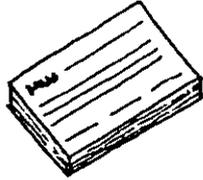
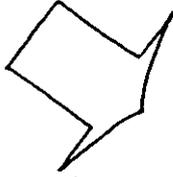


INTRODUCCION

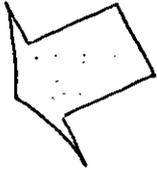
Para el desarrollo constructivo de un proyecto de Ingeniería es indispensable la planeación, dirección, administración y control de este en el sitio de construcción. Todos los elementos necesarios para la ejecución de la obra deberán trasladarse junto a esta, con el propósito de facilitar la coordinación, organización e inspección durante el proceso constructivo.

Dependiendo, principalmente, del tamaño de la obra, de la distancia geográfica del sitio de la obra a la oficina central de la empresa constructora, se determinará, el sistema de control e información, que permita a la Gerencia la toma de decisiones con un máximo de información básica (porcentajes de avance, reprogramaciones, acciones correctivas, indicadores financieros, etc.). Es responsabilidad del personal técnico asignado directamente a la proyecto, la obtención del total de la información inicial, que permita la elaboración de los reportes de obra, con la frecuencia que indique la Gerencia de Construcción.

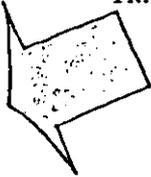
OBRA



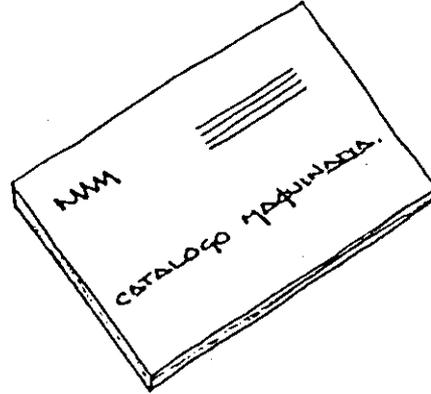
EL SOBRESTANTE O EL CHE-
CADOR DE TIEMPO ELABORAN
EL REPORTE DE MAQUINARIA
(FORMATO SC-001) POR CA-
DA UNA DE LAS MAQUINAS -
ASIGNADAS EN EL FRENTE DE
TRABAJO. 1 ORIGINAL,
2 COPIAS



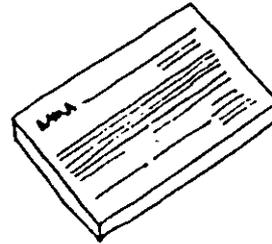
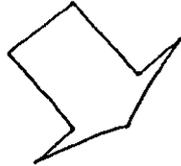
COPIA PARA EL ARCHIVO DEL -
SOBREESTANTE.



COPIA PARA EL ARCHIVO
DEL INTENDENTE DE MA-
QUINARIA.



DEL CATALOGO GENERAL DE
MAQUINARIA EL JEFE DE -
FRENTE LE PROPORCIONARA
EL No. ECONOMICO DE CA-
DA MAQUINARIA.



EL JEFE DE FRENTE RECIBE EL --
ORIGINAL DEL FORMATO (SC-001),
QUE UTILIZARA COMO INFORMACION
BASICA PARA LA ELABORACION DEL
FORMATO (SC-002) REPORTE DIA--
RIO DE MAQUINARIA/FRENTE.

FIG. FLUJOGRAMA DEL FORMATO SC-001

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
CURSOS ABIERTOS
PROGRAMACION Y CONTROL DE OBRAS
DEL 27 DE MARZO AL 5 DE ABRIL DE 1995
DIRECTORIO DE PROFESORES

ING. GUSTAVO ARGIL CARRILES
DIRECTOR DE SISTEMAS DE FINANZAS
Y APLICACIONES TECNICAS EN LA
COORDINACION DE INFORMATICA
SRIA. DE COM. Y TRANSPORTES
EUGENIA 197 PISO 7
COL. NAVARTE
TEL. 682 63 40, 696 10 48

ING. ERNESTO BENAL VELAZCO
EMILIANO ZAPATA 73
18310 MEXICO, D.F.
TEL. 683 48 69

ING. ARTURO FLORES ALDAPE
DIRECTOR GENERAL
CONSULTORIA, SUPERVISION Y CONTROL, S.A.C.V.
AMORES 1224'402
COL. DEL VALLE
03100 MEXICO, D.F.
TEL. 559 86 36

ING. ERNESTO MENDOZA SANCHEZ
CRUZ DEL SUR 81
COL. PRADOS DE CHURUBUSCO
04230 MEXICO, D.F.
TEL. 581 34 94, 582 64 20

ING. DAVID SANCHEZ BAUTISTA
CONSULTOR ASISTENTE
INST. MEX. DEL SEGURO SOCIAL
DURANGO 29 PISO 11
MEXICO, D.F.
TEL. 514 27 44

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

PROGRAMA DEL CURSO: "PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE OBRAS"

QUE SE IMPARTIRÁ DEL: 27 DE MARZO AL 5 DE ABRIL DE 1995.

FECHA	HORARIO	T E M A	PROFESOR
Lunes 27-Marzo-95	18:00 a 21:00 hrs.	LA ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA	Ing. David Sánchez Bautista
Martes 28-Marzo-95	18:00 a 21:00 hrs.	LA PLANEACIÓN Y EL CONTROL	Ing. Ernesto Bernal Velazco
Miércoles 29-Marzo-95	18:00 a 21:00 hrs.	LA PLANEACIÓN Y EL CONTROL	Ing. Ernesto Mendoza Sánchez
Jueves 30-Marzo-95	18:00 a 21:00 hrs.	LA PLANEACIÓN Y EL CONTROL	Ing. Ernesto Mendoza Sánchez
Viernes 31-Marzo-95	18:00 a 21:00 hrs.	LA ORGANIZACIÓN TÉCNICA	Ing. David Sánchez Bautista
Lunes 3-Abril-95	18:00 a 21:00 hrs.	LAS COMPUTADORAS APLICABLES	M. en I. Gustavo Argil Carriles
Martes 4-Abril-95	18:00 a 21:00 hrs.	MECANISMOS DE CONTROL POR COMPUTADORA.	Ing. Arturo Flores Aldape
Miércoles 5-Abril-95	18:00 a 21:00 hrs.	MECANISMOS DE CONTROL POR COMPUTADORA	Ing. Arturo Flores Aldape

C O O R D I N A D O R : ING. JORGE H. DE ALBA CASTAÑEDA

1.- ¿LE AGRADO SU ESTANCIA EN LA DIVISION DE EDUCACION CONTINUA?

SI	NO
----	----

SI INDICA QUE "NO" DIGA PORQUE.

2.- MEDIO A TRAVES DEL CUAL SE ENTERO DEL CURSO:

PERIODICO EXCELSIOR		FOLLETO ANUAL		GACETA UNAM		OTRO MEDIO	
PERIODICO EL UNIVERSAL		FOLLETO DEL CURSO		REVISTAS TECNICAS			

3.- ¿QUE CAMBIOS SUGERIRIA AL CURSO PARA MEJORARLO?

4.- ¿RECOMENDARIA EL CURSO A OTRA(S) PERSONA(S)?

SI		NO	
----	--	----	--

5.- ¿QUE CURSOS LE SERVIRIA QUE PROGRAMARA LA DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.

6.- OTRAS SUGERENCIAS:



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

CURSOS ABIERTOS
PROGRAMACION Y CONTROL DE OBRAS

TEMAS VARIOS

ING. ERNESTO MENDOZA SANCHEZ

PROGRAMACION

Y

CONTROL DE OBRAS

Ing. Ernesto Mendoza Sánchez

México, D.F.

1995

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.

4. CONTROL

5. INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DE PRECEDENCIAS MULTIPLES.

BIBLIOGRAFIA

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 (ver fig. 2).

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, holguras existentes y balance de recursos.

El proceso de programación involucra dos etapas: la primera consiste en el estudio minucioso de la obra, no solamente en lo que corresponde al proyecto representado en planos y especificaciones, sino al entorno geográfico, social y económico de la zona donde se hará la construcción, a la cuantificación de los volúmenes de obra y, finalmente, a la definición del proceso o procesos constructivos que se implementarán, de los cuales obtenemos la lista de actividades y sus interrelaciones respectivas.

Esta primera etapa corresponde desarrollarla, por razones obvias, al ingeniero encargado de la programación, quien debe tener experiencia en el campo de la construcción.

La segunda etapa se refiere a la realización de una serie de cálculos numéricos sencillos, que nos permiten obtener información relativa a la fecha de terminación prevista para el proyecto, a las fechas de inicio y terminación de cada una de las actividades y a las tolerancias que pueden tener para su inicio y terminación.

Lo anterior puede desarrollarse manualmente o con la ayuda de la computadora, lo cual permite llevar a cabo con mucha rapidez correcciones y actualizaciones. En ambos casos, es necesario que se comprendan los conceptos fundamentales de la programación lo que constituye el objetivo primordial de estos apuntes.

