

**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS INSTITUCIONALES

PROGRAMACION Y CONTROL DE OBRA

del 13 al 17 de enero de 1997

DIRECTORIO DE ALUMNOS

ARAIZA Meza Felipe de Jesús Ing.
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
Supervisor
Av. Nezahualcoyotl 39, Cabecera Municipal
Municipio de Chimalhuacan, Edo. de México
Tel: 852 01 51

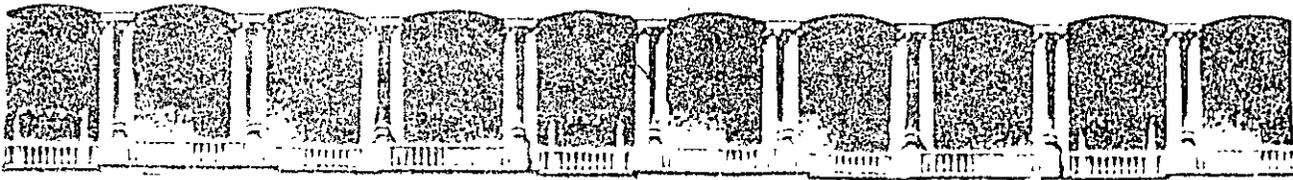
ARRIAGA Ruíz Roberto Ing.
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
Jefe de Proyecto
Alzate 38, Chalco, Edo. de México
Tel: 5 10 77

CAMARILLO Orozco Salvador Arq.
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
Jefe de Proyecto
Neza No. 39, Chimalhuacan, Edo. de México
Tel: 8 52 01 51

CARMONA Vilchis W. Juan Ing.
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
Supervisor de Obra
Fco. I. Madero 205-2, Col. Centro
Tenancingo, Edo. de México
Tel: 91 714 2 30 43

CASTRO Trejo Jesús Alberto Ing.
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
Residente de Obra
Joselillo II, Col. del Parque
Naucalpan Edo. de México
Tel: 395 99 46

ESPINOSA Espinosa Victorio
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
Supervisor de Obra
Madero 205, Col. Centro,
C.P. 52400, Tenancingo Edo. de México
Tel: 230 43



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

FUENTES Conde Joel Ing.
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
Ing. Topografo y Fotogrametrista
Alzate 38, Chalco, Edo. de México
Tel: 510 77 6 318 59

GAMEROS Castañeda Juan Ing.
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
Coordinador de Obra
Alzate 38, Chalco, Edo. de México
C.P. 56600
Tel: 318 59 6 510 77

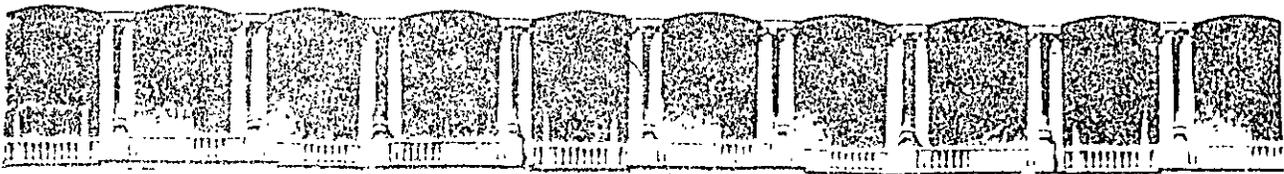
GIL Arellano Tolentino Ing.
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
Supervisor de Obra
3a. Av. S/N, Col. Evolución
Cd. Nezahualcoyotl, Edo. de México.
Tel: 792 35 41 y 34 30

GONZALEZ Rodriguez Guillermo Ing.
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
Residente de Operación
3a. Av. S/N, Col. Evolución
Cd. Nezahualcoyotl, Edo. de México.
Tel: 765 09 18

GRAJALES Gómez Jesús Ing.
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
Jefe de Unidad
Tianguis 17, Magdalena de los Reyes, La Paz
Edo. de México.
Tel: 857 07 60 y 61

HERRERA Santana José Ing.
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
Asesor Técnico
3a. Av. S/N, Col. Evolución
Cd. Nezahualcoyotl, Edo. de México.
Tel: 765 67 88

JUAREZ Díaz Rolando Ing.
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
Residente de Obra
3a. Av. S/N, Col. Evolución
Cd. Nezahualcoyotl, Edo. de México.
Tel: 992 35 41



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

LARA Castillo Rafael Arturo Ismael Ing.
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
Jefe de Departamento
3a. Av. S/N, Col. Evolución, C.P. 57700
Cd. Nezahualcoyotl, Edo. de México.
Tel: 792 35 41

LARA Melchor Gonzálo Ing.
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
Supervisor de Obra
Alzate 38, Chalco, Edo. de México
Tel: 318 53

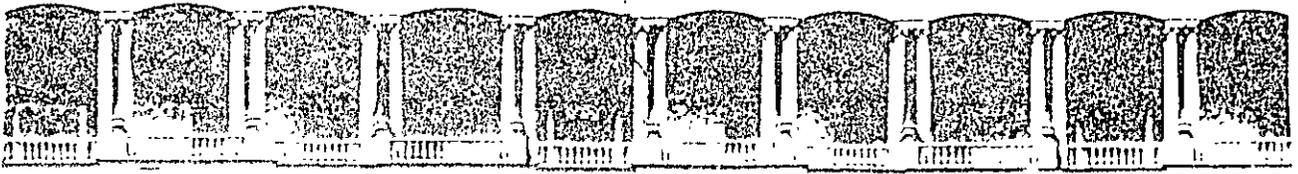
MENDOZA López Carlos Alberto Ing.
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
Supervisor de Obra
Madero 205-2, Col. Centro,
C.P. 52400, Tenancingo, Edo. de México

MONREAL Olvera J. Jesús Ma. Ing.
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
Supervisor
Av. Nezahualcoyotl 39, Chimalhuacan Edo. de México

MORAN Pineda Luis Ing.
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
Auxiliar Técnico
3a. Av. S/N, Col. Evolución
Cd. Nezahualcoyotl, Edo. de México.
Tel: 797 97 99 y 765 67 88

NAVARRETE Fuentes Alejandro Ing.
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
Av. Neza 39, Cabecera Municipal Chimalhuacán Edo. de Méx.
Tel: 852 01 51

OJEDA Lezana Arnulfo Jesús Ing.
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
Supervisor
Tianguis 17, Magdalena los Reyes, La Paz
Edo. de México.
Tel: 857 07 60



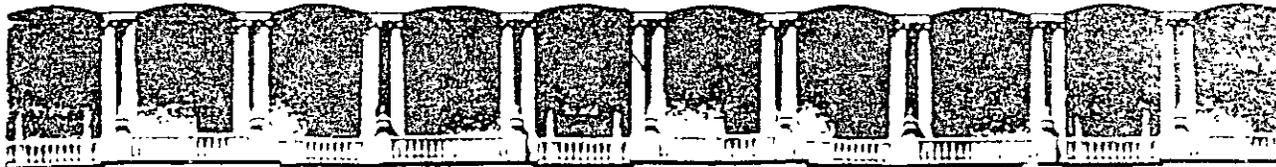
**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

REINOSO Gutierrez Lorenzo Ing.
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
Supervisión de Obra
Alzate 38, Chalco, Edo. de México
Tel: 318 59

REYES Marquez René Carlos Ing.
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
Supervisor de Obra
Joselillo 10, Col. El Parque
Naucalpan, Edo. de México
Tel: 395 99 46

VILLEGAS Sarmiento Federico Ing.
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
Supervisor de Obra
Tianguis 17, Col. Los Reyes, La Paz
Edo. de México
Tel: 857 07 60 y 61

ZURITA Vargas Francisco Guillermo Ing.
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
Supervisor de Obra
Av. Nezahualcoyotl 39, Cabecera Municipal
Chimalhuacán, Edo. de México
Tel: 852 01 51



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS INSTITUCIONALES

CURSO

PROGRAMACION Y CONTROL DE OBRAS

DEL 6 AL 9 DE ENERO

MATERIAL DIDACTICO

EXPOSITOR

ING. ARTURO FLORES ALDAPE

CD. NEZAHUALCOYOTL, EDOMEX

1997

PROGRAMACION Y CONTROL DE OBRAS

ING. ARTURO FLORES ALDAPE.

PROGRAMACION DE OBRAS

ING. ARTURO FLORES ALDAPE.

PROGRAMACION Y CONTROL DE OBRA

C O N T E N I D O

1 . INTRODUCCION

2 . SISTEMAS DE REPRESENTACION

2.1 SISTEMA DE REPRESENTACION POR FLECHAS

2.2 MATRIZ DE PRECEDENCIAS

2.3 SISTEMA DE REPRESENTACION POR NODOS

3 . CALCULO NUMERICO

3.1 DURACION DE LAS ACTIVIDADES

3.2 RELACION COSTO-TIEMPO

3.3 CALCULO DE LA RED.

3.3.1 DETERMINACION DE LA RUTA CRITICA

3.3.2 HOLGURAS

3.4 DIAGRAMA DE BARRAS.

1. INTRODUCCION

La construcción, representada a través de un esquema simplificado, consiste en la transformación de los recursos o insumos a través de un proceso que los convierte en una obra terminada; dicho proceso, para que pueda ser considerado eficiente, tiene que ser controlado desde el punto de vista de calidad y en función del tiempo y el costo que consume (ver fig. 1).

La participación en cantidad y calidad de los insumos utilizados, debe ser prevista antes de iniciar el proceso de transformación o procedimiento constructivo, para estar seguros de que su empleo va a ser el más adecuado.

Asimismo, el propio proceso constructivo debe planearse para elegir la alternativa que resulte más eficiente en tiempo, costo y con la calidad prevista.

En estas condiciones, el constructor va a tener tres puntos de referencia fundamentales para garantizar el éxito de la obra: CALIDAD, COSTO Y TIEMPO. Cada uno de ellos está referido a un estándar de comparación previamente aceptado que sirve como referencia para ejercer los mecanismos de control; esto es, comparación de lo que ocurre en campo contra el estándar e implementación de una acción correctiva en caso de que se encuentren desviaciones significativas.

En este orden de ideas, el estándar de referencia relativo al tiempo de ejecución de la obra, lo constituye precisamente el PROGRAMA DE OBRA, en el cual se tiene representado gráficamente el proceso constructivo con sus fechas de ejecución.

El propósito de estos apuntes, es describir los sistemas de representación gráfica comúnmente utilizados en nuestro medio. la secuencia de cálculo para obtener información relativa a la duración total de la obra y de cada una de las actividades que la componen, holgueras existentes y balance de recursos.

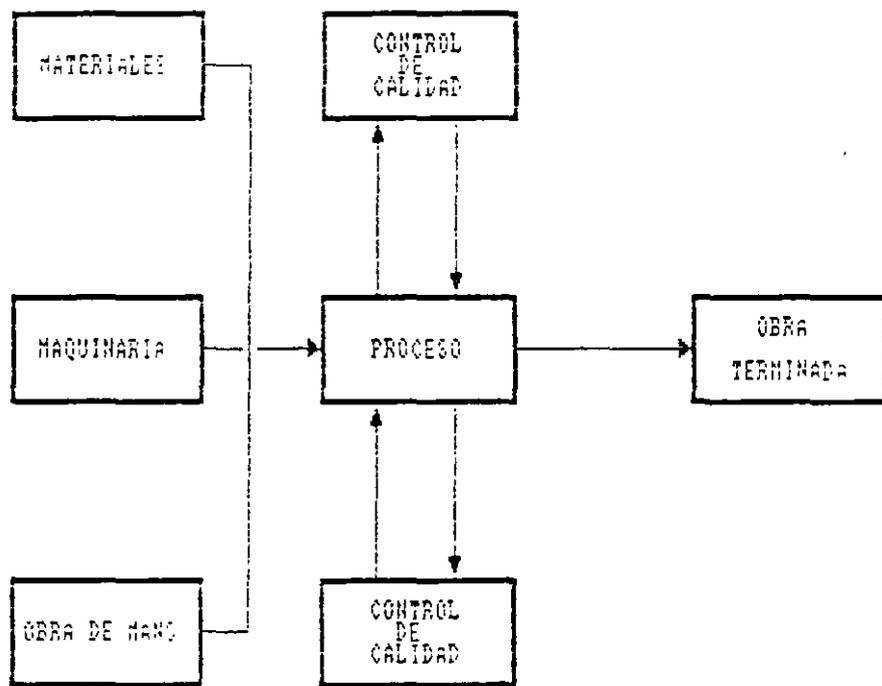
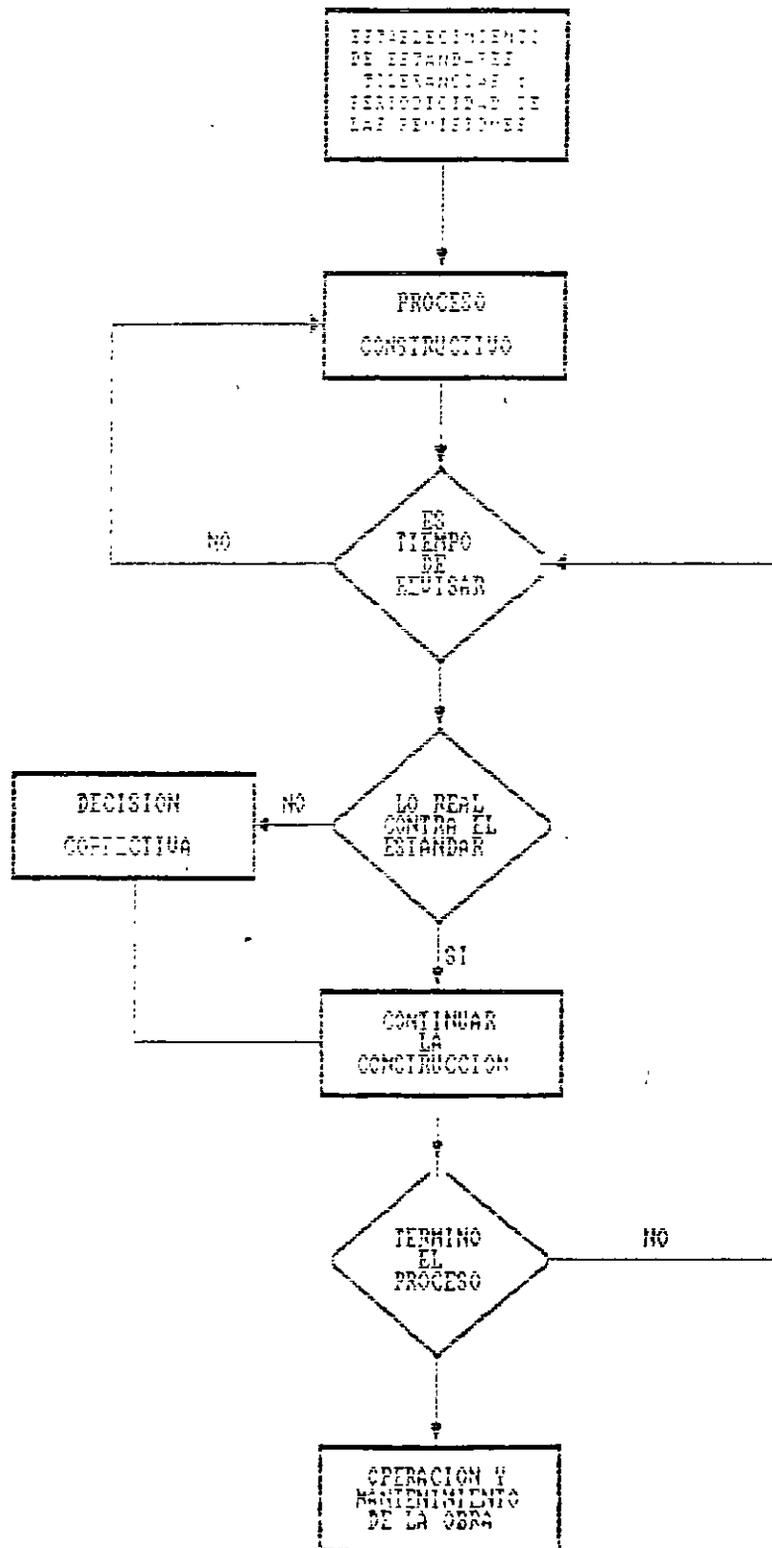


FIG. 1.- REPRESENTACION GRAFICA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO



EL PROCESO DE CONTROL

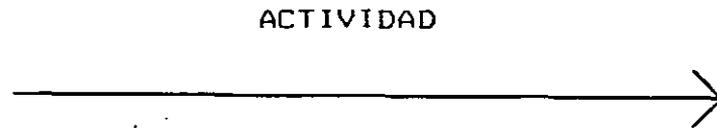
2. SISTEMAS DE REPRESENTACION

Entendemos por programa de obra, la representación gráfica de las actividades que conforman el procedimiento constructivo en el cual se consideran la duración, tiempo de ocurrencia y recursos necesarios para ejecutar los trabajos.

A su vez, se entiende por actividad la ejecución física de un trabajo que consume tiempo y recursos.

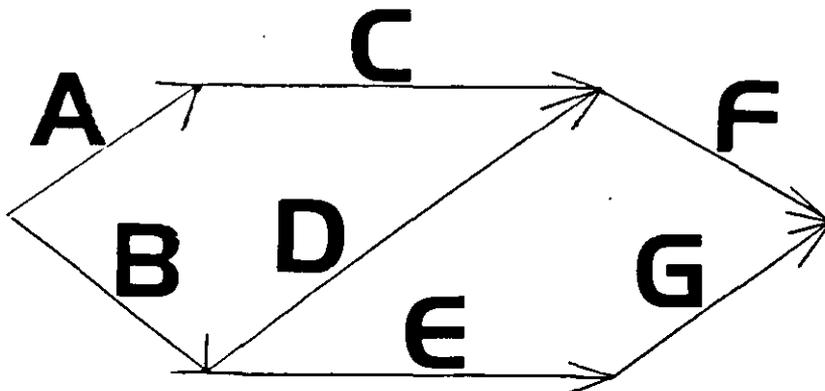
2.1 SISTEMA DE REPRESENTACION POR FLECHAS.

En este caso, las actividades que constituyen el procedimiento constructivo que deseamos representar, se representan con un flecha.



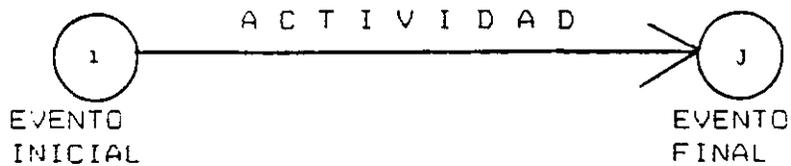
La unión de varias flechas o actividades, señala la secuencia de ejecución.

En las redes de flechas, estas se dibujan fuera de escala buscando que su tamaño sea el adecuado para lograr la mayor claridad del diagrama.



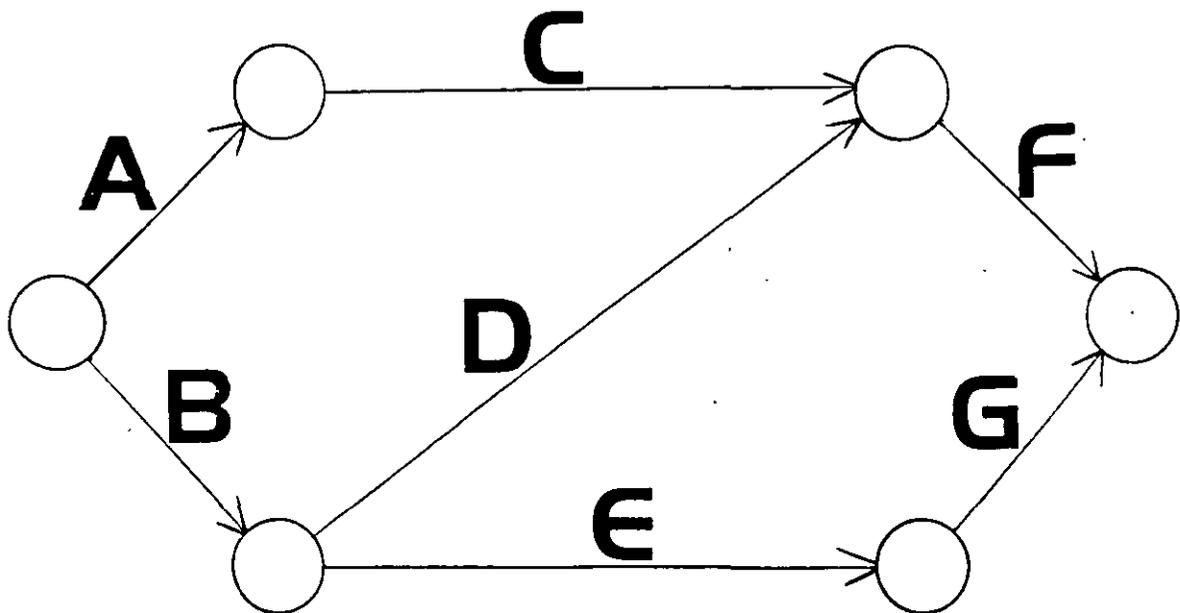
Un segundo elemento gráfico es el evento que se representa por un círculo. El evento marca el inicio o terminación de una actividad, sirve para identificarla y para escribir en él información numérica relativa a sus tiempos de inicio y terminación.

