecutor) que se hará cargo de la construcción, ampliación, modificación o reparación de una edificación, deberá presentar a la Oficina una solicitud de licencia para el propósito de su interés. La solicitud de licencia de construcción, ampliación, modificación y reparación, deberá presentarse con los requisitos que este Reglamento establece, en el formulario impreso de solicitud de licencia que La Oficina proporcionará y que tendrá la

forma que determina el Anexo 1 de El Reglamento. Queda entendido que las licencias se conceden al propietario. Quien funja en calidad de Ejecutor, queda obligado hacia la Municipalidad solidariamente con El Propietario. El Reglamento establece las obligaciones de uno y otro, y aquellas que les son comunes. Las solicitudes de demolición se presentarán a La Oficina en una hoja de papel sellado del timbre de ley.

Artículo 28o). La Oficina aceptará, para su trámite, todos aquellos formularios de solicitud de licencia de construcción, ampliación, modificación y reparación de una edificación, que cumplan los siguientes requisitos:

- a) Presentar el timbre fiscal de ley
- b) Expresar el destino de la construcción, número de registro de la finca, folio, libro del Registro de la Propiedad, de la finca donde se hará la construcción, ampliación, modificación o reparación, cuando esté inscrita en tal Registro;
- c) Expresar el número catastral y el de la matrícula fiscal correspondientes.
- d) Presentar, con carácter devolutivo de parte de la Oficina, el último recibo de la Renta Inmobiliaria-Contribuciones municipales;
- e) Presentar con carácter devolutivo de parte de La Oficina, el Boleto de Ornato del propietario, del planificador y del ejecutor.
- f) Para propiedades con un área menor de 160.00 metros cuadrados, adjuntar escrituras o copias del contrato de compra-venta. Si estos fueren posteriores a la Ley de Parcelamientos Urbanos, la constancia de que la desmembración fue autorizada por la Municipalidad.
- g) Estar firmado por quienes determina El Reglamento: El Planificador, El Ejecutor y El Propietario;
- h) Presentar adjuntos dos juegos de planos firmados por El Planificador y El Propietario del proyecto para el cual se solicita la licencia. Uno de estos juegos, una vez

autorizados, se devolverá a los interesados, quienes deberán mantenerlo en original o fotocopia en la obra mientras se ejecuten los trabajos. El otro juego de planos se archivará en La Oficina.

- i) La Oficina aceptará la presentación de fotocopias de los recibos de Renta Inmobiliaria, contribuciones municipales, títulos de propiedad y boleto de ornato.

Artículo 29o.) La Oficina rechazará aquellas solicitudes de licencia que no cumplan los requisitos establecidos en el artículo anterior.

Artículo 30o.) El o los beneficiarios de una licencia, y todos aquellos que estén construyendo, quedan obligados a permitir el ingreso a la obra en horas hábiles e inhábiles en que estén trabajando, de los Inspectores y Supervisores Municipales, a quienes deberán prestar la colaboración necesaria para el desempeño de sus funciones, según lo determina El Reglamento.

Artículo 31o.) Previamente a solicitar licencia de construcción, modificación, ampliación, etc., de una edificación, el interesado deberá solicitar a La Oficina (en el papel sellado correspondiente) la fijación de la alineación, la línea de fachada, el ochavo si lo hubiere, y la rasante que corresponde.

La Oficina, en un plazo máximo de 10 días, deberá señalar los extremos solicitados, cobrando por el servicio lo establecido por El Reglamento. Cuando se solicitare licencia sin haber pedido antes la alineación, línea de fachada, ochavo y rasante, el proyecto deberá sujetarse a los ya establecidos.

Artículo 32o.) Si el juego de planos autorizados se perdiere o deteriorare, La Oficina autorizará un nuevo juego de planos que los interesados proporcionarán y que deberá cotejarse con el del archivo de La Oficina. Por este servicio La Oficina cobrará la cantidad de Cinco Quetzales Exactos.

Artículo 33o.) En casos en que por sus características especiales sea necesario, La Oficina está facultada para imponer condiciones especiales a la concesión de algunas licencias de construcción, ampliación, modificación, reparación y demolición de una edificación.

Artículo 34o.) En los casos de reparaciones urgentes de edificios o construcciones que a juicio de La Oficina representen peligro para la vida y la salud de las personas podrá eximir, temporalmente, de cualquiera de los requisitos que establecen los incisos c), d) y f) del Artículo 28o. de este Reglamento. La Oficina en estos casos, extenderá licencia provisional inmediatamente y fijará plazo para el cumplimiento de tales requisitos.

Artículo 35o.) Tanto el Ejecutor como El Propietario de una edificación, se sujetarán en todo a los dispuesto por El Reglamento, las ordenanzas municipales, las leyes de la República y las condiciones especiales en que se extienda la licencia.

