

300615

2
2y.



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

**PROGRAMACION DE OBRAS EN CASAS
DE INTERES SOCIAL**

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
SERGIO ANTONIO CARRASCO QUIÑONES
DIRECTOR DE TESIS: ING. LUIS ARROYO YLLANES

MEXICO, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1991



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	PAG.
INTRODUCCION	1
CAPITULO I TIPOS DE PROGRAMACION PARA LA EJECUCION DE UNA OBRA.	
1.1 LA PROGRAMACION	5
1.2 METODOS DE PROGRAMACION EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION	6
1.3 PROGRAMA DE BARRAS	9
1.3.1 DESVENTAJAS DEL PROGRAMA DE BARRAS	11
1.4 METODO DE LA RUTA CRITICA	13
1.4.1 ANALISIS DEL PROYECTO	14
1.4.2 DIAGRAMA DE FLECHAS	17
1.4.3 VALUACION DE TIEMPOS	18
1.4.4 CALCULO DE HOLGURAS	23
1.4.5 PROGRAMA DE RECURSOS Y EGRESOS	25
1.4.6 OPTIMIZACION DE COSTO-TIEMPO	28
CAPITULO II CONTROL EN LA EJECUCION DE UN PROGRAMA	
2.1 CONTROL DE UN PROGRAMA	32
2.2 CONCEPTO DE COSTO DE UN PROYECTO	33
2.2.1 COSTO DIRECTO DE UN PROYECTO	34
2.2.2 COSTO INDIRECTO DE UN PROYECTO	36
2.3 COSTO TOTAL DE UN PROYECTO	36
2.4 CONTROL DE RECURSOS	41

	PAG.	
2.5	COMO ASIGNAR RECURSOS	45
2.6	NIVELACION DE RECURSOS: FUERZA DE TRABAJO	48
2.6.1	PROGRAMA DE SUMINISTRO	51
2.6.2	CONTROL DE INVERSION	51

**CAPITULO III VARIACIONES Y COMPONENTES QUE AFECTAN
LA CORRECTA EJECUCION DE UN PROGRAMA.**

3.1	UNA INSTITUCION IMPORTANTE	53
3.2	IMPORTANCIA DE LAS ESTIMACIONES EN LAS OBRAS	54
3.3	IMPORTANCIA DEL CONTROL DE OBRA	55
3.4	PROGRAMA DIA A DIA	57
3.4.1	AVANCE DE OBRA	59
3.5	DETERMINACION DE LOS INDICES DEL GRADO DE DESVIACION DE LAS OBRAS	60
3.5.1	RESULTADOS DE UN ATRASO DE OBRA	63
3.5.2	CONTROL DE OBRA CON ATRASO	64
3.6	OBRA EXTRA O FUERA DE PRESUPUESTO	65
3.6.1	INCREMENTOS DE PRESUPUESTOS	66

**CAPITULO IV CONDICIONES Y ARGUMENTOS PARA LA
JUSTIFICACION DE PRORROGAS Y
REPROGRAMACIONES.**

4.1	OTORGAMIENTO DE PRORROGAS	70
4.2	REPROGRAMACION	75

	PAG.
CAPITULO V EJEMPLO ILUSTRATIVO	
5.1 PRESENTACION DE PROGRAMAS	79
5.1.1 FORMAS DE PRESENTACION	86
5.2 REALIZACION DEL EJEMPLO	91
CONCLUSIONES	104
BIBLIOGRAFIA	

INTRODUCCION

I N T R O D U C C I O N

El objetivo fundamental de este estudio, es en primer término describir de una manera clara la importancia y los beneficios que se pueden obtener al aplicar la programación de obra, a los problemas de Ingeniería Civil, principalmente en casas de interés social.

Se ha elegido el tema de interés social debido a que en México se necesita un gran desarrollo de vivienda, como se ha ido realizando a partir del sismo de septiembre de 1985, donde un gran número de familias se quedaron sin vivienda, por los derrumbes o por que quedó el inmueble en pésimas condiciones, por lo tanto hay que proporcionar a los trabajadores una vivienda cómoda para que viva con su familia, a un costo no muy elevado dando facilidades para su adquisición.

Un aspecto muy importante el cual hay que cuidar en la industria de la construcción, es la inversión económica que se necesite para la ejecución de una obra, para lo cual se necesita un programa para realizar ciertas actividades mediante una buena planeación donde se conocerá el método constructivo que se va a utilizar y el tiempo que tendrá en finalizar la construcción.

Además se necesita tener un control constante durante

toda la duración de la obra, esto con el fin de que no haya pérdidas de dinero debido a los malos manejos de: mano de obra, material y equipo así como que se lleve un ritmo tal de trabajo que garantice la terminación en el menor tiempo posible, obteniendo una buena calidad en la vivienda.

La programación de obra, debido a su gran número de aplicaciones prácticas que se le ha encontrado, constituye una herramienta formidable que ayuda al sentido común y por tanto sean tomadas decisiones más racionales y objetivas.

La tesis se desarrolla de la siguiente manera: En el primer capítulo se mencionan los objetivos generales de un programa y se citan brevemente algunos métodos conocidos, como puede ser el diagrama de barras que es el más utilizado por que nos hace ver con rapidez el programa general de la obra, y se mencionan sus desventajas.

En la actualidad gracias a la computación se han desarrollado diversos modos de aplicar la RUTA CRITICA en la programación de obra. La finalidad de este capítulo es mencionar qué debe cumplir y en qué consiste el procedimiento para desarrollar la ruta crítica en forma general, para unificar criterios en su aplicación para así poder utilizar una herramienta que nos ahorra tiempo, como es la computadora.

Incluye todos los puntos que debe tener la programación por ruta crítica como son: diagrama de barras donde se muestra que actividades pueden tener un retraso sin afectar la terminación de la obra, así como que actividades no tienen holguras y por lo tanto marcan la ruta crítica, también se encuentra el programa de recursos; el programa de egresos que nos determina la inversión que se utiliza, y por último las gráficas de costo-tiempo.

El segundo capítulo está enfocado un poco al aspecto administrativo para evitar gastos innecesarios, se habla de la importancia del control tanto del programa como de la obra, así como cuáles son los aspectos más importantes que hay que cuidar para lograr el éxito esperado para concluir la obra. Un concepto que hay que tener muy claro es el de "proyecto" qué es, y qué factores lo componen.

En el capítulo tercero y cuarto se analiza otro procedimiento para realizar la programación de obra, un poco más práctico y fácil de cumplir. Enfocado a una de las principales instituciones del país como es el INFONAVIT, promotor de viviendas de interés social.

Se menciona el procedimiento que se lleva dentro del INFONAVIT para una buena realización de la programación, y detectar las posibles fallas que surgan durante la

realización de la obra, para darles posibles soluciones, otorgando los incrementos necesarios tanto de inversión como de tiempo. También se analiza en que casos se puede otorgar prorrogas y en que casos se otorga la reprogramación.

Por último en el capítulo quinto se presenta un ejemplo para una mejor comprensión de lo descrito en los dos capítulos anteriores. No es objetivo primordial de esta tesis desarrollar un trabajo que se relacione exclusiva y unicamente con el método de la ruta crítica como es todo el proceso de operaciones para determinarla, por lo que se enfoca a un ejemplo práctico y real ya existente.

CAPITULO I

C A P I T U L O I

TIPOS DE PROGRAMACION PARA LA EJECUCION DE UNA OBRA CIVIL

1.1 LA PROGRAMACION

En forma general, es proporcionar una herramienta adecuada para la administración de una empresa, esto se efectúa desarrollando la planeación.

LA PLANEACION, es la determinación de las necesidades de recursos del proyecto, y su orden de aplicación necesario en las diversas operaciones que deben de realizarse para lograr los objetivos del proyecto.

Función vital de la administración, en el aspecto de -- operaciones o actividades a los diferentes niveles de organización, para el conveniente desarrollo de los proyectos en cada una de sus fases, teniendo en cuenta en la planeación, la participación de las entidades involucradas en el mismo, para que todos operen de una manera coordinada, económica y eficaz. También se realiza esta finalidad, controlando debidamente los proyectos mediante problemas que resultan de la planeación integral de los mismos, en los aspectos de actividades, tiempos, obra, material y maquinaria, de construcción erogaciones, suministros y avance.

1.2 METODOS DE PROGRAMACION EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION.

Para llevar a cabo una programación es necesario escoger un método determinado que sea lo más eficiente posible y así poder resolver los problemas de una obra de manera satisfactoria.

- a) El funcionario, organismo público o privado debe escoger un método que le permita ver un panorama claro y preciso del proyecto, para poder coordinar y dirigir las diferentes actividades. Conocer en un momento dado el estado exacto de avance, el retraso por conceptos. Que además le presente las actividades críticas que existen en el proyecto. Toda esta información ayudará a una previsión y mejor solución de los problemas que se presentan durante el proyecto.

- b) El método debe permitir al personal directivo tener conocimiento de las fechas en que se pueden realizar las actividades y la secuencia de las mismas. Obteniendo fechas de inicio y de terminación de cada una de las actividades, así como de toda la obra, presentarán una mejor perspectiva para la decisión de cuando ordenar la adquisición de materiales, cuáles actividades serán afectadas por un retraso en un momento dado y por cuánto tiempo, qué trabajos pueden accele-

rarse o retrasarse.

- c) Será posible obtener una fecha óptima para iniciar y terminar cada una de las actividades. Evitando la -
contratación excesiva de personal y en general de to
dos los recursos, en tiempos fuera de lugar que oca
cionará un alto costo, por sus tiempos inactivos.

La distribución regular de los recursos significarán un ahorro, que se debe tomar en cuenta.

- d) La pronta ejecución de una obra, cuando hay retrasos no se soluciona precipitando todas las actividades, sino sólo algunas de ellas que son de vital importan
cia y que el método nos debe ayudar a encontrar.
- e) La relación existente entre el costo y el tiempo de realización de una actividad permite obtener una solución óptima. Para un costo mínimo a un tiempo específico.
- f) El método debe hacer posible el uso de tiempos li -
bres para una mejor distribución del personal y de -
todos los recursos. Para obtener una variación gra -
dual y económica, al pasar de una actividad a otra o bien durante todo el proyecto.

- g) Teniendo el método que muestre un programa con detalle las actividades y el estado de avance de ellas. Proporcionará una mejor captación de los problemas y la función exacta de todos los elementos de la obra. Pudiéndose captar también, cuáles actividades tienen en un momento dado, dificultades para su realización y necesitarán una mayor atención.

Una de las técnicas más adecuadas para la programación es el método de la ruta crítica CPM (Critical Path Method). Sin embargo hay algunas otras como el PERT (Program Evaluation & Review Technique) y un gran número de variaciones de éstas, como son los diagramas de Gantt (Programas de barras), diagramas de Gantt modificados, PPS (Planning Project System), PERTCO (Costo PERT), PEP (Program Evaluation Procedure), MAP (Multiple Allocation Procedure), RPSM (Resource Planning & Scheduling Method), además de programas de computadora que ha desarrollado IBM como son: PCS (Project Control System) en 1967, SCAR (Sistema de control y asignación de recursos) en 1968, DTSP (Diminution time Pert Simulation) en 1968, también esta: SPATS, PERT/CPM, PMS, PROJACS, PERT/TIME, PERT/COST, etc.

La utilización de estas técnicas se ha hecho, aprovechando su beneficio en el campo de la ingeniería, para la programación óptima de los tiempos en aplicación de los recursos humanos y materiales. Aunque los resultados obteni-

dos han sido exitosos, se ha considerado que su aplicación - ha sido incompleta, pues no se ha contemplado el beneficio - de su utilización en algunos aspectos administrativos y las repercusiones que en consecuencia se tienen en los aspectos financieros y económicos.

1.3 PROGRAMAS DE BARRAS

Es el método más antiguo que se ha utilizado para la -- programación de cualquier obra de construcción, debido a su sencillez, su metodología es la siguiente:

- a) Determinar las diferentes actividades del proyecto.
- b) Cálculo aproximado de las duraciones de cada actividad.
- c) Se hace una lista de las actividades, correspondiéndole a cada una de ellas un renglón, estableciendo un orden de ejecución.
- d) Delante de cada actividad se sitúa una barra, cuya longitud a escala (escala común para todas las actividades), representa la duración de la actividad. - Se hace coincidir el origen de la barra de cada actividad, con la fecha de inicio de la actividad, prolongándose dependiendo de la duración de la misma.
- e) Se convierte la escala de tiempos, en una escala de "días de calendario".
- f) Se descuentan los días no laborales (Domingos y días

Actividad	1º Periodo	2º Periodo	3º Periodo	4º Periodo		"N" Periodo
1	■					
2		■				
3			■			
4			■	■		
5			■	■	■	
N					■	■

T A B L A 1 . 1

festivos) y el estado probable del tiempo, si este factor tiene importancia en la duración y ejecución de la obra.

- g) Si la fecha de terminación del proceso resulta idónea según las necesidades, se acepta. Sino, de acuerdo con la experiencia se hacen modificaciones aumentando y/o disminuyendo las longitudes de algunas barras, o aumentando los traslapes.