Combinando estos dos elementos gráficos se tiene:



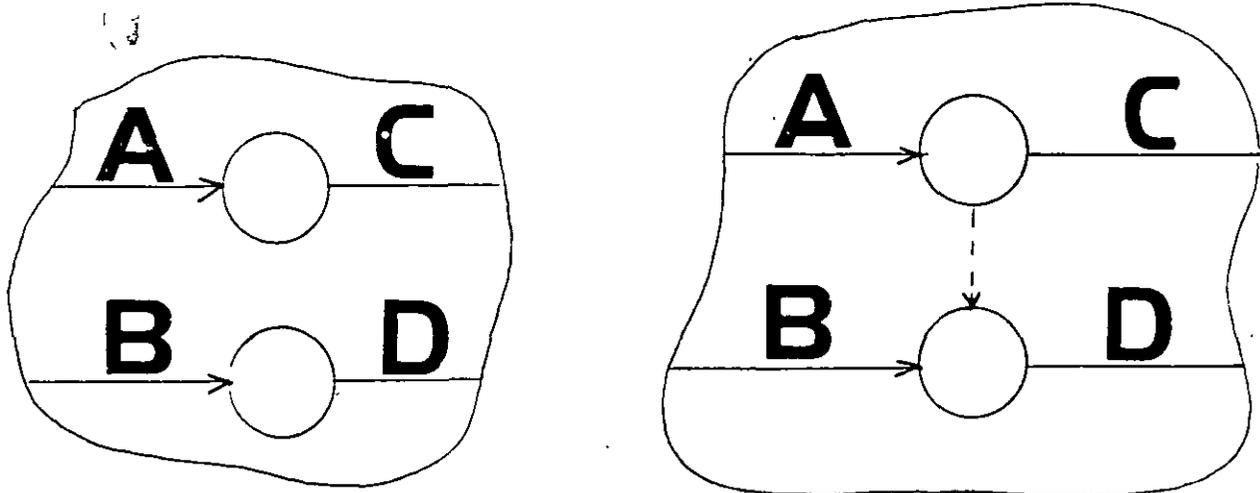
Los eventos pueden identificarse con números o letras.

Incluyendo los eventos en la red anteriormente dibujada:



Por supuesto, en caso de tener dos actividades en secuencia, el evento final de la primera, es a la vez el evento inicial de la segunda.

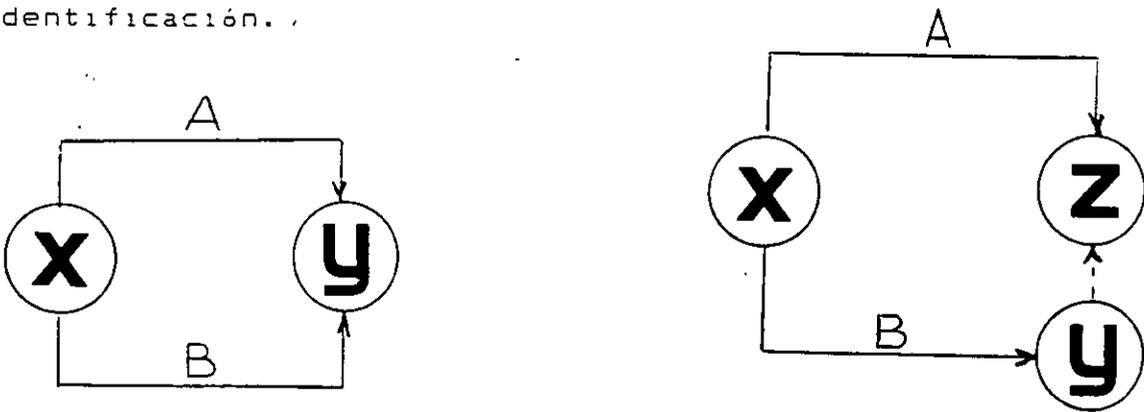
ACTIVIDADES FICTICIAS



Consideremos el caso en el cual C depende de A, y D depende de B, la representación gráfica es como se indica en I. Si suponemos que D también depende de A, la única manera de resolver la representación gráfica es utilizando la flecha con línea discontinua que se indica en II como una actividad de liga. A esta actividad se le llama Actividad Ficticia y tiene la particularidad de no consumir recursos.

Durante el cálculo de la red se maneja como cualquier otra actividad, pero con duración igual a cero.

También se utiliza en el caso en que dos ó más actividades se inician y terminan en el mismo evento para evitar ambigüedad en su identificación.



ACTIVIDAD	IGUAL	A
A	X - Y	
B	X - Y	

ACTIVIDAD	IGUAL	A
A	X - Z	
B	X - Y	

A continuación se analizan por renglón cada una de las actividades, formulándose dos preguntas para cada una de ellas:

1.- ¿Qué actividad ó actividades pueden ejecutarse simultaneamente?

2.- ¿Qué actividad ó actividades pueden realizarse inmediatamente después?

Posteriormente, para verificar la dependencia de actividades, se analizan ahora por columna, haciendose la pregunta:

3.- ¿Qué actividad ó actividades deben haberse realizado inmediatamente antes a la actividad particular que estamos analizando?

La matriz puede "leerse" también de la siguiente forma:

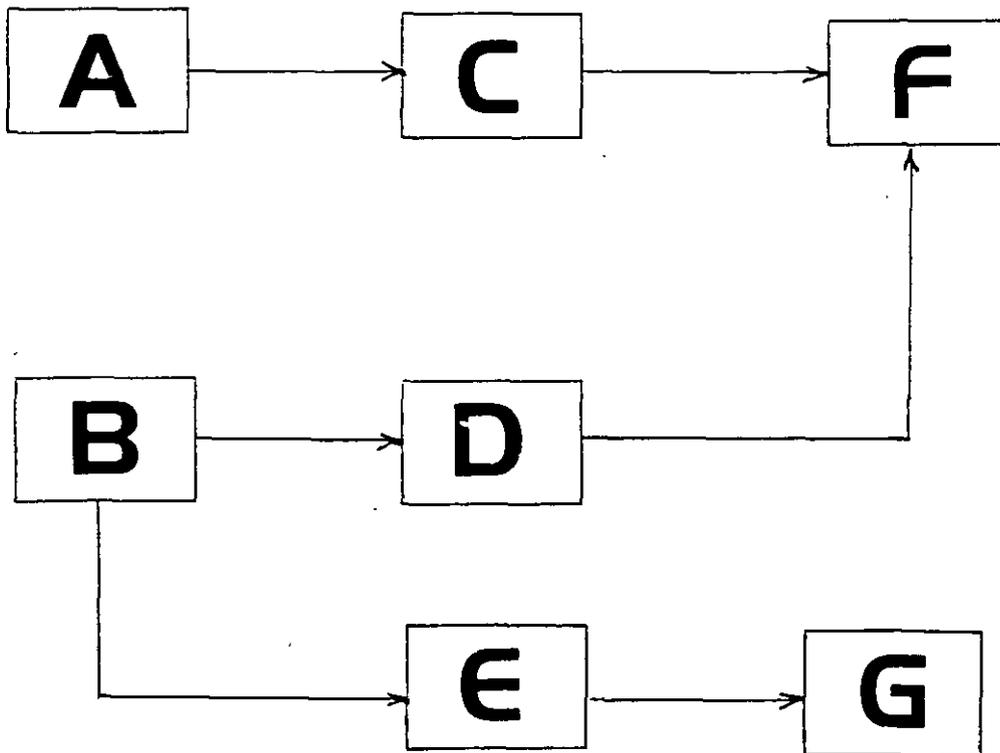
A y B	no dependen de nada
C	depende de A
D y E	dependen de B
F	depende de C y D
G	depende de E

2.3 SISTEMA DE REPRESENTACION POR NODOS

En este sistema, las actividades quedan representadas por un elemento gráfico que puede ser un círculo o un rectángulo y las flechas se emplean para señalar la dependencia entre las actividades.



Utilizando este sistema, el diagrama de flechas anteriormente presentado queda como sigue:



EJERCICIOS

1.- Representar con el sistema de flechas el procedimiento constructivo relacionado con la construcción de una cimentación.

ACTIVIDADES

- | | |
|--------------------------------|---|
| A) LIMPIA Y DESYERBE | G) CIMBRA |
| B) TRAZO Y NIVELACION | H) COLADO |
| C) EXCAVACION | J) ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION |
| D) PLANTILLA | K) RELLENO CON TEPETATE |
| E) CORTE Y HABILITADO DE ACERO | |
| F) COLOCACION DE ACERO | |

2.- Representar con el sistema de flechas el procedimiento constructivo para la construcción de una buena bodega.

ACTIVIDADES

OBSERVACIONES

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| A) LIMPIA DEL TERRENO | |
| B) TRAZO Y NIVELACION | |
| C) CIMENTACION | ZAPATAS AISLADAS |
| D) ESTRUCTURA | COLUMNAS DE CONCRETO |
| E) MUROS | DE BLOCK CON CASTILLOS AHOGADOS |
| F) DALAS DE CERRAMIENTO | |
| G) FABRICACION DE ESTRUCTURA METALICA | EN TALLER ESPECIALIZADO |
| H) SUMINISTRO LAMINA METALICA | |
| I) MONTAJE ESTRUCTURA METALICA | |
| J) COLOCACION LAMINA METALICA | |
| K) SUM. Y COLOC. HERRERIA | |
| L) APLANADO CON MEZCLA | |
| M) INSTALACION ELECTRICA | VISIBLE CON TUBO CONDUIT |
| N) COLOCACION LAMPARAS | |
| O) PISO CEMENTO PULIDO | |
| P) PINTURA ESMALTE EN HERRERIA | |
| Q) PINTURA VINILICA EN MUROS | |
| R) COLOCACION DE VIDRIOS | |
| S) LIMPIEZA GENERAL | |

NOTA .-

En caso de considerar más actividades enlistelas en orden sucesivo T, U, V, W, X, Y, Z, AA, AB, etc. Si considera conveniente dividir en etapas una actividad, utilice números para identificarlas, ejemplo: L1 Aplanado en interiores, L2 Aplanado en exteriores.

3. CALCULO NUMERICO

3.1 DURACION DE LAS ACTIVIDADES

Como se puede observar, el diagrama de flechas o de nodos que hasta el momento hemos elaborado, no requiere conocer la duración de las actividades.

Sin embargo, para poder llevar a cabo los cálculos numéricos relativos a la duración total de la obra, fecha de inicio y de terminación de las actividades y holgura disponibles, se tiene que calcular la duración de cada una de las actividades que componen la red. Esto, es función de dos elementos: el volumen o cantidad de obra por ejecutar y el rendimiento de los recursos utilizados, esto es:

$$\text{DURACION DE LA ACTIVIDAD} = \frac{\text{CANTIDAD DE OBRA}}{\text{RENDIMIENTO}}$$

Ejemplo:

Consideremos la construcción de 100m² de muro de tabique rojo recocido juntado con mortero cemento arena. Si el rendimiento promedio de una cuadrilla integrada por oficial albañil y ayudante es de 10m² por jornada (día), la duración de la actividad descrita es igual a:

$$d = \frac{100 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2/\text{día}} = 10 \text{ días}$$

Si en lugar de una cuadrilla consideramos dos o mas cuadrillas, la duración de la actividad disminuye pero hay que verificar qué sucede con el costo.

3.2 RELACION COSTO - TIEMPO.

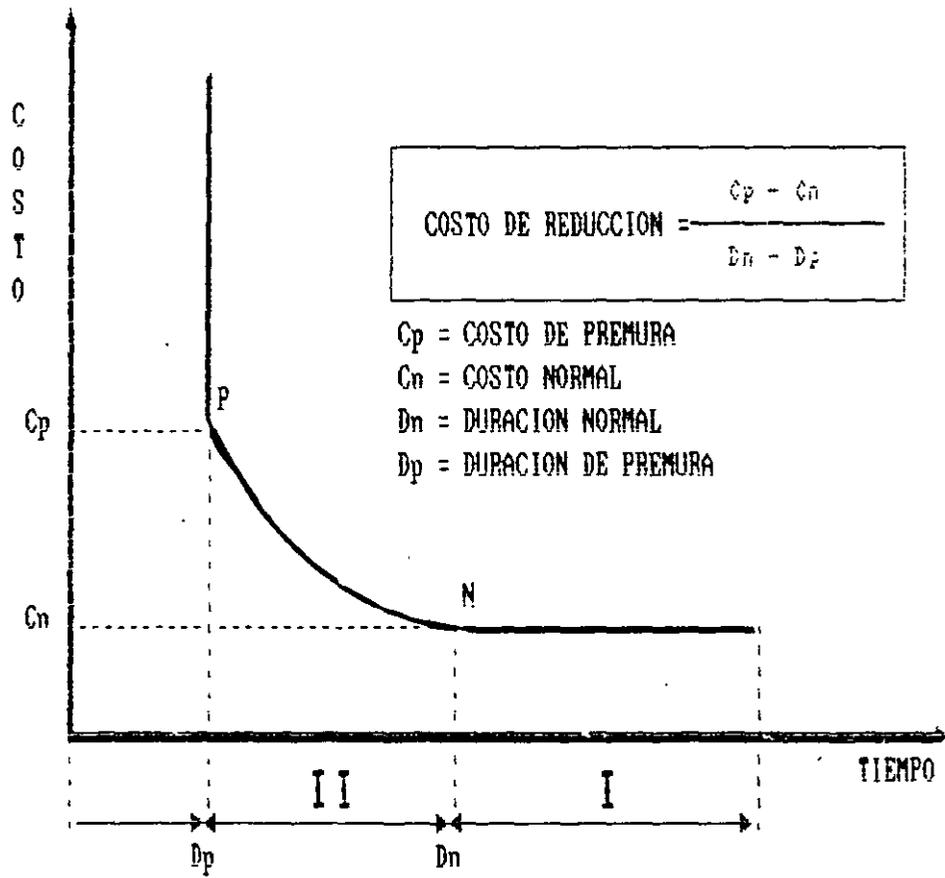
Refiriéndonos al costo directo de una actividad, la variación del costo en relación a su tiempo de ejecución queda representada según se muestra en la Gráfica No. 1

En dicha gráfica podemos observar lo siguiente:

3.- Enlistar y representar por flechas el procedimiento constructivo par la pavimentación de una carretera, considerando la descripción siguiente:

- El material pétreo para la construcción de subbase, base y carpeta, se obtiene a través de trituración de un banco localizado a 10 Km. del centro de gravedad del tramo.

- El concreto asfáltico se elabora en una planta ubicada a 2 Km. del cadenamiento inicial 0 + 000



GRAFICA No. 1.- VARIACION DEL COSTO DIRECTO DE UNA ACTIVIDAD EN RELACION A SU TIEMPO DE EJECUCION

Hay un rango (I) en el cual podemos reducir la duración de la actividad sin modificar el costo. Esto es claro, si consideramos que el costo directo para mano de obra y maquinaria, es la relación entre el costo y el rendimiento, esto es:

$$M = \frac{SR}{R} \quad \text{y} \quad CM = \frac{HMD}{RM}$$

Si incrementamos el numerador asignando más cuadrillas o más equipo a una actividad específica aumenta el costo, pero el rendimiento se incrementa en esa misma proporción; sin embargo, hay un límite en el cual el incremento en la asignación de recursos es proporcional al rendimiento. A partir de ahí el costo aumenta en proporción mayor al rendimiento y el costo por unidad se eleva (rango II).

En el mismo razonamiento anterior entra en juego el volumen de obra por ejecutar pues siendo este pequeño, será más costoso llevar dos máquinas al frente para que terminen el trabajo en menos tiempo.

Otro caso es cuando se decide establecer horas extras o dos o tres turnos de trabajo para lograr mayores avances, los rendimientos en general no se incrementan en la misma proporción que los costos.

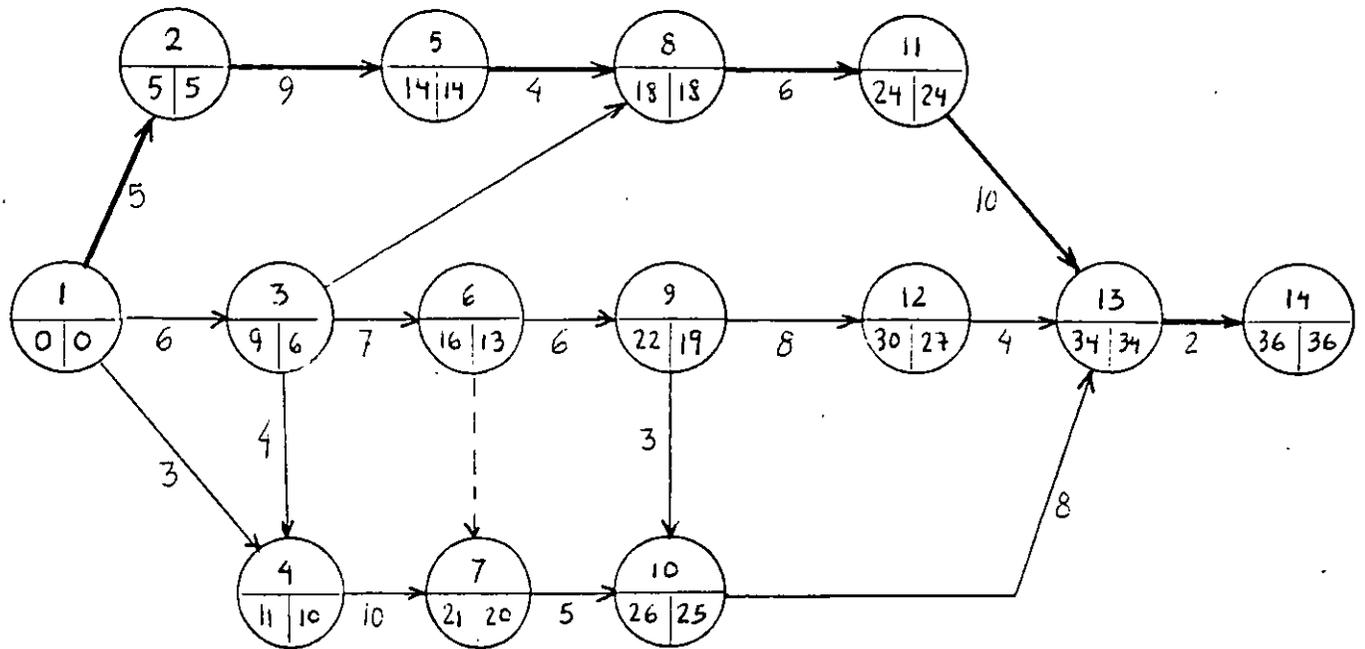
Finalmente, volviendo a la gráfica, hay un punto en el cual ya no es posible reducir el tiempo de ejecución.

Si invertimos en asignar recursos a partir de ese momento, lo único que lograremos será elevar innecesariamente el costo de la actividad.

Los límites del rango II, se denominan duración normal, duración de premura, costo normal y costo de premura, con lo cual, si deseamos calcular cual es el costo que nos ocasiona reducir una unidad de tiempo (suponiendo el comportamiento lineal dado por la recta NP), basta aplicar:

$$\text{COSTO DE REDUCCION} = \frac{CP - CN}{dn - dp}$$

3.3 CALCULO DE LA RED



Conocida la duración para cada actividad nos interesa saber su fecha de inicio y su fecha de terminación, esto lo podemos calcular simplemente como:

Fecha de terminación = fecha de inicio + duración.

Como de momento no estamos manejando fechas calendarizadas, sino días efectivos de ejecución, podemos escribir:

$$\text{Terminación} = \text{inicio} + \text{duración}$$

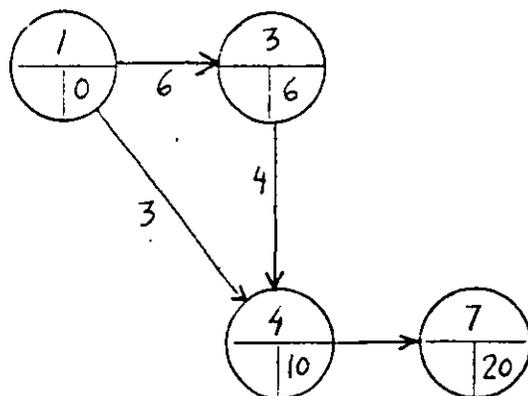
$$\mathbf{T = I + d}$$

Para las primeras actividades, que inician en cero, se tiene como fecha de terminación:

ACTIVIDAD	INICIO	DURACION	TERMINACION
1-2	0	5	$0 + 5 = 5$
1-3	0	6	$0 + 6 = 6$
1-4	0	8	$0 + 3 = 3$

Esta información se escribe en el lado derecho del evento final de cada actividad:

Fijemos nuestra atención en las actividades 1-3, 1-4, 3-4 y 4-7:



Calculando la terminación de la actividad 1-4, vemos que es igual a $0+3 = 3$; sin embargo, como la terminación de la actividad 3-4 es igual a 10, la actividad 4-7 no puede iniciarse hasta el día 10 precisamente, por lo cual este último número es el que se anota en la red.