Artículo 36o.) Toda solicitud de licencia de construcción, ampliación, modificación y reparación de edificaciones, deberá respaldarse con las siguientes firmas:

- a) Firma de El Ejecutor: El Ingeniero, Arquitecto, o Ingeniero-Arquitecto que actúe como tal; en obras de adobe con techo de teja o lámina, de mixto en edificios hasta de una planta, con techos de teja o lámina y de mixto hasta en edificios de dos plantas, se aceptará la firma como ejecutor del Práctico en Construcción autorizado de primera categoría que tendrá a su cargo la ejecución de la obra; en obras de adobe y de mixto en edificios hasta de una planta con techo de teja o lámina, se aceptará la firma como ejecutor del Práctico de Construcción autorizado de segunda categoría que tendrá a su cargo la ejecución de la obra; en obras de adobe con techo de teja o lámina se aceptará la firma como ejecutor del Práctico de Construcción autorizado de tercera categoría que tendrá a su cargo la ejecución de la obra;
- b) Firma del Propietario
- c) Firma de El Planificador, según el caso.

Artículo 37o.) Toda solicitud de licencia de construcción, ampliación, modificación, reparación y demolición de una edificación, lleva implícita la obligación solidaria de El Ejecutor y El Propietario, de pagar a la Municipalidad los gastos que se originaren por la reparación de los desperfectos causados en las aceras, pavimentos de las calles, desagües, alumbrado público, etc. etc.

Artículo 38o.) El firmante de los planos en calidad de El Planificador, será directamente responsable de los errores o defectos que le conciernan. La aprobación del proyecto o la recepción de la obra por La Oficina, no eximirá de dicha responsabilidad, ni a él, ni a quienes hubieren intervenido en tal aprobación.

Artículo 39o.) El firmante de la solicitud de licencia en calidad de El Ejecutor será directamente responsable de que la obra se ejecute de acuerdo con los planos autorizados, el Reglamento y las ordenanzas municipales. El Ejecutor deberá hacer del conocimiento de La Oficina, cualquier violación a El Reglamento que suceda por culpa de El Propietario, para su inmediata corrección; asimismo, El Ejecutor y El Propietario serán responsables solidariamente de los perjuicios que con motivo de la construcción se causaren a terceros.

Artículo 40o.) En cualquier caso en que un proyecto incluya losas, voladizos, vigas, marcos y columnas aisladas, de concreto armado, La Oficina exigirá que los planos y la solicitud de licencia sean firmadas por Ingenieros, Arquitectos o Ingenieros-Arquitectos colegiados activos, conforme a las listas que proporcionan los colegios respectivos, y por el propietario de la obra.

Artículo 41o.) Cuando La Oficina lo estimare conveniente, exigirá a los solicitantes de licencia de construcción, ampliación, modificación y reparación de edificación, los cálculos estructurales efectuados en la elaboración del proyecto. El trámite de la licencia quedará en suspenso en tanto se cumpla con este requisito.

Artículo 42o.) Para la autorización de edificaciones en serie deberá ser presentada, además de los planos de construcción, una memoria donde se incluirá la especificación de todos y cada uno de los materiales a emplearse en la obra, el costo total y por renglones; todo esto en forma individual para cada vivienda, firmado por el Ingeniero Jefe del Proyecto. Esta memoria se adjuntará a la licencia y deberá ser entregada al primer adquirente particular de cada construcción.

Artículo 43o.) Si los cálculos estructurales presentados son erróneos, la solicitud de licencia será rechazada, y los interesados quedarán en libertad de presentarla nuevamente cuando lo consideren conveniente, siempre y cuando se hayan efectuado las correcciones señaladas por La Oficina a los cálculos y diseño anteriormente presentados, o bien se haya cambiado el proyecto, elaborándolo de acuerdo a las especificaciones señaladas por la Oficina. El Reglamento y las ordenanzas municipales.

Artículo 44o.) La Oficina tramitará las licencias en el tiempo estrictamente necesario para verificar los extremos de las solicitudes presentadas; una vez llenados los requisitos exigidos, deberá extenderse la licencia previo pago de la tasa municipal y arbitrios de ley establecidos. El plazo máximo para resolver una solicitud de licencia que llene todos los requisitos municipales, será de 30 días, plazo que podrá prorrogarse otros 30 días, cuando la magnitud del edificio o la complejidad del problema, así lo justifiquen.

Artículo 45o.) El Ingeniero, Arquitecto, Ingeniero-Arquitecto o Práctico de Construcción autorizado que por cualquier motivo dejare de fungir como El Ejecutor de una obra, deberá hacerlo saber a La Oficina, inmediatamente y por escrito; de lo contrario, se le seguirá considerando responsable de la ejecución de la obra.

Artículo 46o.) La Oficina podrá dejar temporalmente sin efecto una licencia de construcción, ampliación, modificación y reparación de una edificación, si la obra no se hiciere de acuerdo con los planos autorizados, El Reglamento y las condiciones especiales en que se hubiere concedido la licencia; y La Oficina deberá señalar las correcciones que juzgue necesarias. En caso de reincidencia manifiesta o desacato, La Oficina dejará sin efecto la licencia respectiva.