1.3.1 DESVENTAJAS DEL PROGRAMA DE BARRAS

- a) Sólo es posible descomponer el proceso en actividades principales, es decir actividades que por su volumen o significación merecen una mayor atención. La planeación y la programación de las actividades "menores" que constituyen a las principales, se dejan a juicio de personal secundario, decidiendo este personal la necesidad de iniciar o terminar una actividad, dejando a esta actividad aislada sin tomar en cuenta la incidencia de ésta con las demás actividades del proceso.
- b) No hay una diferencia clara entre la programación y la planeación, obligandonos a no tener un control de la duración del proceso, siendo ésta una cantidad arbitraria.

- c) No se puede determinar que actividades son las que controlan la duración del proceso. Porque con el programa de barras aparentemente todas las actividades tienen la misma importancia. Esto produce que cuando una de las actividades principales se retrase únicamente tengamos como soluciones: Retrasar por completo el proyecto un cierto tiempo o precipitar todas las actividades para compensar el retraso y cumplir con el programa.
- d) La falta de precisión en la terminación de cada actividad, en algunos procesos en los que el estado de tiempo es de importancia, se corre el riesgo de que ocurran lluvias, vientos, nevadas, etc., antes de que se terminen ciertas actividades que pueden ser determinantes en la terminación del proyecto, ocasionando graves retrasos.
- e) Hace difícil la terminación más o menos exacta de los recursos, como puede ser: Personal, maquinaria, material, herramienta, etc., que serán requeridos durante la duración del proceso de una manera regular. Como resultado de esta situación puede suceder lo siguiente:
- * Que se tenga una cantidad innecesaria de material almacenado.
 - * Que se tenga equipo desocupado durante mucho tiempo.

* Que se despida en cierto momento, una gran cantidad de personal, que en otro momento más adelante será necesario.

Estos hechos hacen que se eleve el costo de ejecución del proyecto.

1.4 METODO DE LA RUTA CRITICA

Dos son los orígenes de la ruta crítica:

Primero el método PERT que controla los tiempos de ejecución de las diversas actividades integrales de los proyectos, por la necesidad de terminar cada una de ellas dentro de los intervalos de tiempo disponibles.

El segundo origen es el método PERTCO (Pert con costos), busca el control y la optimización de los costos de operación mediante la planeación adecuada de las actividades componentes del proyecto.

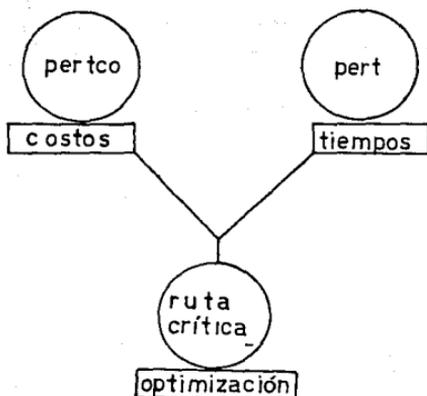


Figura 1.2

Por lo que se puede definir al método de la ruta crítica como un proceso administrativo de planeación, programación, ejecución y control de todas y cada una de las actividades componentes de un proyecto que debe desarrollarse dentro de un tiempo crítico y al costo óptimo.

1.4.1 ANALISIS DEL PROYECTO

El primer paso en la planeación de un proyecto, es el de desglosarlo en las operaciones o procesos que son necesarios para su terminación. El grado de descomposición de cada concepto, depende de cada proyecto y está sujeta a la naturaleza del trabajo y tipo de mano de obra involucrados, a

la locación del trabajo, la información de costos requeridos por la gerencia, y la secuencia general del trabajo. Cada una de estas operaciones o procesos se llama ACTIVIDAD, y la terminación de una actividad se llama EVENTO. Por lo tanto, las actividades consumen tiempo, mientras que los eventos no, éstos se encuentran separados unos de otros por actividades.

Después que se ha preparado una lista de todas las actividades que constituyen el proyecto, se procede a determinar las relaciones esenciales entre todas ellas. Aunque muchas de las actividades se pueden realizar simultáneamente, algunas deben ordenarse de acuerdo con una secuencia necesaria, llamada CADENA, para entender esto se presenta a continuación la tabla 1.1, que nos permite una mayor facilidad de -- trabajo.

En esta forma se examina cada actividad, determinándose la secuencia necesaria de actividades. Cada actividad tiene, por lo tanto, definido un evento que señala su posible iniciación; este evento puede ser el inicio de todo el trabajo, o la terminación de una actividad precedente.

Conviene aclarar que la terminación de una actividad se ñala el inicio de una actividad que depende de aquella. En consecuencia no se permite traslapar actividades. Si esto ocurriera, deben descomponerse las actividades en dos o más actividades, representando las componentes de esta operación,

Nº	ACTIVIDAD	ANTERIOR	SIMULTANEAS	POSTERIOR

TABLA 1.1

las actividades parciales que deben completarse, antes que - las siguientes componentes sean iniciadas.

1.4.2 DIAGRAMA DE FLECHAS

Un diagrama de flechas es la representación de un programa o plan para un proyecto determinado (o parte de un proyecto), en el que se muestra la secuencia correcta, así como las interrelaciones de actividades y eventos para alcanzar - los objetivos finales.

En un diagrama de flechas o "red de actividades orientadas" como también suele llamarse, cada línea orientada, o -- flecha, representa una actividad, y la relación entre éstas representadas por la disposición de unas flechas con otras.

Cada círculo (o nodo) representa un evento. Estos diagramas se muestran en la figura 1.3, la longitud de la flecha no tiene significado, simplemente representa el avance - del tiempo en el sentido de la flecha.

Cada actividad particular se representa por una línea - (o flecha) y el inicio de todas las actividades que parte de un nodo, no podrá hacerse, sino hasta que se hayan terminado todas las actividades que llegan a dicho nodo. Las actividades ficticias (Liga) tienen costo cero y duración cero y se representan por flechas punteadas. Las actividades ficti-

cias se requieren también para establecer la identificación específica de varias actividades que salen de un evento y -- llegan todas a otro evento común.

Los eventos y actividades se numeran para identifica- - ción en la red. El orden de numeración debe ser tal, que el número en la punta de la flecha sea siempre mayor que el número que aparece en su inicio. El proyecto, entonces, se co mienza con el primer evento (numerado con un dato de referen- - cia), y prosigue, evento por evento, hasta la terminación -- del trabajo. En el trazo de un diagrama de flechas siempre deberá verificarse:

- 1) Que cada nodo represente correctamente la relación - completa que existe entre todas las actividades que concurren a él, y parten de él.
- 2) Que todas las actividades que salgan de un nodo tengan idéntico índice inicial, y todas aquellas que -- lleguen a uno, tengan idéntico índice final.
- 3) Que cada actividad tenga un solo par de índices que la presenten con el número del evento de la punta ma yor que el número inicial.

1.4.3 VALUACION DE TIEMPOS

A cada actividad se le calcula una duración aproximada, para así poder determinar la ruta crítica. La tabla 1.2 nos ayudará a determinar dicha duración.

Fórmulas:

$$JG = \frac{CO}{RG} \quad DN = \frac{JG}{DG}$$

Donde:

I = evento inicial

F = evento final

U = unidad

CO = cantidad de obra

G = grupo (con determinado número de trabajadores)

RG = rendimiento del grupo

JG = jornada de grupo

NG = número de grupos

DN = duración nominal

DF = duración final

Con las duraciones de cada actividad se sumaran desde la actividad "i" hasta la actividad "n", poniendo el acumulado correspondiente a cada evento en el extremo inferior derecho. Se procederá a hacer el mismo paso, pero desde la actividad "n" hasta la actividad "i" descontando de la duración acumulada total a cada actividad hasta llegar a cero, poniendo el acumulado en el extremo inferior izquierdo. Los eventos que tengan la misma duración acumulada son las que marcan la RUTA CRITICA a seguir. Como se muestra en la figura 1.4.

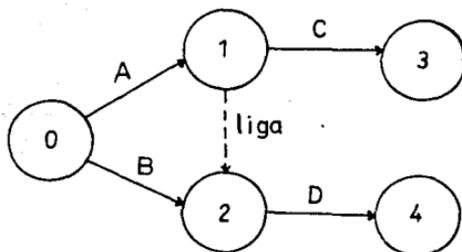
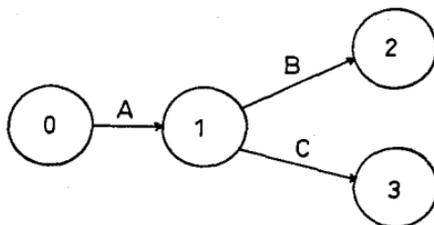
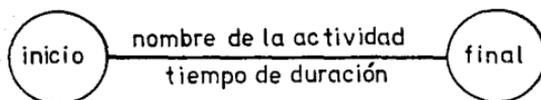
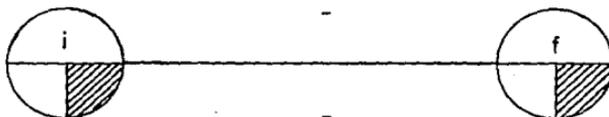


Figura 1.3

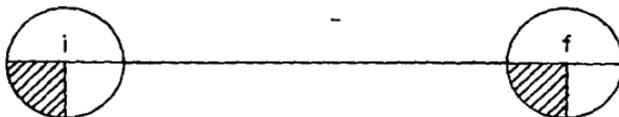
EVENTO		ACTIVIDAD	U	CO	G	RG	JG	NG	DN	DF
i	f									

TABLA 1.2

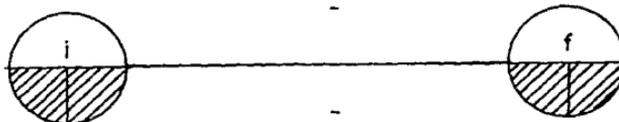
Si hay dos o más eventos con duraciones acumuladas iguales que llegan a otro evento con duraciones acumuladas iguales, se tomará solamente uno, el mayor de ellos, para trazar la ruta crítica.



De ida predominan duraciones acumuladas mayores (se suman).



De regreso predominan duraciones acumuladas menores (se restan).



Duraciones acumuladas iguales es la RUTA CRITA

Figura 1.4

1.4.4 CALCULO DE HOLGURAS

Sirve para que nos demos cuenta que actividades pueden tener pequeños retrasos, sin alterar el programa y cuáles -- son las que no pueden tener retrasos, o sea que son parte de la ruta crítica, el cálculo de holguras se puede realizar con la tabla 1.3

Fórmulas:

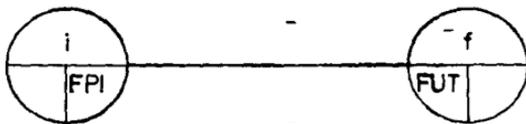
$$FPT = FPI - D$$

$$FUI = FUT - D$$

$$HT = FUT - FPT$$

$$HL = FPI(f) - (FPI(i) - D)$$

Donde:



D = duración

FPI = fecha proxima de inicio

FPI(i) = fecha proxima de inicio primaria

FPI(f) = fecha proxima de inicio secundaria

FUI = fecha última de inicio

FUT = fecha última de terminación

Actividad	D	FPI	FPT	FUI	FUT	HT	HL

TABLA 1.3

HT = holgura total (es el tiempo permitido de atraso a una actividad sin que altere el término de la otra)

HL = holgura libre (es el tiempo permitido de atraso a una actividad pero sin que altere el inicio de la que le sigue)

A continuación con la duración y la holgura de cada actividad se puede hacer un diagrama de barras completo, para mejor localización de las actividades críticas.

1.4.5 PROGRAMA DE RECURSOS Y EGRESOS

El programa de recursos se calcula con la cantidad de hombres que se necesitan para cada actividad, esta cantidad se puede determinar mediante la tabla 1.2 con (NG) el número de grupos y cada grupo tiene un número determinado de hombres.

Luego se determina con el diagrama de barras. Es muy importante este programa para que se tenga una previsión de los requerimientos necesarios de insumos y se pueden obtener con anticipación.

Los materiales se grafican en forma acumulada para poder planear el volumen necesario en el período establecido,

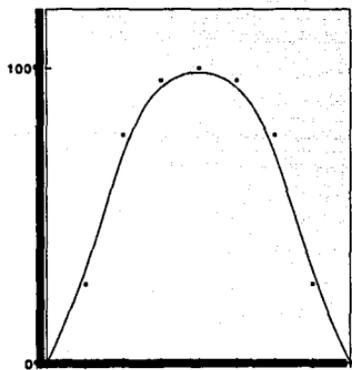
ya que en esta forma se puede ver directamente la cantidad total de ese período.

Las gráficas de mano de obra se consideran parciales para poder detectar fácilmente la cantidad necesaria en cada período y realizar las contrataciones o despidos pertinentes.

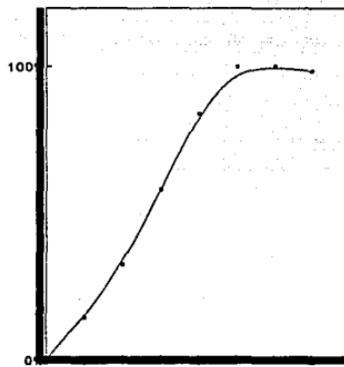
Las gráficas de maquinaria también se consideran parciales y nos sirven para planear mejor su utilización en la obra de manera que sea el mayor número de veces posibles o que se liberen en el menor tiempo para poder reutilizarlos y amortizar de esta manera su inversión lo más pronto posible. No hay que pasar por alto el balanceo de la maquinaria, porque es muy común que se programen minuciosamente requerimientos de materiales y que se vigile muy de cerca su consumo, pero el tiempo ocioso de maquinaria pocas veces se percibe, perdiéndose dinero en el caso de que sea rentada o dejando de ganar en el caso que sea propia.