Lo anterior nos lleva a enunciar la siguiente regla:

"Al estar calculando tiempos de terminación en la red, si dos o más actividades finalizan en el mismo evento se debe anotar el número mayor que resulte de sumar la iniciación más la duración correspondiente a cada actividad".

Por otra parte, vemos que la actividad 1-4 puede iniciarse el día 0 ó el día 7 y terminarse el 3 ó el 10 sin alterar la iniciación de la actividad 4-7.

Para diferenciar los tiempos de iniciación y terminación de este tipo de actividades utilizamos la siguiente nomenclatura.

- Ip = Iniciación próxima
- Ir = Iniciación remota
- Tp = Terminación próxima
- Tr = Terminación remota

Los tiempos próximos y remotos señalan posibilidades de inicio y de terminación tanto para cada una de las actividades que componen la red como para el proyecto mismo que está representado por la red el cual tendrá una fecha de inicio próxima, una terminación próxima, o bien una fecha remota de iniciación y una fecha remota de terminación.

Continuando con el procedimiento descrito, llegamos a calcular que la duración total del proyecto es de 36 días hábiles misma que anotamos en el evento final de la red.

Cálculo de los Tiempos Remotos.

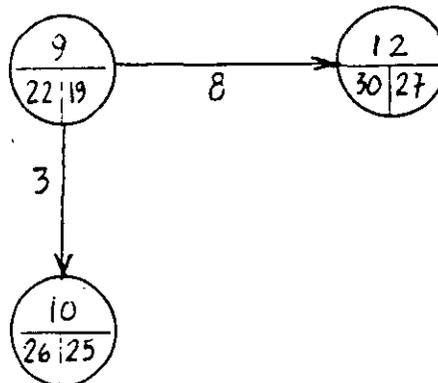
Dado que nuestro interés es terminar la obra representada por la red en el tiempo estrictamente necesario, en el evento final hacemos coincidir el tiempo próximo de terminación con el tiempo remoto de terminación.

Conocido el tiempo remoto de terminación de una actividad y su duración, la iniciación remota podemos calcularla como:

$$\text{Iniciación Remota} = \text{Terminación Remota} - \text{duración.}$$

$$I_r = T_r - d$$

Analicemos las actividades 9-10 y 9-12:



Lo más tarde que debe terminarse la actividad 9-10 es el día 26, como su duración es 3, lo más tarde que debe iniciarse es el día 23; sin embargo la actividad 9-12 tiene con terminación remota 30 y duración 8 por lo cual su iniciación remota debe ser el día 22.

Como este día 22 marca el inicio remoto de las dos actividades que se inician en el evento 9, este es el número que se anota en la red.

Nos queda de esta manera una segunda regla en el cálculo de la red:

"Al estar calculando tiempos remotos de inicio si dos ó mas actividades inician en un mismo evento, se anota en la red la cantidad menor que resulte de restar, a los tiempos remotos de terminación, la duración correspondiente de cada una de las actividades".

Continuando con este procedimiento, llegamos al evento inicial de la red donde como comprobación debemos terminar en cero.

Observando la mecánica seguida en el cálculo de la red, vemos que en ella han quedado anotados I_p y T_r por lo cual para calcular I_r y T_p debemos servirnos de una tabla auxiliar en la cual, también, calculamos las holguras.

3.3.1. DETERMINACION DE LA RUTA CRITICA.

Durante el cálculo de los tiempos de iniciación y terminación próximos y remotos, nos percatamos que hay actividades que pueden empezar en dos tiempos diferentes y de terminación están fijos.

Estas últimas actividades reciben el nombre de actividades críticas, pues un atraso o un adelanto en su ejecución, significan un atraso o un adelanto de toda la obra.

La unión de estas actividades resulta en la llamada CADENA ó RUTA CRITICA.

La condición que define el que una actividad sea crítica es:

Los tiempos de iniciación y terminación de la actividad son respectivamente iguales, esto es:

$$I_p = I_r \text{ en el evento inicial y}$$

$$T_p = T_r \text{ en el evento final.}$$

Hay ocasiones, que la primera condición basta para definir la ruta crítica, pero, cuando esto no es suficiente, recurrimos a la condición de que en la red $T_p = I_p + d$

En el ejemplo, la Ruta Crítica está dada por las actividades.

Conocer cuáles son las actividades críticas, permite poner especial cuidado en la ejecución dentro del tiempo fijado de dichas actividades. Asimismo, permite canalizar adecuadamente los recursos cuando queremos agilizar los trabajos.

3.3.2 HOLGURAS

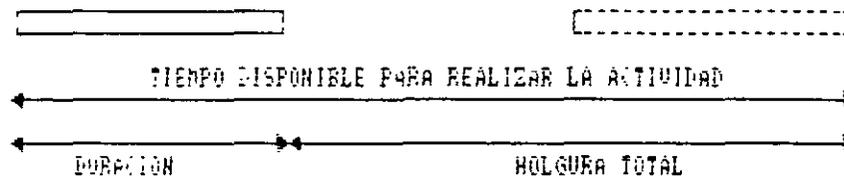
A lo largo del cálculo de la red, hemos visto que algunas actividades tienen la posibilidad de iniciarse y terminarse en fechas diferentes, esto significa que tienen holgura con relación a otras actividades con las que están ligada o con relación a la terminación de la obra.

En estos apuntes consideraremos dos tipos de holguras: Total y libre mismas que se definen y explican a continuación:

HOLGURA TOTAL

Se define como holgura total, el tiempo que puede desplazarse la terminación de una actividad sin modificar la duración del programa de obra, aunque para ello, en ocasiones, sea necesario alterar el tiempo de iniciación próximo de las actividades con la que esta ligada.

GRAFICAMENTE:



EN FUNCION DE LOS TIEMPOS DE INICIO Y DE TERMINACION:

HOLGURA TOTAL = TERMINACION REMOTA - TERMINACION PROXIMA

$$H_t = T_r - T_p$$

Y COMO $T_r = I_r + d$, y $T_p = I_p + d$, PODEMOS TAMBIEN ESCRIBIR:

$$H_t = I_r - I_p$$

En función de los tiempos de inicio y de terminación:

Holgura total = Terminación remota - Terminación próxima

$$H_t = T_r - T_p$$

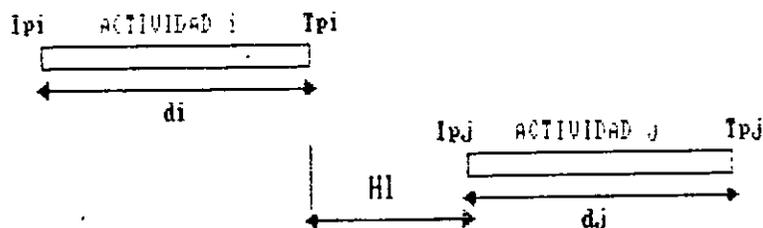
Y como $T_r = I_r + d$, y $T_p = I_p + d$, podemos también escribir:

$$H_t = I_r - I_p$$

HOLGURA LIBRE

Se define como holgura libre, el tiempo que puede desplazarse la terminación de una actividad sin modificar la iniciación próxima de la actividad o actividades con las que esta ligada.

GRAFICAMENTE:



EN FUNCION DE LOS TIEMPOS DE INICIO Y TERMINACION:

En función de los tiempos de inicio y terminación:

Holgura libre = Tiempo de iniciación próximo de la actividad subsecuente - tiempo de terminación próximo de la actividad precedente.

$$H_l = I_{pj} - T_{pi}$$

TANTO LA HOLGURA TOTAL COMO LA HOLGURA LIBRE, SE UTILIZAN PARA LLEVAR A CABO EL BALANCE DE LOS RECURSOS UTILIZADOS PARA LA EJECUCION DE LA OBRA.

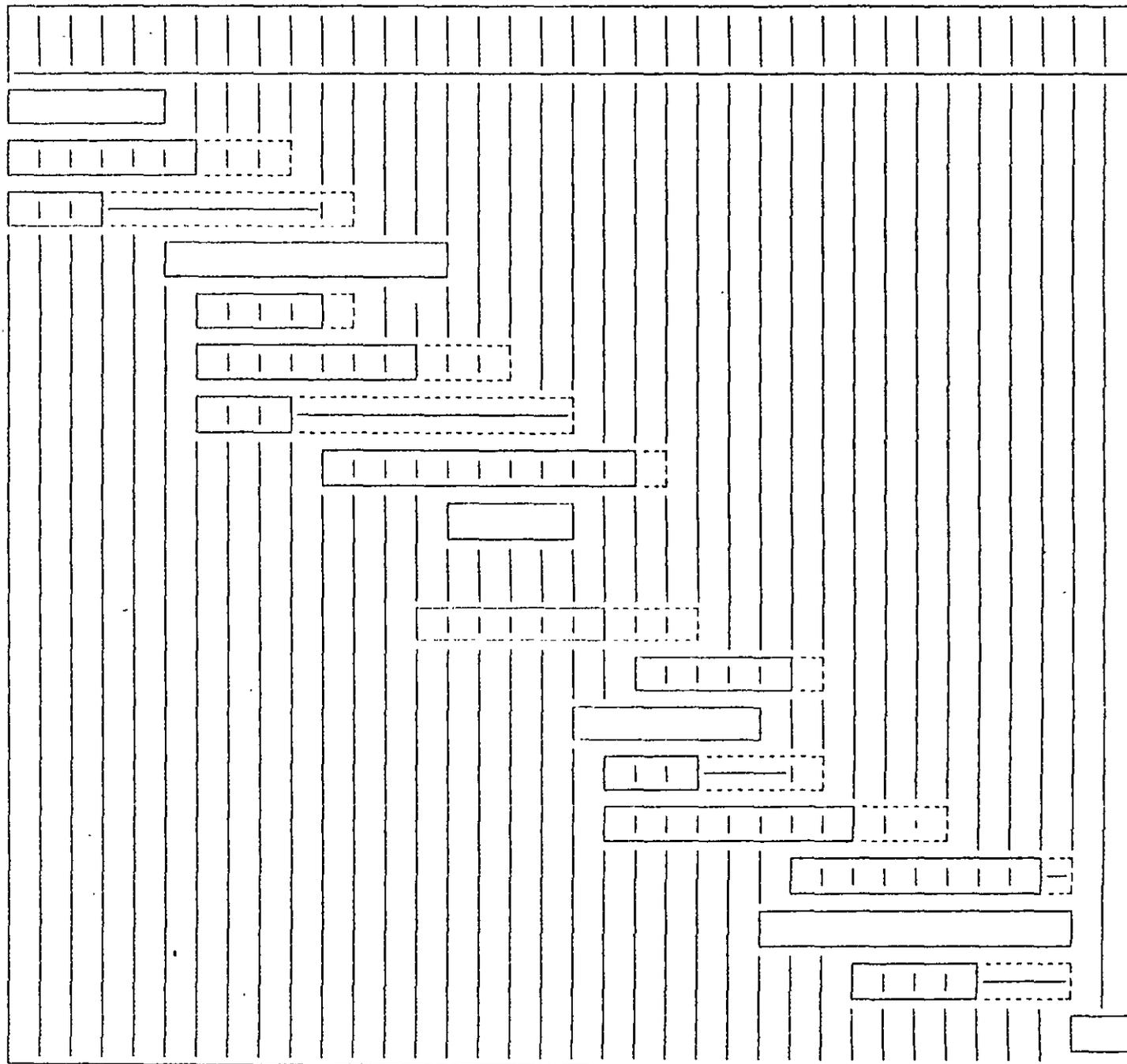
3.4 (DIAGRAMA DE BARRAS

Derivado del diagrama de flechas o de nodos, el diagrama de barras o de Gantt considera cada actividad representada a escala precisamente por una barra. En el mismo diagrama quedan representadas las holguras total y libre (ver figura).

DIAGRAMA DE BARRAS O DE GANTT

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36

ACT	d	INICIACION		TERMINACION		HOLGURA	
		PROX	RMOTA	PROX	RMOTA	TOTAL	LIBRE
1-2	5	0	0	5	5	0	0
1-3	6	0	3	6	9	3	0
1-4	3	0	8	3	11	8	7
2-5	9	5	5	14	14	0	0
3-4	4	6	7	10	11	1	0
3-6	7	6	9	13	16	3	0
3-8	3	6	15	9	18	9	9
4-7	10	10	11	20	21	1	0
5-8	4	14	14	18	18	0	0
6-7	0	13	21	13	21	8	7
6-9	6	13	16	19	22	3	0
7-10	5	20	21	25	26	1	0
8-11	6	18	18	24	24	0	0
9-10	3	19	23	22	26	4	3
9-12	8	19	22	27	30	3	0
10-13	8	25	26	33	34	1	1
11-13	10	24	24	34	34	0	0
12-13	4	27	30	31	34	3	3
13-14	2	34	34	36	36	0	0



3.3.1 CALCULO NUMERICO

Utilizando la notación que se indica, se deja como ejercicio, dibujar y calcular la red, correspondiente al ejemplo de flechas desarrollado anteriormente.

H_t		H_l
I_p	X	T_p
I_r	d	T_r

BALANCE DE RECURSOS

Utilizando las holguras de las actividades representadas en el diagrama de barras, es posible lograr la mejor distribución de los recursos que intervienen en la obra.

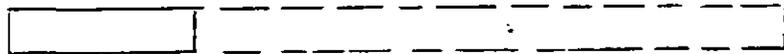
En el ejemplo que sigue (1), se muestra con claridad como se logra tener una mejor distribución de los volúmenes de excavación en una obra hidráulica.

Al considerar la holgura de una actividad para balancear los recursos se pueden implementar dos estrategias:

1.- Recorrer la iniciación y por consiguiente la terminación de la actividad sin modificar su duración o bien.

2.- Estudiar la posibilidad de incrementar la duración de la actividad disminuyendo los recursos asignados a ella.

En ambos casos la holgura desaparece y la actividad se vuelve crítica.



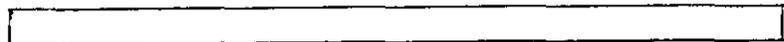
1

LA ACTIVIDAD SE RECORRE HASTA SU I_r



2

SE ALARGA LA DURACION DE LA ACTIVIDAD



(1) Ejemplo desarrollado por Ing. Fernando Favela Lozoya.

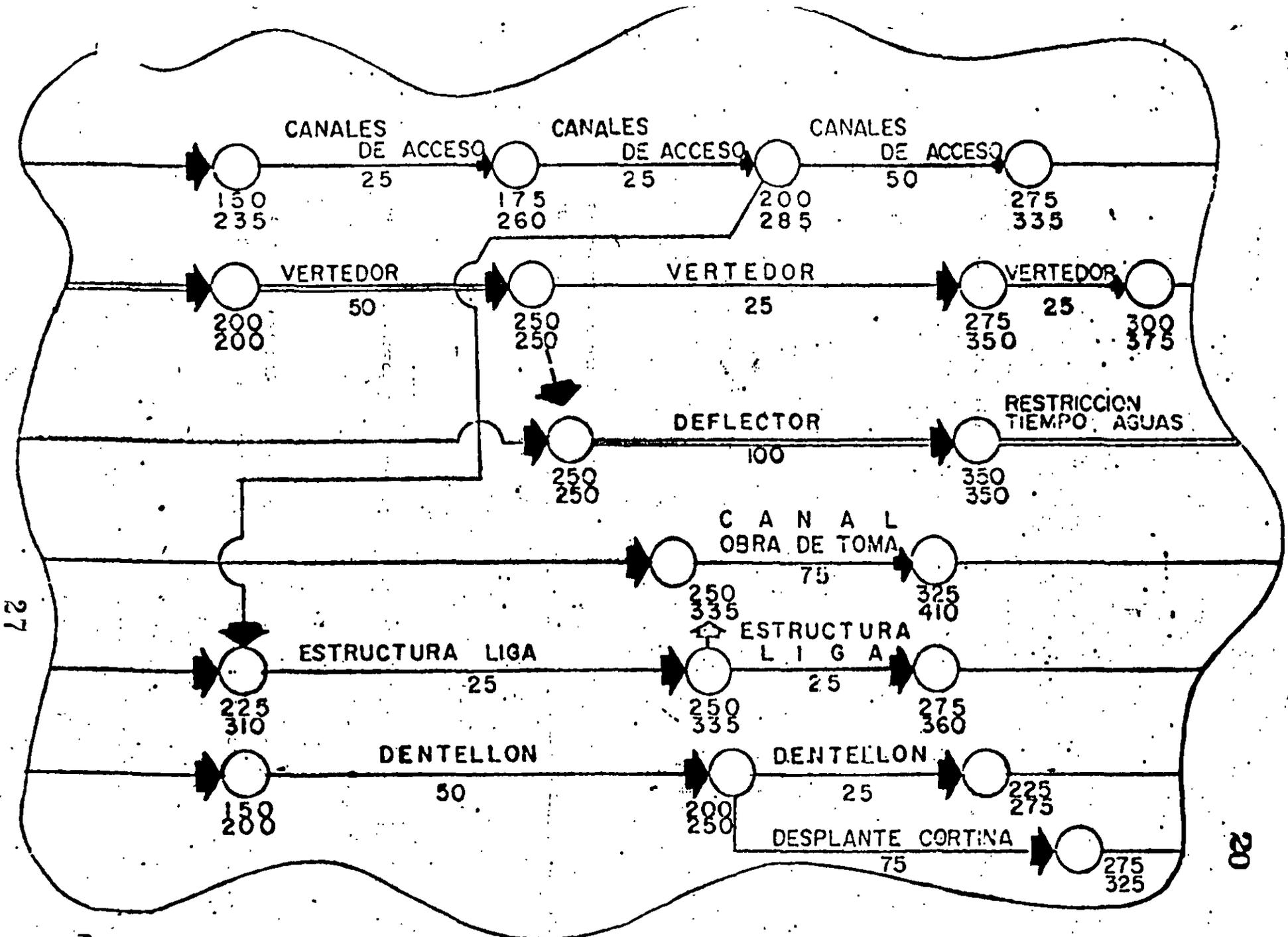


Fig. 5

PROGRAMA DE EXCAVACIONES (MATERIAL COMÚN)

Fl. # 3

CONCEPTO	m ³	1 150	2 175	3 200	4 225	5 250	6 275	7 300	8 325	9 350	10 375	11 400
CANALES DE ACCESO	20000	[Gantt chart bars for 20000 m³]										
CANALES DE ACCESO	15000	[Gantt chart bars for 15000 m³]										
CANALES DE ACCESO	12000	[Gantt chart bars for 12000 m³]										
VERTEDOR	70000	[Gantt chart bars for 70000 m³]										
VERTEDOR	30000	[Gantt chart bars for 30000 m³]										
VERTEDOR	89000	[Gantt chart bars for 89000 m³]										
DEFLECTOR	120000	[Gantt chart bars for 120000 m³]										
CANAL OBRA TOMA	24000	[Gantt chart bars for 24000 m³]										
ESTRUCTURA LIGA	2000	[Gantt chart bars for 2000 m³]										
ESTRUCTURA LIGA	2000	[Gantt chart bars for 2000 m³]										
DENTELLON	50000	[Gantt chart bars for 50000 m³]										
DENTELLON	10000	[Gantt chart bars for 10000 m³]										
DESPLANTE CORTINA	80000	[Gantt chart bars for 80000 m³]										
SUMA PARCIAL		45000	40000	660000	630000	950000	77000	38000	30000			
SUMA ACUMULADA		45000	85000	171000	234000	329000	406000	444000	474000			
		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div>[] DURACION DE LA ACTIVIDAD</div> <div>[---] TIEMPO FLOTANTE LIBRE</div> <div>[---] TIEMPO FLOTANTE TOTAL</div> <div>[] ACTIVIDAD CRITICA</div> </div>										