Artículo 47o.) Si posteriormente a la concesión de la licencia se encontraren infracciones a El Reglamento y ordenanzas municipales o errores de diseño y cálculo, La Oficina exigirá su corrección y podrá suspender la obra inmediatamente y hasta que la corrección se efectúe.

Artículo 48o.) La Oficina podrá dejar temporalmente sin efecto una licencia de demolición, si esta no se hiciere de acuerdo con El Reglamento o las condiciones establecidas en que se hubiere concedido la licencia; La Oficina deberá señalar las correcciones que juzgue necesarias, suspendiendo inmediatamente la demolición hasta que éstas se efectúen; en caso de reincidencia manifiesta o desacato, La Oficina podrá cancelar la licencia definitivamente.

En este último caso la Municipalidad procederá a efectuar la demolición a cargo del propietario.

Artículo 49o.) Las licencias extendidas por La Oficina dejan a salvo los derechos de terceros, y no impiden a la Municipalidad la exigencia del cumplimiento de los requisitos que se hubieren omitido anteriormente.

Artículo 50o.) La licencia y los planos autorizados por la Oficina, o sus fotocopias, deberán mantenerse siempre en la obra para efectos del control municipal de inspección y supervisión.

Artículo 51o.) Una vez concedida la licencia de construcción, ampliación, modificación y reparación de una edificación, los proyectos aprobados por La Oficina no podrán modificarse, debiendo El Ejecutor y El Propietario ceñirse en todo a los planos aprobados y condiciones especiales establecidas, si las hubiere; cualquier modificación a los planos originalmente aprobados deberá contar con la aprobación de La Oficina y si las modificaciones fueran de mucha importancia a juicio de La Oficina, se deberá cumplir con los mismos requerimientos de la licencia original.

Artículo 52o.) La falta de gestión de el o los interesados en el trámite de solicitud de una licencia, por un término de 60 días a partir de la fecha de su presentación a La Oficina, será motivo de considerar su caducidad, debiendo enviarse al archivo, en tal caso, los interesados para reiniciar sus gestiones, deberán iniciar un nuevo trámite.

Artículo 53o.) Las licencias serán concedidas para plazos fijos, de acuerdo con la duración probable de la obra, a juicio de La Oficina; vencido ese plazo, las licencias caducarán automáticamente.

Artículo 54o.) Si se venciere el plazo fijado para una licencia, el o los interesados deberán solicitar por escrito la ampliación correspondiente, lo cual causará el cobro de las tasas que el Reglamento establece; en igual forma deberá procederse para nuevas ampliaciones de la licencia que fueren solicitadas en lo sucesivo.

CAPITULO V**DE LOS PLANOS QUE DEBERAN PRESENTARSE
A LA OFICINA AL SOLICITAR LICENCIA****(ESPECIFICACIONES)**

Artículo 57. Para los efectos de El Reglamento, se considera la siguiente clasificación de edificaciones:

- a) Edificaciones tipo E: Obras exclusivamente de adobe, de una sola planta, con techo de teja o lámina;
- b) Edificaciones tipo D: Obras de mixto u otros materiales, de una sola planta, con techo de teja o lámina;
- c) Edificaciones tipo C: Obras de una y hasta dos plantas, con o sin sótano, cuya construcción incluya losas, voladizos, vigas, marcos, columnas aisladas, de concreto armado, acero o cualquier material de construcción.
- d) Edificaciones tipo B: Obras de tres plantas en adelante con o sin sótano;
- e) Edificaciones tipo A: Obras para uso industrial, comercial, talleres, etc.

Artículo 58. Para construir, ampliar, modificar y reparar una edificación tipo "E" podrá presentarse a La Oficina un solo plano en duplicado, cuyo formato será conforme a las Normas Centroamericanas establecidas por el ICAITI. El plano deberá contener lo siguiente:

- a) Planta General (acotada): Plano de la Distribución, indicando el nombre de cada ambiente (escala 1:50 ó 1:100 como mínimo);
- b) Fachada principal (acotada) que dé a la vía pública: Escala 1:50 ó 1:100 como mínimo;

- c) Corte transversal (acotado): Alturas, cimientos, soleras, artesonado, etc., indicando aproximadamente el perfil original del terreno en la línea de trazo continuo;
- d) Detalles (acotado): Artesonado, indicando claramente las dimensiones de las piezas a usarse, tanto en su longitud como en su sección (escala 1:10 a 1:25 como mínimo);
- e) Ubicación en Planta de las Instalaciones de agua, drenajes indicando localización de artefactos sanitarios, y electricidad indicando calibre de ductos y alambrado (escala 1:50 a 1:100 como mínimo);
- f) Ubicación acotada de la edificación dentro del predio, demarcando patios y jardines, calles y avenidas (escala conveniente);
- g) Localización aproximada del predio en la manzana o lugar correspondiente (escala conveniente);
- h) Detalles: Los detalles que se consideren importantes (escala conveniente);
- i) En la esquina inferior derecho del formato se ubicará el cuadro informativo del plano.