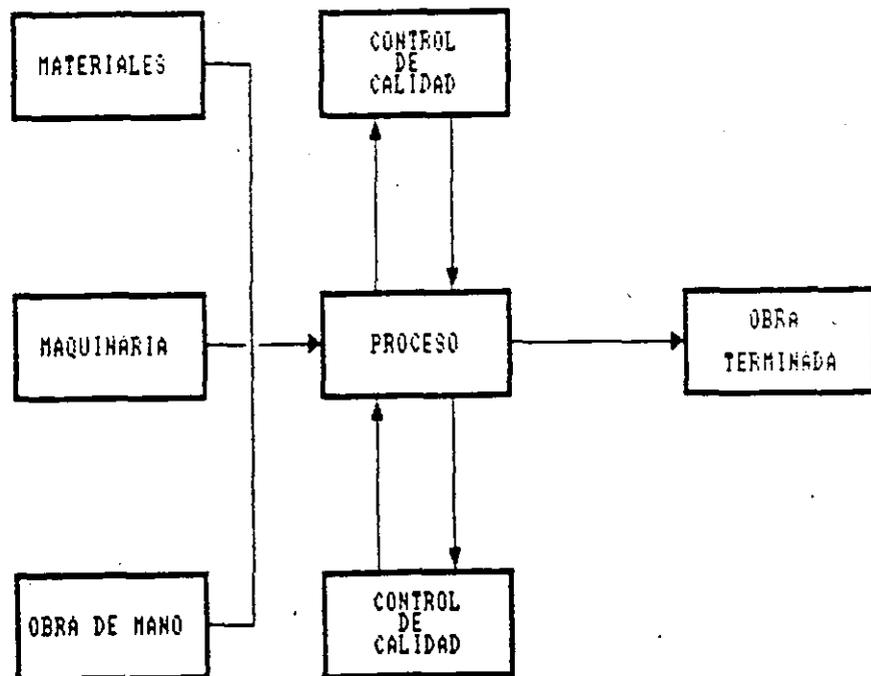


FIG. 1.- REPRESENTACION GRAFICA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

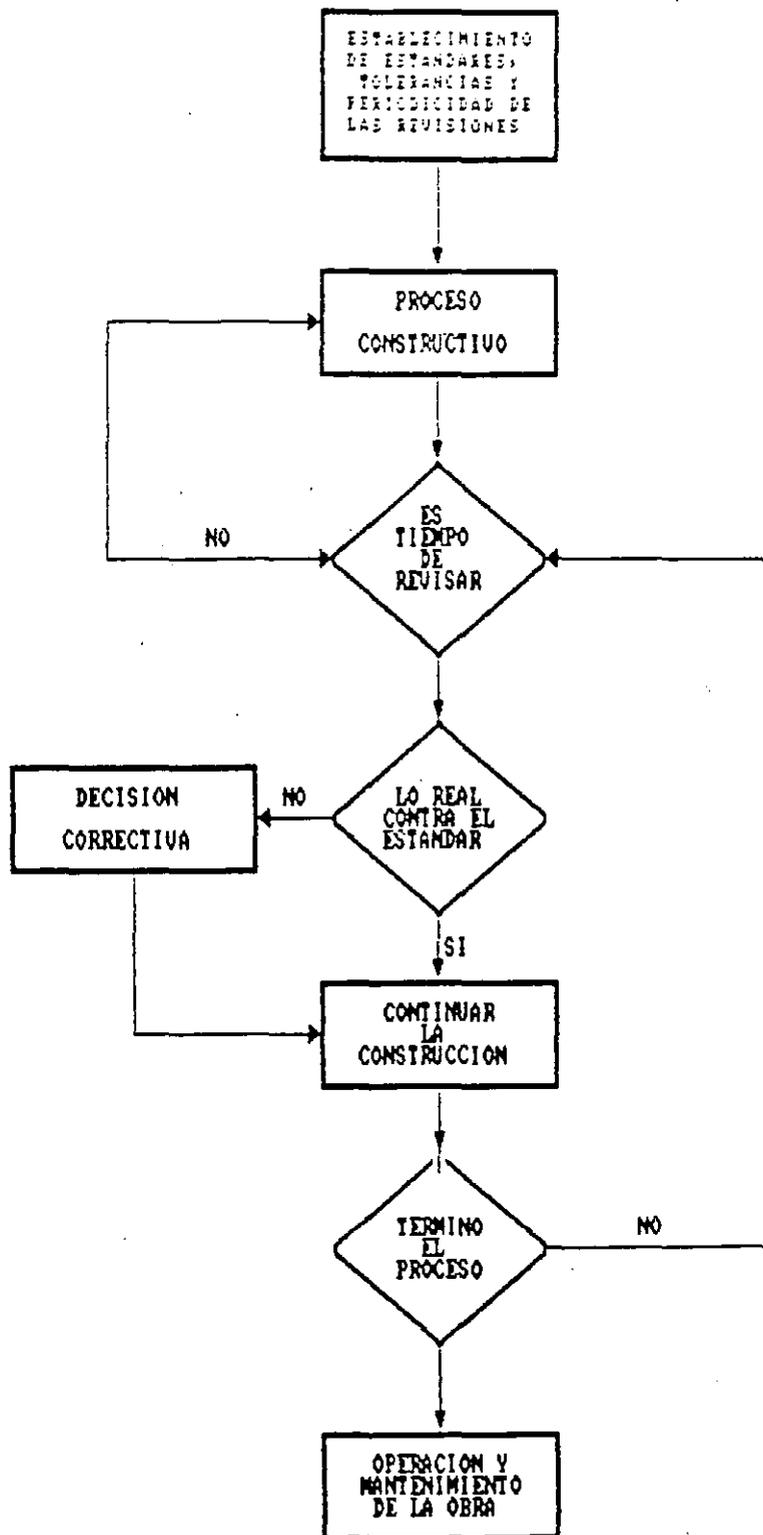


FIG. No. 2.- EL PROCESO DE CONTROL

2. SISTEMAS DE REPRESENTACION

Siendo el 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, se requiere primeramente definir y enlistar las actividades que integran el proyecto por construir. Se entiende por actividad la ejecución física de un trabajo que consume tiempo y recursos.

El nivel de detalle con que las actividades queden definidas, depende del usuario que vaya a utilizar el programa de obra, siendo distinto este nivel de detalles si el programa será utilizado por el Jefe de Frente, por el Jefe de Obra o por el Gerente de Construcción.

Por otra parte, con relación a los Conceptos de Obra que conforman el Presupuesto, una actividad puede quedar definida como sigue:

- a) La actividad es igual al concepto de obra.
- b) La actividad abarca varios conceptos de obra.
- c) La actividad es parte de un concepto de obra.

Definidas y enlistadas las actividades procedemos a su representación gráfica.

2.1 SISTEMA DE REPRESENTACION POR FLECHAS.

En este caso, cada una de las actividades que constituyen el procedimiento constructivo, se representa con una flecha (ver fig. 3).

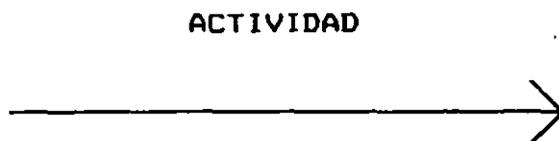


FIG. No. 3 REPRESENTACION DE LA ACTIVIDAD POR MEDIO DE UNA FLECHA

Los eventos pueden identificarse con números o letras, sirviendo a su vez para identificar la actividad que delimitan.

Incluyendo los eventos en la red anteriormente dibujada resulta el diagrama de flechas que se muestra en la Figura No. 6:

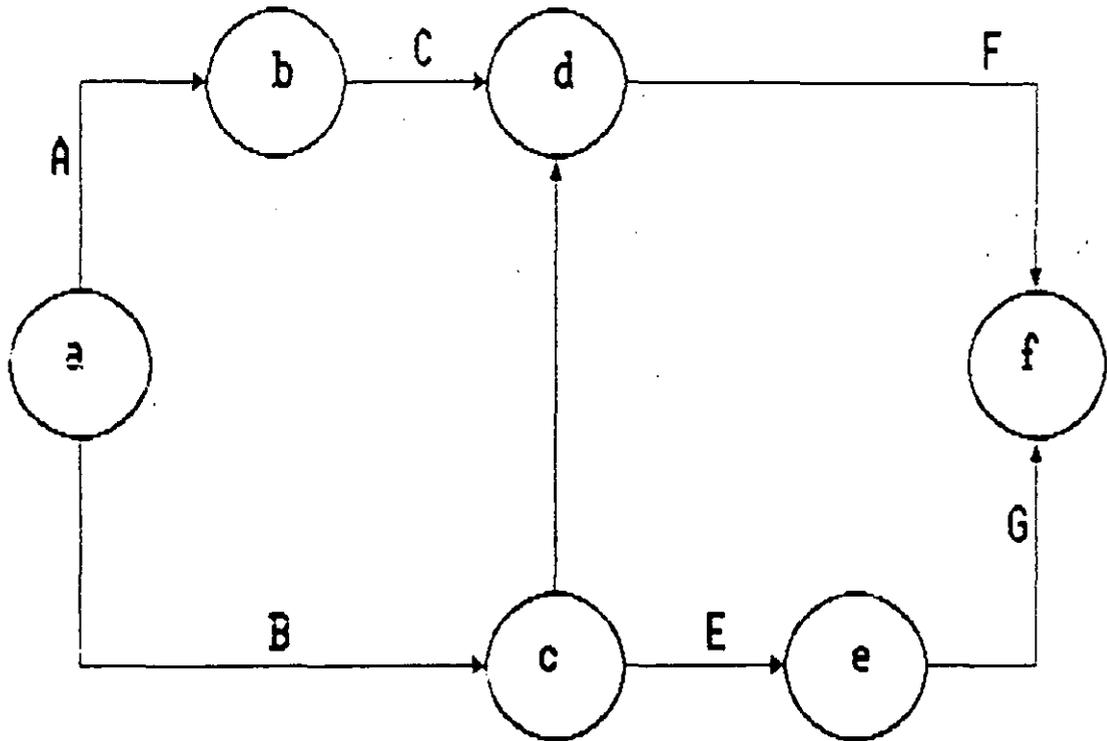


FIG. No 6.- RED DE ACTIVIDADES REPRESENTADA POR FLECHAS Y EVENTOS

Por lo tanto, en la red de actividades, un evento es a la vez el evento final de la actividad precedente y el evento inicial de la actividad subsiguiente.