20

21

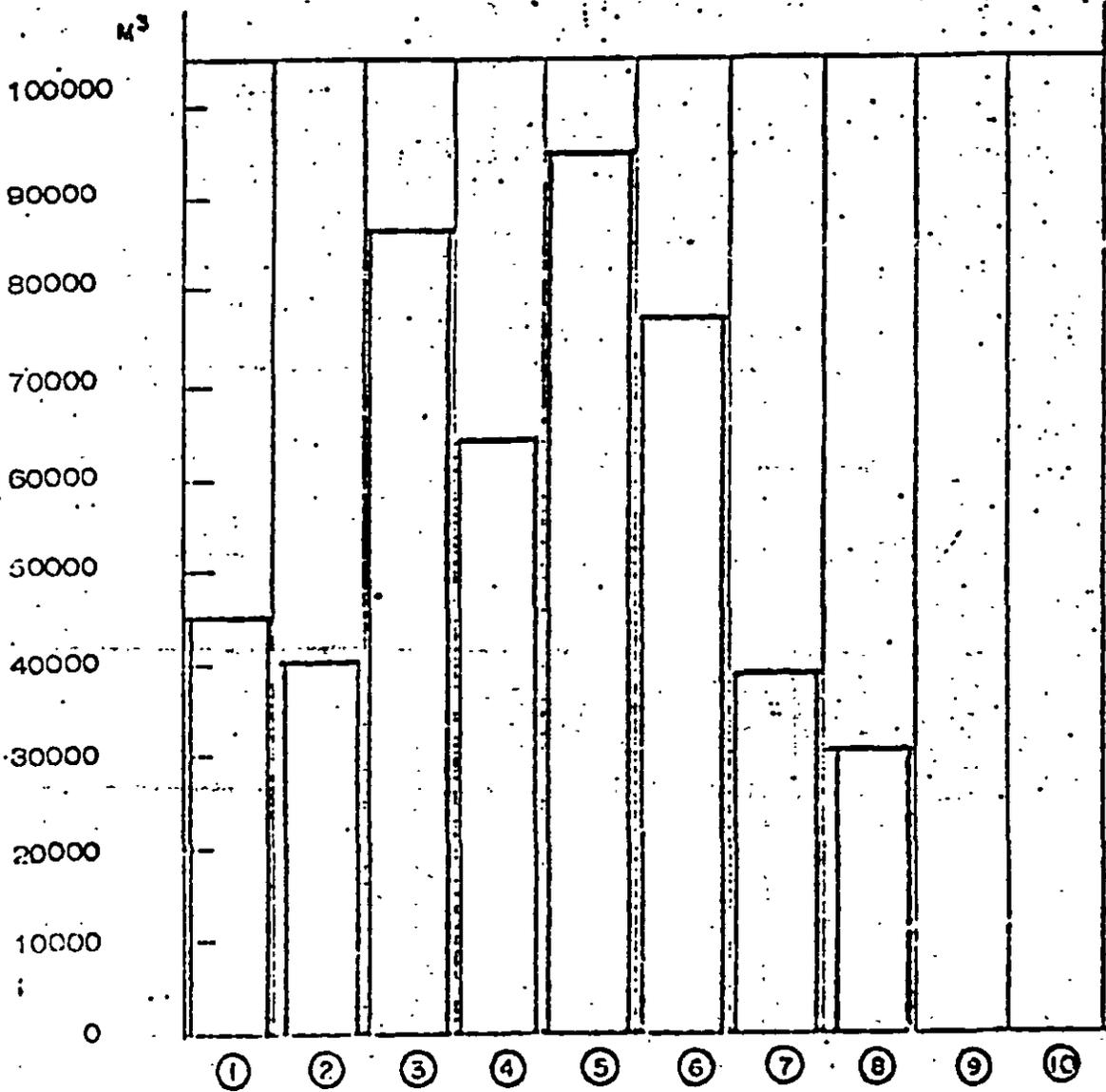
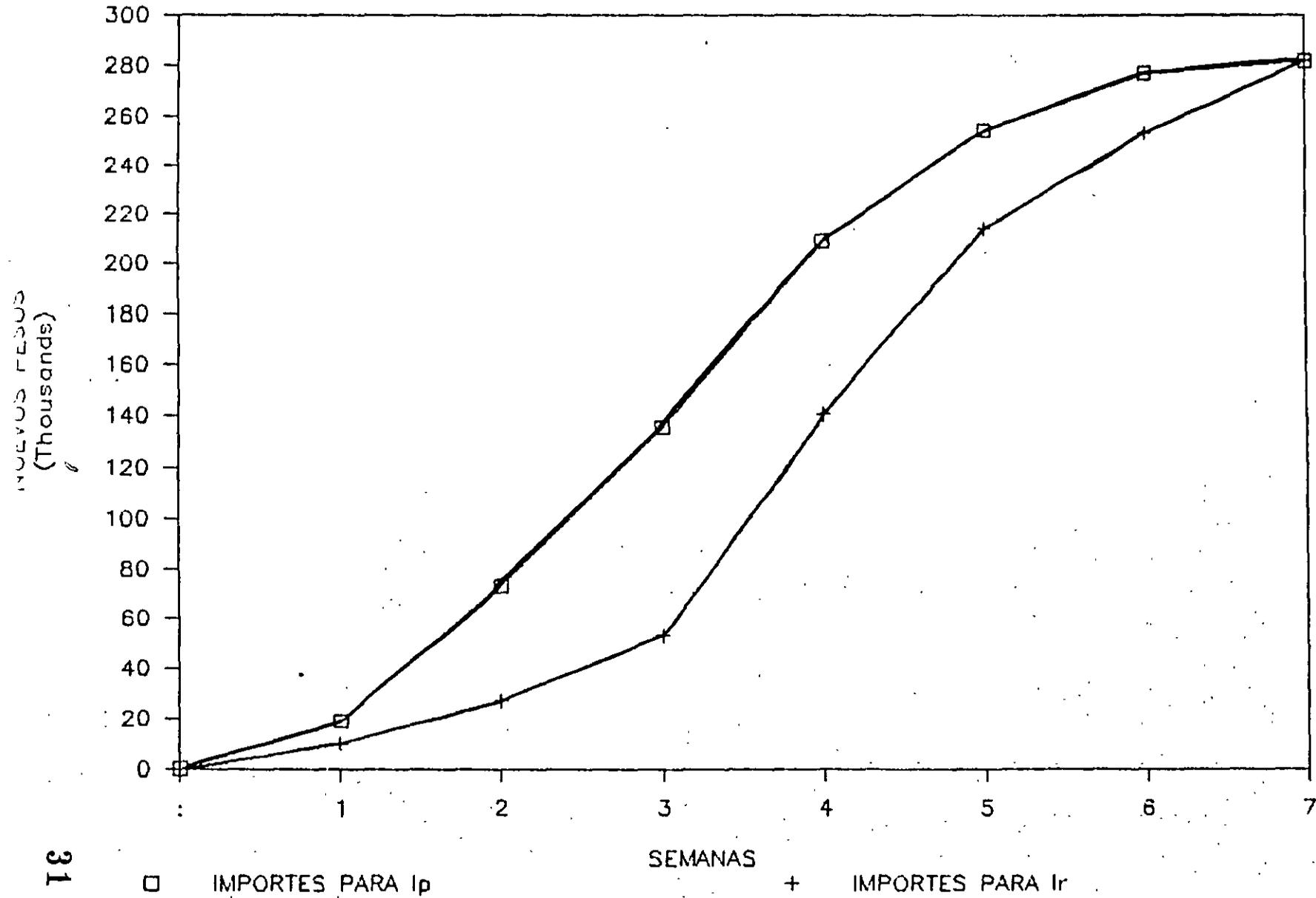


Fig: # 4

FLUJO DE EROGACIONES

EJEMPLO



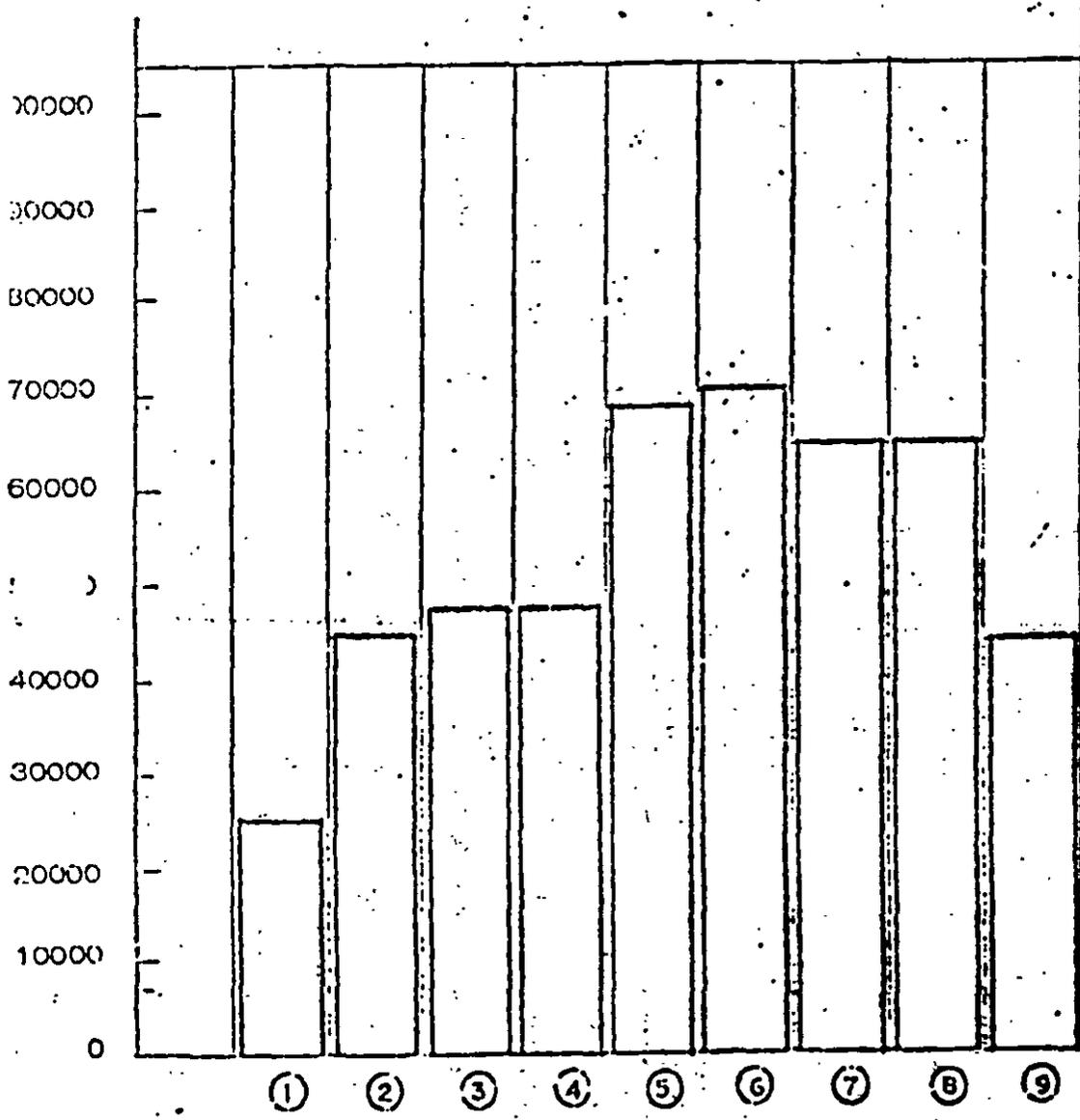
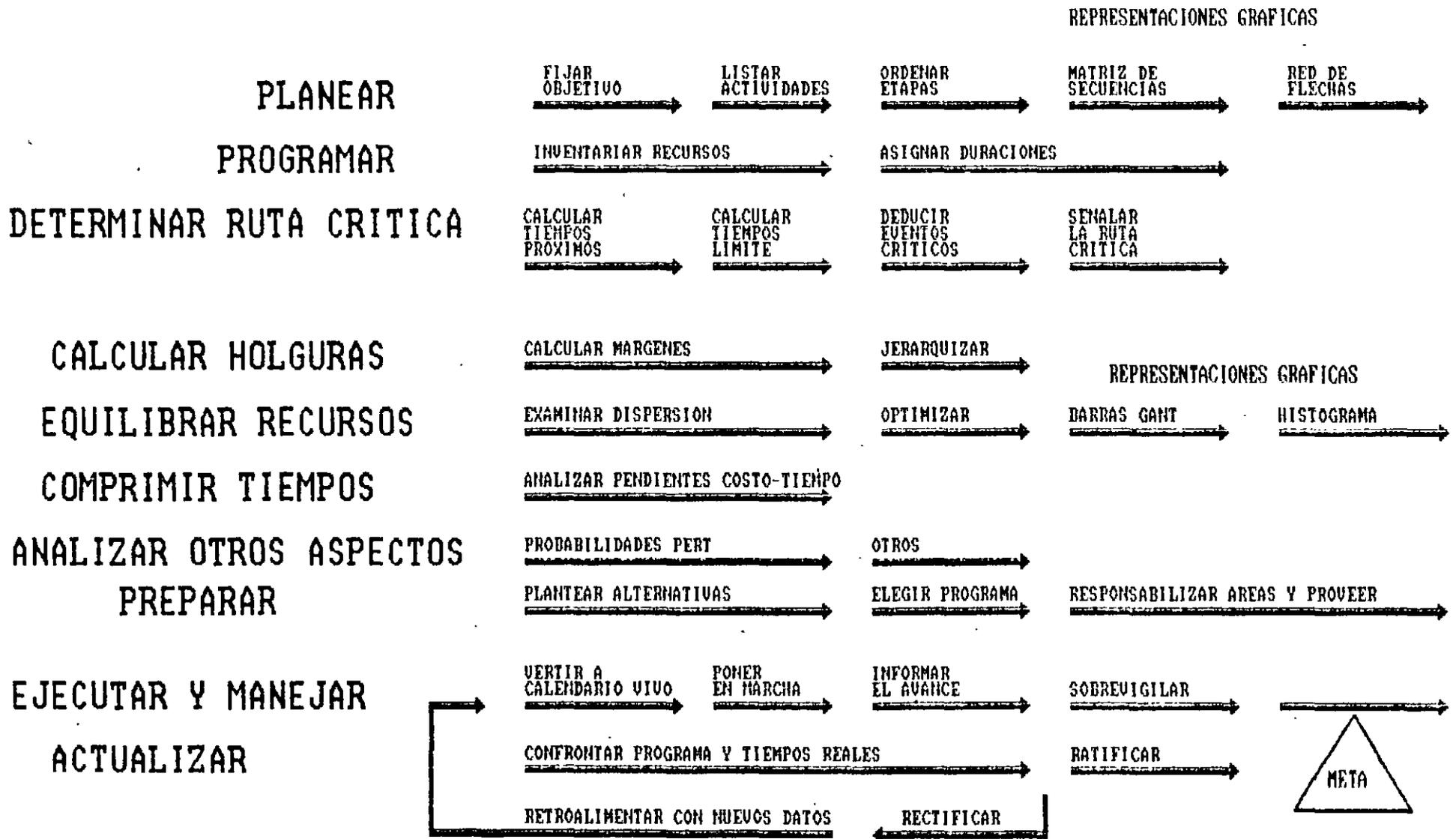


Fig. # 6

CUADRO RESUMEN



CONTROL DE OBRAS

CONTROL

El control es una función administrativa que nos permite establecer métodos de actuación concretos para alcanzarlos, y son parte importante del proceso de planeación, procurando siempre que las operaciones se ajusten a lo planeado o lo más cercano posible.

El objetivo del control es luchar porque se obtenga eficiencia que para la empresa significa productividad. No podemos hablar de control si no se fijan las metas y se establece el estándar de medición.

- I. Establecimiento de las normas o estándares.
- II. Información de los resultados obtenidos.
- III. Comparación de los resultados reales con las normas.
- IV. Corrección de las desviaciones.

Aunque el procedimiento del control básico puede ser sencillo, su aplicación trae consigo muchas interrogantes, como:

- ¿Cuándo y dónde debe hacerse la revisión?
- ¿Qué estándares habrá que usar para calificar?
- ¿Quién debe hacer las valoraciones?

DISEÑO DEL SISTEMA PARA EL CONTROL.

Definimos el diseño del sistema para el control como: "idear y planear mentalmente una unidad de muchas partes diversas para ejercer una influencia moderada o directora en la actividad que deseamos controlar".

Un diseño de sistema es un enigma de tipo particular. El problema existe para una persona cuando ésta tiene un objetivo definido que no puede alcanzar con la norma del comportamiento que tiene ya dispuesta. Se plantea la solución cuando algún obstáculo se opone a la consecuencia de un objetivo. No hay dificultad si el camino a la solución está despejado. Únicamente cuando hay que descubrir medios para salvar un obstáculo se prepara el escenario para su solución.

Para obtener una solución correcta, necesitamos escoger entre nuestras experiencias anteriores similares al caso y organizarlas.

GUIA PARA EL DISEÑO LOGICO DE SISTEMAS DE CONTROL.

Paso 1.- DARSE CUENTA DEL PROBLEMA

Aunque estamos rodeados de problemas sin resolver, no se convierten en tales mientras no vemos que lo son.

Paso 2.- DEFINIR EL PROBLEMA.

Una vaga noción del problema a nadie llevará a ninguna parte más si hacemos un esfuerzo para delimitar el problema con precisión, en nuestra mente surgirán buenas ideas.

Paso 3.- LOCALIZAR, VALORAR Y ORGANIZAR LOS DATOS.

Para preparar una solución provisional a un problema es ante todo necesario reunir datos.

Paso 4.- DESCUBRIR RELACIONES Y FORMULAR HIPOTESIS.

Con los datos obtenidos se hacen hipótesis y suposiciones.

Paso 5.- VALORAR LAS HIPOTESIS.

Hay que someter a rigurosa prueba de modo sistemático la solución provisional. Primero es necesario determinar si la respuesta satisface o no las exigencias del problema.

Paso 6.- APLICAR LA SOLUCION.

El paso de la aplicación no siempre es fácil de apreciar en algunos problemas puramente especulativos y es posible que no siempre se encuentre en la solución del diseño del sistema.

El análisis de sistemas se compone de tres pasos:

A) Diagrama de trámite.

Consiste este paso en mostrar la marcha que siguen los trámites burocráticos mediante un esquema.

B) Diseño de formas o impresos.

Todas las formas se diseñan o rediseñan para su eficaz empleo

C) Manual de procedimientos.

Las instrucciones por etapas deben puntualizarse por escrito para que se vea el funcionamiento del trámite mejorado.

Diagrama de trámites:

Conocida la organización es esencial detallar un cuadro gráfico de flujo de papeles.

Todo lenguaje necesita sus reglas, como que la gráfica debe empezar en la margen superior izquierda y avanza hacia la derecha.

El eje vertical muestra la sucesión cronológica de los acontecimientos estando los primeros arriba. Las columnas pueden utilizarse para representar diferentes formas o impresos; por ejemplo, los diferentes departamentos por los que pasa el trámite. El sólo diagrama de ésta serviría muy poco y lo que procede después, es analizar para estudiar las posibles mejoras. El mejor método de hacerlo es preguntando cosas como estas:

LISTA DE PREGUNTAS

- ¿Puede eliminarse alguna copia?
- ¿Puede suprimirse algún trámite?
- ¿Puede hacer mejor las operaciones alguna otra persona?
- ¿Puede combinarse algunos trámites en forma ventajosa?
- ¿Puede mejorarse la sucesión de los trámites?
- ¿Puede subdividirse algunos trámites en forma conveniente?
- ¿Puede el iniciador de una forma proporcionar más y mejor información?
- ¿Podría hacer la operación un empleado que gane menos?
- ¿Puede eliminarse alguna operación de archivo?
- ¿Para qué conservar la forma?
- ¿Se lleva registro en más de un lugar?

Hay otras preguntas que podrían plantearse y conviene acostumbrarse a ello ya que ninguna lista reemplaza jamás la idea creadora del hombre.

Diseño de formas.

El diseño de formas empleadas en el procedimiento burocrático es sencillamente la aplicación del sentido común.

En general se deben tener presente lo fácil que es añadir o quitar información, sea manuscrita o a máquina. Pero como es difícil recordar tantas cosas lo mejor es tener una lista lo más completa posible.

LISTA PARA EL DISEÑO DE FORMAS

- ¿Es necesaria esta forma o podría otra servir también para -- tal fin?
- ¿Tiene esta forma un encabezado que describa verdaderamente -- su fin?
- ¿Tiene la forma suficientes instrucciones para uso general?
- ¿Tiene un tamaño apropiado para archivarla?

Si la forma está destinada a viajar ¿Necesita un espacio para indicar el destinatario y el remitente?

¿Hay en ellas márgenes adecuados para encuadernarlas?

¿Puede utilizarse ambos lados?

¿Corre riesgo de mancharse? En caso afirmativo, ¿Cómo hay -- que protegerla?

¿Está junta toda la información que necesita una persona?

¿Están separados los datos que pudieran ser causa de graves - errores de transcripción.

¿Está la información en el orden necesario para su transcripción?

¿Es posible imprimir más información en lugar de llenarse a mano?

¿Son adecuados los espacios que deben llenarse a mano?

¿Están las líneas impresas de acuerdo con el espaciador de - la máquina de escribir?

¿Está dispuesto el impreso para un número mínimo de topes de tabulador de la máquina de escribir?