Artículo 59. Para edificaciones tipo "D", deberán presentar a La Oficina un juego de dos planos, en duplicado, en formatos conforme a la Normas Centroamericanas establecidas por el ICAITI, los planos deberán contener todo lo determinado por la totalidad de los incisos del artículo anterior.

Artículo 60. Para construir, ampliar, modificar y reparar una edificación tipo "C", "B" y "A", deberán presentarse a La Oficina dos juegos de planos del proyecto; el formato será conforme a las Normas Centro-Americanas establecidas por el ICAITI; los planos, serán los siguientes:

- 1) **PLANO(S) NUMERO 1: ARQUITECTONICO**, deberá contener:
 - a) Planta Arquitectónica (una por cada planta del edificio, y si éste tuviere varias plantas iguales, se aceptará una como muestra de las demás), (escala 1:50 ó 1:100), deberá indicar:

- 1: Distribución de Ambiente;
 - 2: Puertas y Ventanas;
 - 3: Acotación Completa;
 - 4: Proyecciones de Techos y Voladizos o cualquier clase de Salientes;
 - 5: Muros, asurados de diferentes maneras, según los materiales y espesores;
 - 6: Elementos diversos a juicio de la Oficina;
- b) Las fachadas de la Edificación (escala 1:50 ó 1:100 como mínimo), deberá indicar:
- 1: La o las fachadas de la Edificación; en el caso de una edificación localizada interiormente bastará la presentación de la fachada más importante o sea aquella que dé frente a la vía pública; en el caso de una edificación localizada a rostro de la vía pública, deberán presentarse todas las fachadas que den frente a la vía pública;
 - 2: En el caso de edificaciones industriales, La Oficina, a su criterio, podrá exigir el tipo de fachada que deberá tener la edificación, de acuerdo a la zona en que se localice el proyecto.
- c) Planta de Ubicación (escala 1:200 a 1:500), debiendo indicar la ubicación de la construcción dentro del predio, demarcando patios y jardines, calles y avenidas y áreas de estacionamiento de vehículos.
- d) Planta de Localización (escala 1:500), deberá indicar: La ubicación aproximada del predio, en la manzana o lugar correspondientes.

PLANO (S) NUMERO 2: ESTRUCTURAL, deberá contener:

- a) Planta de Cimentación y Columnas (escala 1:50 ó 1:100), deberá indicar:
- 1: Detalle típico de cimientos, zapatas, soleras y columnas, dinteles y sillares, y todo aquello que se juzgue conveniente (acotación completa, incluyendo altura de puertas y ventanas);
 - 2: Planillas de cimentación (profundidad mínima de cimientos); soleras, columnas, dinteles y sillares;

- 3: Detalle de muros (si los hubiere);
- 4: Perfil original del terreno en línea de trazo interrumpido, y perfil en línea continúa.

III) PLANO (S) NUMERO 3: ESTRUCTURAL, deberá contener:

- a) Planta de Armado de Losas (una por cada planta del edificio y si éste tuviere varias plantas iguales, se aceptará una como muestra típica de las demás), (escala 1:50 ó 1:100), deberá indicar:
 - 1: Armado de losas con clara indicación de la colocación de hierros, calibres y separación de los mismos;
 - 2: Indicación de vigas y viguetas:
- b) Detalle del Armado (escala 1:20 ó 1:25), deberá indicar:
 - 1: Diferentes tipos de vigas y viguetas, con sus secciones correspondientes, indicando dimensiones y recubrimientos, espesores de losas y si éstas van sobre o debajo de las vigas;
 - 2: Planilla de dinteles, vigas y viguetas.

IV) PLANO (S) NUMERO 4: INSTALACIONES, deberá contener:

- 1) Red completa desde el contador, con indicación de diámetros, accesorios diversos, llaves de control y artefactos sanitarios; red de agua caliente, si la hay, instalaciones que se dejen previstas; se indicará en todos los casos anteriores, la clase y calidad de materiales a usarse.

No se permitirá en ningún caso el uso de tuberías de hierro galvanizado en edificaciones de un piso a nivel del terreno, ni en los niveles que se encuentren bajo éste. En las edificaciones con niveles arriba del terreno se podrá usar este material, solamente en los niveles superiores y siempre que no se encuentre en contacto con el suelo natural.

En caso de surtir la edificación con fuente de agua extra a la de servicio público, es necesario indicar:

- a) Todos los detalles de la instalación, haciendo mención de aforos;
- b) Los detalles de los sistemas protectores para evitar conexiones cruzadas con el servicio público; y
- c) El sistema adoptado para la purificación, el tratamiento y/o bombeo, detallando su instalación, en caso necesario.