En las redes de flechas, es obligado partir de un sólo evento llamado EVENTO FUENTE y terminar el diagrama también en un evento único llamado EVENTO TERMINAL.

ACTIVIDADES FICTICIAS

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

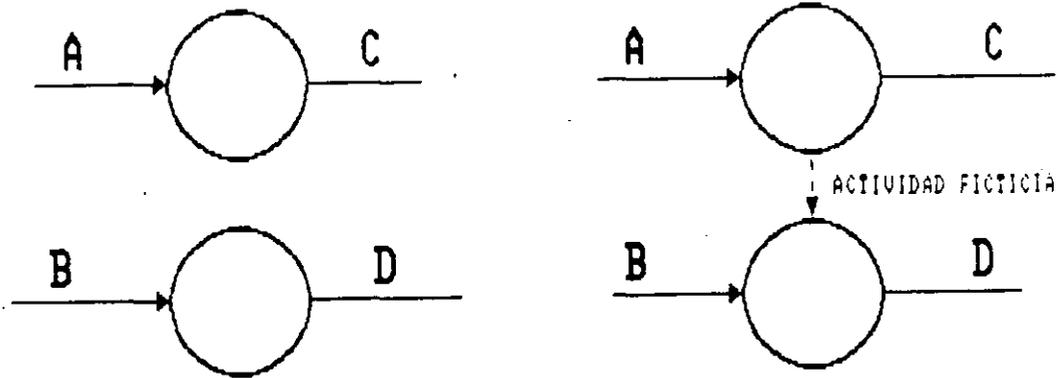


FIG. No. 7.- EMPLEO DE LA ACTIVIDAD FICTICIA

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

La Actividad Ficticia también se utiliza en el caso en que dos ó más actividades inician y terminan en el mismo evento, para evitar ambigüedad en su identificación.

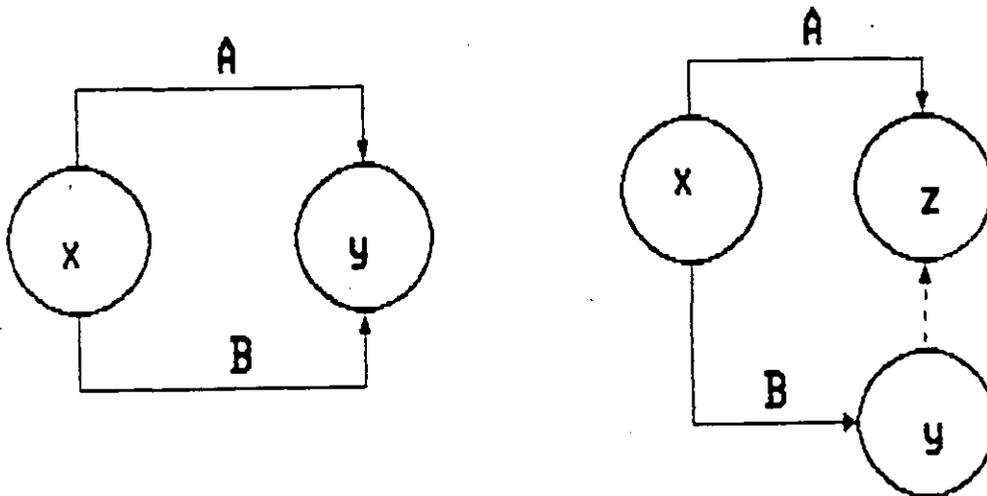


FIG. No. 8.- UTILIZACION DE LA ACTIVIDAD FICTICIA

En base a sus eventos, las actividades A y B quedan identificadas como actividad X-Y, introduciendo la actividad ficticia, la actividad A queda como actividad X-Z y la actividad B como actividad X-Y.

La posición relativa de las actividades en el diagrama, muestra la secuencia en que se irán ejecutando en campo, de acuerdo al procedimiento constructivo seleccionado. En otras palabras, refiriéndonos al diagrama anterior.

La actividad A y B inician el proceso y no dependen de nada.

La actividad C puede iniciarse cuando se termine la actividad A.

El inicio de las actividades D y E depende de la terminación de la actividad B.

Una vez que se han terminado las actividades C y D puede iniciarse la actividad F.

Para que se pueda llevar a cabo la actividad G, es necesario haber terminado la actividad E.

2.2 MATRIZ DE PRECEDENCIAS.

Previo al dibujo de la red conviene elaborar una matriz de precedencias como se indica en la figura 9, en la cual se enlistan todas las actividades que integran el proceso.

	A	B	C	D	E	F	G
A			X				
B				X	X		
C						X	
D						X	
E							X
F							
G							

FIG. No. 9.- MATRIZ DE PRECEDENCIAS

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

Posteriormente, para verificar la dependencia de actividades, se analizan ahora por columna, haciéndose 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.

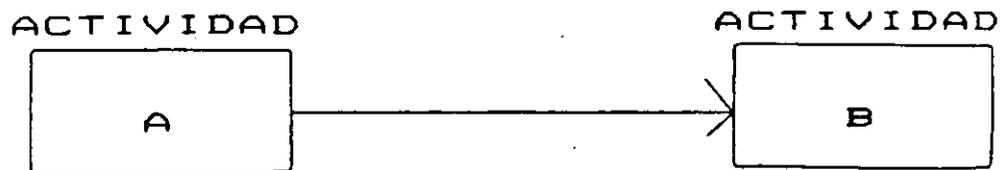


FIG. No. 10.- SISTEMA DE REPRESENTACION POR NODOS

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

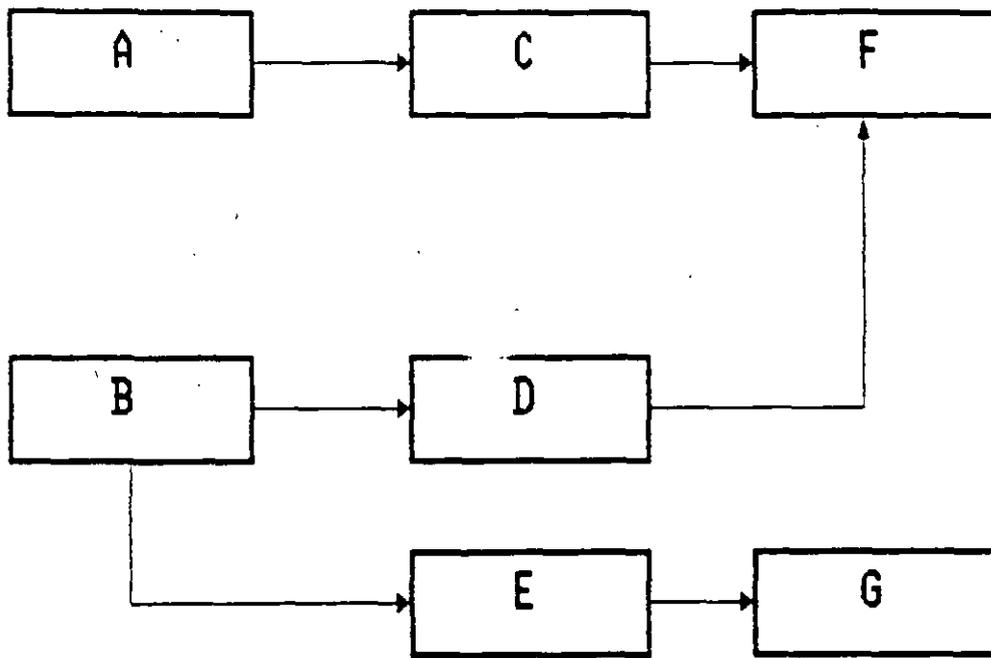


FIG. No. 11.- DIAGRAMA DE NODOS

En los diagramas de nodos, no son necesarias las actividades ficticias, ni se requiere una actividad fuente o inicial, ni una actividad única final.

EJERCICIOS

1.- Representar gráficamente por nodos o 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 nodos o flechas el procedimiento constructivo para la construcción de un salón de usos múltiples.