¿Contribuirán a reducir los errores, líneas verticales y horizontales?

¿Pueden emplearse recuadros de señalamiento en lugar de la información escrita a mano?

¿Es susceptible de interpretar erróneamente algún texto?

¿Es necesaria toda la información?

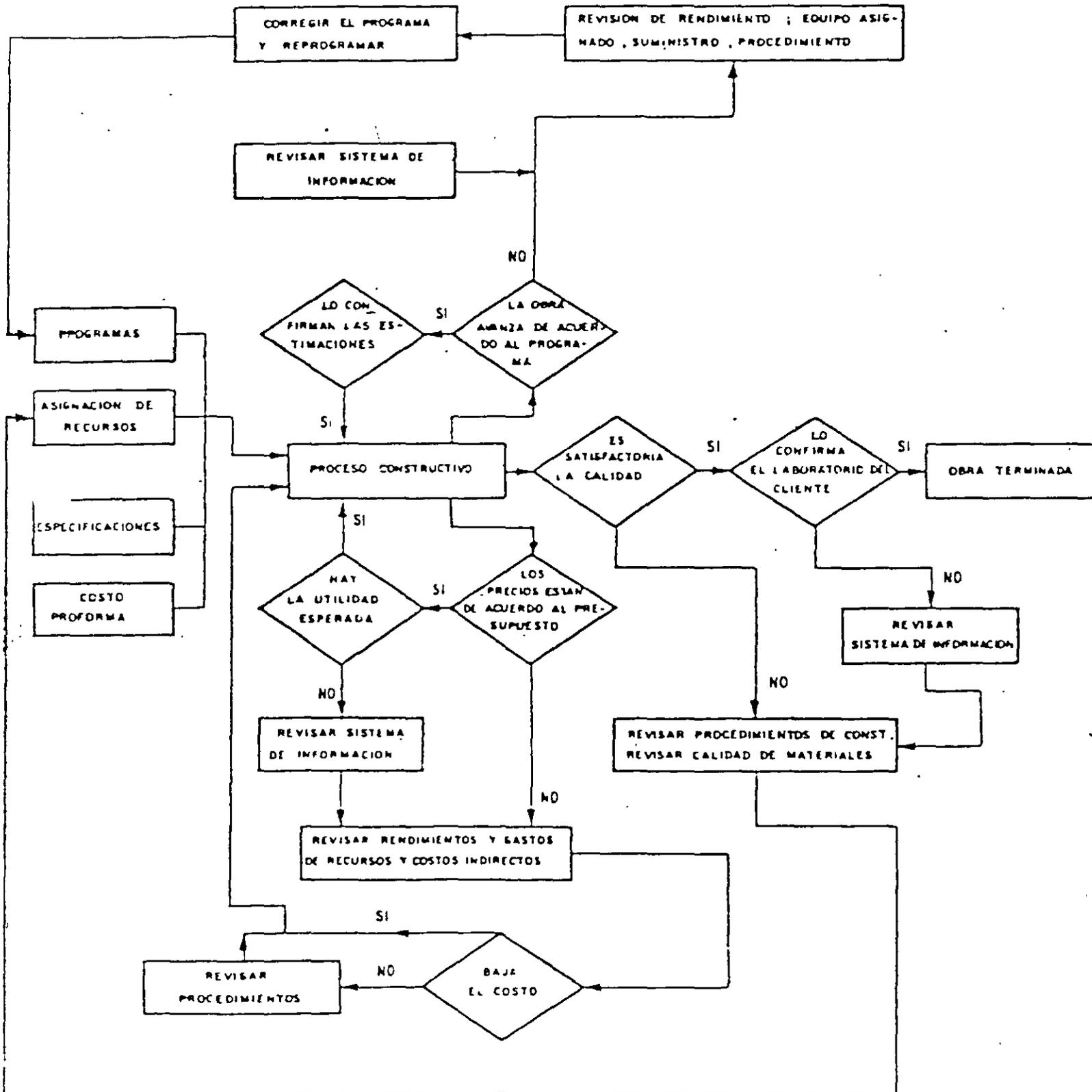
¿Da buen aspecto el documento?

¿Crearé buena imagen mental en el que se sirva de él?

¿Sería útil para la identificación o el archivo un papel de - color?

¿Puede sugerir mejoras el empleado que tuliza la forma?

DIAGRAMA DE FLUJO DE INFORMACION



6.1 CONTROL DEL AVANCE FISICO

Se entiende como avance físico, el avance real, objetivo, calculado por medios empíricos de la relación entre el volumen de obra total; y el volumen de obra ejecutada.

El avance físico no se relaciona con los precios, costos, ni con otros parámetros, sino que únicamente con volúmenes o cantidades de obra y se da en porcentajes relativos.

El objeto de determinar el avance físico en un momento dado, es el de dar un parámetro de referencia para la verificación de los estados económicos de un proyecto y permitir su costo final para efectos de cobro.

6.2 CONTROL DE LAS EROGACIONES.

Basicamente estará dado por la comparación que se haga entre los montos cobrados en la estimación en cuestión contra los importes programados a erogar en el mismo.

COMO DETECTAR DESVIACIONES Y SUS CORRECCIONES

Teniendo los programas de Avance Físico y Económico de la obra, como es en este caso nuestra losa de concreto, tendremos que trazar diariamente el avance real de la obra y comparar los atrasos u avances respecto al programa, de la misma manera para llevar las erogaciones.

Si existiese un atraso en el avance físico, habrá que revisar y analizar las causas del mismo, puede ser por: malos rendimientos en la mano de obra, número de cuadrillas trabajando equivocadamente o en mal número en determinada actividad, condiciones climatológicas no consideradas en el programa o algún imprevisto grave que deberá estar asentado en la bitácora de la obra para justificar el atraso y posteriormente reprogramar el resto de las actividades.

Deberá cuidarse de la misma forma el avance económico y si existiese en este caso una erogación mayor a la programada, hay que revisar cada actividad, su erogación, se ha fugado más dinero por exceso de turnos, mano de obra inadecuada un aumento en los costos directos no contemplado, etc. Todos estos detalles de ambos programas deberán apoyarse y asentarse en oficios, actas o notas de bitácora para considerar escalamiento.

CONTROL DE ESTIMACIONES PARA CONTROL ECONOMICO.

La herramienta primordial en el control económico de una obra será la estimación que nos indicará las erogaciones reales que lleva la obra. El vaciado de esta a nuestra gráfica nos indicarán las desviaciones existentes y la corrección se hará como se especificó en el párrafo anterior. Sin embargo, a continuación se explica muy brevemente la forma y un criterio general para evaluar y controlar.

Una vez que el supervisor autorizó la estimación, el contratador la revisa y detecta las desviaciones conforme a presupuesto, revisando cantidades de obra programadas, reales, los precios unitarios de conceptos --

tabulados y separados los precios de conceptos extras que se analizarán posteriormente. Los rangos y tolerancias en la revisión de estimaciones en cuanto a las desviaciones se refiere, serán fijados contractualmente entre contratista-cliente-supervisor (este últimos no siempre), de tal forma que los conceptos revisados pueden ser por alcances desde un 50 hasta un 100% y las tolerancias en las diferencias de cantidades de obra podrán fluctuar entre el 3 al -10% dependiendo de los criterios y alcances de cada contrato, cliente y contratista. las diferencias encontradas se registran separadamente una vez que el controlador revisó la estimación y se procede a aplicar las deductivas o aditivas correspondientes y así se va controlando el avance financiero de las erogaciones de la obra. Se aclara que todas las diferencias encontradas en la revisión de las estimaciones deben estar perfectamente apoyadas y seguras antes de proceder a aplicar decisiones efectivas y hacer alteraciones de los programas y avances y consecuentemente de los cobros y pagos.

En la sección de formatos de este capítulo, se anexa un informe o reporte de control económico donde puede verse la forma de evaluación de estimaciones, las medidas aplicadas y el estado de avance programado y real de la obra.

Igualmente se anexan algunos formatos para el control de avance físico, como ejemplos ilustrativos sin que estos sean los que deben de ser, cada contratista diseñará sus propios formatos de control.

¿ A quien debe comunicarse los resultados de las valoraciones? (+++)

¿De qué manera podrá determinarse todo el procedimiento oportuno, equitativamente y con un gasto razonable?

(+++)

La experiencia ha demostrado que el hombre es mal transmisor de ideas. Otra deformación más ocurre cuando el mensaje sube o baja por el canal de mando. Entre el subalterno y el jefe existe la tendencia de interponer un tamiz protector, después de dos o tres tamices de este tipo, la información que llega, quedará probablemente muy deformada.

CONTROL DE OBRAS

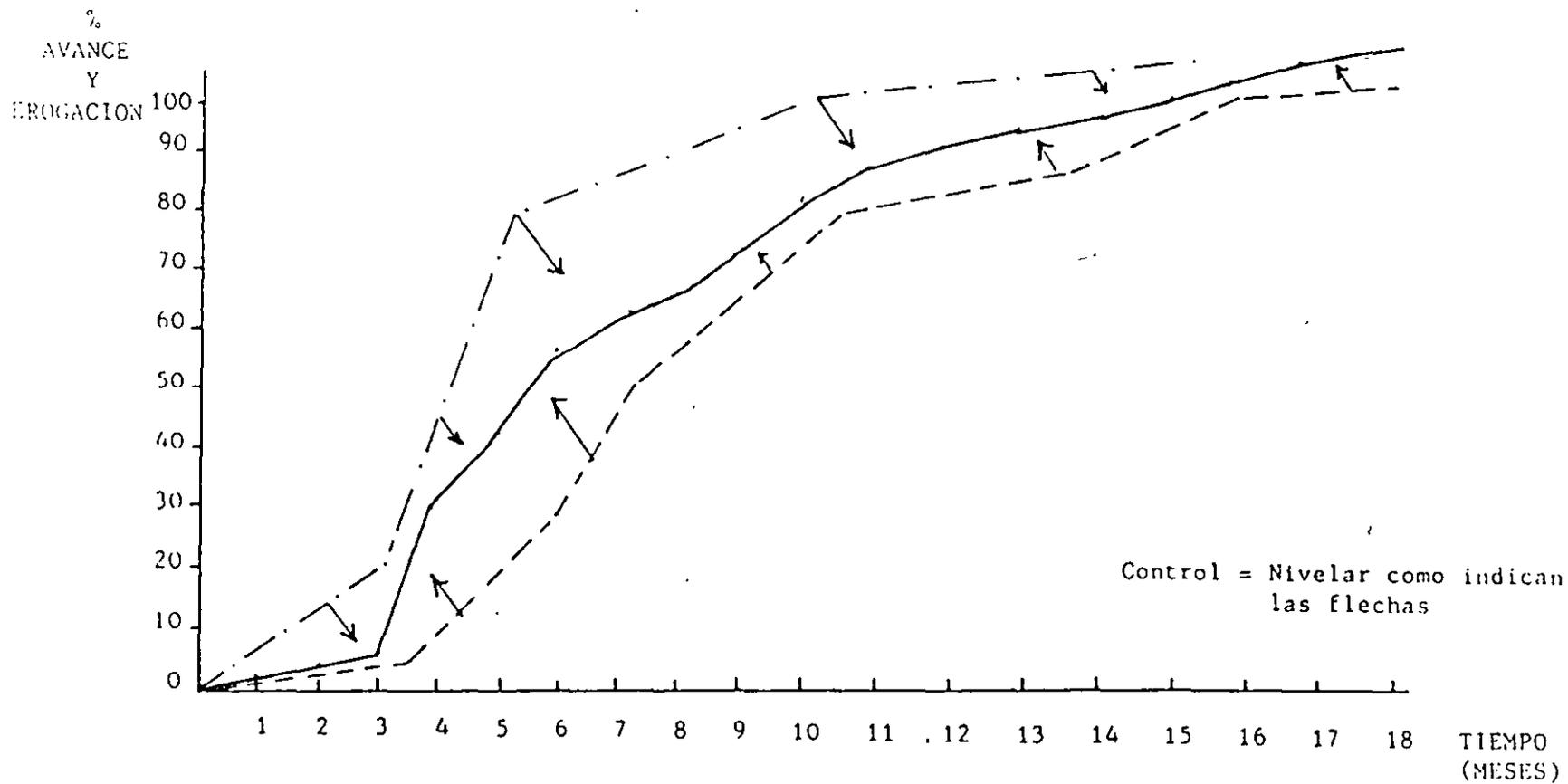
CORRECCION DE LAS DESVIACIONES.

Los informes de control llaman la atención hacia las desviaciones del rendimiento respecto a los planes, pero sólo dan la señal de alarma. El resultado final llega cuando se pone remedio a las dificultades y deficiencias. La investigación de control debe orientarse a la de las dificultades para decidir oportunamente la forma de vencerlas y reajustar en seguida las operaciones.

La distinción entre nuevos planes y reajustes para corregir deficiencias no es muy clara, por conveniencia, hablamos de "medidas correctivas" cuando los planes quedan sustancialmente sin modificar y sí seguimos esforzándonos por llegar al mismo resultado final. Si nuestra valoración de los problemas del momento indica que conviene hacer cambios importantes en los planes o en los objetivos, entonces debemos "volver a formular planes". En ambos tipos de actuación, los datos de la valoración sirven de retroalimentación a los ejecutivos que modifican sus operaciones.

Por tanto el mejor sistema será aquel que nos brinde mayor información y facilite la interpretación permitiendo hacer la corrección de las desviaciones.

TENDENCIA DE LOS AVANCES FISICOS Y DE EROGACIONES



Control = Nivelar como indican las flechas

- Programado
- - - Avance físico
- . - Avance de erogaciones. Estimaciones por cobrar según contratista.

6.4 LOS GENERADORES

Recibe el nombre de números generadores o simplemente generadores el acervo de datos procedentes de campo y correspondientes a todas las mediciones efectuadas en cada frente y cada concepto de obra.

La operaciones se van verificando y a la vez maquinando y revisando.

Que el Staff de Supervisión haga acto de presencia y estén de acuerdo y en conjunto determinen y registren todos los números generadores, cubiquen, valoricen, revisen, maquinen, y verifiquen lo maquinado.

Se incluye todos los borradores de cálculo, registro de generadores, etc., etc., y que frecuentemente tienen que consultarse, bien sea para:

- a) Referencia de la siguiente estimación.
- b) Aclaración de cualquier controversia.
- c) Verificación, ratificación o rectificación de alguna información básica en el momento en que se le requiera.

Por lo tanto, de los números generadores, son una operación de control delicada.

6.5 LAS ESTIMACIONES

Recibe el nombre de estimación la actividad enfocada a la determinación de los parámetros que permitan la cubicación de la obra ejecutada por el Contratista.

Normalmente en el Contrato se establece la forma, período, número y clase de estimaciones que se llevarán a efecto en el período de duración de la obra.

ESTIMACIONES DE CONTROL

Estas estimaciones pueden ser: diarias, semanales, quincenales y mensuales y están enfocadas a lo que su nombre indica y con esta base se originar la información al propietario, información veraz asegurar y garantiza que la obra que se esta ejecutando corresponde al importe que paga por la misma.

ESTIMACIONES PARA EFECTO DE PAGO

Será una verificación de su programa y una ratificación de -- sus avances de obra, así como la confirmación de sus índices de pronóstico al futuro.

Para el Contratista será el documento que definitivamente elaborado, aprobado y firmado, le autoriza a presentarlo para efectos de remuneración por la obra ejecutada.

ESTIMACION DE OBRA EXTRA

Se le dá el nombre de extra por corresponder a volúmenes de obra omitidos, originados por alguna modificación del proyecto, o algunos conceptos nuevos que se hayan originado por alguna ampliación al proyecto.

el objetivo de esta estimación puede cubrir varios aspectos.

- a) Control de la obra ejecutada, para efectos de avance.
- b) Valorización con Precios Unitarios elaborados por el representante del Propietario.
- c) Cuantificación como obra ejecutada pendiente de pago. -- Esto no es recomendable, pues normalmente lesiona los intereses del Contratista.

ESTIMACION FINAL O FINIQUITO

La estimación final o estimación finiquito debe ser elaborada por el representante del Propietario, auxiliado por su Staff técnico - de Oficina, Campo y Administrativo y es el documento base sobre el cual el propietario paga al Contratista hasta el último centavo correspondiente a obra ejecutada.

Esta estimación deberá prepararse con especial detalle y escrúpulo cuidado con objeto de que no quede ninguna duda de la validez de las bases computadas y en su oportunidad para efectuar el pago al Contratista. La recomendación sobre la acuciosidad y escrúpulo recomendado, no es en ningún caso una exageración, pues el valor final de la obra, deberá originar otros trámites trascendentales como son:

- a) Formación del acta de recepción.
- b) Devolución del fondo retenido de garantía.
- c) Mención a las fianzas que ampararán los compromisos establecidos en el Contrato de Obra.

6.6 DOCUMENTOS OFICIALES

Hay dos tipos de documentos que deben existir en la obra y -- que por su importancia deberán estar debidamente protegidos, recomendándose que sean una copia clara y precisa del original. Los originales y/o las copia autógrafas, deberán estar en el archivo general y desde luego -- no menos protegidas que las anteriores contra todo riesgo, estos dos tipos de documentos son:

OFICIALES

- a) Un Juego completo de Planos aprobados
- b) Licencia, permiso y/o autorización para la ejecución de obra.
- c) Ejemplar de Especificaciones aprobadas.
- d) Controles de campo y cualitativos en todos los aspectos -- que lo amerite la obra.
- e) Comprobantes de pago relativos a la obra.
- f) Escritura de pertenencia debidamente registrada.
- g) Bitácora de registro de obra debidamente autorizada y sellada por las autoridades del Ramo, de acuerdo con los requerimientos del Reglamento de Construcciones.

INTERNOS

Documentos protocolizados de trámite entre el PROPIETARIO y el CONTRATISTA; entre otros podrán ser.

- a) Un juego completo de los planos y datos que integran el -- Proyecto.
- b) Juego de especificaciones relativas a la obra.
- c) Copia autógrafa del Contrato de Obra.
- d) Programa actualizado de avance de obra.
- e) Control de modificaciones.

6.7 JUNTAS Y REUNIONES

JUNTAS DE COMUNICACION Y COORDINACION

La mayor parte del éxito o fracaso en la construcción de un proyecto depende de la habilidad del Gerente para coordinar las diferentes entidades involucradas en el mismo. Esta capacidad de coordinación a su vez depende en buena parte de la comunicación que se establece en las juntas de trabajo.

Es indispensable planear las juntas.

Una junta es el medio más rápido y seguro de transmitir información a un grupo de individuos; puede reducir las tensiones y resolver los conflictos entre diferentes individuos.

Hay claras indicaciones de que las juntas tienden a crear actitudes de solidaridad entre los participantes, y otros beneficios psicológicos.

Las juntas tienden a ser demasiado largas o demasiado complicadas o demasiado frecuentes. Las razones para que muchas de ellas no tengan éxito pueden ser dos:

- a) La junta nunca debería haberse llevado a cabo
- b) La junta era necesaria, pero no se llevó a cabo en forma adecuada.

El Gerente de Construcción puede obtener beneficios de las juntas identificando aquellas que son necesarias, y tomando medidas para asegurar que la junta se realice de tal manera que logre su objetivo. Las juntas pueden ser de cuatro tipos:

- 1) Junta informativa
- 2) Junta para tomar decisiones
- 3) Junta para entrenamiento
- 4) Junta de coordinación.

CONCLUSIÓN DE LAS NEGOCIACIONES

- Evite los insultos sutiles, y abstenerse de utilizar frases o términos que provoquen irritación.

- Vigile la presentación de su argumentos. El modo de formular una pregunta o hacer un comentario puede tener consecuencias muy diversas. "Usted está equivocado, porque..."

- Deberá limitarse las razones.

- Hay que resumir periódicamente, permiten enfocar los temas con mayor claridad y dar mayor ímpetu a las conversaciones.

- Evoque sentimientos, ¿Cuán deseoso está de cumplir con lo pactado? ¿Hasta dónde es digno de confianza?

- Sepa cuándo debe detenerse. Afirma Nierenberg.

"COMENCEMOS RECORDANDO QUE LA CORTESIA NO ES UN SIGNO DE DEBILIDAD Y QUE LA SINCERIDAD SE HALLA SIEMPRE SUJETA A DEMOSTRACION, NO NEGOCIEMOS JAMAS DOMINADOS POR EL TEMOR, PERO NO TEMAMOS JAMAS EL NEGOCIAR".

LA REUNION BIEN PLANEADA

- Fijar objetivos claros
- Crear un ambiente positivo
- Asumir funciones correctas
- Sintetizar los resultados de la reunión
- Esta reunión, ¿es necesaria?
- Cuándo convocar una reunión?
- ¿Quiénes deben participar?
- La reunión para resolver problemas
- La reunión para adoptar decisiones
- La reunión de creación
- La reunión de información
- La reunión de tipo combinado
- Cifras ideales de asistencia
- La planificación y la consecución del orden del día.