2) Instalaciones de Drenajes:

Red completa de drenajes, con indicación de diámetros, pendientes, dirección de los flujos, registros, reposaderas y sifones; detalle de estos últimos artefactos; bajadas de agua pluvial y sus diámetros, ubicación de pozos de absorción y fosa séptica, cuando los hubiere; clase y calidad de materiales a usarse. En la preparación de este plano deberá regir todo lo estipulado en las "Normas y Reglamento de Drenajes de la Ciudad de Guatemala".

3) Las tomas de tierra deberán estar dibujadas en detalle, especificando las instalaciones a donde se conecten, a efecto de que entre estas no se tomen tuberías del sistema de agua potable.

b) Planta de instalaciones Eléctricas (escala 1:50 ó 1:100) deberá indicar:

- 1: Red completa desde el contador con indicación del tablero, interruptores automáticos de seguridad y número de circuitos; diámetros de ductos; número y calibre de alambre en cada tramo; altura de interruptores y armaduras, voltaje que servirán, antenas, timbres, teléfonos, estufas, calentadores e instalaciones que queden previstas.
- 2: En edificios de tres pisos o más, las antenas de radio y televisión deberán ser de uso común.

- 3: Las tomas de tierra deberán estar dibujadas en detalle si son dirigidas a elementos diferentes de tuberías u otras instalaciones.
- 4: Instalaciones especiales de generadores, transformadores, motores de cualquier tipo deberán acompañar las especificaciones de los aparatos que se empleen.
- 5: Todos los edificios o construcciones que sobresalgan en altura de la zona circundante, deberán acompañar plano con la instalación de pararrayos.

V PLANO (S) NUMERO 5: INSTALACIONES MECANICAS, deberá contener:

- a) Las instalaciones de ascensores deberán estar acompañadas de un plano individual con todas las acotaciones necesarias, así como velocidad, carga permisible, tipo de operación, indicaciones de salida de energía y alarma, situación de las casetas de máquinas con sus correspondientes especificaciones. En los elevadores hidráulicos se acompañarán todas las especificaciones necesarias, que la casa fabricante proporcione.
- b) Los montacargas y elevadores de alimentos, mercería, etc., deberán ir acompañados de planos con sus respectivas especificaciones y las características relacionadas en el inciso a.
- c) Las escaleras mecánicas deberán acompañar en su plano todas las acotaciones necesarias, así como las especificaciones de la casa fabricante.
- d) Las instalaciones de refrigeración, calefacción y aire acondicionado, deberán especificar en los planos accesorios, diseño de rejillas, así como los grupos generadores con todas las especificaciones de la casa fabricante.

VI PLANO (S) NUMERO 6: DETALLES: Deberá contener:

- a) Detalles (escalas convenientes).
- b) Todos aquellos detalles importantes de la obra que por su especial naturaleza sea preciso conocer.

Artículo 61.. En el caso de Edificaciones Industriales, además de los planos exigidos en el artículo anterior, se deberá presentar los planos completos de las instalaciones que se proyecta llevar a cabo, dentro y fuera de los edificios para los cuales se solicita licencia. Estos planos podrán presentarse en los formatos que se estime conveniente, siempre y cuando muestren con toda claridad el proceso de su elaboración.

En lo que respecta a los planos de las Instalaciones de Drenajes, se deberá estar a lo establecido en las "Normas y Reglamento de Drenajes de la Ciudad de Guatemala".

En cuanto a los planos de las Instalaciones de Agua, se deberá consultar a la Dirección de Aguas y Drenajes Municipales en tanto no entren en vigor las "Normas y Reglamento de Instalaciones de Agua para la Ciudad de Guatemala".

Artículo 62. Siempre que se trate de construir nueva planta sobre una ya existente o de cualquier manera alterar, modificar o reparar una edificación, la Oficina exigirá los planos originales del edificio y verificará las comprobaciones que juzque convenientes. En caso de no haber planos, queda a juicio de La Oficina y bajo la responsabilidad directa de El Planificador, El Ejecutador y El Propietario, la realización de la obra. La Oficina extenderá o negará la licencia respectiva y en este último caso la obra no podrá llevarse a cabo.

Artículo 63. Antes de extender un licencia de construcción, ampliación, modificación y reparación de una edificación, la Oficina comprobará que el tipo de edificación y el uso a que se destine, estén de acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento de Ocupación y Uso de la Tierra, y demás disposiciones municipales vigentes, de conformidad con lo que se establece en el Capítulo VI de este Reglamento.

Artículo 64. La Oficina rechazará aquellas solicitudes de licencia cuyos planos no cumplan la totalidad de los requisitos establecidos en los artículos anteriores.

Norma Centroamericana	Dibujos Formatos y Escalas	ICAITI 1 018
--------------------------	--------------------------------------	------------------------

Medidas en mm

1. Objeto

Esta norma tiene por objeto indicar los formatos y escalas de los dibujos técnicos.

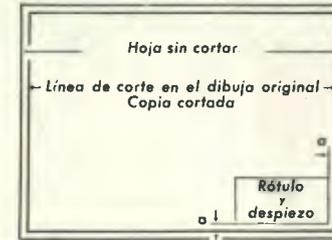


Fig. 1.