ACTIVIDADES

OBSERVACIONES

- | | |
|--|---|
| A) LIMPIA DEL TERRENO | |
| B) TRAZO Y NIVELACION | |
| C) CIMENTACION | ZAPATAS CORRIDAS |
| D) ESTRUCTURA | COLUMNAS DE CONCRETO DE TABIQUE ROJO RECOCIDO |
| E) MUROS | |
| 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) SUMINISTRO Y COLOCACION DE HERRERIA | |
| L) APLANADO CON MEZCLA | |
| M) INSTALACION ELECTRICA | OCULTA CON TUBO CONDUIT |
| N) COLOCACION DE LAMPARAS | |
| O) FIRME DE CONCRETO | |
| P) PINTURA ESMALTE EN HERRERIA | |
| Q) PINTURA VINILICA EN MUROS | |
| R) COLOCACION DE VIDRIOS | |
| S) LIMPIEZA GENERAL | |
| T) CASTILLOS | |
| U) PISO DE LOSETA CERAMICA | |
| V) PLANFOND FALSO DE TABLARROCA | |

NOTA .-

En caso de considerar más actividades enlistelas en orden sucesivo 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.- Enlistar y representar por flechas el procedimiento constructivo para la construcción de un tramo de carretera, considerando la descripción siguiente:

- El material pétreo para la construcción de sub-base, base y carpeta, se obtiene a través de trituración de un banco localizado a 10 Km. del centro de gravedad del tramo. El banco de explotación está a 500 metros de la trituradora.
- El concreto asfáltico se elabora en una planta ubicada a 2 Km. del camino.
- Considere las actividades que juzgue convenientes divididas en etapas, ejemplo, base 1a etapa, base 2a etapa, etc.

4.- Enlistar y representar gráficamente las actividades necesarias para la construcción de un sistema de alcantarillado.

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 junteado 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 más 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 de la Fig. No. 12.

En dicha gráfica podemos observar lo siguiente:

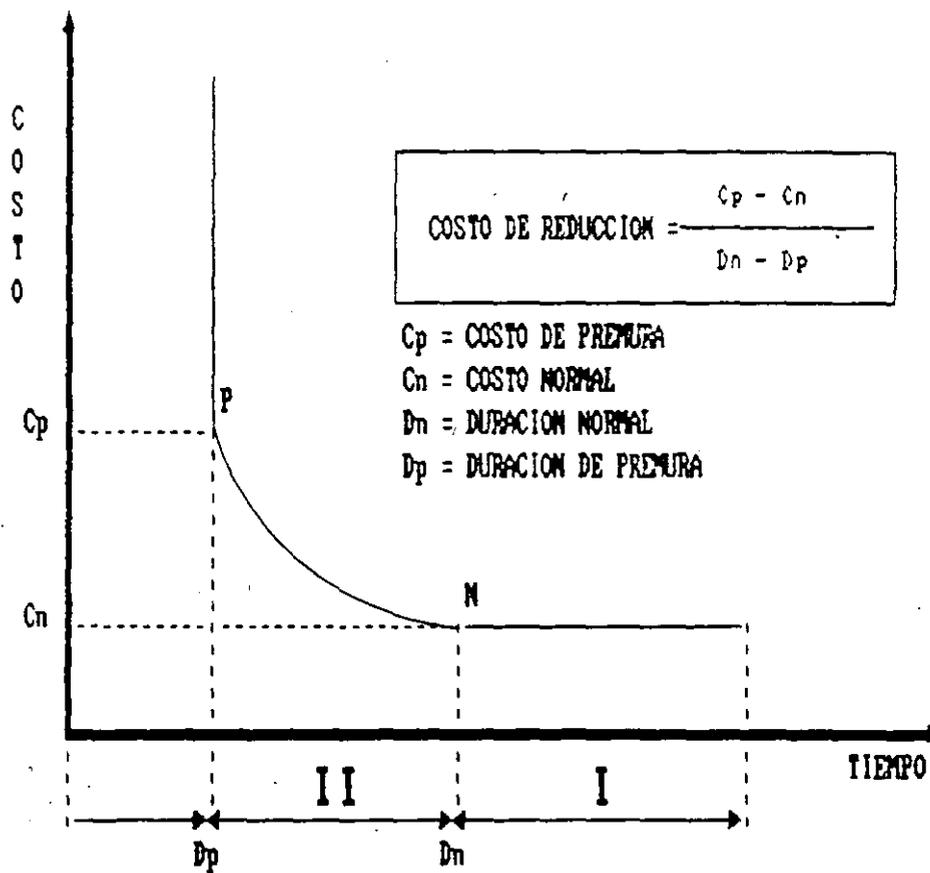


FIGURA No. 12.- VARIACION DEL COSTO DIRECTO DE UNA ACTIVIDAD EN RELACION A SU TIEMPO DE EJECUCION

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 cuál 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

Tomemos como ejemplo la red que se muestra en la Figura No. 13, para ilustrar la secuencia de cálculo.

CALCULO DE LOS TIEMPOS PROXIMOS

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:

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

$$T = I + d$$

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.

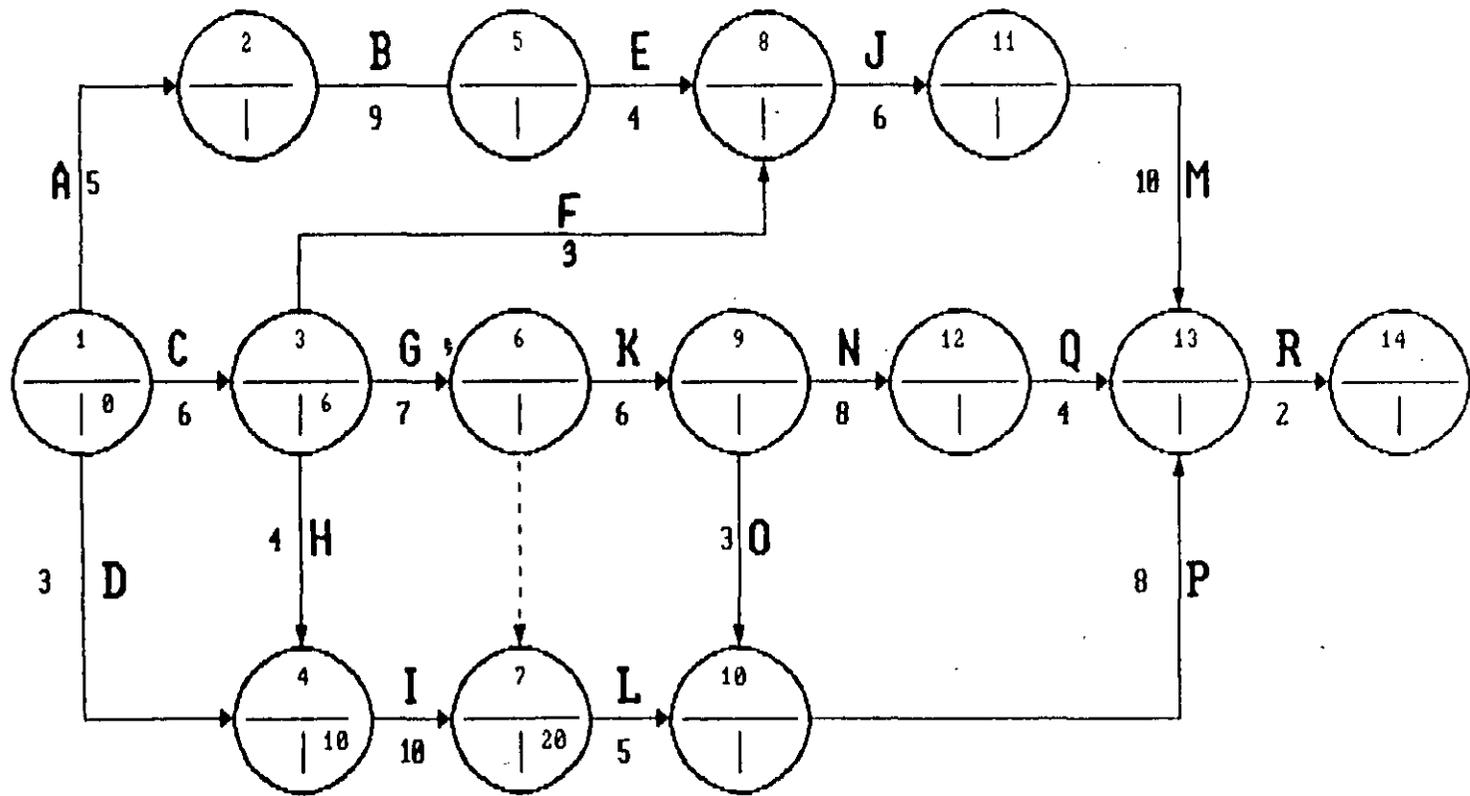


FIG. No. 13.- DIAGRAMA DE FLECHAS PROPUESTO PARA EL CALCULO DE LA RED

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 (ver Fig. No. 14).