Las gráficas de mano de obra y maquinaria se debe tratar que sean lo más uniforme posible, evitando disminuciones o aumentos bruscos, porque esto significaría en el caso de la mano de obra el despido de mucha gente para su posterior contratación y para el caso de la maquinaria, tiempos muertos muy costosos.

El programa de egresos no es más que la cantidad de di-



PARCIAL



ACUMULADO

FIGURA 1.5

nero que se gastará en cada período de tiempo, para poder tener una previsión de la inversión necesaria durante la ejecución de la obra.

Se elabora partiendo del programa de obra, y consiste - en elaborar una gráfica de costo contra tiempo para determinar la inversión máxima que se debe realizar durante la ejecución de la obra.

Es muy importante hacer el programa de egresos porque - de lo contrario se desconocería el ritmo de inversión que se tiene que realizar, y en el caso de depender de algún crédito al momento de necesitarlo seguramente éste se obtendrá mucho más caro que de haberse previsto, y provocará un desbalanceo de lo programado. Las gráficas del programa de egresos en su forma ideal deben asemejarse a las de la figura -- 1.5.

Es obvio que en un caso real es extremadamente difícil que las gráficas tengan su forma idealizada, pero hay que -- tratar que sean lo más parecidas a ésta, analizando varias opciones hasta encontrar la más adecuada.

1.4.6 OPTIMIZACION DE COSTO-TIEMPO

Los datos de costo-tiempo son una información detallada del costo y tiempo de las actividades obtenidas de los presu

puestos para cada una de las que intervienen en el proyecto. Estos datos serán presentados en forma tal que muestren el - costo directo y tiempo requeridos para cualquier método posi ble para llevar a cabo la actividad. Esta información bási ca es necesaria para determinar el costo y duración óptimos que deberá encontrarse entre dos extremos: La solución de - costo mínimo y la solución de duración mínima.

* La solución de costo mínimo, da el tiempo necesari o para determinar un proyecto con el menor costo directo posible.

* La solución de duración mínima se refiere al plan necesario para determinar un proyecto en el tiempo más corto posible, a un costo para ese tiempo de terminación. Con el fin de reducir el tiempo, un gran número de actividades deberá ser aceleradas - hasta un cierto "límite".

Un corolario esencial para la preparación de los datos de costo-tiempo, a partir del presupuesto, es la obtención de las curvas de costo-tiempo (llamadas también curvas de da tos de utilidad) como se muestra en la figura 1.6.

En la curva práctica el "punto normal" es, por defini ción, el necesario para realizar el trabajo al menor costo di recto posible; cualquier tiempo menor a éste costará más,

a causa del tiempo, mano de obra y equipo extras. El punto señalado como "costo límite para la duración mínima", muestra el mínimo costo directo para realizar el trabajo en el tiempo más corto posible. Los puntos intermedios, muestran los costos para diversos tiempos factibles a los que el trabajo puede ser acelerado con el empleo de procedimientos de construcción.

CURVA PRACTICA

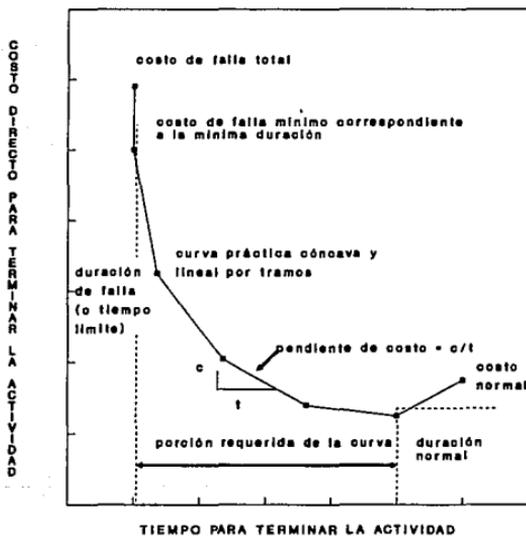


FIGURA 1.6

CURVA TEORICA

31

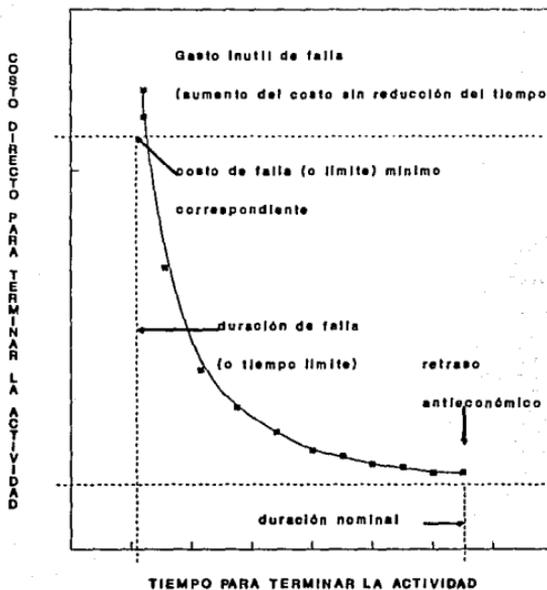


FIGURA 1.7

CAPITULO II

C A P I T U L O I I
CONTROL EN LA EJECUCION DE UN PROGRAMA

2.1 CONTROL DE UN PROGRAMA

Desde que un proyecto se concibe hasta que se termina, la administración debe ser capaz de ejercer control sobre toda la operación. La función de la ruta crítica es proporcionar la maquinaria de un control sistemático de tal modo que la administración necesite intervenir solamente cuando el -- proyecto esté fuera de programa, o en caso de cualquier otra dificultad, una práctica conocida como administración por excepción.

Muchos factores se combinan para proporcionar esta clase de control, pero ninguno es más importante que la comunicación. La RUTA CRITICA es una excelente herramienta de comunicación porque muestra gráficamente las relaciones mutuas entre todas las actividades de un proyecto, o indican, claramente, donde recaen las responsabilidades. Se reduce grandemente, por lo tanto, la cantidad de reportes de avance. - - Cuando se requiere un cambio en el plan, por ejemplo, la administración puede notificar rápidamente a los supervisores en cargados de las actividades afectadas. No hay necesidad de informar a todos los que tienen cargos de responsabilidad, - ya que la red mostrará, claramente, que actividades resultarán afectadas por un cambio.

Las decisiones frecuentemente involucran cantidades importantes de capital. Los proyectos que tales decisiones ponen en movimiento conducen a la necesidad de coordinar la -- cantidad de funciones interrelacionadas, que deben ser con sideradas para producir un plan y un programa. Aun de mayor - importancia es la necesidad de poder incorporar cambios a me dida que ocurren y conocer, de inmediato su efecto. Lo que se requiere, entonces, es un sistema dinámico de planeación y programación, que no solamente produzca el mejor plan y el mejor programa iniciales posibles de un proyecto, sino que - sea suficientemente dinámico para reaccionar instantaneamen- te a condiciones y seguir produciendo el mejor plan y el me- jor programa.

Cualquier sistema de administración de proyectos, debe proporcionar una solución del problema al cual está dirigido. Aun más que esto, debe proporcionar una solución que tome en consideración el papel y la función de la administración. - La solución más sofisticada de un problema no tiene valor si no puede ser controlada eficientemente por la administración. La ruta crítica no solamente proporciona a la administración el control sino, lo que es más importante, puede ser contro- lada por la administración.

2.2 CONCEPTO DE COSTO DE UN PROYECTO

Se considera que el costo de un proyecto es la medida -

común de los gastos de recursos. En otras palabras, nuestro empleo de hombres, dinero, máquinas, materiales y tiempo, se relaciona a esta medida común de costo.

El costo total de un proyecto es la suma de dos costos separados: el COSTO DIRECTO hecho al ejecutar el trabajo y el COSTO INDIRECTO relativo al control o dirección de ese -- trabajo; interés del capital, producción perdida, y materiales afines.

Para ilustrar estos dos conceptos, podemos mencionar en la construcción de una obra, que el costo directo es la cantidad pagada por el diseño, materiales, equipos, honorarios, cargos del contratista etc. El costo indirecto, por otra -- parte, incluye aquellos desembolsos relativos a gastos generales, supervisión y utilidad perdida, incluyendo la pérdida de mercado si los competidores inician primero la producción.

2.2.1 COSTO DIRECTO DE UN PROYECTO

La determinación del costo directo se presenta cuando - el costo total aumenta a medida que la duración disminuye como se ilustra en la figura 2.1. El costo aumenta también a medida que el tiempo aumenta, debido a los retrasos y asuntos semejantes. Esto es equivalente a un alargamiento o a - un costo y una duración mayores que los normales.

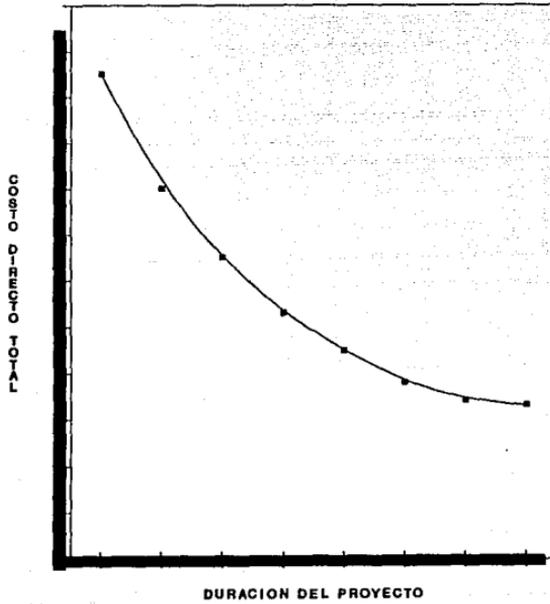


FIGURA 2.1

2.2.2 COSTO INDIRECTO DE UN PROYECTO

El costo indirecto se eleva al aumentar la duración. Si el costo indirecto se debiera solamente a los gastos generales de supervisión, quedaría representado por una línea recta, como se ilustra en la figura 2.2.

Cuando existe una pérdida de utilidades debido a una inhabilidad para satisfacer la demanda, debe agregarse a los gastos generales el aumento de costo correspondiente, resultando la curva que se muestra en la figura 2.3

2.3 COSTO TOTAL DE UN PROYECTO

La duración de un proyecto involucra, en parte, el costo total mínimo. La duración más deseable usualmente se localiza entre la duración normal y la duración mínima del proyecto. Se encuentra determinando el rango de valores del costo total del proyecto (para varias duraciones) y se toma la duración correspondiente al valor mínimo. El costo total del proyecto para cada duración se encuentra combinando los valores correspondientes del costo directo y del costo indirecto.

Se supone que el costo indirecto total de un proyecto puede representarse gráficamente con una curva como se muestra en la figura 2.4. Existen casos, sin embargo, donde no existe la curva pero se tiene un grupo de puntos aislados

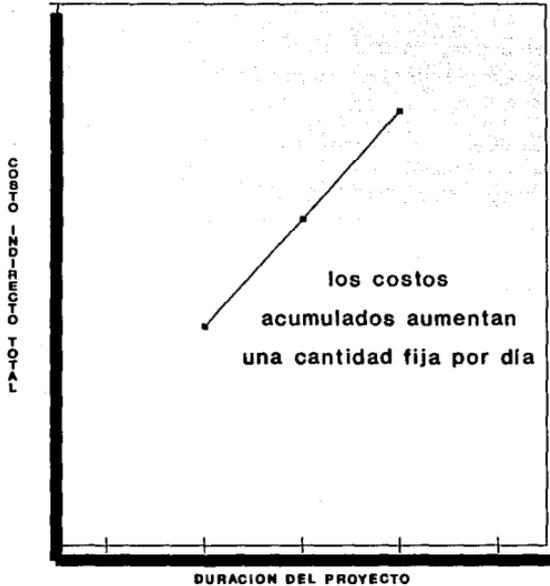


FIGURA 2.2

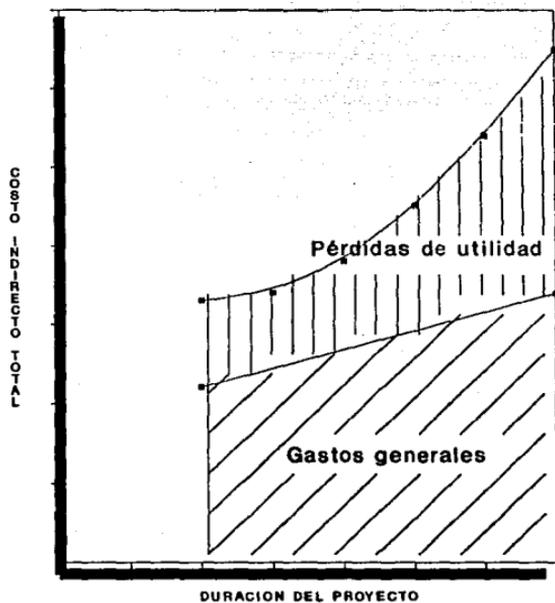


FIGURA 2.3

nectados a fechas de calendario específicos. A su vez, estos puntos, pueden estar relacionados a duraciones del proyecto, después de que se escoge la fecha de iniciación del mismo.