2. Formatos y medidas

Formato ICAITI 1011 Serie A	Línea de corte en el dibujo original y copias cortadas	Margen del rótulo a	Hoja sin cortar (Hoja en bruta para impresión aislada) Medidas mínimas	Ancho de rollo utilizable (1)			Hoja en bruta (2) partiendo de 660 x 900
4 A 0	1 682 x 2 378	20	1 720 x 2 420				
2 A 0	1 189 x 1 682	15	1 230 x 1 720		1 250		
A 0	841 x 1 189	10	880 x 1 230		900		
A 1	594 x 841	10	625 x 880		900	660	660 x 900
A 2	420 x 594	10	450 x 625	(2 x 450)	900	660	450 x 660
A 3	297 x 420	10	330 x 450	(2 x 330) (2 x 450)	660	900	330 x 450
A 4	210 x 297	5	240 x 330	250	660		225 x 330
A 5	148 x 210	5	165 x 240		660		
A 6	105 x 148	5	120 x 165		660		

(1) Ancho de los rollos más adecuados para el corte de las hojas.

(2) Si los formatos A 2 a A 4, han de ser obtenidos de la misma hoja en bruta, partiendo en dos sucesivamente, deberá conservarse con la máxima precisión el tamaño de la hoja en bruta para el A 1. Ambas anchas de papel exigen dicha exactitud. Se observarán exactamente, en cada caso, las condiciones de la impresión que se deducen para el A 4.

3. Observaciones

a) Los formatos indicados se aplicarán a toda clase de dibujos técnicos, así como a esquemas, hojas de norma y planas impresas, y también a impresas para dibujos. Las hojas podrán utilizarse verticales o apaisadas. En los formatos pequeños podrá adaptarse, como normal, la disposición vertical.

Continúa

Instituto Centro Americano de Investigación y Tecnología Industrial - (ICAITI) - Av. La Reforma 4.47, Zona 10 - Tel. 60-631 - Guatemala - C. A. Central American Research Institute for Industry

- b) En los dibujos pequeños se admitirá, para el archivado, un margen de 25 mm, quedando reducida en otro tanto la superficie útil de la hoja
- c) Excepcionalmente podrán deducirse formatos alargados, colocando unos a continuación de otros, formatos iguales o consecutivos (véase la figura 2)
- d) El ancho de los rallos comerciales será el siguiente:
- Para papeles de dibujos y transparentes 1 500 y 1 560.
Para papeles de copias 650 900 y 1 230.



Fig. 2

4. Escalas

4.1 Escala. Es la relación entre la longitud del segmento dibujado y la longitud por él representado.

4.2 Reducciones. Las escalas que normalmente se utilizarán para las reducciones, son las indicadas en el cuadro siguiente:

Fabricación e instalaciones	Construcciones civiles	Topografía	Urbanismo
1 : 2,5	1 : 5	1 : 100	1 : 500
1 : 5	1 : 10	1 : 200	1 : 2 000
1 : 10	1 : 20	1 : 500	1 : 5 000
1 : 20	1 : 50	1 : 1 000	1 : 25 000
1 : 50	1 : 100	1 : 2 000	1 : 50 000
1 : 100	1 : 200	1 : 5 000	
1 : 200	1 : 500	1 : 10 000	
	1 : 1 000	1 : 25 000	
		1 : 50 000	

Se permitirá, aunque no se recomienda, el uso de las escalas 1 : 2, 1 : 25, 1 : 250, 1 : 2 500 y en urbanismo 1 : 1 000 y 1 : 10 000.

4.3 Ampliaciones. Las escalas que normalmente se utilizarán para las ampliaciones en fabricación e instalaciones son las indicadas a continuación: 2 : 1, 5 : 1 y 10 : 1.

4.4 Tamaño natural. Se utilizará la escala 1 : 1.

4.5 Observaciones. Todas las escalas empleadas se indicarán en la rotulación, destacando la principal con caracteres de mayor tamaño. Las escalas secundarias se indicarán también en las partes correspondientes del dibujo.

En general, todo será dibujado a escala. Las cotas de las partes fuera de escala serán subrayadas.