CALCULO 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:

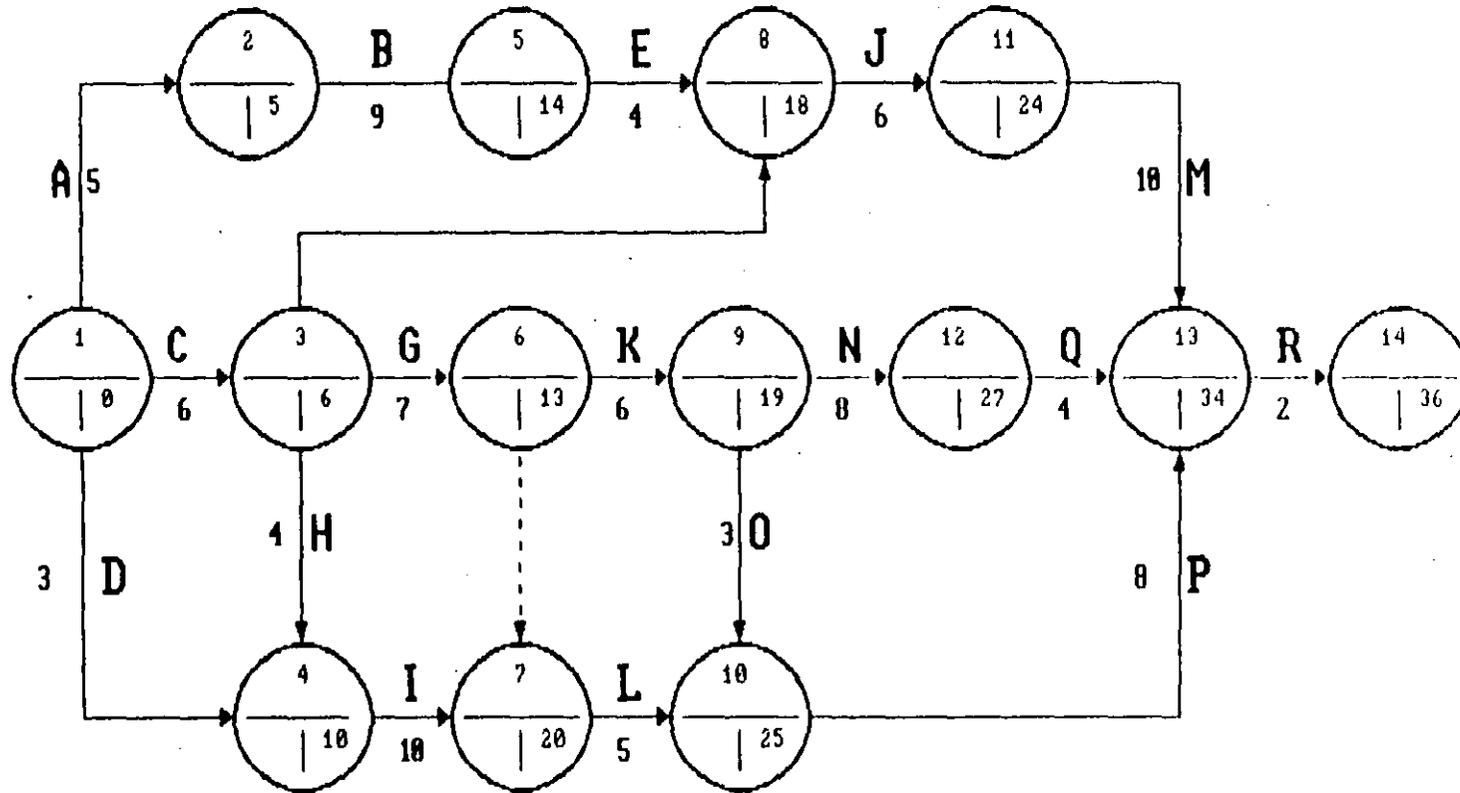


FIG. No. 14.- CALCULO DE LOS TIEMPOS PROXIMOS DE EJECICION

Iniciación Remota = Terminación Remota - 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 25, 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 más 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 (ver Fig. No. 15).

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_r 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 CRITICAS**, 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**.

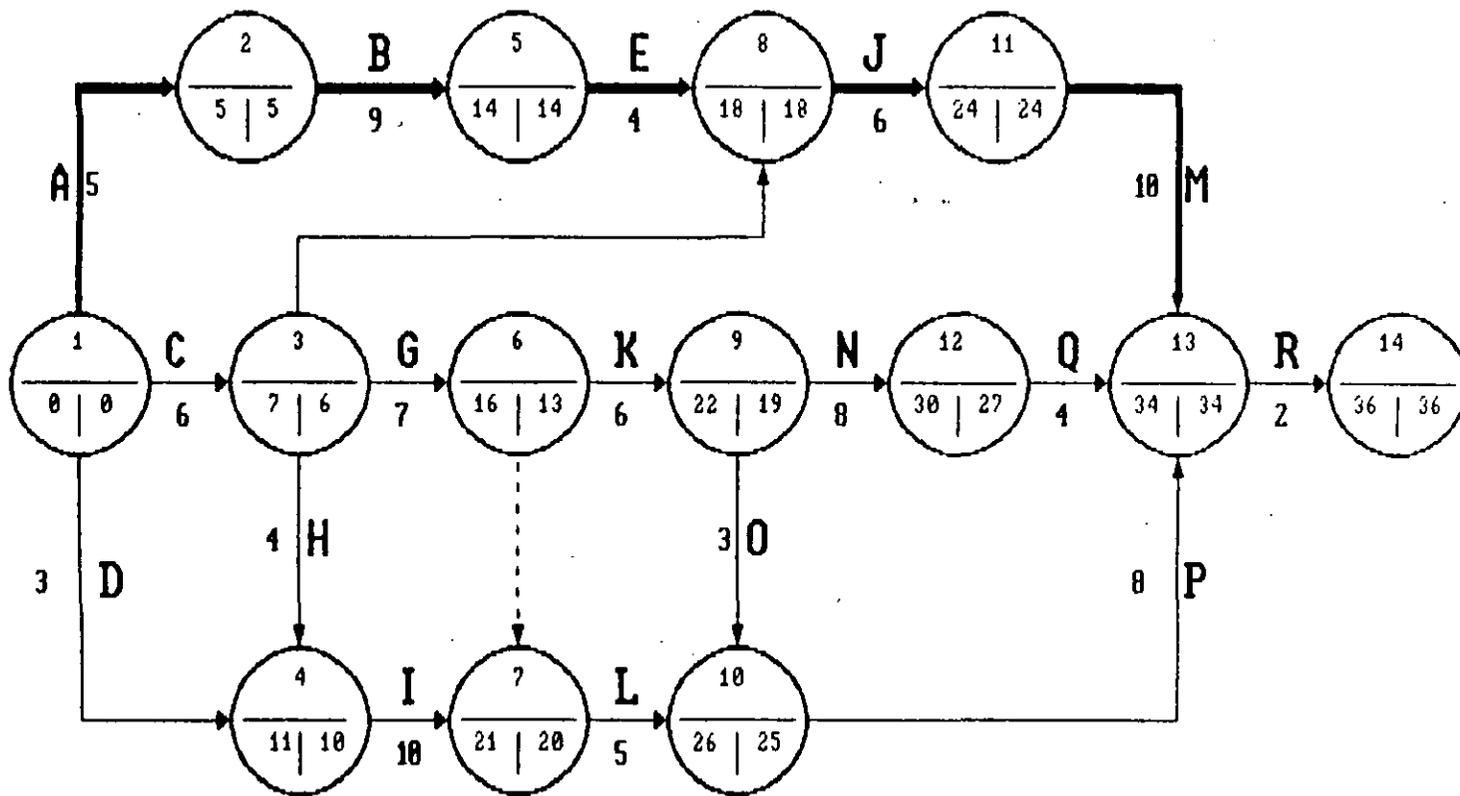


FIG. No. 15.- CALCULO DE LOS TIEMPOS REMOTOS DE EJECUCION

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:

$I_p = I_r$ en el evento inicial y

$T_p = T_r$ 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 las red $T_p = I_p + d$

En el ejemplo, la Ruta Crítica esta dada por las actividades A - B - E - J - M - R.

Conocer cuales son las actividades críticas, permite poner especial cuidado en al 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, es necesario alterar el tiempo de iniciación próximo de las actividades con la que está ligada. Gráficamente, el concepto de Holgura Total se muestra en la Fig. No. 16.