De cualquier modo, no hay problema al seleccionar el costo total mínimo posible de proyecto. Ya sea que la curva exista o no, nuestro objetivo principal es determinar la inversión mínima posible para el proyecto completo. Una vez que esto se hace, podemos determinar la duración correspondiente del proyecto, la cual es la duración óptima del mismo, como se muestra en la figura 2.4.

Es evidente que la tarea de determinar los costos totales de un proyecto, se reduce a la determinación de los costos directos totales. Esto no quiere decir que los costos indirectos sean fáciles de establecer, sino que son principalmente una materia de discusión, decisión, contabilidad y, ocasionalmente, de suposición. Tampoco están relacionadas a cada operación del proyecto como lo están los costos directos.

Los costos totales del proyecto, para varias duraciones, se encuentran sumando los costos directos totales y los costos indirectos totales respectivos. Si se cuenta con una curva completa de los costos indirectos totales, entonces también existe una curva completa para el costo total del

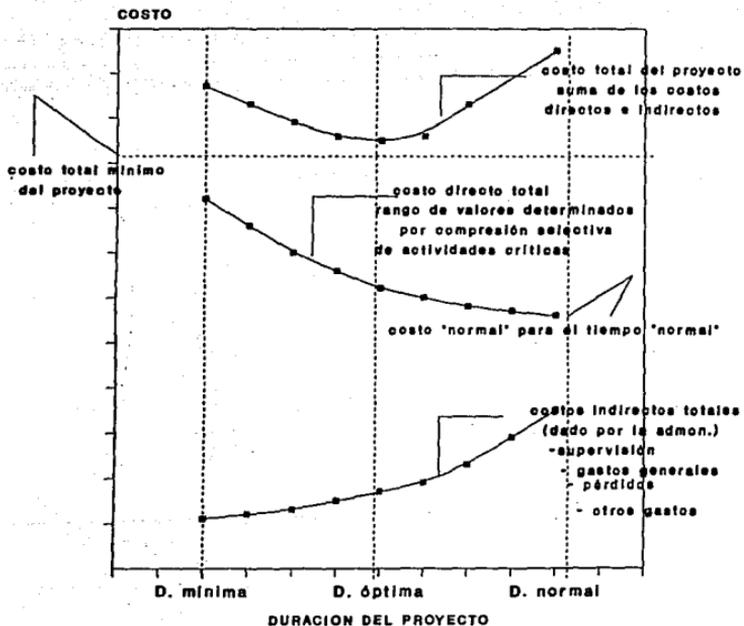


FIGURA 2.4

proyecto. Si no se dispone de una curva completa para los - costos indirectos totales, sino de varios puntos entonces el resultado será un grupo de puntos que representa los costos totales de proyecto y no una curva completa.

Ya sea con una curva o con un grupo que representen los costos totales del proyecto, seleccionamos la inversión total mínima. La duración correspondiente es la duración del proyecto, y proporciona el plan óptimo del mismo. El plan - óptimo del mismo proyecto muestra la ruta crítica y las fronteras de las actividades correspondientes a la duración óptima del proyecto (costo mínimo). Usualmente se tiene una combinación de actividades comprimidas, normales, y parcialmente comprimidas.

Aplicando el análisis costo-tiempo, se obtendrá reduc-- ciones importantes en la inversión total del proyecto.

2.4 CONTROL DE RECURSOS

Los recursos que intervienen en un proyecto son primor-- dialmente 5: fuerza de trabajo, dinero, materiales, maquina-- ría y tiempo. El último de ellos frecuentemente es menos --preciado como recurso de un proyecto, puede probar ser el -- más valioso de todos y el que debe ser "gastado" más juicio-- samente.

Los recursos son ilimitados, y con frecuencia están apu radamente restringidos. Esto es cierto para proyectos de -- cualquier tamaño. El constructor depende de la cantidad máx ima disponible de recursos y, el éxito de una obra depende de como los usemos. Por esta razón, es vital que no los - - fragmentemos. Es igualmente vital que programemos los recur sos según el máximo disponible. La asignación óptima de re cursos no solamente reduce el costo total de un proyecto, si no que frecuentemente deja libres recursos para proyectos -- que de otro modo no podríamos haber emprendido.

No importa que actividad se trate, en su realización de ben gastarse recursos de alguna clase ya sea alguno que haga mos, u algo que otros hagan para nosotros, algún costo está asociado a la fuerza de trabajo, al material, a la maquina-- ría, al dinero, o al tiempo que se empleen. Aunque frecuen-- temente, reducimos este costo a su "equivalente en dinero", debemos comprender que realmente "gastamos recursos". El -- costo final de cualquier proyecto resulta afectado, material mente, por la manera en que esto se haga. De modo que, en - la realización de un proyecto, es vitalmente importante pla-- near y programar, cuidadosamente, el gasto exacto (o utiliza ción) de los recursos.

Los recursos frecuentemente están limitados en cantidad, y su uso está restringido de alguna manera.

La planeación de las operaciones de un proyecto es la - determinación de las diversas tareas que deben realizarse, - su secuencia de realización, y los recursos que requerirán. El resultado es un plan de operaciones que preside la duración y el costo total. Como subproductos de la planeación - se establecen las actividades críticas y las no-críticas, y se determina la holgura total de las actividades no-críticas.

Un programa, por otra parte, es una lista o diagrama de los tiempos esperados o predichos de iniciación y de terminación de todas las actividades del proyecto. Es el programa lo que muestra cuáles recursos han sido ya usados, o cuándo se van a usar. Más aún, el programa no puede violar la secuencia necesaria de las actividades del proyecto. El proyecto, podemos decir en verdad, se produce, realmente a partir de la planeación.

La diferencia entre el plan de operaciones y el programa, es la diferencia entre la necesidad y su satisfacción; - esto es la asignación de recursos. Si los recursos están -- disponibles sin límite, la dificultad de programación es trivial ya que puede establecerse que todas las actividades se inicien en su tiempo de iniciación más próximo. Si, no obstante, como es muy frecuentemente el caso, los recursos están algo restringidos debemos determinar, entonces, el tiempo de iniciación programado, que puede ser diferente del - tiempo de iniciación más próximo en muchas de las actividades del proyecto.

La ruta crítica, por si misma, ha tenido impacto sobre la asignación y programación de recursos, por dos razones. Primero, al establecer las actividades críticas, el programador puede establecer las actividades con prioridad de recursos. Segunda, al establecer un posible rango de tiempo de iniciación (hogura total), de las actividades, no-críticas, el programador dispone de alguna libertad al decidir sobre el mejor tiempo de iniciación de las actividades no-críticas, de acuerdo a los recursos disponibles.

En la solución básica por medio de la ruta crítica, las redes representan las actividades que deben realizarse. Las estimaciones de tiempo y costo establecen posibles duraciones del proyecto y determinan las actividades críticas y las no-críticas. No obstante, la duración real del proyecto y los posibles tiempos de iniciación, dependen de los recursos disponibles en un momento dado durante el transcurso del proyecto. En efecto, una vez que se toman en cuenta las restricciones de recursos, muy frecuentemente se establece una nueva ruta crítica; esto es, debe hacerse una distinción entre los planes y los programas que son técnicamente factibles y los planes y programas que son prácticos desde otro punto de vista.

Si las necesidades de recursos de un programa particular, exceden el límite disponible de recursos, entonces de ninguna manera puede lograrse la duración "factible". Por -

ejemplo un programa puede requerir que se gaste dinero más - rápidamente de lo que pueda obtenerse. En este caso, no es válida la duración que muestre la ruta crítica del proyecto puesto que, necesariamente, debe "alargarse".

De la misma manera, un programa técnicamente factible - puede mostrar una necesidad de recursos que fluctúe amplia-- mente. El número de hombres requeridos puede ser de 300 un día, 40 al siguiente, y 200 el día después. Aunque tales -- fluctuaciones violentas pueden ser técnicamente posibles, -- usualmente no son prácticas.

Esto señala la necesidad de una técnica para asignar -- fuerza de trabajo, y otros recursos, de manera óptima.

2.5 COMO ASIGNAR RECURSOS

Un programa se produce asignando los recursos disponi-- bles de acuerdo a las necesidades señaladas en la planeación. El resultado es un conjunto de fechas de iniciación esperadas para todas las operaciones del proyecto. Idealmente, -- por lo tanto, la tarea de conjunto de programación, debe tomar en cuenta:

- 1.- La secuencia de realización mostrada en la planea-- ción (diagrama de flechas).
- 2.- El método de ejecución dado por la planeación; esto

es, el tamaño de las cuadrillas, el tiempo y número de piezas de equipo, el capital, etc. deben asignarse (si están disponibles), de acuerdo a las necesidades indicadas (comprimidas, normales o parcialmente comprimidas).

- 3.- Los recursos se asignan hasta el límite de disponibilidad. Esto significa que se establecen límites que no pueden ser sobrepasados.
- 4.- La duración del proyecto no se extiende más allá de la especificada por la planeación.

Si estas condiciones se satisfacen rigidamente, el problema de programación se reduce al siguiente procedimiento.

- 1.- Asignar recursos a todas las actividades críticas y programar estas actividades comenzando en su "tiempo de iniciación más próximo".
- 2.- Seleccionar las fechas de iniciación de las actividades no críticas asignando los recursos remanentes.

Aunque este procedimiento simplificado es posible, no siempre es práctico. En muchos casos, las necesidades de recursos de las actividades críticas pueden exceder la disponibilidad en un momento dado. En el cual estamos interesados, es imposible satisfacer las condiciones idealizadas establecidas. Aunque podemos, y debemos, satisfacer los requisitos de secuencia, debemos estar preparados para:

- 1.- Modificar el método de realización.
- 2.- Restringir los recursos.
- 3.- Variar la duración del proyecto.

Establecer la duración de un proyecto, es una función de la planeación. En la programación, no estamos, interesados en la selección de la duración del proyecto o en la 'compresión'. Estamos interesados, principalmente, en asignar los recursos a nuestra disposición para realizar las actividades de un proyecto. Este procedimiento de asignación es difícil cuando, como sucede normalmente, los recursos disponibles están restringidos de alguna manera. Cuando, por otra parte, se dispone de recursos ilimitadamente, y donde no existen criterios para los procedimientos de asignación, el problema de programación es mínimo. Las fechas de iniciación de las diversas actividades pueden seleccionarse a voluntad, dentro de los límites de tiempo establecidos por la planeación. El programa más adecuado será, por supuesto, aquel en que todas las actividades principien en sus tiempos de iniciación más próximo.

El proceso real de programación variará de acuerdo a los criterios, o condiciones de frontera, bajo los cuales se llevará a cabo la programación. Al programar, seleccionamos una de varias alternativas, cada una de las cuales, a su vez, está compuesta de un conjunto de combinaciones. Por esta razón, podemos denominar al proceso, en conjunto, como un pro-

ceso de selección combinatorio bajo condiciones de frontera preestablecidos.

2.6 NIVELACION DE RECURSOS: FUERZA DE TRABAJO

Para poder obtener costos mínimos, debemos tener un uso óptimo de los recursos asignados, para poder lograr esto es necesario "nivelar" el uso de los recursos por tipo, o subtipo, en cada uno y todos los proyectos que se ejecuten al mismo tiempo. Uno de los recursos más importantes que hay que nivelar es la FUERZA DE TRABAJO.

En la mayor parte de las actividades tenemos dos tipos de fuerza de trabajo. El primero es una fuerza fija de personal clave que, a causa de su habilidad y conocimientos especiales, debe conservarse en la nómina de pago aun cuando no se ocupe; de otra manera, no estará disponible cuando se requiera nuevamente. Si la demanda de este personal clave no se controla de manera adecuada, fluctuará ampliamente y se tenderá a mantener en reserva un gran número en todo tiempo, a fin de cumplir las demandas máximas. Obviamente, existirán muchos períodos en que estas personas no sean necesarias, pero su pago continuará de todos modos. Lo que se desea es un método para nivelar, o promediar, el uso de esta fuerza fija, de tal modo que se llegue a un número óptimo, con un mínimo de tiempo desocupado. Para ilustrar esto se muestra la figura 2.5.

Particularmente en proyectos de construcción, existe -- una segunda fuerza de trabajadores no adiestrados, la cual -- se contrata y libera sin tender a su continuidad. Nuevamente, si la demanda no se controla, esta fuerza fluctuará; por lo tanto, es importante que nivelemos, también, el uso de esta fuerza variable. La idea será, naturalmente, tratar de -- lograr un incremento gradual de la demanda, hasta que se alcance un límite cerca del final de la actividad, que sea seguido de una disminución, la fuerza total puede transferirse en grupo a la siguiente actividad.