5. Normas para consulta.

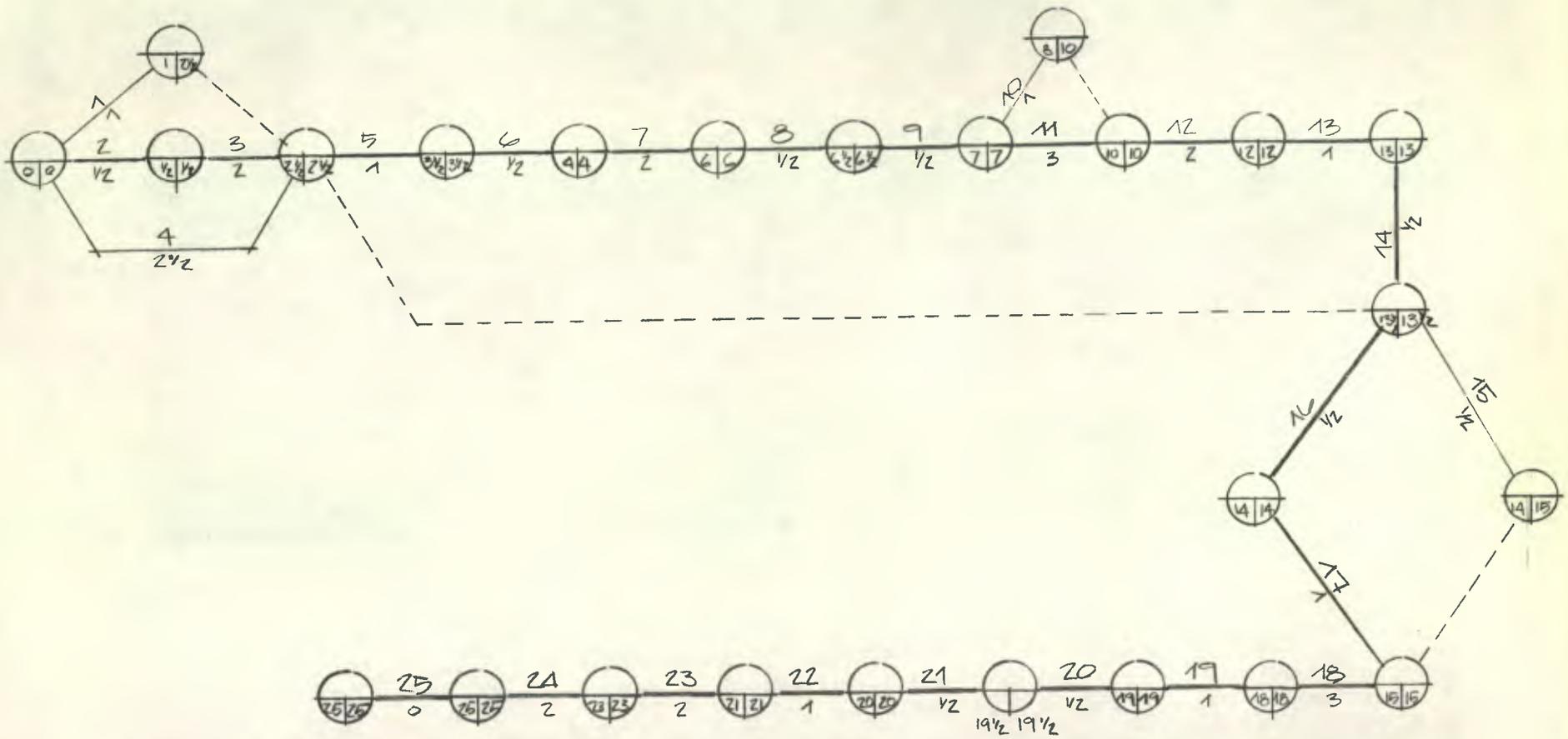
Para los formatos véase la norma ICAITI 1 011.

6. Correspondencia con otras normas.

Esta norma concuerda con la UNE 1 026, 1a. Revisión.

TABLA DE DURACIONES Y SECUENCIAS

ACTIVIDAD	DURACION	SECUENCIA
0. INICIO	0 DIAS	1,2,4
1. LIMPIA Y TRAZO	1 "	3
2. CHEQUEO NIVS	1/2 "	3
3. EXCAVACION	2 "	5,6
4. ARMAR ZAP. COLS. Y VIGAS	2 1/2 "	5,14
5. COLOC. ZAP Y PARAR COLS	1 "	6
6. FUNDIR ZAPATAS	1/2 "	7
7. COLOC. B.A.P. E. INST. DREN.	2 "	8
8. FORMAleta COLS.	1/2 "	9
9. FUNDIR COLS.	1/2 "	10,11
10. RELLENO ZANJAS	1 "	11
11. PARALEADO Y ENT. LOSA.	3 "	12,13
12. ARMADO LOSA ESTRUCTUS.	2 "	13
13. COLOC. INST. ELECTRICA.	1 "	14
14. FUNDICION LOSA	1/2 "	15,16
15. IMPERMEABILIZACION LOSA.	1/2 "	17
16. DESENCOFRADO COLS.	1/2 "	17
17. DESENCOFRADO LOSA	1 "	18
18. REPELLO Y CERNIDO CIELO Y COLS.	3 "	19
19. COMPACTACION PISO Y CUEQ. NIVS.	1 "	20
20. FORM. PISO	1/2 "	21
21. FUNDIR PISO	1/2 "	22
22. CERNIDO PISO	1 "	23
23. ALAMBRADO COLOC. ARM. Y LAMPARAS REPOSADERA Y PUERTA	2 "	24
24. PINTURA	2 "	25
25. ENTREGA	0 "	25