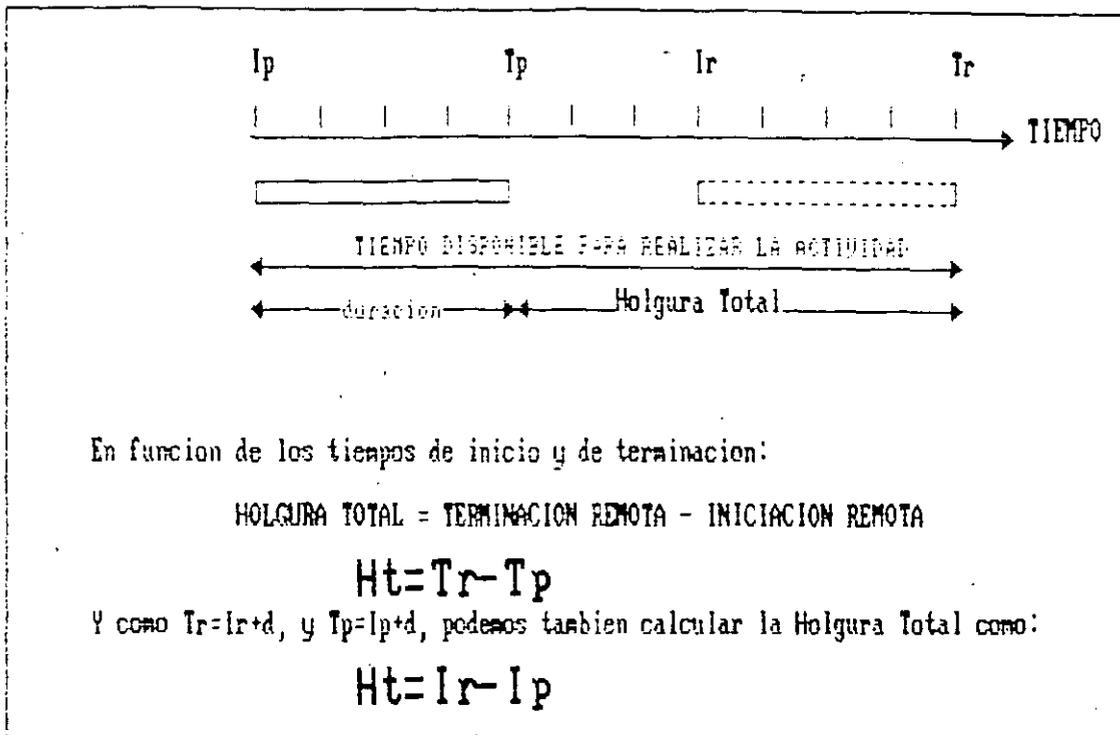


FIG. No. 16.- REPRESENTACION GRAFICA DE LA HOLGURA TOTAL

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. Gráficamente, el concepto de Holgura Libre se muestra en la Fig. No. 17

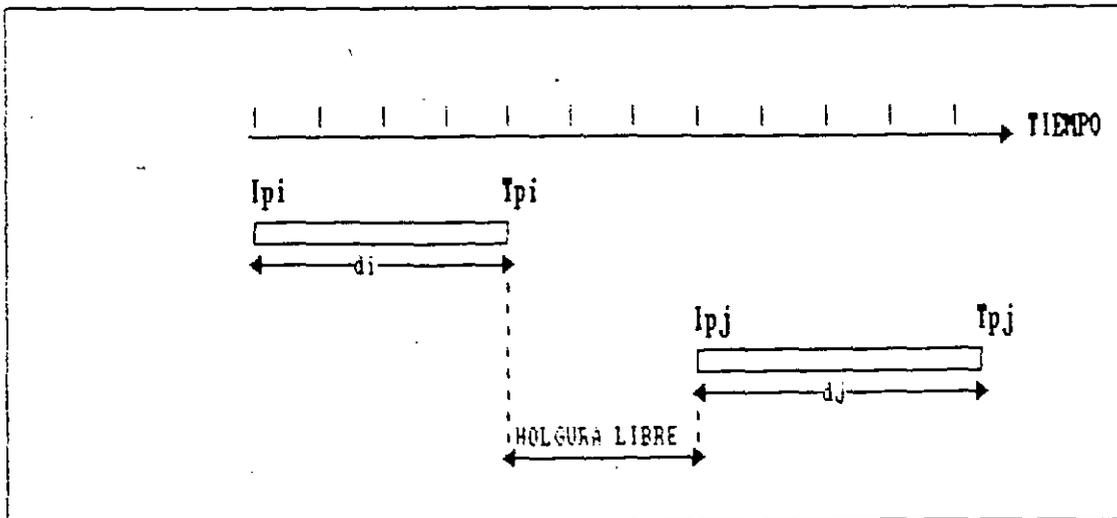


FIG. No. 17.- REPRESENTACION GRAFICA DE LA HOLGURA LIBRE

En función de los tiempos de inicio y terminación:

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

$$H_i = I_{p_j} - T_{p_i}$$

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 Fig. No. 18).

ACT	d	INICIACION		TERMINACION		HOLGURA	
		PROX	REMOTA	PROX	REMOTA	TOTAL	LIBRE
1-2	5	0	0	5	5	0	0
1-3	6	0	1	6	7	1	0
1-4	3	0	0	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

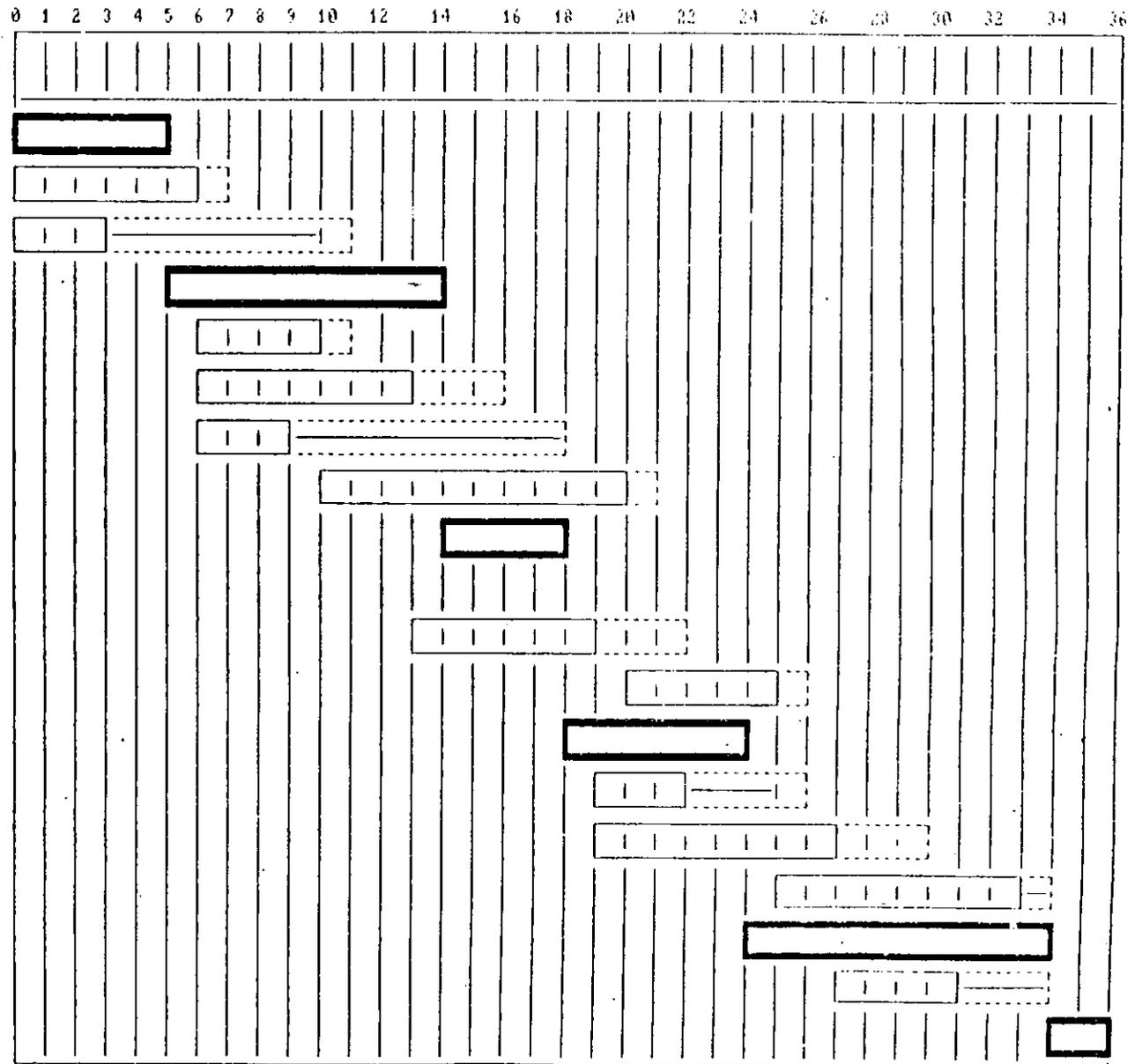


FIG. No. 18.- DIAGRAMA DE BARRAS O DE GANTT

3.5 CALCULO NUMERICO DEL DIAGRAMA DE NODOS

Utilizando la notación que se indica en la Fig. No.19, se dibuja y calcula la red, correspondiente al ejemplo de flechas desarrollado anteriormente.

	Ht		HI
Ip		X	Tp
Ir		duracion	Tr

FIG. No. 19.- NOTACION PARA EL CALCULO DE LA RED POR NODOS

En el diagrama se han escrito también las Holguras Total y Libre, mismas que se pueden calcular directamente sin ayuda de la tabla auxiliar puesto que, en este sistema, se dispone de la información necesaria para tal efecto (ver. Fig. No. 20).