Otra necesidad, es una solución al problema de comunicación. Una buena comunicación en un proyecto implica un entendimiento claro de la planeación por parte de todos los interesados, no sólo al principio, sino a lo largo de todo el camino. Esto significa, también la habilidad de modificar la planeación en cualquier momento sin destruir este entendimiento claro y sin causar confusiones. Más aun, cuando es necesario cambiar la planeación, queremos conocer precisamente quién debe ser informado y quién no necesita recibir información, en razón de que no le incumbe el cambio.

Otra parte importante de la planeación de cualquier proyecto es la estimación de los costos. No sólo se desea organizar al principio los métodos de estimación del costo -- de un proyecto, sino que se debe, también ser capaces de revisar y mejorar las estimaciones con cierta frecuencia, a --

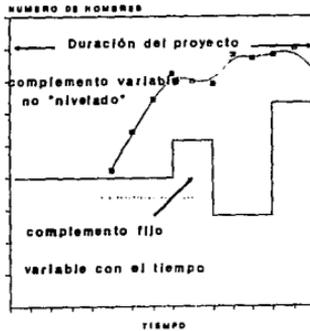


FIGURA 2.5

fin de permitir cambios en los planes y condiciones.

2.6.1 PROGRAMA DE SUMINISTROS

En base al calculo de volumetrías de obra por ejecutar, se determinan las cantidades de material necesarios que intervienen en cada partida del programa, y se integran a éste, indicando por cada periodo la cantidad y tipo de material, - así como su fecha límite para recepción en obra.

Este concepto es uno de los más importantes, debido a - que si no se tiene el adecuado CONTROL DE SUMINISTROS, nos - puede provocar un atraso en las actividades del programa, e incluso podemos parar la obra por falta de materiales.

2.6.2 CONTROL DE INVERSION

El control de inversión también está basado en el registro de actividades, procesos o etapas que han sido ejecutadas en la fecha de revisión. La experiencia indica que el - flujo de inversión en las obras se inicia lentamente, y va - aumentando conforme avanza la obra hasta llegar a su máximo, después va descendiendo hasta su terminación.

Para llevar un buen registro del avance por inversión - se debe conservar siempre la gráfica que representa el programa de inversión original y que se obtuvo del presupuesto

original de la obra. Es decir, las aditivas y deductivas de bidas a fluctuaciones de precio alteraciones al proyecto deberan considerarse por separado.

Del registro de etapas terminadas en una fecha de corte y del valor de cada una de estas etapas, se obtiene el avance total de la inversión acumulada a esa fecha. Cabe recordar que el valor de cada etapa fue calculado durante el procedimiento para obtener el programa de inversión.

CAPITULO III

C A P I T U L O I I I
VARIACIONES Y COMPONENTES QUE AFECTAN LA
CORRECTA EJECUCION DE UN PROGRAMA

3.1 UNA INSTITUCION IMPORTANTE

A continuación se describe un método real y fácil para cumplir la programación, así como detectar con facilidad los posibles atrasos, para dar una inmediata solución o bien - otorgar prórrogas si así se necesita, o en el caso crítico - autorizar la reprogramación de obra.

Este método lo ha establecido una de las instituciones promotora de vivienda más importante en el país, como lo es el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT), que inicio sus actividades el 1o. de mayo de 1972.

Es un organismo público de servicio social con personalidad jurídica y de patrimonio propio, solución de largo plazo pero de eficacia creciente y constante, tiene como responsabilidad mayor hacer realidad el derecho de los trabajadores a una habitación cómoda, higiénica y digna, que constituye el marco espacial adecuado para la superación integral de la familia y, a través de ella, contribuir al fortalecimiento del bienestar colectivo de la sociedad.

Se encuentra constituida en forma tripartita; es decir, que en su administración interviene tanto representantes del Gobierno como del sector empresarial y el sector de los trabajadores. Proporsiona créditos a los trabajadores para la adquisición de vivienda. Esto es financiar la demanda con los recursos procedentes de las aportaciones empresariales equivalentes al 5% del salario de los trabajadores.

Este sistema trabaja mediante promociones, que son los programas de construcción de casas habitación, propuestas al INFONAVIT a nombre de un grupo de trabajadores sindicalizados o no sindicalizados, debidamente identificados y que sean derechohabientes del propio instituto. EL INFONAVIT celebra un contrato de financiamiento con el contratista, que es la persona física o moral propuesta por el promotor (representante de un grupo de derechohabientes) para la ejecución de la promoción de vivienda y que se encuentra inscrito en el padron de constructores del propio instituto.

3.2 IMPORTANCIA DE LAS ESTIMACIONES EN LAS OBRAS

Al analizar el desarrollo de las obras es imprescindible detenernos en la importancia que tiene para cumplir los objetivos el flujo de los recursos financieros, pues sin él las erogaciones propias de la obra y la utilidad esperada por el contratista no serán posibles. Las estimaciones constituyen herramientas ágiles de trabajo que garantizan el sa-

no desarrollo económico de las obras, para lograr su conclusión en tiempo y calidad.

Así, al referirnos al marco contractual encontramos perfectamente definido el sistema de presentación y autorización de las estimaciones, como documentos necesarios para tramitar pagos provisionales de obra.

Las cuales serán elaboradas por el constructor, dentro de los formatos institucionales y presentados al supervisor con los apoyos técnicos necesarios, para que una vez aprobadas sean liquidadas por la institución Fiduciaria.

Siendo que las estimaciones tienen por objeto remunerar al constructor por los trabajos efectuados, evaluandolos mediante la aplicación de precios unitarios a las cantidades de obra autorizadas, resulta indispensable conocer el avance de cada precio para pagar la obra adecuadamente.

3.3 IMPORTANCIA DEL CONTROL DE OBRA

El programa de obra siempre estará sujeto a desviaciones debidas a fallas en los recursos que se planearon utilizar. Para lograr la terminación de la obra en el tiempo previsto, el control de programas es herramienta indispensable que permite el seguimiento de lo planeado con objeto de obtener la información de las desviaciones y sus causas. Del --

análisis de esta información se desprende las medidas correctivas necesarias para lograr las metas fijadas.

El control de los programas se realiza periódicamente - mediante la revisión del avance real de los trabajos, comparándolos con el programa original del cual obtenemos, a la fecha de revisión, el avance programado.

En base a los anexos técnicos al contrato, principalmente proyecto ejecutivo, presupuesto de contratación y programas de obra, se podrán diseñar controles técnicos para verificar el cumplimiento a los compromisos establecidos. Dentro del sistema INFONAVIT la responsabilidad directa sobre la elaboración y seguimiento a los controles de obra recae en el supervisor, quien hará notar en forma oficial las desviaciones con respecto a los anexos técnicos.

En forma general se puede decir que el supervisor enfocará su atención en obra, a los siguientes aspectos:

- 1.- Al control de calidad en lo relativo al cumplimiento del proyecto y sus especificaciones.
- 2.- Al control del costo en la autorización de volúmenes de obra real ejecutada, así como a la revisión y aprobación de estimaciones y presupuestos de incrementos en base a la normatividad institucional.
- 3.- Y a la observación de los programas de obra en los

controles del tiempo. La implementación y seguimiento de éstos controles tiene una doble importancia, primero la de verificar el cumplimiento contractual en los tiempos de obra y en los recursos comprometidos, y segundo por la repercusión inmediata de los tiempos de ejecución de obra en el cálculo y aprobación de escalaciones, es decir que en la medida en que se controle el cumplimiento de los programas, estará controlando el costo de las obras.

El seguimiento a estos controles deberá ser llevado en obra en las oficinas de supervisión.

Por su parte el constructor deberá contar con sistemas propios de control a los programas, para detectar las desviaciones en los recursos comprometidos y en la estrategia programada a la obra.

3.4 PROGRAMA DIA A DIA

El programa día a día es un instrumento para el control del tiempo, que se utiliza principalmente en las etapas de terminación general de la obra, o de alguna de sus etapas importantes, como: Cimentación, Estructura, Instalaciones, etc.

Consiste en extraer el último periodo programado que no

exceda de 30 días, y vaciarlo en un formato con retícula en días calendario, en el cual se indicarán de manera clara y completa:

- 1.- Volumen de obra a ejecutar diariamente o su porcentaje.
- 2.- Recursos aplicables a cada concepto diariamente, ya sean humanos o de equipo.
- 3.- Rendimiento diario de los recursos.
- 4.- Materiales necesarios a pie de obra.

La implementación de éste programa día a día, se hará -- sobre cada una de las unidades de obra, ya sea por cada vivienda, edificio, departamento, calles, áreas exteriores, señalamientos, equipamiento urbano, líneas de agua potable, -- etc, etc.

El tiempo de ejecución se toma a partir de la fecha de terminación hacia atrás en el tiempo, hasta llegar a los 30 días antes de la fecha de terminación, y a partir de esa fecha, se determinan los avances máximos y los volúmenes de -- obra por ejecutar, elaborando entonces la programación res-- pectiva.

Tanto el siguiente como la actualización de datos, es -- diaria sin variar la fecha de terminación fijada.

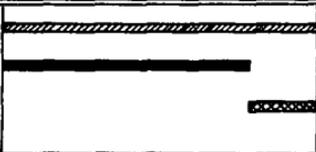
3.4.1 AVANCE DE OBRA

El avance de un programa o de sus conceptos, se evalúa llevando a cabo un levantamiento del volumen de obra ejecutado, o del porcentaje, del total programado.

El volumen de obra ejecutado o su porcentaje, se compara con el volumen programado o su porcentaje, determinando así, la desviación entre programa y ejecución real de obra en cada periodo.

A continuación se presenta un ejemplo del avance de obra, donde se representa mediante un diagrama de barras para una mejor comprensión, usualmente en la práctica se representa en forma de gráficas.

Ejemplo:

actividad	período no. 1	
1		programa ejecutado desviación

3.5 DETERMINACION DE LOS INDICES DEL GRADO DE DESVIACION DE LAS OBRAS.

Con el objeto de sistematizar a nivel nacional la cuantificación del grado de desviación de las obras al comparar los avances reales con los programas, el Departamento de Control de Obra ha definido los siguientes índices:

- 1.- Desfasamiento de avance real con respecto al avance programado. Se obtendrá por la diferencia aritmética entre los valores, el resultado nos dará una - - idea global de la desviación contractual.

$$\text{Desfasamiento} = \% A R - \% A P$$

- 2.- Atraso de obra. Se valorizará como el resultado de dividir el desfasamiento entre el avance programado a la fecha de corte, la importancia de este índice radica en que nos ofrece directamente el grado de incumplimiento del contratista en el desarrollo de la obra. Por otra parte, cuando este valor sea mayor o igual al 40% el contrato estará en causal de rescisión por incumplimiento.

$$\text{Atraso} = \frac{\% A R - \% A P}{\% A P} = \frac{\text{Desfasamiento}}{\% A P}$$

- 3.- Desviación en tiempo. Se calculara graficamente --

dentro de la curva costo-tiempo y servirá para cuantificar la desviación en el tiempo para lograr los objetivos programados. El procedimiento será el siguiente:

- De la gráficas costo-tiempo programada y real, se obtendrá en que momento se debió alcanzar, según programa, el avance real logrado, con lo cual se obtendrá la desviación en días entre lo programado y lo real.

Para ilustrar este concepto se presenta el siguiente ejemplo:

Cálculo de los índices del grado de desviación entre el avance real y el programado.

$$1.- \text{Desfasamiento} = \% R - \% P$$

$$\text{Desfasamiento al 3er. mes} = 25 - 50 = - 25\%$$

$$2.- \text{Atraso} = \frac{\%AR - \%AP}{\%AP}$$

$$\text{Atraso al 3er. mes} = \frac{25 - 50}{50} = - 50\%$$

Conclusión: De no modificarse las condiciones de avance en la obra, esta se concluirá en el doble de tiempo de contratación debido a que se esta incumpliendo en un 50% con los objetivos programados.

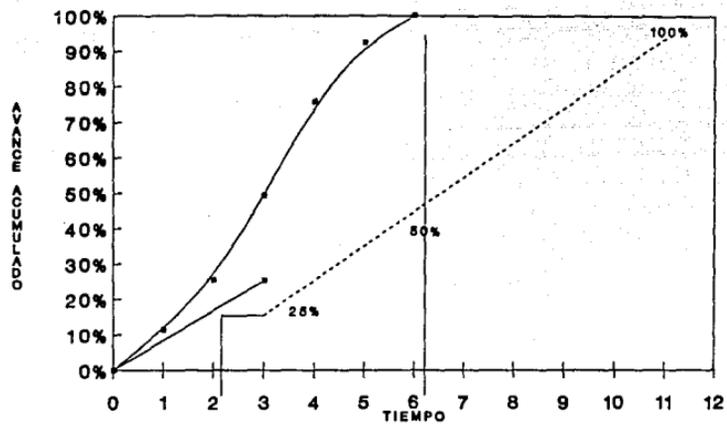


FIGURA 3.1

3.- Desviación de tiempo.

Si se evalúa gráficamente, se observa que la obra alcanza el 25% de avance real a la conclusión del 3er. mes, teniendo como objetivo programado el 25% de avance a la conclusión del 2º mes, en conclusión lleva una desviación en tiempo de un mes en tres de obra, como se ilustra en la Figura 3.1

Es importante analizar que las desviaciones en los programas de obra no afecten solamente al contrato particular, sino también a los objetivos últimos del instituto.