- La preparación de minutas de la reunión
- Modelos de minutas
- Análisis posterior a la reunión.

COMO MEJORAR SU CAPACIDAD DE DIRIGIR REUNIONES Y PARTICIPAR EN ELLAS

- Las técnicas de dirección.
- Cómo ocuparse de las digresiones
- Cómo encarar conflictos.
- Escuchar
- Acentuar los aspectos positivos.
- Aceptar las críticas.

COMO OBTENER RESULTADOS DE LAS REUNIONES NO FORMALES

- El orden del día siempre listo
- Los huéspedes en su despacho
- Reuniones durante el almuerzo o la cena
- La reunión ad hoc
- El arte del bombardeo de cerebros.

ORDEN DEL DIA SENCILLO

FECHA: 31 de Octubre de 19 .

DE: JOSE GRECO .

FECHA DE LA REUNION: 3 de Noviembre de 19 .

LUGAR: Sala 206

TEMA: Nuevo envase de Omnitex

DURACION CALCULADA: Una hora

ASISTENTES: Chaffee, Fishbeirn, Slinger, Benvenuto

ANTECEDENTE: Es posible ahora envasar Omnitex con mayor creatividad a modificaciones en el diseño del producto y a nuevas técnicas de -- producción.

RAZON DE LA

REUNION: La investigación de mercado demuestra que el diseño de empaque actual resulta ineficaz para su exhibición en anaqueles.

OBJETIVO DE

LA REUNION: Decidir un nuevo diseño de envases de Omnitex.

MODELO DE ORDEN DEL DIA PARA USO GENERALIZADO

Nombre del grupo _____ Fecha _____
Título de la reunión _____ Hora de comienzo _____
Convocada por _____ Lugar _____

Propósito de la reunión _____
Materiales de antecedentes _____
Por favor, traiga consigo _____
Resultados esperados _____

Director/Presidente _____ Secretario de Actas _____
Miembros del grupo _____

Orden de los asuntos del temario	Tiempo asignado
1) _____	_____
2) _____	_____
3) _____	_____
4) _____	_____
5) _____	_____
6) _____	_____

MODELO DE FORMULARIO PARA LA CONFECCION DE LAS MINUTAS

MINUTAS

Nombre _____ Título _____ Fecha _____

Qué ocurrió y cómo:

Decisiones/Acciones por realizar

Etapas siguientes:

Este Memorándum contiene mi versión de lo que ocurrió en la reunión de la referencia. Si usted desea corregir un error, agregar algo, consultar la grabación magnetofónica original o recibir una transcripción de la citna, sírvase llamar a _____

Para mayor información acerca de los objetivos de la reunión y --- quiénes asistieron a ella, véase el orden del día adjunto.

UNA REUNION DE EXITO

ANTES DE LA REUNION

- 1) Planee la reunión cuidadosamente, quiénes, qué, cuándo, dónde, por qué, cuántos?
- 2) Prepara y envíe un orden del día por adelantado.
- 3) Llegue temprano y prepare la sala de reuniones.

AL COMIENZO DE LA REUNION

- 1) Comience en hora
- 2) Haga que los participantes se presenten y expongan lo que esperan de la reunión.
- 3) Defina claramente las funciones respectivas.
- 4) Examine, revise y ordene el orden del día.
- 5) Fije plazos claros
- 6) Resuma los puntos de la reunión anterior sobre los que se esperaba determinada acción.

DURANTE LA REUNION

- 1) Concéntrese en el mismo problema de la misma manera al -- mismo tiempo.

AL FINAL DE LA REUNION

- 1) Determine los puntos que requieren acción: quiénes, qué, cuándo?
- 2) Fije la fecha y lugar de la próxima reunión y formule un -- orden del día provisional.
- 3) Evalúe la reunión.
- 4) Limpie y arregle la sala como estaba

DESPUES DE LA REUNION

- 1) Prepara la minuta.

6.9 ARCHIVOS

Con lo dicho anteriormente se ha pretendido dar una orientación de la forma de control. La experiencia nos ha enseñado y llevado a la creación de ARCHIVOS DE LA OBRA, los cuales se podrían pormenorizar en los ocho puntos siguientes.

- 1) Documentación y Resoluciones para prevenir reclamaciones y controversias. "La información es poder".
- 2) Establecer qué archivos y registros se deben conservar.
 - Estudio y evaluación de planos y especificaciones.
 - Documentación durante la etapa de licitación.
 - Archivos de apertura de ofertas, evaluación y adjudicación.
 - Archivos de avance de la construcción.
 - Archivos de cambios de proyecto.
 - Archivos de planos revisados por cambios.
 - Archivos de seguridad y accidentes.
 - Agenda del Ingeniero Residente o Supervisor.
 - Archivos fotográficos.
 - Reclamaciones.
 - Certificados y constancias de entregas.
- 3) Formación y Organización de un sistema de Archivos.
 - ¿Qué es lo que debe incluir el archivo?
 - Formato a usarse.
 - Cómo preparar la información.
 - Seguridad legal y física de mantener los archivos.
- 4) Archivos de Fotografías de la Construcción.
 - Tipos de fotografías; cuándo y donde deben ser tomadas.
 - Tipos de equipo y rollos de fotografía.
 - Manejo de equipo y material fotográfico

- 5) Archivos imprescindibles de construcción.
 - Avance de las obras
 - Llamadas telefónica y contestaciones.
 - Ensayo de materiales
 - Diario o agenda de trabajo
 - Registro diario de las entregas del Contratista
 - Informes de cambios de proyectos necesarios.

- 6) Archivos de la Oficina de Campo
 - Correspondencia
 - Planos de la obra
 - Entregas de planos de taller
 - Solicitudes de pago
 - Informes
 - Muestras
 - Certificados de pruebas de operación.

- 7) Documentación de prevención de riesgos.

- 8) Archivos generales.
 - Certificados de fabricación de productos.
 - Certificados de pruebas de laboratorio
 - Boletas de entrega de hormigón y otros materiales
 - Registros de hinca de pilotes
 - Registros de soldadura estructural
 - Informes de inspección de fabricación en planta.
 - Informes de inspección.
 - Radiografías de soldadura.

6.9 MODALIDADES

Las formas de control para cada etapa son muy variables, muchas veces depende de:

- La importancia de la obra.
- La experiencia de sus directivos.
- La organización establecida.
- Las condiciones económicas.
- La ubicación de la obra.
- Otras.

Existiendo tantas modalidades de control se cree que dependiendo de las consideraciones mencionadas u otras que existan, lo más importante para el éxito en las actividades es tener una organización en todos sus aspectos, no importa cuanto sencilla sea la obra a ejecutar. Logicamente los sistemas de control en todos sus aspectos deberán adecuarse a las posibilidades de la obra en ejecución.

La experiencia en obras de gran envergadura han llevado a algunas empresas a obligadamente instalar sistemas complicados que requieren una considerable inversión en la adquisición de equipo y entranamiento de su Staff, pero que compensa con los resultados que se obtienen.

SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO

PASOS NECESARIOS

- Identificar las funciones que conviene automatizar
- Analizar las alternativas de automatización.
- Determinar la forma de aplicación de la computadora.

FUNCIONES POR AUTOMATIZAR

- Velocidad de Respuesta
- Confiabilidad del Sistema

ENFOQUE GLOBAL

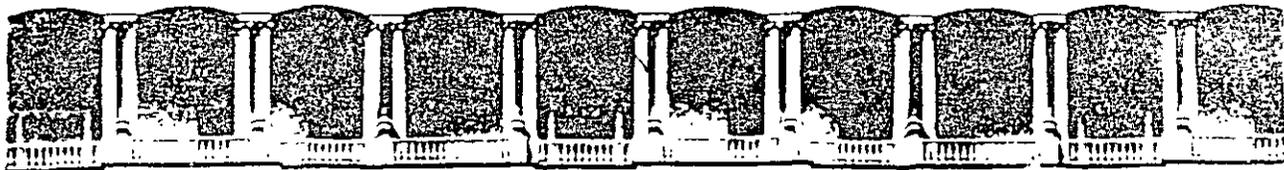
- Tipo de Procesamiento

ALTERNATIVAS DE AUTOMATIZACION

- Uso de Sistemas ya instalados
 - a) Del Propietario
 - b) De la Firma de Ingeniería
 - c) Del Contratista
 - d) Del Gerente del Proyecto

APLICACION DE LA COMPUTADORA

- Sistema Centralizado VS Descentralizado
- Tamaño de la Computadora
- Lenguajes
- Tecnología del Procesamiento
- Relación B/C del Sistema



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS INSTITUCIONALES

6 al 10 de enero de 1997

**PROGRAMACION Y
CONTROL DE OBRAS**

Ing. Arturo Flores Aldape
Nezahualcoyotl, edo. de México

1. LA ADMINISTRACION DE LAS EMPRESAS

La palabra "Administración", se forma del prefijo "ad", hacia y de "ministratio". Esta última palabra viene a su vez de "minister", vocablo compuesto de "minus", comparativo de inferioridad y del sufijo "ter", que sirve como término de comparación.

La etimología de minister (magistrado), indica una función de preeminencia o autoridad -el que ordena o dirige a otros en una función-, "minister" expresa precisamente lo contrario una subordinación u obediencia; el que realiza una función bajo el mando de otro; el que presta un servicio a otro.

La etimología nos da pues de la Administración, la idea de que ésta se refiere a una función que se desarrolla bajo el mando de otro; de un servicio y subordinación. Son pues los elementos principales obtenidos.

El empleo que de la palabra han hecho los técnicos en la materia, en razón de tratarse de una disciplina que como tal, es de reciente estudio, y está aún en pleno período de formación, ha sido muy variable: casi nos atrevemos a decir que caótico. Para demostrar lo anterior, bastaría citar el hecho de que aún se discute por algunos si la administración es una parte de la organización, o viceversa.

Sin embargo, de las definiciones dadas por los principales autores en Administración, podremos deducir sus elementos básicos.

E.F.L. Brech: *"Es un proceso social que lleva consigo la responsabilidad de planear y regular en forma eficiente las operaciones de una empresa, para lograr un propósito dado"*.

J.D. Mooney: *"Es el arte o técnica de dirigir e inspirar a los demás con base en un profundo y claro conocimiento de la naturaleza humana"* y contrapone esta definición con la que da sobre la organización como: *"la técnica de relacionar los deberes o funciones específicas en un todo"*.

La coordinación es considerada por ello, como la esencia misma de la Administración, por la mayor parte de los autores de importancia.

Coordinar, implica el ordenamiento simultáneo y armonioso de varias cosas. Supone por lo mismo, que hay diferentes personas y medios diversos, orientados todos ellos a la realización de un fin único. Ya explicamos que, independientemente de la bondad mayor o menor de cada uno de esos medios, la forma misma de agruparlos, de estructurarlos, de cambiarlos, de ordenarlos, simultáneamente o

sucesivamente, en una palabra, de "*coordinarlos*", está sujeta a reglas, y de esa coordinación depende la eficacia de los resultados, en algunos casos, quizá en mayor proporción que de la bondad de cada medio.

Hay conceptos similares al de coordinación o relacionados con ella v.gr.: "*cooperación*". Pero éste se fija más bien en la "*operación*" o acción conjunta, parece poner el énfasis en la actividad individual o parcial, en tanto que la coordinación lo pone en el resultado y en la estructuración misma de las cosas y acciones.

Otro término usado a veces en forma equivalente al de Administración es el de "*dirección*"; pero ésta es más bien uno de los elementos, necesarios y principales, pero no totales de la coordinación. Como afirman enfáticamente Koontz y O'Donnell ninguna orden para coordinar es capaz de realizar la coordinación por sí sola.

Un término equivalente es el de "*manejo*" poco usado en español, pero que en realidad es la traducción directa de la palabra "*management*". Pero esta palabra, en nuestro idioma tiene el grave defecto de no ser apropiada para la persona, ya que éstas se dirigen, se coordinan, o se administran, pero no se manejan.

Insistimos en que el término de "*coordinación*", es el que responde a la esencia de la Administración, porque abarca:

- a) La acción de quien está administrando: como después demostraremos más detenidamente, en tanto administra, en cuanto coordina.
- b) La actividad misma que resulta de la administración, o en la que ésta se traduce: ya se hagan planes, ya se dirija o mande, ya se organice, etc., en el fondo siempre se están coordinando cosas, acciones, personas, fines, intereses, etc.
- c) Sobre todo, el fin perseguido, tratándose de lo que tiene naturaleza práctica, como ocurre en la Administración, el fin de ser, a nuestro juicio, decisivo; lo que se busca al administrar, es obtener coordinación. Por eso, los términos dirección, manejo, cooperación, etc., nos parece insuficientes: todos ellos son menos medios, instrumentos, etc. Para obtener la coordinación; no se coordina para dirigir, sino que se dirige para coordinar.

2 ETAPAS

Si observamos cómo se desarrolla la vida de todo organismo social y principalmente la de aquellos que, como la empresa, forma el hombre libremente, podemos distinguir sus fases o etapas principales. La comparación con lo que ocurre en la vida de los organismos físicos podrá aclararnos mejor estas dos fases.

La primera etapa en todo organismo es la de estructuración o construcción del mismo. En ella partiendo de una célula, se van diferenciando los tejidos y órganos, hasta que se llega a integrar el ser en toda su plenitud funcional, acto ya para el desarrollo normal de las actividades o funciones que les son propias o específicas.

La segunda etapa es aquella en la que ya totalmente estructurado el organismo, desarrolla en toda su plenitud las funciones, operacionales o actividades que le son propias, en toda su variada, pero coordinada complejidad, que tiende a realizar la vida de ese organismo.

Cosa semejante ocurre en un organismo social: en su primera etapa, partiendo, de la iniciativa de uno o pocos hombres, todo se dirige a la estructuración de ese organismo social; cuando está debidamente estructurado, hay una segunda etapa, de suyo indefinida, que consiste en la operación o funcionamiento normal del mismo, para lograr los fines propuestos.

El estudio de estas dos etapas distintas tiene como fin principal comprender mejor dos aspectos diversos:

- 1) Cómo deben ser las relaciones que se dan en un organismo social.
- 2) Cómo son de hecho esas mismas relaciones.

Urwick ha dicho en su libro *"La teoría de la organización"* que una teoría sobre la materia es posible tan sólo si somos capaces de distinguir entre estos dos aspectos, que él llama Mecánica y Dinámica de la Administración.

En lo que él denominó la Mecánica Administrativa, o sea los aspectos de estructuración, se trata de *"cómo deben ser las relaciones"*. Mira siempre hacia el futuro, inmediato o remoto, pero siempre algo que *"debe hacerse"*.

En la Dinámica Administrativa, o sea en lo que es ya operacional, se busca cómo coordinar de hecho los hombres y los bienes que forman un organismo social. Mira hacia lo inmediato y fatural.

Los dos aspectos de la Administración se refieren por lo tanto a LAS FORMAS DE ESTRUCTURAR Y DE OPERAR un organismo social, o sea, a su coordinación técnica y práctica.

De lo expresado hasta aquí se deduce que la Administración consiste fundamentalmente en *"cómo lograr la máxima eficiencia de la cooperación"*. Debe ser, por lo tanto, un conjunto de reglas: es pues una técnica o un arte.

Existe sin embargo dos opiniones extremas entre las que se halla la posición que aquí adoptamos; la primera es la que la consideran una ciencia; la segunda, la que pretende que es algo meramente empírico, que sólo se adquiere por la experiencia.

3 DEFINICION

Reuniendo los elementos obtenidos podemos formar de la administración, la definición siguiente:

ES EL CONJUNTO SISTEMATICO DE REGLAS PARA LOGRAR LA MAXIMA EFICIENCIA EN LAS FORMAS DE ESTRUCTURAR Y MANEJAR UN ORGANISMO SOCIAL.

Si se quisiera sintetizar en dos palabras, podríamos decir que la *"ADMINISTRACION ES LA TECNICA DE LA COORDINACION"*.

De la administración de Empresas y a reserva de analizar más adelante el concepto de éstas, podemos formular esta definición:

ES LA TECNICA QUE BUSCA LOGRAR RESULTADOS DE MAXIMA EFICIENCIA EN LA COORDINACION DE LAS COSAS Y PERSONAS QUE INTEGRAN UNA EMPRESA.

4 IMPORTANCIA

- 1) La administración se da donde quiera que exista un organismo social, aunque lógicamente sea más necesaria, cuanto mayor y más complejo sea éste.
- 2) El éxito de un organismo social depende, directa e inmediatamente, de su buena administración, y sólo a través de ésta, de los elementos materiales, humanos, etc. con que ese organismo cuenta.

- 3) Para las grandes empresas, la administración técnica o científica es indiscutible y obviamente esencial, ya que por magnitud y complejidad, simplemente no podrían actuar si no fuera a base de una administración sumamente técnica. En ellas es quizá, donde la función administrativa pueda aislarse mejor de los demás.
- 4) Para las empresas pequeñas y medianas, también, quizá su única posibilidad de competir con otras, es el mejoramiento de su administración, o sea, obtener una mejor coordinación de sus elementos; maquinaria, mercado, calificación de mano de obra, etc., en los que, indiscutiblemente, son superadas por sus grandes competidores.
- 5) La elevación de la productividad, quizá la de mayor importancia actualmente en el campo económico social, depende, por lo dicho, de la adecuada administración de la empresas, ya que si cada célula de esa vida económica social es eficiente y productiva, la sociedad misma, formada por ellas, tendrá que serlo.
- 6) En especial para los países que están desarrollándose, quizá uno de los requisitos substanciales es mejorar la calidad de su administración, porque, para crear la capacitación, desarrollar la calificación de sus empleados y trabajadores, etc., bases esenciales de su desarrollo, es indispensable la más eficiente técnica de coordinación de todos los elementos, la que viene a ser, por ello, como el punto de partida de ese desarrollo.

5 ELEMENTOS DE LA ADMINISTRACION

SU CONCEPTO UNIDAD Y DIVISION DEL PROCESO ADMINISTRATIVO

Todo proceso administrativo, por referirse a la actuación de la vida social, es de suyo único, forma un continuo inseparable en el que cada parte, cada acto, cada etapa, tienen que estar indisolublemente unidos con los demás, y que, además, se dan de suyo simultáneamente.

Seccionar el proceso administrativo por lo tanto, es prácticamente imposible, e irreal. En todo momento de la vida de una empresa, se dan, complementándose, incluyéndose mutuamente e integrándose, los diversos aspectos de la administración. Así, al hacer planes, simultáneamente se está controlando, dirigiendo, organizando. etc.

3 BENEFICIOS DE UNA DIVISION CONCEPTUAL

No obstante, desde un punto de vista meramente conceptual, metodológica y con el fin de estudiar, comprender y aplicar mejor la administración, es conveniente y lógico separar aquellos momentos o elementos que en una circunstancia dada puedan predominar, porque así se pueden fijar mejor sus reglas técnicas, etc. De esa manera se facilita su comprensión y se puedan formular mejor las reglas que influyen en cada aspecto.

Hemos visto la separación fundamental de los dos aspectos que Urwick llama la mecánica y la dinámica administrativa. Pero hasta ahora trataremos de distinguir toda vía dentro de esas dos fases amplias, los elementos, o sectores más concretos que tienen una connotación que hace de cada uno de ellos un aspecto plenamente específico.

Entendemos pues, por elementos de la administración, de acuerdo con la terminología usada por Fayol, *"los pasos o etapas básicas a través de los cuales se realiza aquella"*.

7 DIVERSOS CRITERIOS DE DIVISION CONCEPTUAL

Siendo toda división de algún modo arbitraria y con fines de estudio, es natural que se presenten criterios diversos para distinguir y separar los elementos de la administración, máximo tratándose de una técnica en pleno período de formación.

Mencionaremos los criterios más seguidos, haciendo notar los problemas que en cada uno de ellos se presentan.

A. División tripartita. La American Management Association (y más concretamente Apple y, su presidente), considera que en la administración existen dos elementos:

- 1) Planeación
- 2) Control

Pero al dividir éste último en Organización y Supervisión, en realidad propone una división tripartita:

- 1) Planeación
- 2) Organización
- 3) Supervisión

Esta división de elementos, además de ser sumamente amplia (apenas si añade nada a la división de fases: mecánica y dinámica de Urwick), tiene el inconveniente de que la organización, como elemento impar intermedio, no se pueda saber si pertenece a la mecánica o a la dinámica, y, con ello, si la organización se refiere al *"como deben ser las relaciones"*, o al *"como son de hecho"*.

B. División en cuatro elementos. Uno de las formas más extendidas de agrupar los elementos, es quizá la que considera en ella cuatro, la cual es seguida, entre otros, por Terry; estos elementos son:

- 1) Planeación
- 2) Organización
- 3) Ejecución
- 4) Control

Una variante en esta clasificación es la de llamar al tercer elemento, en vez de ejecución, por parte de quien administra, en dirección.