RUTA CRITICA

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- Arjona Ciria, Antonio PLANIFICACION Y CONTROL DE PRODUCCION Colección Gestión, Ediciones Deusto, Bilbao, España 1965.
- Flores Godoy, José GENERALIDADES SOBRE LA DETERMINACION DE SISTEMAS DE CONTROL EN OBRAS DE INGENIERIA, USAC Tesis, 1968.
- Funk & Wagnalls STANDARD COLLEGE DICTIONARY, 1963.
- Laski Leal, Gregorio PLANEACION, PROGRAMACION, EJECUCION Y CONTROL DE LA TORRE DE LA LOTERIA NACIONAL, Universidad Nacional Autónoma de México, Tesis 1972.
- Plazola Cisneros, Alfredo NORMAS Y COSTOS DE CONSTRUCCION, Edit. Limusa Wiley, México, 1973 2a. Edición.
- Rodríguez Caballero, Melchor METODOS MODERNOS DE PLANEACION, PROGRAMACION Y CONTROL, Edit. Limusa Wiley, México 1972 2a. edición.
- Sánchez, Alvaro GUIAS PARA EL DESARROLLO CONSTRUCTIVO DE PROYECTOS ARQUITECTONICOS, Edit. Trillas, México 1972.
- Saroka, Raúl
Ferrari, Carlos A. LOS ORGANIGRAMAS, Ediciones Macchi, Buenos Aires 1973.
- Suárez Salazar, Carlos COSTO Y TIEMPO EN EDIFICACION, Edit, Limusa Wiley, México 1971, 2a. Edición.
- Stone, P.A. BUILDING DESING EVALUATION, COST IN USE E.F. Spon Ltd. Londres 1967.
- Vides, Amando CONTROL DE COSTOS DE INGENIERIA, Editorial Piedra Santa, Guatemala. 1971 2a. impresión.

Villegas Mora, Xavier METODO PRACTICO PARA LA CONTABILIDAD DE COSTOS DE CONSTRUCCION, México 22, D.F. Agosto 1960, 2a. Edición.

Wagner, Gerhard LOS SISTEMAS DE PLANIFICACION CPM Y PERT APLICADOS A LA CONSTRUCCION, Edit. G. Gili, Barcelona 1971 1a. impresión.

Cámara Nacional de la Industria de la Construcción. CONOCIMIENTO Y OPERACION DE LOS ELEMENTOS DEL COSTO, México 1965.

Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, Volúmen 4 de la Biblioteca del Constructor. TIPOS Y ESTRUCTURA DE LAS EMPRESAS DE LA CONSTRUCCION, México 1969.

Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, Volúmen 9 de la Biblioteca del Constructor. LOS COSTOS EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION, México 1971.

INFORME PRESENTADO POR EL COMITE ORGANIZADOR DEL SIMPOSIUM AL IV CONGRESO INTERAMERICANO DE LA VIVIENDA, I Simposium Latinoamericano sobre Racionalización de la Construcción, Caracas, 23 al 28 de Septiembre de 1973.

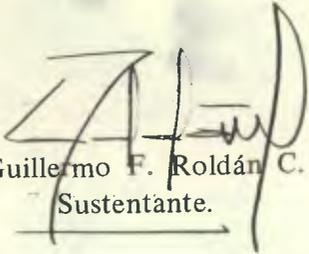
PLAN REGULADOR DE LA CIUDAD DE GUATEMALA, Reglamento de Construcción, Municipalidad de Guatemala.

NORMAS DEL INSTITUTO CENTRO AMERICANO DE INVESTIGACION Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL, Norma ICAITI 1018.

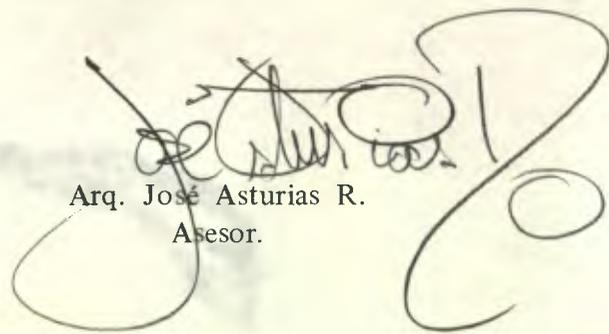
PUBLICACIONES DE LA CAMARA GUATEMALTECA DE LA CONSTRUCCION, Volúmenes 3, 5, 7 y 9, Guatemala 1972-73.

PUBLICACIONES DEL CENTRO DE CALCULO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA.

Edelstein, Isaac E. PROGRAMACION DE OBRAS, PERT CPM, y otros Sistemas aplicables a la Construcción de Edificios. Editorial Librería Mitres S.R.L. Buenos Aires, Argentina 1973.



Guillermo F. Roldán C.
Sustentante.



Arq. José Asturias R.
Asesor.

IMPRIMASE:



Arq. Lionel Méndez Dávila
Decano.