3.5.1 RESULTADOS DE UN ATRASO DE OBRA

El que existan atrasos en los programas de vivienda afecta en los siguientes aspectos:

- * Incumplimiento en las fechas programadas de entrega de vivienda al derecho habiente.
- * La obra presenta incrementos por los ajustes de precios procedentes. Y por los cargos indirectos técnicos y administrativos por un tiempo mayor al considerado .
- * Se afecta el flujo financiero del instituto al no erogarse los montos presupuestados en los tiempos programados.

- * Se retrasa el momento de recuperación de las inversiones afectadas, al no poder asignarse las viviendas en el momento programado.

El equipo técnico encargado de la obra (contratista, supervisor y personal técnico del instituto), está fallando en los objetivos originales del sistema INFONAVIT. Esto propicia que no puede brindar al trabajador una vivienda digna, a precios aceptables dentro de los márgenes del interés social y en el plazo programado.

3.5.2 CONTROL DE OBRA CON ATRASO

Cuando una obra sufre desviaciones con relación al programa original por los atrasos presentados sucede que, los programas, y los controles diseñados a partir de ello, dejan de tener validez para el seguimiento y planeación de la obra, por lo tanto se deberá efectuar una reprogramación de actividades y recursos la que puede ser:

- * Reprogramación de obra sin variar la fecha de terminación programada (reprogramación interna de obra) pudiendo ser:

- Programas a corto plazo.
- Programas día a día.

Teniendo como objetivo el abatir los atrasos presentados, rigiendo el programa autorizado para efectos de pago.

- * Reprogramación de obra variando la fecha de terminación programada. Evaluando su aplicación en base al procedimiento para solicitud y otorgamiento de prorrogas.
- Esta reprogramación se aplicará exclusivamente a la obra pendiente de ejecución.

3-6 OBRA EXTRA O FUERA DE PRESUPUESTO

El control de costo se basa principalmente en la verificación continua de los datos expresados en el presupuesto de obra, en los conceptos de volúmenes y precios unitarios. -- Las variaciones que ocurran en cualquiera de ellos significará una modificación al costo total calculado.

Por lo tanto, todos los ajustes en los volúmenes de - - obra ejecutada o las cantidades de obra por conceptos no incluidos en el presupuesto original, deberán integrarse de inmediato con sus costos respectivos, modificando el programa de erogaciones y el costo total de la obra.

Los ajustes a cantidades de obra ejecutada o la obra -- fuera de presupuesto, deberán acompañarse de sus números generadores firmados por el supervisor y el representante de - la constructora, y los precios unitarios correspondientes, - debidamente aprobados en base al catálogo de precios unita--rios de la delegación.

3.6.1 INCREMENTOS DE PRESUPUESTOS

- * Los incrementos a la inversión autorizada, únicamente procederán tratándose de aumentos en precios de materiales no cubiertos por el anticipo, de aumentos salariales y de obras extraordinarias no previstas en el proyecto ejecutivo con el que se elaboró el proyecto de inversión.

- * La obra extraordinaria valuada con precios unitarios a la fecha de contratación no deberá ser superior al 5% en edificación y al 10% en urbanización e infraestructura del monto aprobado por el H. Consejo de Administración para dichos conceptos. Esta obra será independiente de la obra ordinaria contratada, y deberá pagarse a través de estimaciones de ajuste, utilizando para tal efecto los tabuladores o índices correspondientes a la fecha de su ejecución. Estas obras no estarán sujetas al pago de anticipos complementarios.

- * En aquellos casos en que el valor de las obras extraordinarias sean superior al 5% en edificación y al -- 10% en urbanización e infraestructura, será indispensable elaborar un estudio de inversión para regularizar los montos de contratación, sometiendo los a la autorización del H. Consejo de Administración y, en su caso, será motivo de un nuevo contrato.

- * Con el propósito de hacer frente a los incrementos en precio de materiales y salarios por efectos de la inflación, invariablemente las fiduciarias deberán pagar estimaciones de ajuste conforme a los tabuladores o índices mensuales institucionales.

Para el efecto la fiduciaria aumentará la materia de fideicomiso, actualizandola automaticamente para efectuar los pasos de obra ordinaria, extraordinaria, honorarios por servicios profesionales, supervisión y control de calidad, conforme al sistema pasivos exigibles.

Los incrementos derivados de la actualización automática a que se refiere el párrafo anterior, en ningún caso podrán rebasar a nivel contrato, ya sea de obra o de servicios, el 80% del monto originalmente contratado; por lo que en el supuesto de que de acuerdo al sistema de pasivos exigibles ya descrito, se requiriese incrementar el monto del contrato de obra o de servicios por encima del porcentaje señalado, la contratista deberá proporcionar a la fiduciaria los elementos necesarios, a fin de que ésta, en un término de 30 días naturales anteriores a la fecha en que se agoten los recursos del contrato de obra o de servicios de que se trate, solicite al INFONAVIT la autorización del incremento que corresponda. De no presentar

se tal solicitud al INFONAVIT en los términos antes -
señalados, se suspenderán los pasos correspondientes
hasta en tanto el H. Consejo de Administración de --
Instituto autorice la inversión adicional.

* Los incrementos derivados de aumento de materiales y
mano de obra, deberán aplicarse solamente a la obra -
que debió haberse realizado según programa, con una -
tolerancia del 10% de retraso. Cuando el contratista
se anticipe en la ejecución de la obra respecto al --
programa, los incrementos se aplicarán referidos a la
fecha de ejecución real de las obras.

* De acuerdo al contrato de obra se reitera que las so-
licitudes de prórrogas deberán ser presentadas por el
contratista, con una anticipación de 60 días natura-
les a la de la fecha de terminación programada; pero
si la causa de atraso ocurre dentro de esos últimos -
60 días naturales, bastará que el contratista presen-
te su solicitud en un plazo que no exceda de 5 días -
naturales, después de presentada la causa previos a -
la fecha de terminación programada.

Esta solicitud se presentará a las fiduciarias para -
su autorización, en cuyo caso deberá contar con el --
visto bueno de INFONAVIT, mismo que deberá resolver -
dentro de los 15 días naturales siguientes.

- * Al tener la obra un avance del 85%, la obra extraordinaria deberá estar totalmente cuantificada, valorizada y aprobada por la Delegación correspondiente o por el Departamento de Desarrollo de obra en el Distrito Federal. En el 15% de obra faltante por ejecutar, -- por ningún motivo se aceptarán obras extraordinarias.

CAPITULO IV

C A P I T U L O I V
CONDICIONES Y ARGUMENTOS PARA LA JUSTIFICACION
DE PRORROGAS Y REPROGRAMACIONES

4.1 OTORGAMIENTO DE PRORROGAS

Para el otorgamiento de prórrogas a las compañías constructoras aprobadas con contratos de obra a precios unitarios y tiempo determinado en los fideicomisos de inversión y administración, los criterios y procedimientos a los que se deberán sujetar son las siguientes:

Reglas generales:

- 1.- Se otorgará prórroga con reconocimiento total o parcial de incrementos cuando por causas no imputables al contratista, sea imposible cumplir con el programa de obra pactado.
- 2.- Si la causa que impide la terminación de las obras en el plazo estipulado es imputable al contratista, sera optativo para el instituto autorizar o no la concesión de la prórroga, pero en ningún caso se re conocerá incremento alguno.

Sólo procederá la prórroga a que se refiere esa regla, si se presenta alguno de los siguientes elementos:

- a) Que el contratista haya cumplido en un 75% con el -- programa de obra estipulado.
- b) Que el contratista tenga buenos antecedentes en el - cumplimiento de obra celebrados con el INFONAVIT.
- c) Que el incumplimiento al calendario de ejecución de la obra no sea superior al 25% del tiempo previsto - contractualmente.

Al otorgar la prórroga en este supuesto, el contratista tiene la obligación de cubrir a su costa los honorarios que persiva la supervisión de la obra, durante el tiempo en que originalmente debió concluir las obras hasta la fecha en que éstas sean entregadas a la institución Fiduciaria o al INFO-NAVIT en su caso.

3.- La institución Fiduciaria, previamente al otorga- - miento de las prórrogas de referencia, deberán obtener la aprobación del INFONAVIT por conducto de la subdirección técnica para obras en el Distrito Federal, o del delegado regional o representante de la dirección que corresponda, quedando el otorgamiento de las mismas bajo su más estricta responsabilidad.

4.- Al proceder la concesión de la prórroga solicitada o la que la institución Fiduciaria o el INFONAVIT -

hubieren determinado, ésta deberá formalizarse inva
riablemente a través de un convenio modificatorio -
al contrato de obra, pues en caso contrario ésta no
será válida.

- 5.- Como medida preventiva y bajo la más estricta res--
ponsabilidad de los señores delegados regionales, -
representantes de la dirección que correspondan o -
de la subdirección técnica para obras en el Distri--
to Federal, deberán realizar una revisión periodica
durante el avance de la obra al 25, 50 y 79%, tomando
como base para estos porcentajes, el programa al
que se obligó sujetarse el contratista, a fin de --
que si se presenta un retraso significativo en cada
etapa, el instituto notifique a la Fiduciaria sobre
el atraso respectivo, para que se tomen las medidas
necesarias que permitan recuperar el avance progra--
mado al contratista que en caso contrario se proce--
derá a la rescisión en los términos de la cláusula -
vigésima del contrato respectivo (INFONAVIT).

**** Causas no imputables al contratista**:**

Se consideran como causas no imputables al contratista,
las siguientes:

- 1.- Por retrasos en la iniciación o en el desarrollo de

las obras originales por trabajos a cargo de terceros, y que a juicio del INFONAVIT impidan cumplir al contratista con el adecuado desarrollo de las obras.

- 2.- Cuando se efectúen modificaciones al proyecto o se realicen obras adicionales ordenadas por el INFONAVIT en las cuales el contratista no hubiere tenido responsabilidad directa y que afecten al avance de las obras.
- 3.- Por causas de fuerza mayor, o caso fortuito, correspondiendo a la delegación o a la subdirección técnica la calificación de las mismas.
- 4.- Por problemas de tipo de suelo e imprevistos en las cimentaciones y el sembrado de la vivienda.
- 5.- Cuando se efectúen modificaciones al proyecto o se realicen obras adicionales ordenadas por las autoridades, Estatales y Municipales, una vez iniciadas las obras, mismas que deberán estar sancionadas por el INFONAVIT.
- 6.- Por la escasez de mano de obra y materiales en la localidad.

**** Procedimiento ****

El procedimiento a seguir para la solicitud y otorgamiento de prórrogas se sujetará a lo siguiente:

- a) El contratista presentará al Fiduciario respectivo, solicitud por escrito indicando los motivos por los cuales no poder cumplir con el programa, así como el tiempo que requiera de ampliación para la terminación de los trabajos.
- b) Dicha solicitud deberá presentarse en la institución Fiduciaria, cuando menos con una anticipación de 20 días naturales a la fecha en que debieron concluir contractualmente las obras.
- c) La institución Fiduciaria, contando con el visto bueno del INFONAVIT, o en su caso el propio instituto resolverá si la causa aludida por el contratista es o no imputable a él, así como sobre la justificación, procedida o improcedencia en su caso, de la prórroga solicitada por el contratista, o la que se estime conveniente, haciéndose las modificaciones correspondientes al contrato respectivo así como al programa de obra anexo al mismo.
- d) Para el caso de que el contratista no presente la

solicitud de prórroga en el término señalado en el inciso b anterior, el incumplimiento se considerará imputable al contratista, y en consecuencia no podrá bajo ninguna circunstancia ampliarse el plazo estipulado para la ejecución de las obras, exigiéndose las responsabilidades contractuales correspondientes.

4.2 REPROGRAMACION

La reprogramación dentro de un programa, es el recurso que tiene como finalidad el ajuste de los parámetros utilizados en el programa original, en base a los resultados obtenidos en su seguimiento.

En todo proceso de obra se pueden presentar dos tipos de reprogramación de obra:

Primero.- La reprogramación de obra que realice la supervisión Fiduciaria con las compañías constructoras, para recuperar las desviaciones incurridas imputables al constructor y que representará acciones en una mayor fuerza de trabajo. Esta reprogramación tendrá que resolverse ajustando los tiempos de ejecución de los trabajos, igual al tiempo inicial programado y no representará por ello un mayor costo.

Con respecto a la duración del programa existen dos tipos de reprogramación:

* Reprogramación sin variar la fecha de terminación.

* Reprogramación variando la fecha de terminación.

*** Reprogramación sin variar la fecha de terminación***

Independientemente de las causas de retraso de obra, para llevar a cabo una reprogramación, se analizarán:

- a) Los volúmenes de obra ejecutados.
- b) Los recursos utilizados en la obra ejecutada.
- c) Los rendimientos de los recursos utilizados.
- d) El tiempo utilizado para la obra ejecutada.

Para encontrar los resultados obtenidos en el periodo - analizado, se utilizará la siguiente relación.

$$\text{rendimiento} = \frac{\text{volumen de obra ejecutada}}{\text{tiempo utilizado}} \div \text{cantidad del recurso utilizado (humano y equipo)}$$

Dentro de esta relación existen tres variables:

- 1.- Rendimientos.
- 2.- Cantidad de recursos.
- 3.- Tiempo utilizado.