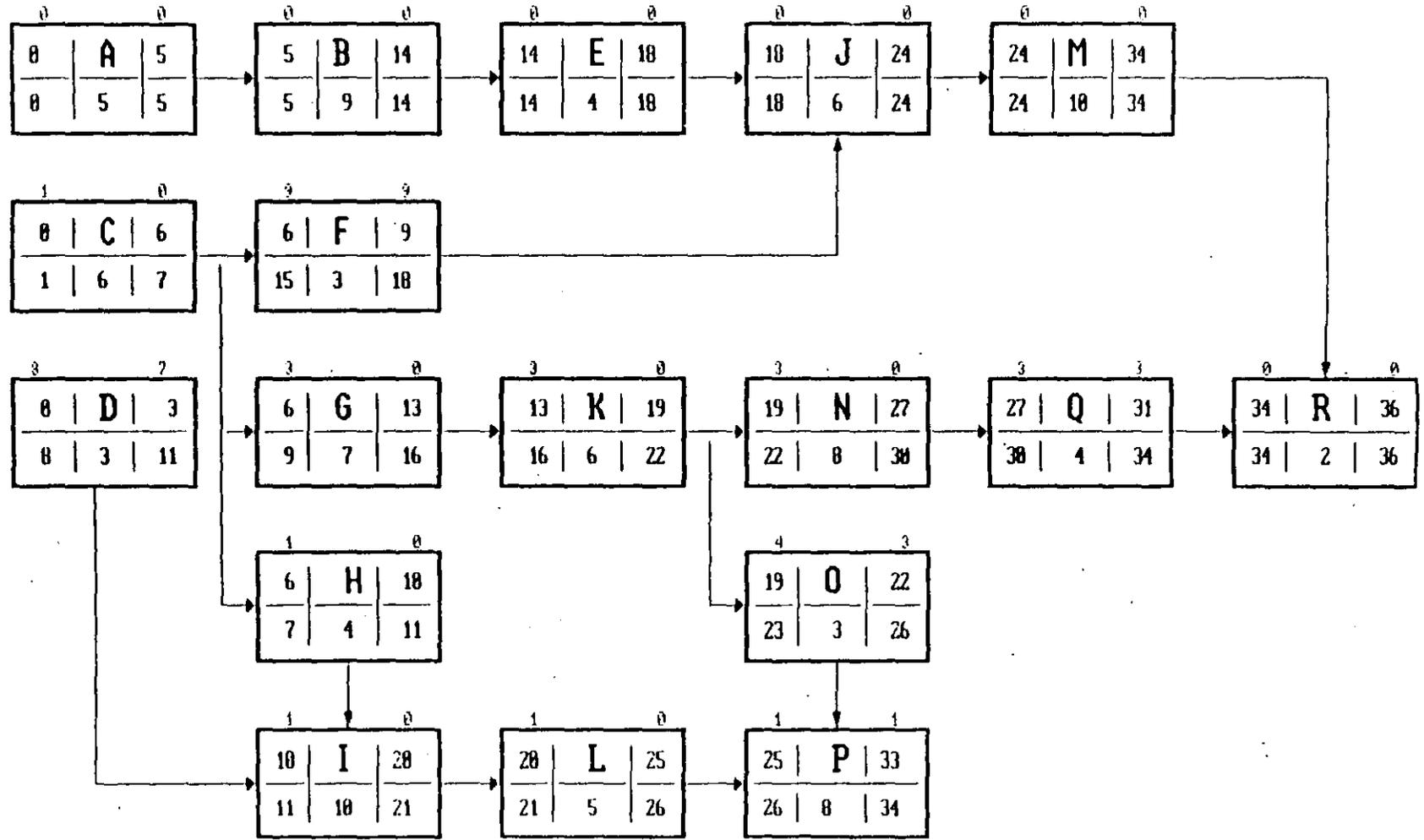


FIG. No. 28.- CALCULO DE LA RED UTILIZANDO EL DIAGRAMA DE NODOS

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.

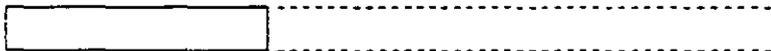
En el ejemplo que sigue (1), se muestra con claridad cómo se logra tener una mejor distribución de los volúmenes de excavación en una obra hidráulica.

Al considerar la holgura de una actividad para balancear los recursos se pueden implementar dos estrategias (ver Fig. No. 21)

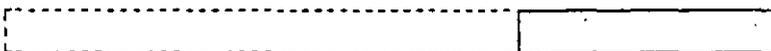
- 1.- Recorrer la iniciación y por consiguiente la terminación de la actividad sin modificar su duración, o bien,
- 2.- Estudiar la posibilidad de incrementar la duración de la actividad disminuyendo los recursos asignados a ella.

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

ACTIVIDAD EN SU POSICION INICIAL (T_p)



LA ACTIVIDAD SE RECORRE HASTA SU TIEMPO REMOTO DE TERMINACION



SE ALARGA LA DURACION DE LA ACTIVIDAD



FIG. No. 21.- UTILIZACION DE LA HOLGURA DE UNA ACTIVIDAD

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

La solución óptima puede encontrarse acomodando a ojo las actividades ó bien utilizando algoritmos como el propuesto por Burges que consiste en encontrar la distribución de las barras que corresponda a la mínima suma de cuadrados. Ejemplo, si una actividad "x" requiere 6 recursos y tiene una duración de dos unidades de tiempo, las posibilidades para distribuir los recursos son (ver Fig. No. 22):

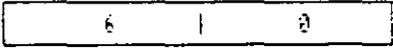
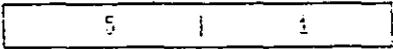
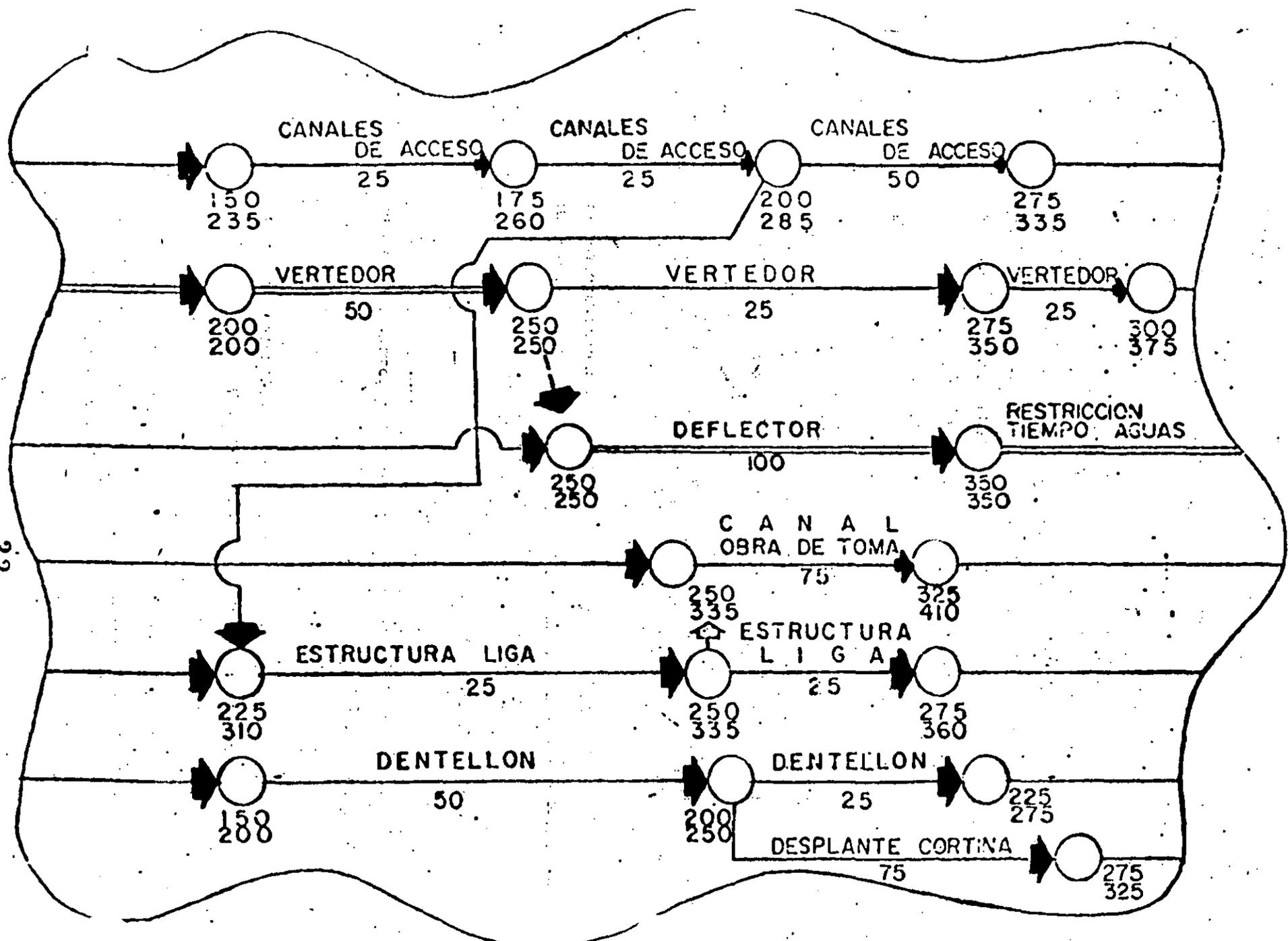
ALTERNATIVA		RECURSOS-TIEMPO	SUMA DE CUADRADOS
1		$6 + 0 = 6$	36
2		$5 + 1 = 6$	26
3		$4 + 2 = 6$	28
4		$3 + 3 = 9$	18