Tiene esa división la ventaja de ser sencilla, de estar muy difundida o generalizada, y de distinguir bien las etapas de la mecánica: planeación y organización, y de la dinámica: Dirección o Ejecución y Control.

Nosotros le encontramos, con todo, dos limitaciones: la primera radica en que no distingue entre Previsión y Planeación; esto es, entre *"lo que puede hacerse"*, y lo que se va a hacer de hecho. Con ello limita, como hacen notar muchos autores, las posibilidades de forzar la mente a encontrar entre los diversos cursos alternativos a mejor, pues se da por hecho que partimos de *"algo que debe hacerse"*, o sean los planes. De hecho, la previsión es reconocida por la mayoría de los autores en el capítulo que dedican a lo que ellos llaman *"planing premises"*.

Pero sobre todo, de un mismo tratamiento a técnicas que hoy están bastante bien diferenciadas, como son las de la previsión y la de la planeación. Diremos (Fayol, que una cosa es *"estructurar el futuro"* y otra distinta *"hacer los planes de acción"*. El principal inconveniente de reunir ambas, está en que conduce, o al menos favorece, lo que Drucker llama *"la falacia del camino único"*. O sea que da por supuesto que los planes de los que partimos son los mejores o los únicos siendo que pueden existir otros más eficientes.

La segunda limitación es que confunde en el término dirección o ejecución, lo que corresponde a cómo se debe integrar un organismo social, una empresa, y lo que se refiere a cómo dirigirlo, mandarlo o conducirlo. Y, aunque es indispensable que existan relaciones de contacto entre ambos elementos, los problemas de que cada uno se ocupe, son bastante diversos como para justificar sus especificaciones separadas.

C. División en cinco elementos. Fayol, como ya sabemos, pone cinco elementos en administración.

- 1) Prever
- 2) Organizar
- 3) Mandar
- 4) Coordinar
- 5) Controlar

Al hablar de las siguientes divisiones, derivadas de la de este gran autor, haremos su crítica.

D. División de Kountz en cinco elementos, el magnífico libro de Kountz y O'Donnell, *"Principles of Management"*, propone una división en los siguientes elementos:

- 1) Planeación
- 2) Organización
- 3) Integración
- 4) Dirección
- 5) Control

En el fondo será la que adoptemos, con la sola distinción del primer elemento en dos: Previsión y Planeación, por lo arriba señalado.

E. División en seis elementos. Urwick, sigue la división de Fayol, descomponiendo tan sólo la previsión, primer elemento propuesto por este autor, en los dos repetidos antes: previsión y planeación. Y justifica esto, tanto haciendo notar que en tiempos de Fayol realmente la previsión técnica apenas si consistía en mera adivinación -lo que hoy no ocurre, dadas las diversas técnicas típicas de previsión, tales como la investigación operacional, las previsiones con base estadística, etc. -como también conservando con gran agudeza, lo que ya dejamos apuntado: que el mismo Fayol distinguió en su definición de previsión los dos elementos, al decir que consiste en:

- 1) Estructurar el futuro
- 2) Hacer los programas de acción

Recogiendo lo más útil, a nuestro juicio, de las de Kountz y O'Donnell, y de Terry seguiremos nosotros la siguiente:

Previsión: responde a la pregunta ¿Qué puede hacerse? Planeación: responde a la pregunta ¿Qué se va hacer? Organización: responde a la pregunta ¿Cómo se va hacer? Estos tres elementos se refieren a la fase que Urwick llama mecánica Integración: responde a la pregunta ¿Con qué se va hacer? Dirección: se refiere al problema: ver que se haga. Control: investiga en concreto ¿Cómo se ha realizado?. Estos tres elementos se encuentran dentro de la fase dinámica de la administración.

8 ELEMENTOS DE LA MECANICA ADMINISTRATIVA

a) PREVISION. Consiste en la determinación, técnicamente realizada, de lo que se desea lograr por medio de un organismo social, y la investigación y valoración de cuáles serán las condiciones futuras en que dicho organismo habrá de encontrarse, hasta determinar los diversos cursos de acción posible.

1. Objetivos: a esta etapa corresponde fijar los fines.
2. Investigaciones: se refiere al descubrimiento y análisis de los medios con que puede contarse.
3. Cursos alternativos: trata de la adaptación genérica de los medios encontrados a los fines propuestos, para ver cuántas posibilidades de acción distintas existen.

b) **PLANEACION.** Consiste en la determinación del curso concreto de acción que habrá de seguir, fijando los principios que lo habrán de prescindir y orientar, la secuencia de operaciones necesarias para alcanzarla y la fijación de tiempos, unidades, etc., necesarias para su realización.

Comprende por lo mismo tres etapas:

1. Políticas y principios para orientar la acción.
2. Procedimientos o secuencia de operaciones y métodos.
3. Programas para la fijación de tiempos requeridos.

Comprende también "*presupuesto*", que son programas en que se precisa unidades, costos, etc., y diversos tipos de "*pronósticos*".

c) **ORGANIZACION.** Se refiere a la estructura técnica de las relaciones que deben darse entre las jerarquías, funciones y obligaciones individuales necesarias en un organismo social para su mayor eficiencia.

En la misma definición se ven claramente las tres etapas:

1. Jerarquías: fijar la autoridad y responsabilidad correspondiente a cada nivel.
2. Funciones: la determinación de cómo deben dividirse las grandes actividades especializadas, necesarias para lograr el fin general.
3. Obligaciones las que tienen en concreto cada unidad de trabajo susceptible de ser desempeñada por una persona.

9 ELEMENTOS DE LA DINAMICA ADMINISTRATIVA

d) **INTEGRACION.** Consiste en los procedimientos para dotar al organismo social de todos aquellos medios que la mecánica administrativa señala como necesario para su más eficaz funcionamiento, escogiéndolos, introduciéndolos, articulándolos y buscando su mejor desarrollo.

Aunque la integración comprende cosas y personas, lógicamente es más importante la de las personas, y, sobre todo, la de los elementos administrativos o de mando, única que contemplan Koontz y O'Donnell bajo el título "*Staffing*".

De acuerdo con la definición, la integración de las personas abarca:

1. Selección: técnica para encontrar y escoger los elementos necesarios.
2. Introducción: La mejor manera para lograr que los nuevos elementos se articulen lo mejor y más rápidamente que sea posible al organismo social.
3. Desarrollo: Todo elemento en un organismo social busca y necesita progresar, mejorar. Esto es lo que estudia esta etapa.

Debe analizarse también en esta etapa la integración administrativa de las cosas.

e) DIRECCION. Es impulsar, coordinar y vigilar las acciones de cada miembro y grupo de un organismo social, con el fin de que el conjunto de todas ellas realice del modo más eficaz los planes señalados.

Comprende por lo tanto las siguientes etapas:

1. Mando o autoridad: es el principio del que deriva toda la administración y, con lo mismo, su elemento principal, que es la Dirección. Se estudia cómo delegarla y cómo ejercerla.
2. Comunicación: es como el sistema nervioso de un organismo social, lleva al centro director todos los elementos que deben conocerse, y de éste, hacia cada órgano y célula las órdenes de acción necesarias debidamente coordinadas.
3. Supervisión: la función última de la administración es el ver si las cosas se están haciendo tal como se habían planeado y mandado.

CONTROL. Consiste en el establecimiento de sistemas que nos permitan medir los resultados actuales y pasados en relación con los esperados, con el fin de saber si se ha obtenido lo que se esperaba, corregir, mejorar y formular nuevos planes.

Comprender por lo mismo tres etapas:

1. Establecimiento de normas: porque sin ellas es imposible hacer la comparación, base de todo control.
2. Operación de los controles; ésta suele ser una función propia de los técnicos especialistas en cada uno de ellos.

3. Interpretación de resultados: ésta es una función administrativa, que suele construir un medio de planeación.

Existe una estrecha relación entre los seis elementos, sobre todo entre los que se tocan, parece ésta ser más clara entre:

Previsión y planeación: Están más ligadas con *"lo que ha de hacerse"*. Organización e integración: se refiere más al *"cómo va a hacerse"*. Dirección y control: Se dirigen a *"ver que se haga y cómo se hizo"*.

10 ETAPAS ESPECIFICAS DE LA ADMINISTRACION

Con el fin de tener una vista de conjunto de todo el proceso administrativo, conviene hacer una síntesis de las etapas, elementos y fases que lo forman:

FASE ELEMENTO ETAPA

A. MECANICA

1. Previsión: Objetivos, Investigaciones, Cursos Alternativos.
2. Planeación: Políticas, Procedimientos, Programas, Pronósticos, Presupuestos
3. Organización: Funciones Jerarquías, Obligaciones

B. DINAMICA

1. Intregación: Selección, Inducción, Desarrollo, Integración de la cosas.
2. Dirección: Autoridad, Comunicación, Supervisión.
6. Control : Establecimiento, Operación, Interpretación.

Cabe repetir que, siendo un proceso único, normalmente se dan varias de estas etapas simultáneamente; con todo, lo ordinario es que alguna de ellas predomine en cada momento de la administración.

Por otra parte, los puntos de conexión entre dos etapas no siempre pueden atribuirse con claridad a una función o a otra, como ocurre siempre que se trata de fronteras del conocimiento.

Por último, dado que el control puede servir para hacer nuevas presiones, de hecho estas dos etapas están íntimamente ligadas y a veces aún superpuestas.

11 ELEMENTOS DE LA ADMINISTRACION DE COSAS

LA CONCEPCION DE FAYOL

Este autor, considerado por muchos, como ya dijimos "*el padre de la administración Técnica*", señala, además de las operaciones que tienen que ver directamente con lo que hemos llamado "*cosa*", los que se manejan a través de los elementos y etapas de la administración de personas.

- A. Operaciones financieras. Son las que tienen por objeto procurar al organismo social los elementos económicos que forman la base indispensable para la adquisición, conservación y operación de todos sus elementos materiales y humanos, y enseñan la mejor manera de combinar y aprovechar esos elementos económicos.
- B. Operaciones productivas. Son las que se realizan bajo las normas técnicas correspondientes, con el fin de crear los bienes o prestar los servicios que constituyen el objetivo del organismo social.
- C. Operaciones de ventas o distribución. Son las que tienen por objeto hacer que los bienes o servicios cuya producción constituye el fin del organismo social, lleguen en la forma más efectiva a manos de los consumidores o usuarios que habrán de requerirlos, a cambio del correspondiente precio que cubre los gastos y utilidades de la empresa.
- D. Operaciones de conservación. Son las que se refieren a la mejor forma de proteger los bienes materiales y recursos que la empresa utiliza para sus fines, en forma tal que duren el mayor tiempo posible.
- E. Operaciones de registro. Tiene por objeto fijar los resultados de la operación de la empresa en forma escrita (contable o estadística), a fin de que en cualquier momento, pueda conocerse la situación administrativa y sea posible. hacer las correcciones y mejoras necesarias.

A las cinco de Fayol se añaden hoy :

- F. Operaciones de compras. Que buscan adquirir los bienes que la empresa requiere para sus labores, al mejor precio posible y en la forma más apropiada.

Siendo estas técnicas objeto de tratados especiales (Finanzas, Producción, Ventas, Seguridad, Contabilidad, Estadísticas) haremos aquí notar tan sólo que todas ellas se realizan a través de la administración de las personas. Debe hacerse notar, además, que las tres primeras, las fundamentales, guardan entre sí una relación estrecha: las finanzas son la base de la producción, y ésta lo es de las ventas: tal es el orden real. Pero desde el punto de vista de la previsión, los pronósticos de ventas deben condicionar el tipo y forma de la producción y los requerimientos de éstas, las finanzas necesarias.

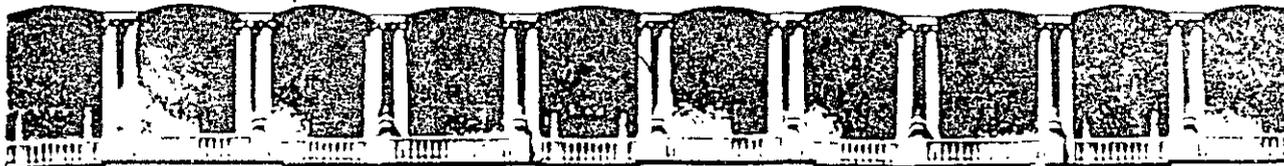
12 METODO DE LOS ESTUDIOS ADMINISTRATIVOS

El autor alemán, Luis F. Anderson, afirma que toda regla administrativa se basa en un principio y tiende a materializarse en un resultado objetivo mensurable, que él llama efecto. De nuestra concepción de la materia técnica, tal método nos parece adecuado.

1. Los principios de la administración, como ya dijimos, son en la mayoría de los casos propios de otras ciencias (al menos hasta ahora). Pero corresponde a nuestra materia escogerlos, estructurarlos y aprobarlos en forma adecuada, para que las reglas administrativas puedan deducirse de ellos fácil y correctamente.
2. El proceso constituye el núcleo propio de la administración. Son las diversas etapas en que hemos dividido la actuación administrativa, y este proceso está normado por reglas, cuya formulación es la tarea específica de nuestra materia.
3. Pero en muchos casos estas reglas son susceptibles de materializarse en instrumentos o medios técnicos, aprovechando los avances de ciencias como la economía psicológica, etc., ayudan a resolver del modo más eficiente los problemas administrativos, y a lograr el cumplimiento de las reglas. Así, V.gr.: los test para la selección de personal, las gráficas de salarios en la valuación de puestos, las técnicas de calificación de méritos. etc.

BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

- 1.- TITULO: EL PROCESO CONTABLE (1o. Y 2o. NIVEL) AUTOR: C.P. ARTURO ELIZONDO LOPEZ EDITORIAL: EDICIONES CONTABLES Y ADMINISTRATIVAS
- 2.- TITULO: PRIMER CURSO DE CONTABILIDAD AUTOR: C.P. ELIAS LARA FLORES EDITORIAL: TRILLAS
- 3.- BOLETINES DE PRINCIPIOS DE CONTABILIDAD COLEGIO E INSTITUTO DE CONTADORES PUBLICOS DE MEXICO
- 4.- LEY DE IMPUESTO SOBRE LA RENTA
- 5.- TITULO: CONTABILIDAD I Y II AUTOR: C.P. JUAN C. TORRES TOVAR EDITORIAL: DIANA



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS INSTITUCIONALES

Curso
"PROGRAMACION Y CONTROL DE OBRAS"
13 al 17 de Enero
para la
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO

Tema: Control de Proyectos por Medio de Ruta Crítica

Ing. Arturo Flores Aldape
Palacio de Minería
México, D.F.
1997

Control de Proyectos por Medio de Ruta Crítica

Origen

- Este método de control surge en 1957 de dos fuentes diferentes que posteriormente se fusionarían.

Estos métodos se les conocía como:

- CPM (Critical Path Method)
- PERT (Program Evaluation Reporting Technique)

Critical Path Method

- Fue desarrollado por M.R. Walker de la división de estudios de ingeniería de Dupont y por J. K. Kelly de Remington-Rand-Univac. Posteriormente en 1959 Catalytic Construction Company aplico esta técnica en un proyecto de diseño y construcción

Program Evaluation Reporting Technique

- Surge de la colaboración entre la marina de los Estados Unidos y el despacho de consultores Booz, Allen and Hamilton para la coordinación de los diferentes contratistas y agencias que trabajaban en el proyecto Polaris

Descripción General

- El método del camino crítico analiza las actividades en si mismas así como las relaciones que existen entre las diferentes actividades que forman un proyecto, de esta manera se ve como afecta cada actividad a otras actividades.

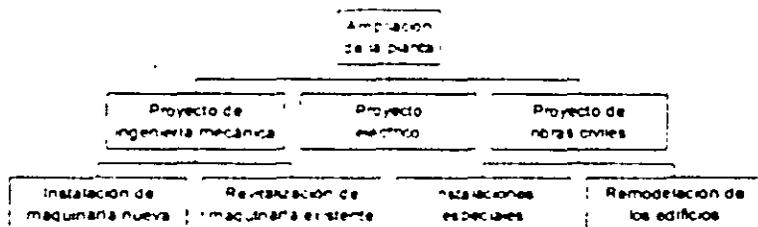
Pasos a Seguir

- Establecer los objetivos del proyecto
- Identificar las actividades necesarias para lograr los objetivos
- Determinar la duración de cada actividad
- Relacionar las actividades entre si (diagrama de flechas o diagrama de precedencias)
- Establecer los requerimientos en cuanto a recursos para cada actividad
- Optimizar el proyecto

Estructuras de Trabajo

- Una vez planteados los objetivos del proyecto se definen las actividades principales, lo que da como resultado un programa general sin detalles, estas actividades se desglosan hasta lograr unidades de trabajo adecuadas a las que podemos asignar una duración y un costo. Ha esta estructura jerárquica se le denomina estructura de trabajo.

Ejemplo de una Estructura de Trabajo



Representación de las Actividades

- Una vez que se determina que actividades conforman el proyecto y como interactúan entre ellas, se realiza un diagrama lógico para establecer el orden en que se realizarán las actividades.

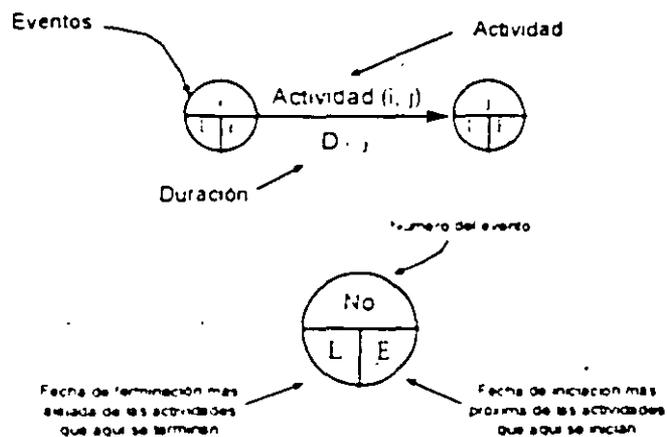
Tipos de Diagramas Lógicos

- Diagrama de flechas
Cada actividad se representa con una flecha que consume tiempo
- Diagrama de precedencias
Cada actividad se representa con una caja que se relaciona con el resto de las actividades por medio de flechas

Elementos de un Diagrama de Flechas

- Actividades - Flechas que consumen tiempo
- Eventos - Son puntos en el tiempo que unen a las actividades, sirven para identificar las actividades, en ellos se guardan algunos de los resultados de los cálculos
- Actividades ficticias - Son actividades con una duración nula, nos ayudan a mantener la correcta lógica del proyecto y una numeración en los eventos en que cada actividad es única

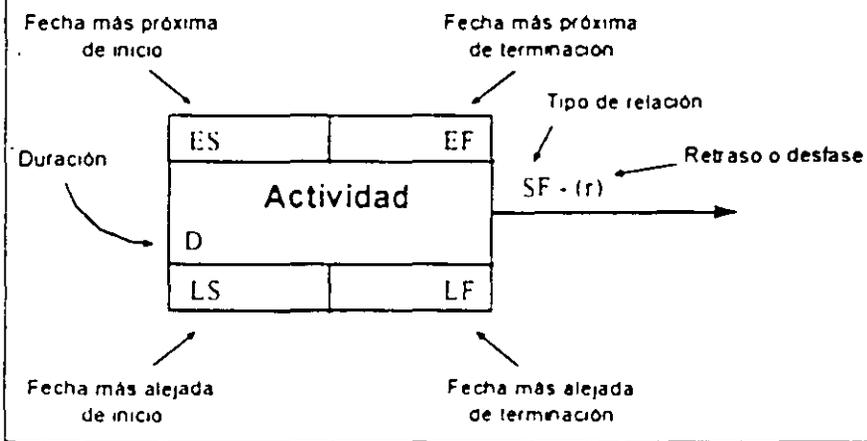
Elementos de un Diagrama de Flechas



Elementos de un Diagrama de Precedencias

- Actividades - cajas que indican duraciones, inicios y terminaciones
- Flechas que indican la relación entre las actividades, pueden indicar retrasos. Existen 4 tipos de relación:
 - ⇒ Final - Inicio
 - ⇒ Inicio - Inicio
 - ⇒ Final - Final
 - ⇒ Inicio - Final

Elementos de un Diagrama de Precedencias



Duración de las Actividades

- La duración de cada actividad depende del volumen a realizar así como de la cantidad de recursos que se le asignan

$$D = \frac{V}{RC}$$

D = Duración

V = Volumen

R = Rendimiento

C = Cantidad de recursos

Duración y Probabilidad

- Aún cuando es posible utilizar una duración única desde un principio, resulta conveniente en algunos casos el uso combinado de las duraciones optimista, pesimista y normal, de esta manera podemos calcular una duración más realista y la desviación standard de cada actividad.