Y una constante:

- 1.- Volumen de obra ejecutada.

Para llevar a cabo la reprogramación, se calculará la constante de volumen por ejecutar, y se propondrán ajustes a las siguientes variantes:

- a) Incremento de los recursos utilizados.
- b) Incremento en los rendimientos, ya sea mediante una mayor producción individual o por el incremento de turnos de trabajo.

De manera que el plazo original para terminación permanezca inalterable, convirtiéndose entonces el tiempo por utilizar, en la segunda constante de la relación.

$$\begin{array}{l} \text{tiempo por} \\ \text{utilizar} \\ \text{(constante)} \end{array} = \frac{\begin{array}{l} \text{volumen de obra por ejecutar} \\ \text{(constante)} \end{array}}{\begin{array}{l} \text{recursos por utilizar} \\ \text{(variable)} \end{array}} \div \begin{array}{l} \text{rendimiento} \\ \text{por unidad} \\ \text{de recurso} \\ \text{(variable)} \end{array}$$

*** Reprogramación variando la fecha de terminación ***

Para la elaboración de este tipo de reprogramación, se procede con los mismos análisis que se indicaron anteriormente, solamente que en este caso la única constante es el volumen de obra por ejecutar.

En base a los recursos disponibles, su rendimiento y el volumen de obra por ejecutar, se obtiene el tiempo necesario para la ejecución.

$$\text{tiempo por utilizar (variable)} = \frac{\text{volumen de obra por ejecutar (constante)}}{\text{recursos por utilizar (variable)}} \cdot \frac{\text{rendimiento por unidad de recurso (variable)}}{1}$$

El seguimiento de las dos alternativas de reprogramación, se hará en base a las mecánicas indicadas en los programas generales.

El pago de las estimaciones se hará a los precios reales del periodo correspondiente en su programa y no al de su ejecución.

Segundo.- La reprogramación de obra que se autorice por el -- INFONAVIT en aquellos casos de prórroga dictaminadas favorables. Los constructores lo han solicitado a la Fiduciaria, por existir causas no imputables a ellos y que representan un mayor periodo de realización de las obras ocasionando un costo mayor.

CAPITULO V

C A P I T U L O V
EJEMPLO ILUSTRATIVO

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

5.1 PRESENTACION DE PROGRAMAS

Con objeto de reglamentar y unificar la elaboración y presentación de programas de obra al INFONAVIT, y considerando que éstos forman parte de los contratos de construcción, se han establecido las Reglas para la presentación de programas de obra, a las que deberán sujetarse los promotores y/o contratistas responsables de llevar a cabo la construcción de obra.

Estas reglas no pretenden abarcar todos los métodos o sistemas que puedan utilizarse en la elaboración de programas de obra, sino uniformar su presentación y asegurar que contengan la información requerida por el INSTITUTO.

- 1.- Los promotores y/o contratistas presentarán los programas de obra a la jefatura del Area de control de obra de la delegación correspondiente para su aprobación, debiendo obtener ésta antes de iniciar las obras, ya que constituye un anexo indispensable del contrato.

Será responsabilidad de la jefatura del Area de con

trol de obra de la delegación vigilar que los programas presentados se apeguen a las presentes Reglas, quedando la función normativa de éstas a cargo del Departamento de construcción.

2.- Si no se cuenta con el programa de obra, no se formalizará el contrato, ni se pagará anticipo.

3.- La presentación de programas de obra se sujetará a los llamamientos siguientes:

- a) Se elaborará un programa detallado de obra por cada prototipo que vaya a construirse. Estos programas deberán elaborarse por el método de la ruta crítica.
- b) Para elaborar las redes de ruta crítica se aceptarán, indistintamente, los métodos de actividades en las fechas o las actividades en los nodos.
- c) Las redes de ruta crítica representarán el proceso constructivo por medio de actividades simples que no incluyan varios procesos.
- d) Con base en la ruta crítica correspondiente se elaborará un programa por etapas para cada prototipo.

Cada etapa tendrá una duración de una semana e incluirá el conjunto de actividades o por ciento de ellas que de acuerdo a la ruta crítica puedan ser ejecutadas en ese período. Deberá procurarse que la mayor parte de las actividades queden incluidas en un 100% en la etapa.

- e) Una vez elaborados los programas por etapas de los diferentes prototipos, se procederá a elaborar el programa del conjunto, con todos sus prototipos, estableciendo agrupamientos y desfases de acuerdo al movimiento de insumos críticos (cimbra, equipo, mano de obra).
- f) Del Programa por etapas para cada prototipo se obtendrán los recursos por etapa, mismos que se vaciarán en el programa del conjunto, a fin de establecer los recursos semanales necesarios para llevar a cabo la obra.
- g) Los recursos que deberán desglosarse serán:

- * Mano de obra
- * Equipo
- * Cimbras
- * Aceros
- * Concretos
- * Materiales para muros

- * Recubrimiento en pisos
- * Ventanería
- * Material para instalaciones
- * Inversión
- * Varios

- 4.- Los programas de urbanización e infraestructura podrán presentarse con base en la ruta crítica y/o - diagrama de barras, incluyendo sus respectivos programas de mano de obra, equipo, materiales e inversión. Así mismo, estos programas deberán representar etapas semanales que incluyan el conjunto de actividades o el porcentaje de ellas que puedan efectuarse en ese período.
- 5.- Los tiempos máximos permisibles para ejecución de obra de edificación, de acuerdo al número de viviendas por contrato, se muestran en la tabla 5.1. Ningún programa de obra de edificación podrá exceder los tiempos máximos marcados en la tabla 5.1, salvo justificación y aprobación de la Delegación correspondiente y/o subdirección técnica.
- 6.- Los tiempos máximos permisibles para obra de urbanización e infraestructura simultánea a la edificación serán los correspondientes al tiempo máximo -

permissible para la edificación del conjunto habitacional. En ningún caso tendrán una terminación posterior que exceda a la edificación.

TIEMPOS MAXIMOS AUTORIZADOS PARA EJECUCION DE OBRA EN LA
DELEGACION

IX - DISTRITO FEDERAL Y AREA METROPOLITANA

VIVIENDA POR CONTRATO	URBANIZACION SIMULTANEA		VIVIENDA UNICAMENTE	
	CON DIAS	VIVIENDA MESES	DIAS	MESES
De 1 a 30	280	9.2	250	8.2
De 31 a 60	295	9.7	265	8.7
De 61 a 90	305	10.0	275	9.0
De 91 a 120	315	10.4	285	9.4
De 121 a 180	335	11.0	305	10.0
De 181 a 240	365	12.0	335	11.0
De 241 a 300	395	13.0	365	12.0
De 301 o más	471	15.5	411	13.5

TABLA 5.1

La Delegación y su Area de Control de Obra deberán estudiar cada caso particular para autorizar los programas de obra que formarán parte de los anexos técnicos, tratanto en todos los casos de no llegar a los plazos máximos, sino los que considere la Delegación que le deben corresponder, según

la experiencia delegacional sobre tipo de suelo y de cimentación, topografía, abastecimiento de insumos, prototipos de vivienda (ya sea que se trate de vivienda unifamiliar o multifamiliar) y el impacto de la infraestructura.

En ningún caso se podrán pasar de los plazos máximos, a menos que esté totalmente justificado en un análisis a detalle.

- 7.- Será facultad de la jefatura del Area de Control de Obra de la Delegación correspondiente, aprobar cualquier ajuste o cambio en los programas autorizados. Toda solicitud de ajuste o cambio deberá acompañarse de la actualización o reprogramación respectiva.
- 8.- Cualquier actualización o reprogramación no deberá exceder el plazo fijado en la programación original.
- 9.- Será facultad de la Jefatura del Area de Control de obra exigir y sancionar las actualizaciones y/o reprogramaciones de los programas autorizados. La fiduciaria las presentará en un plazo no mayor de una semana a partir de la fecha de notificación.
- 10.- Será facultad de la Jefatura del Area de Control de obra otorgar prórrogas a los programas autorizados,

basándose en el procedimiento para el otorgamiento de prórrogas en el contrato de obra a precios unitarios y tiempo determinados.

- 11.- Exclusivamente se pagarán incrementos por materiales o mano de obra de acuerdo al avance de obra programado según el programa original aprobado.
- 12.- Para fines de estimación, las casas o edificios se han dividido en "PAQUETES DE ESTIMACION", de acuerdo al número de niveles. Cada paquete tiene asignado un valor en por ciento con relación al importe total del edificio o casa.

Estos valores servirán de base para calcular las estimaciones de obra; en caso contrario, el promotor y/o contratista deberá valorar cada uno de los paquetes de acuerdo a los mismos alcances, debiéndose someter a la aprobación de la Jefatura del Area de control de obra para que sirvan de base en el cálculo de estimaciones de obra.

- 13.- Para efectos de estimación, sólo se pagarán paquetes completos, terminados íntegramente.
- 14.- Los importes por incrementos de precio, obra complementaria, etc., deberán estimarse por separado.

- 15.- Los avances de obra, en relación a la inversión, - siempre serán calculadas de acuerdo al valor inicial de los Paquetes de Estimación.
- 16.- No se pagarán los incrementos según programa contractual, si la obra se terminara antes.

5.1.1. FORMAS DE PRESENTACION

- 1.- Las redes de ruta crítica por prototipo deberán presentarse en la forma PC-20.
- 2.- Los programas del conjunto deberán presentarse en la red de conjunto cuyas actitudes serán las etapas semanales de cada prototipo, y los agrupamientos y desfaseamientos que se establezcan. Los agrupamientos estarán formados de acuerdo al número de edificios o casas que se ataquen simultáneamente.
- 3.- De acuerdo al programa de conjunto se presentará un diagrama de barras en la forma PC-22.
- 4.- En la forma PC-23, se indicarán los recursos necesarios para la ejecución de la obra en los tiempos -- previstos. Estos recursos deberán estar calculados por semana.

5.2 REALIZACION DEL EJEMPLO

En este ejemplo no se hará todo el proceso que nos lleva a determinar la RUTA CRITICA, debido a que se puede realizar facilmente con la ayuda de la computadora, que es una herramienta indispensable para la programación.

Este ejemplo está enfocado básicamente a mostrar el desarrollo de los programas dentro del INFONAVIT. Es una promoción que consta de 52 viviendas y 3 tipos de edificación:

TIPO	CANTIDAD DE VIVIENDAS
TX-6V	6 viviendas
M-10	10 viviendas
M-20	20 viviendas

con un total de:

2 TX - 6V	=	12 viviendas
2 M - 10	=	20 viviendas
1 M - 20	=	<u>20 viviendas</u>
TOTAL		52 viviendas

Duración de la obra

259 días/37 semanas/9.5 meses

PARTIDAS CONSIDERADAS DENTRO DE LOS PAQUETES

PAQUETES		INVERSION
. CIMENTACION		
Preliminares	\$	410,480.31
Movimiento de Tierras	\$	14'999,973.00
Cimentación	\$	<u>118'531,364.00</u>
SUB TOTAL	\$	133'941,817.31
. ESTRUCTURA		
Estructura P.B.	\$	55'633,817.00
Estructura	\$	<u>339'535,416.00</u>
SUB TOTAL	\$	395'169,233.00
. ACABADOS		
Albañilería	\$	140'849,303.00
Acabados	\$	64'594,618.00
Herrería	\$	48'854,714.00
Carpintería	\$	<u>26'572,493.50</u>
SUB TOTAL	\$	280'871,128.50
. COMPLEMENTOS		
Complementos	\$	<u>50'226,563.00</u>
SUB TOTAL	\$	50'226,563.00

. INSTALACIONES

Instalación hidráulica	\$	16'697,187.50
Instalación sanitaria	\$	15'349,672.76
Instalación eléctrica	\$	47'371,043.00
Instalación de gas	\$	<u>19'611,399.50</u>
SUB TOTAL	\$	99'029,302.76

. OBRAS EXTERIORES

Equipamiento	\$	50'349,788.00
Instalación hidráulica en exterior	\$	34'658,245.00
Instalación sanitaria en exterior	\$	3'779,618.32
Instalación eléctrica en exterior	\$	1'758,288.01
Instalación de gas en exterior	-\$	<u>6'146,569.88</u>
SUB TOTAL	\$	96'692,509.21

SUMA	\$	1'055'933,556.00
------	----	------------------

24% INDIRECTOS	\$	253,424,053.40
----------------	----	----------------

TOTAL PROMOCION	\$	1'309'357,609.00
-----------------	----	------------------

2 cm.

56 cm.

2 cm.

A Ñ O S																																																					
M E S E S																																																					
S E M A N A S																																																					
D I A S																																																					
OBJETO O COMPONENTE																																																					
• CIMENTACION	52	[Bar chart showing activity duration]																																																			
• ESTRUCTURA	52	[Bar chart showing activity duration]																																																			
• ACABADOS	52	[Bar chart showing activity duration]																																																			
• INSTALACIONES	52	[Bar chart showing activity duration]																																																			
• COMPLEMENTOS	52	[Bar chart showing activity duration]																																																			
• OBRAS EXTERIORES	52	[Bar chart showing activity duration]																																																			

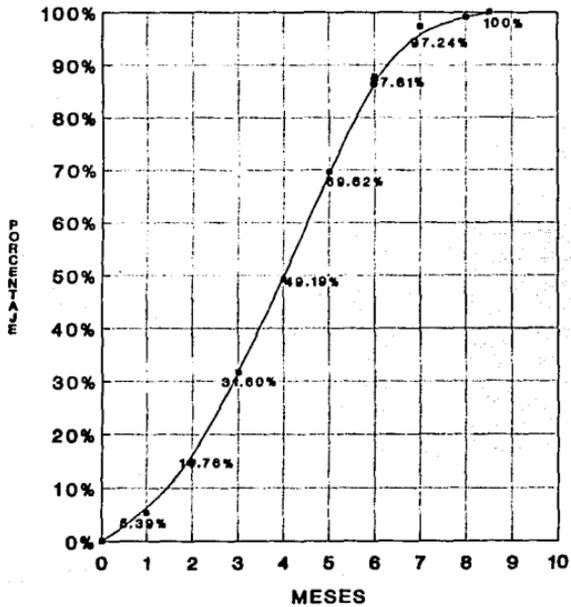

 SUBDIRECCION TECNICA
 DE INGENIERIA Y
 CONSTRUCCION
 DIRECCION DE BARRAJAS Y LAGUNAS
 S.C.R.
 S. DE
 SOCHUKU

2 cm.

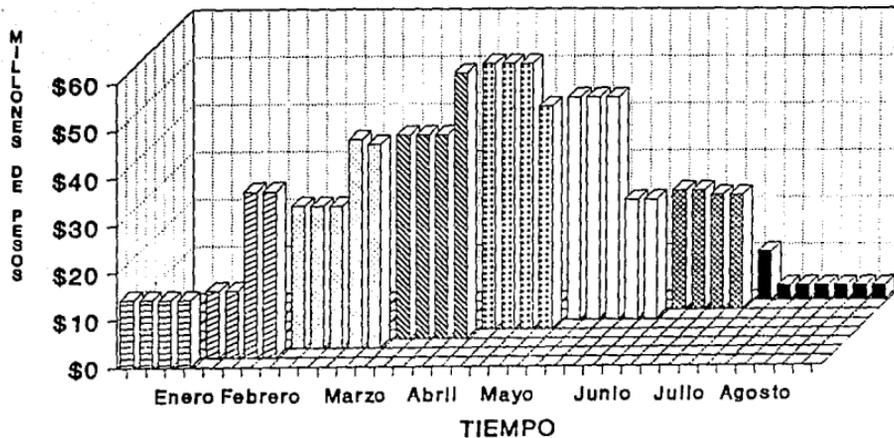
86 cm.

2 cm.

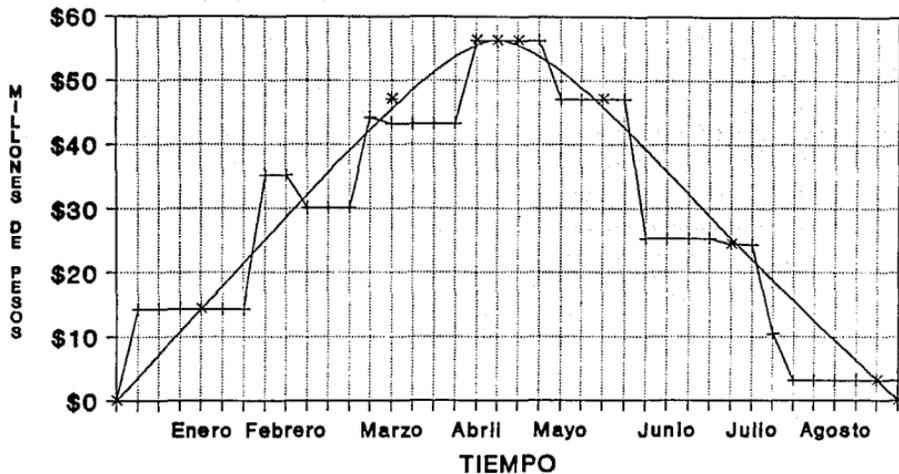
GRAFICA DE PRODUCCION Y AVANCE DE OBRA PROGRAMADO



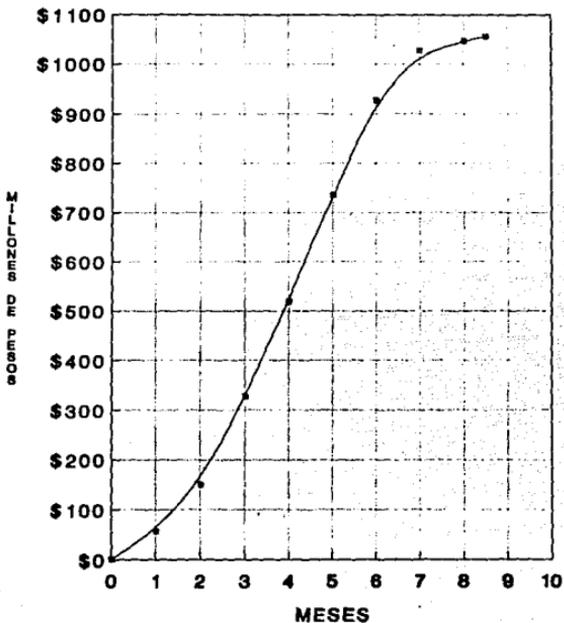
GRAFICA COSTO - TIEMPO PARCIAL



GRAFICA COSTO - TIEMPO PARCIAL



—+— REAL
—*— TEORICO

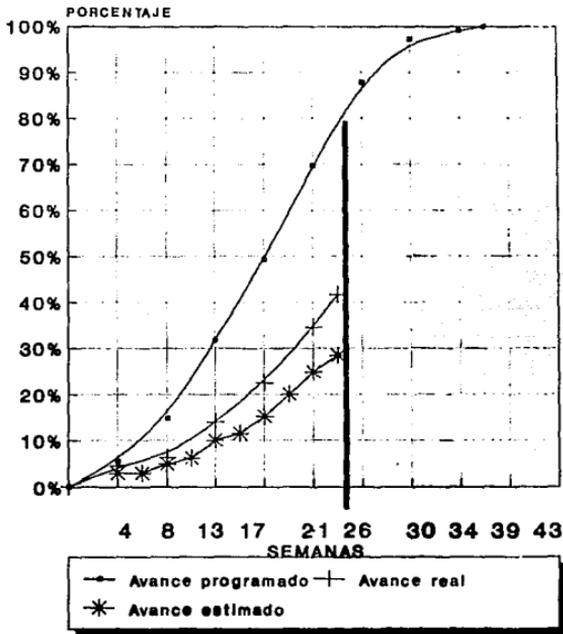
GRAFICA COSTO - TIEMPO
ACUMULADO

R E P O R T E D E O B R A

SERANA	Avance Programado	Avance Real	Importe estimado normal	Desfasamiento %P - %R	Araso real (%AP - %AR)	Saldo por ejercer
4	5.39%	4.57%	3.00%	0.82%	15.21%	97.00%
	\$56,914.79	\$48,256.14	\$31,677.99	\$8,658.65	\$160,642.87	\$1,024,255.01
	14.76%	6.34%	4.97%	8.42%	57.05%	95.03%
8	\$155,855.71	\$66,946.15	\$52,479.87	\$88,909.56	\$602,368.28	\$1,003,453.13
	31.60%	13.99%	10.00%	17.61%	55.73%	90.00%
13	\$333,674.83	\$147,725.03	\$105,593.30	\$185,949.80	\$588,448.74	\$950,339.70
	49.19%	22.50%	15.17%	26.69%	54.26%	84.83%
17	\$519,413.44	\$237,584.93	\$160,185.04	\$281,828.52	\$572,938.64	\$895,747.96
	69.62%	34.50%	24.85%	35.12%	50.45%	75.15%
21	\$735,140.55	\$364,296.89	\$262,399.35	\$370,843.67	\$532,668.30	\$793,533.65
	80.97%	41.68%	28.36%	39.29%	48.52%	71.62%
23	\$854,988.95	\$440,112.87	\$299,673.79	\$414,876.08	\$512,382.46	\$756,259.21

miles de pesos

REPORTE DE OBRA



CONCLUSIONES

C O N C L U S I O N

En el transcurso del desarrollo de estos capítulos se ha visto, que para formular un programa, debe tomarse en cuenta la disponibilidad de recursos, la secuencia de las actividades, las necesidades de recursos y los tiempos de iniciación posibles de las actividades.

De los tres elementos de un proyecto, las operaciones y las restricciones se consideran en la fase de planeación y la asignación de recursos se considera en la fase de programación. Por lo anterior, los tres pasos se ejecutan en la secuencia siguiente:

- 1° Planeación
- 2° Asignación de recursos
- 3° Programación

La planeación de un proyecto consiste sencillamente en:

- a) La determinación de las actividades que lo forman
- b) Su secuencia lógica
- c) Sus interrelaciones

Descompuesto el proyecto en tantas actividades como

se juzgue necesario, se debe determinar el grado de interdependencia y la extensión en que algunos trabajos posiblemente pueden llevarse a cabo paralelamente, o sea debemos saber para cada actividad las respuestas a las siguientes tres preguntas:

- a) Qué trabajos debemos tener necesariamente concluidos para iniciar dicha actividad ?
- b) Cuáles podemos, a su vez, iniciar cuando hayamos terminado ?
- c) Qué actividades pueden hacerse en forma simultánea ?

Un aspecto muy importante en la programación de obra es el control del costo y del tiempo. A simple vista, puede pensarse que predomine el costo directo de cada actividad, especialmente en los sistemas a base de contratos, con objeto de permitir que los trabajos sean terminados con el menor costo total; pero el costo total del proyecto incluye todos los costos indirectos y de administración, erogados hasta la ejecución total de los trabajos, siendo estos proporcionados al tiempo.

El problema de costo-tiempo tiene un número infinito de soluciones, si el tiempo no tuviera consecuencias, cada operación podría ser ejecutada de tal forma que resultaría el

mínimo costo directo. Por otra parte si el costo no tuviera importancia, cada proceso podría ser acelerado hasta terminarlo en el mejor tiempo.

A pesar que la ruta crítica nos presenta varias ventajas en el desarrollo de un programa de obra y es una herramienta de gran utilidad, desafortunadamente es un poco difícil de cumplirse en la práctica, sobre todo en obras de gran magnitud.

El propósito principal de la programación es actualizar al día el programa y gráficas de avance y recursos para que sean utilizados como herramienta de trabajo, que ayude a tomar decisiones oportunas a la dirección, gerencia de proyecto, superintendencia o supervisión.

La reprogramación deberá tener como límite la fecha de terminación del proyecto o cada una de las áreas que integran el proyecto, para lo cual es necesario modificar también, todas las curvas tanto de avance como de mano de obra, suministro de materiales y erogaciones; a fin de establecer los nuevos requerimientos en recursos y de preferencia poder cumplir con las fechas establecidas de terminación, o si así se requiere, dar una nueva fecha para la terminación completa de la obra. En este proceso no deberán de incluirse las actividades terminadas a la fecha de la reprogramación.

BIBLIOGRAFIA

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

- * Montaña G. Agustín. **Iniciación al Método del Camino Crítico.** México, D. F.; Editorial Trillas, 1974.

- * Plaucho Ancantara Juan Carlos. **La Planeación de Operaciones en Proyectos Utilizando la Técnica de Programación.** México, D. F.; Tesis profesional ULSA, 1986.

- * INFONAVIT. **Normas generales de supervisión.** México, D. F.; Editado por La Subdirección Técnica, 1984.

- * Atil James M. **Método de la Ruta Crítica y sus aplicación a la construcción.** México, D. F.; Editorial Limusa, 1987.

- * INFONAVIT. **Sistemas de evaluación y control técnico de promociones de vivienda .** México, D. F.; Editado por La Subdirección Técnica, 1986.

- * Padilla Cañedo Oscar. **Programa y Optimización de Costos en Obra.** México, D. F.; Tesis Profesional ULSA, 1988.

- * Martino R. L. **Administración y Control de Proyectos, Tomo I.** México, D. F.; Editorial Técnica, S. A., 1982.

- * Martino R. L. **Planeación de Operaciones Aplicada**, Tomo II. México, D. F.; Editora Técnica, S. A., 1982.
- * Martino R.L. **Asignación y Programación de Recursos**, Tomo III. México, D. F.; Editora Técnica, S. A., 1982.
- * INFONAVIT. **Guía para la supervisión técnica de obra INFONAVIT**. México, D. F.; Editado por La Subdirección Técnica, 1989.
- * Acosta Ruiz Francisco J. **Sistemas de Planeación y Control de Obra**. México, D. F.; Tesis profesional ULSA, 1988.
- * INFONAVIT. **Normas de INFONAVIT para programación de obra**. México, D. F.; Editado por La Subdirección Técnica, 1985.
- * INFONAVIT. **Los Primeros Pasos**, Tomo I y II. México, D. F.; Diseño ET, 1973.
- * INFONAVIT. **Información Básica**. México, D. F.; Editado por La Subdirección Técnica, 1973.
- * Ing. Edmundo Barrera Monsivais. **Apuntes de Ingeniería de Sistemas I**. México, D. F.; 1986.