Duración Promedio

- Utilizando un tiempo normal (t_n), un tiempo optimista (t_o), que es el tiempo mínimo posible para realizar la actividad y un tiempo pesimista (t_p) que representa el peor tiempo posible para realizar la actividad.

$$D = \frac{t_o + 4t_n + t_p}{6}$$

Desviación Standard

- Representa la probabilidad de retraso o adelanto en promedio para cada actividad y esta dada por la siguiente formula:

$$\sigma = \frac{t_p - t_o}{6}$$

σ = Desviación standard
 t_p = Tiempo pesimista
 t_o = Tiempo optimista

Desviación Standard

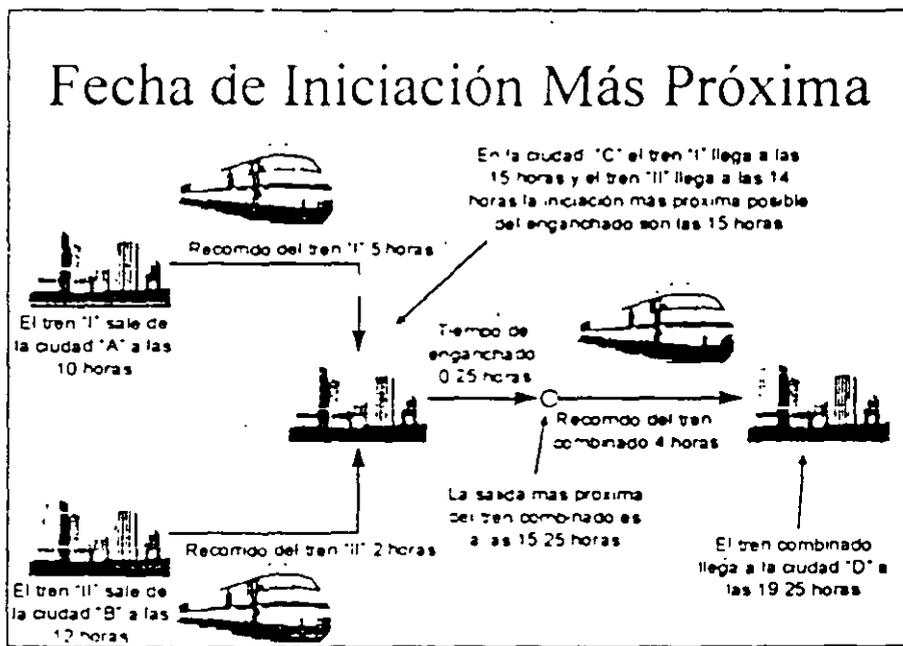
- La formula anterior de la desviación standard representa por definición un 68% de probabilidad, multiplicando esta cantidad por 2 se obtiene una probabilidad de 95% y si se multiplica por 3 se obtiene una probabilidad de 99%

Ejemplo de Desviación Standard

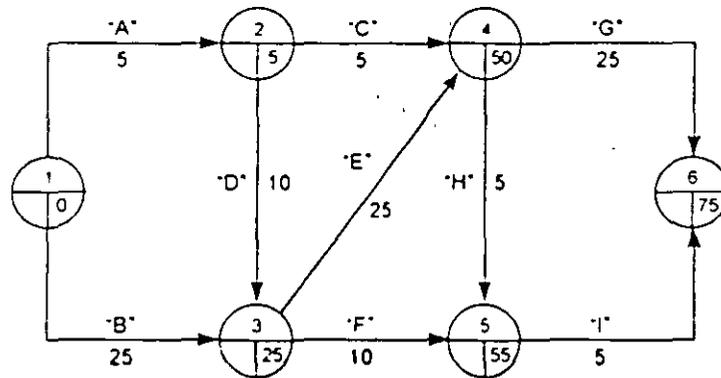
- Si una actividad tiene una duración de 6 días y una desviación standard de un día. Existe un 68% de probabilidad de que la actividad se termine entre 5 y 6 días, un 95% de que la actividad se termine entre 4 y 8 días y un 99% de seguridad de que la actividad se termine entre 3 y 9 días.

Calculo de Fechas

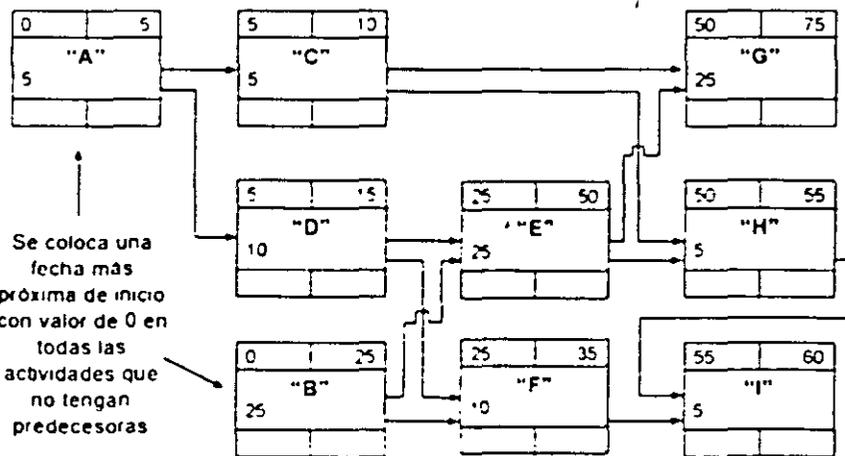
- Una vez determinadas las duraciones y el diagrama lógico se procede a calcular las siguientes fechas:
 - Fecha de inicio más próxima
 - Fecha de inicio más alejada
 - Fecha más próxima de terminación
 - Fecha más alejada de terminación



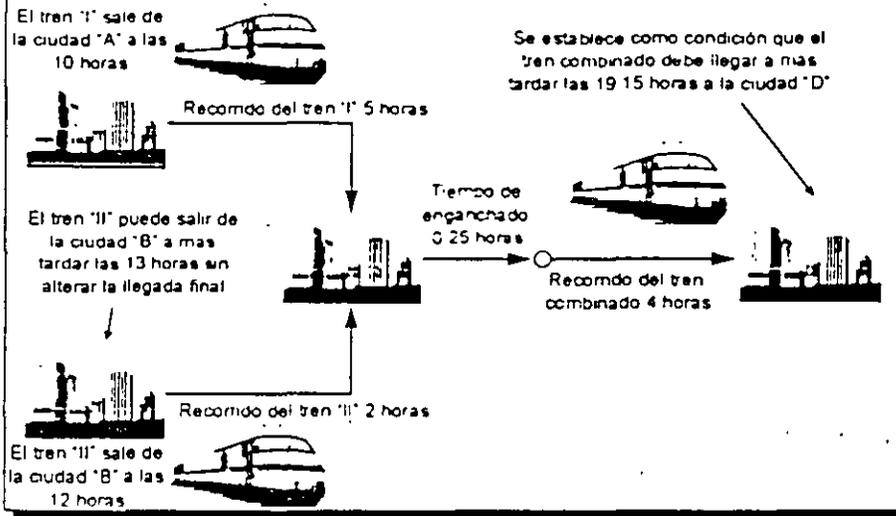
Calculo de Fechas de Iniciación Más Próxima (Diagrama de Flechas)



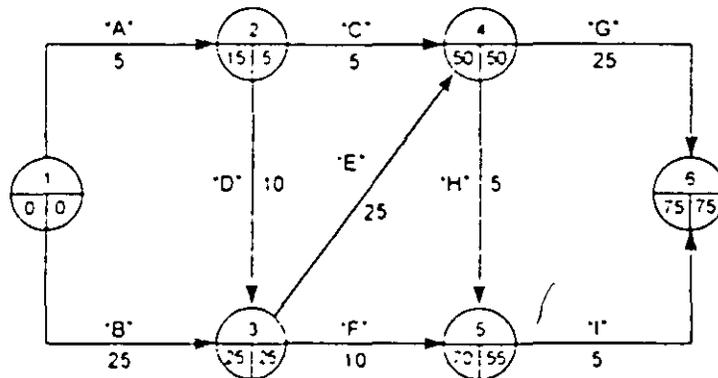
Calculo de Fechas de Iniciación Más Próxima (Diagrama de Precedencias)



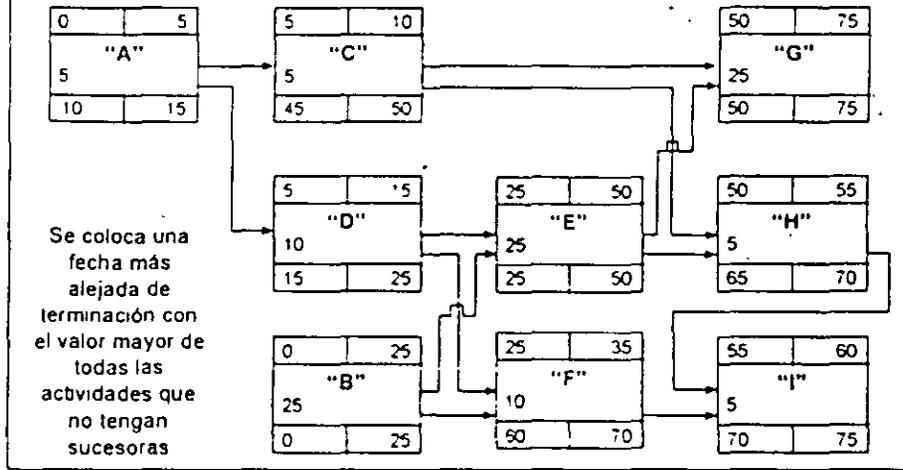
Fecha de Iniciación Más Alejada



Calculo de Fechas de Terminación Más Alejada (Diagrama de Flechas)



Calculo de Fechas de Terminación Más Alejada (Diagrama de Precedencias)



Holguras

- La holgura de una actividad es el tiempo que puede prolongar su duración sin afectar la duración total del proyecto.

Existen 4 tipos de holguras:

- Holgura total
- Holgura libre
- Holgura independiente
- Holgura de interferencia o de eventos

Holgura Total

- Cualquier actividad que tiene una posible variación en su tiempo de iniciación (holgura o margen) es una actividad no crítica, a la diferencia entre la fecha de inicio más alejada y la fecha de iniciación más próxima se le denomina "Holgura Total"

Holgura Total

- En base a la notación del diagrama de flechas la holgura total esta dada por:

$$HT_{(i,j)} = [L_j - D_{(i,j)}] - E_i$$

o

$$HT_{(i,j)} = [L_i - E_i] - D_{(i,j)}$$

Holgura Total

- En base a la notación del diagrama de precedencias la holgura total esta determinada por:

$$HT = LS - ES$$

o

$$HT = LF - EF$$

Holgura Libre

- Se denomina "Holgura Libre" al exceso de tiempo disponible sobre la duración de una actividad sin que se afecten las actividades posteriores, siempre que todas las actividades comiencen tan pronto como sea posible

Holgura Libre

- En base a la notación del diagrama de flechas la holgura libre esta dada por:

$$HL_{(i,j)} = [E_j - E_i] - D_{(i,j)}$$

Las Cantidades ES' y LS'

- Para poder calcular las holguras libre e independiente de cada actividad en un diagrama de precedencias es necesario obtener las cantidades ES' y LS' la primera depende de las actividades sucesoras y la segunda de las predecesoras.

Definición de las Cantidades ES' y LS'

- ES' es la fecha más próxima de inicio de la actividad sucesora que tiene el menor valor en su fecha de inicio más alejada.
- LF' es la fecha más alejada de terminación de la actividad predecesora que tiene el mayor valor en su fecha de terminación más próxima.

Holgura Libre

- En base a la notación del diagrama de precedencias la holgura libre esta determinada por:

$$HL = ES' - ES - D$$

Holgura Independiente

- Se denomina "Holgura Independiente" al exceso de tiempo disponible sobre la duración de una actividad sin que se afecten las actividades posteriores, sin importar que el resto de las actividades utilizaran sus holguras, es la única holgura de la que podemos disponer libremente sin afectar otra actividad

Holgura Independiente

- En base a la notación del diagrama de flechas la holgura independiente esta dada por:

$$HI_{(i,j)} = [E_j - L_i] - D_{(i,j)}$$

Holgura Independiente

- En base a la notación del diagrama de precedencias la holgura independiente esta determinada por:

$$HI = ES' - LF' - D$$

Holgura de Interferencia

- La holgura de interferencia esta definida como la diferencia de la holgura total y la holgura libre.
Representa la holgura que tiene una actividad afectando la holgura de las actividades posteriores.

Holgura de Interferencia

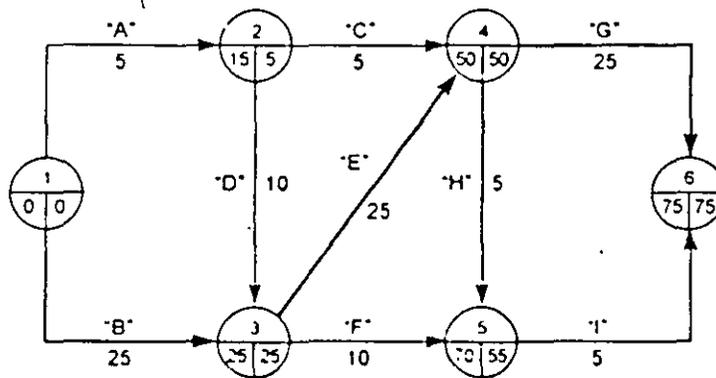
- En cualquiera de las notación anteriores la holgura de interferencia esta determinada por:

$$HS = HT - HL$$

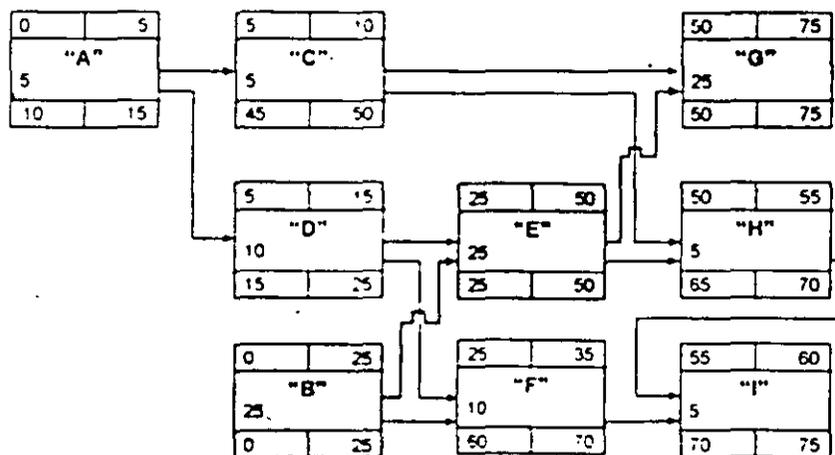
Actividades Críticas

- Una actividad crítica es aquella que tiene una holgura total igual a 0, la cadena de actividades críticas es a lo que se le llama ruta crítica y es la que determina la duración total del proyecto. Si una actividad crítica se retrasa 1 día todo el proyecto se retrasara de la misma forma.

Ruta Crítica (Diagrama de Flechas)



Ruta Crítica (Diagrama de Precedencias)



Porcentaje de Expansión

- El porcentaje de expansión de una actividad nos indica que tanto es posible extender la duración de una actividad.

$$\% (E) = \frac{HT}{D}$$

Porcentaje de Compresión

- El porcentaje de compresión de una actividad nos indica que tanto es posible comprimir la duración de una actividad.

$$\% (C) = \frac{D - t_o}{D}$$

Costos

- Otra información pertinente para el control de proyectos es el costo normal y el costo límite:
 - Costo normal (\$N), costo de las actividades cuando se realizan en su tiempo standard
 - Costo límite (\$L), costo de las actividades cuando se realizan en tiempo óptimo

Pendiente

- Con el costo normal y el costo límite se obtiene lo que se denomina pendiente de costos que es la relación lineal que existe entre el costo y el tiempo.

$$m = \frac{\$L - \$N}{D - t_o}$$

Calculò de Costos Usando la Pendiente

- Una vez determinada la pendiente nos es posible calcular el costo de una actividad cuando comprimimos su duraci3n:

$$\$_x = \$L - m(D_x - t_o)$$

Sistemas Computarizados

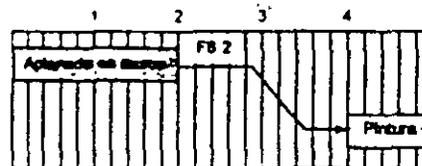
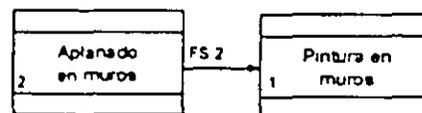
- Con el incremento de las capacidades de computo en los 3ltimos a3os, se ha desarrollado el m3todo de la ruta cr3tica, cambiando del diagrama de flechas al diagrama de precedencias que nos permite una mayor variedad en cuanto a la forma en que se relacionan las actividades

Tipos de Relaciones

- Aún cuando en la mayoría de los casos la relación entre actividades es la de comenzar una actividad después de terminar otra (FS), no siempre este tipo de relación es la más practica. Existen otros tres tipos de relaciones.
 - Inicio - inicio (SS)
 - Final - final (FF)
 - Inicio - final (SF)

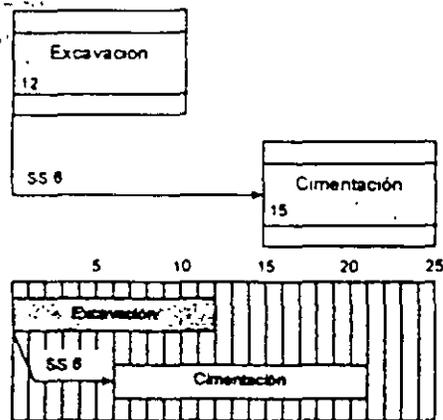
Terminación a Comienzo

- Este es el tipo de relación más usada (es el único tipo de relación que se utiliza en el diagrama de flechas). En este tipo de relación la actividad sucesora no puede comenzar hasta que sea terminada la predecesora



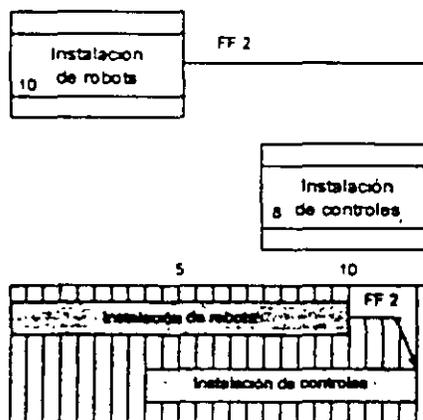
Comienzo a Comienzo

- En este tipo de relación la actividad sucesora depende de la fecha de comienzo de la actividad predecesora. En el ejemplo la cimentación puede comenzar 6 días después de iniciada la excavación.



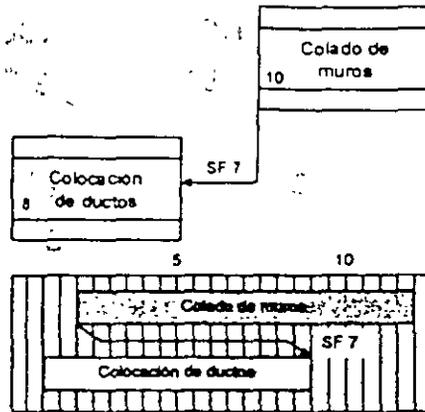
Terminación a Terminación

- En este tipo de relación la actividad sucesora depende de la fecha de terminación de la actividad predecesora. En el ejemplo la instalación de controles puede terminar 2 días después de terminar la instalación de robots.



Comienzo a Terminación

- En este tipo de relación la actividad sucesora depende de la fecha comienzo de la actividad predecesora. En el ejemplo la colocación de ductos puede terminar siete días después del colado de muros.



Conclusiones

Conclusiones

- Aún cuando el método del camino crítico existe desde 1957 su uso en forma común es reciente, gracias a las nuevas capacidades de los equipos de cómputo, así como la utilización de interfaces gráficas

Conclusiones

- En México no se utiliza mucho este método por la falta de organización. Para justificar esto se recurre a excusas como:
 - La mano de obra en nuestro país no permite este tipo de controles
 - Para poder llevar a cabo este tipo de controles se requiere mucho tiempo lo que no deja tiempo para otras actividades
 - No es posible prever los acontecimientos con tanta exactitud
 - Etc

Conclusiones

■ Vicios comunes:

- Los programas los desarrollan gentes ajenas a la elaboración y supervisión de los proyectos
- No se consideran retrasos que si son previsibles
- Se utiliza solamente los diagramas de Gantt que producen los sistemas por lo que se pierden las relaciones de las actividades
- Generalmente se utilizan los programas en un principio como requisito y no se actualizan conforme al desarrollo de los proyectos

Conclusiones

- Por lo general se desperdicia el principal potencial de la ruta crítica al no actualizar los avances y retrasos del proyecto. Por esta causa, en la mayoría de los casos, no se toman medidas correctivas en el momento adecuado lo que incrementa considerablemente los costos.