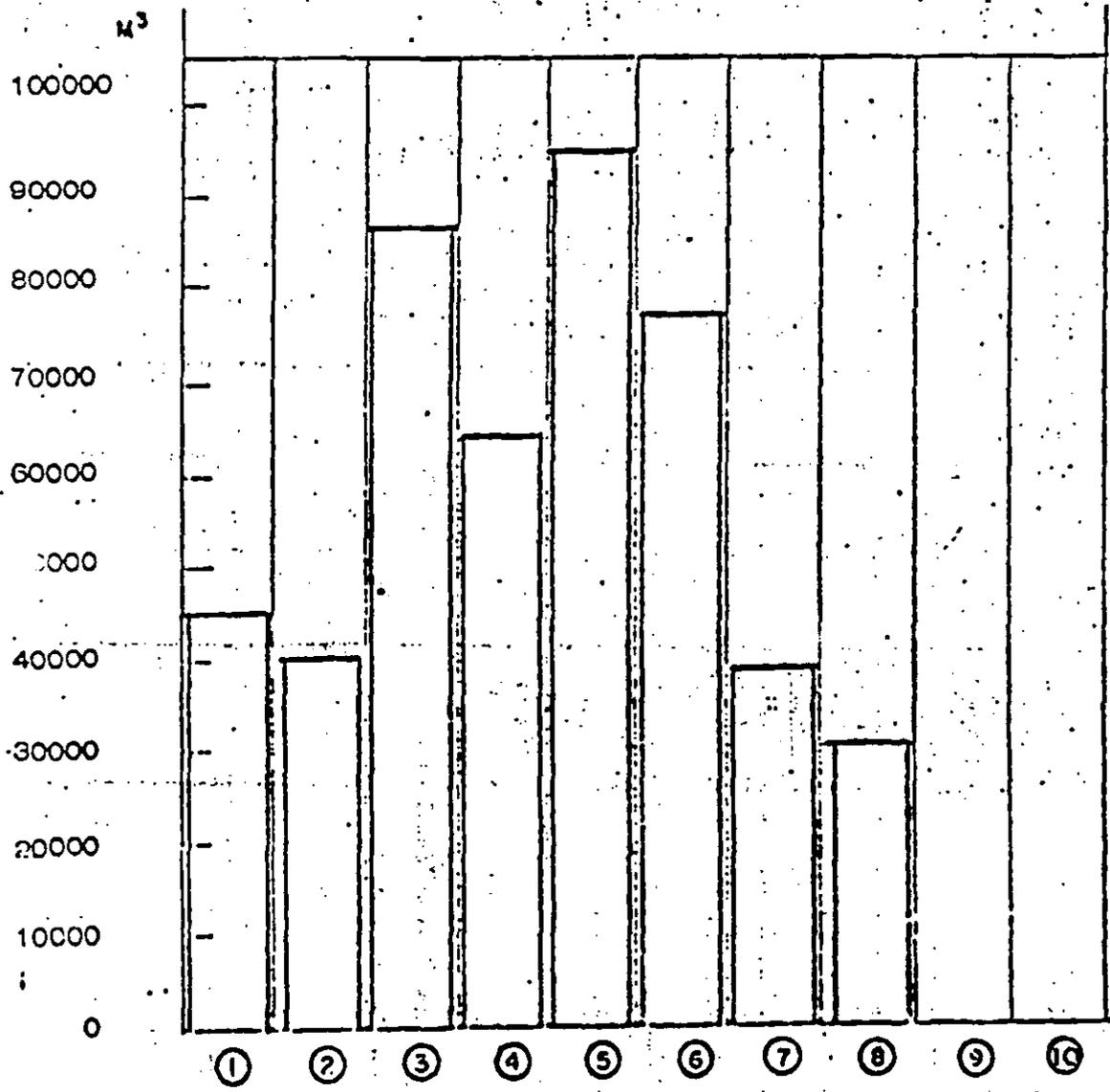
FIG. No. 22.- ILUSTRACION DEL METODO DE BURGES

En el ejemplo anterior vemos que la mejor distribución de los recursos corresponde con la menor suma de cuadrados que es 18. Extrapolando este razonamiento, podemos encontrar la distribución óptima de los recursos referidos a un grupo de actividades.

Evidentemente los extremos posibles en cuanto a distribución de recursos, son cuando todas las actividades se inician lo más pronto y cuando todas las actividades se inician lo más tardíamente posible. La solución óptima estará contenida entre estos extremos (ver Fig. No. 23).

32

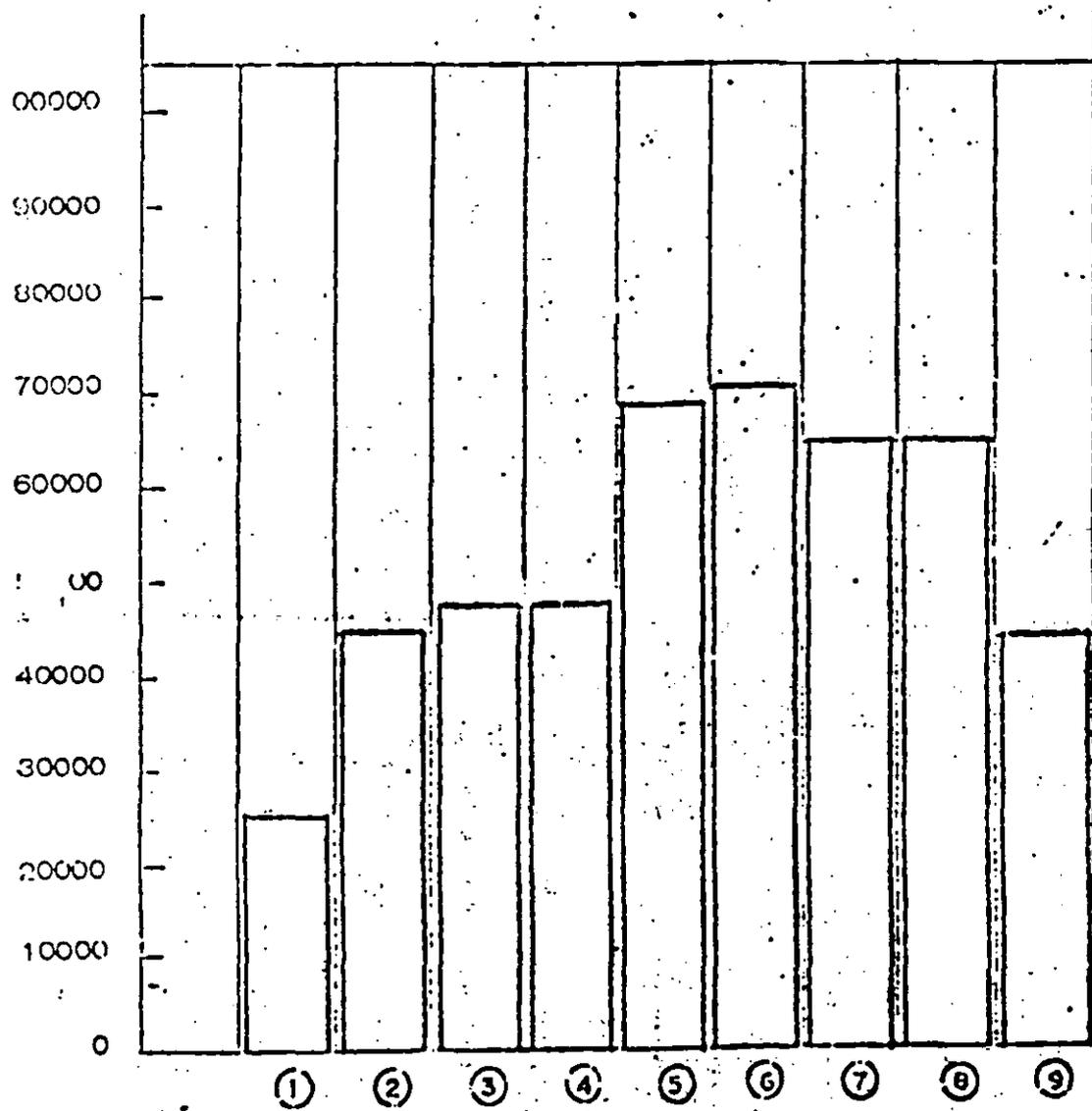




PROGRAMA DE EXCAVACIONES (MATERIAL COM.)

C O N C E P T O		150 1	175 2	200 3	225 4	250 5	275 6	300 7	325 8	350 9	375 10	400 11
CANALES DE ACCESO	20000		2000									
CANALES DE ACCESO	15000			7500	7500							
CANALES DE ACCESO	12000					6000	6000					
VERTEADOR	70000			15000	30000							
VERTEADOR	30000								30000			
VERTEADOR	39000									39000		
DEFLECTOR	120000					30000	30000	30000	30000			
CANAL OBRA TQMA	24000						8000	8000	4000	4000		
ESTRUCTURA LIGA	2000					2000						
ESTRUCTURA LIGA	2000						1000	1000				
DENTELLON	50000	25000	25000									
DENTELLON	10000			10000								
DESPLANTE CORTINA	80000					30000	25000	25000				
	SUMA PARCIAL	25000	45000	47500	47500	68000	70000	64000	64000	43000		
	SUMA ACUMULADA	25000	70000	1175000	233000	303000	367000	431000	474000			

CS
UT



FLUJO DE EROGACIONES

EJEMPLO

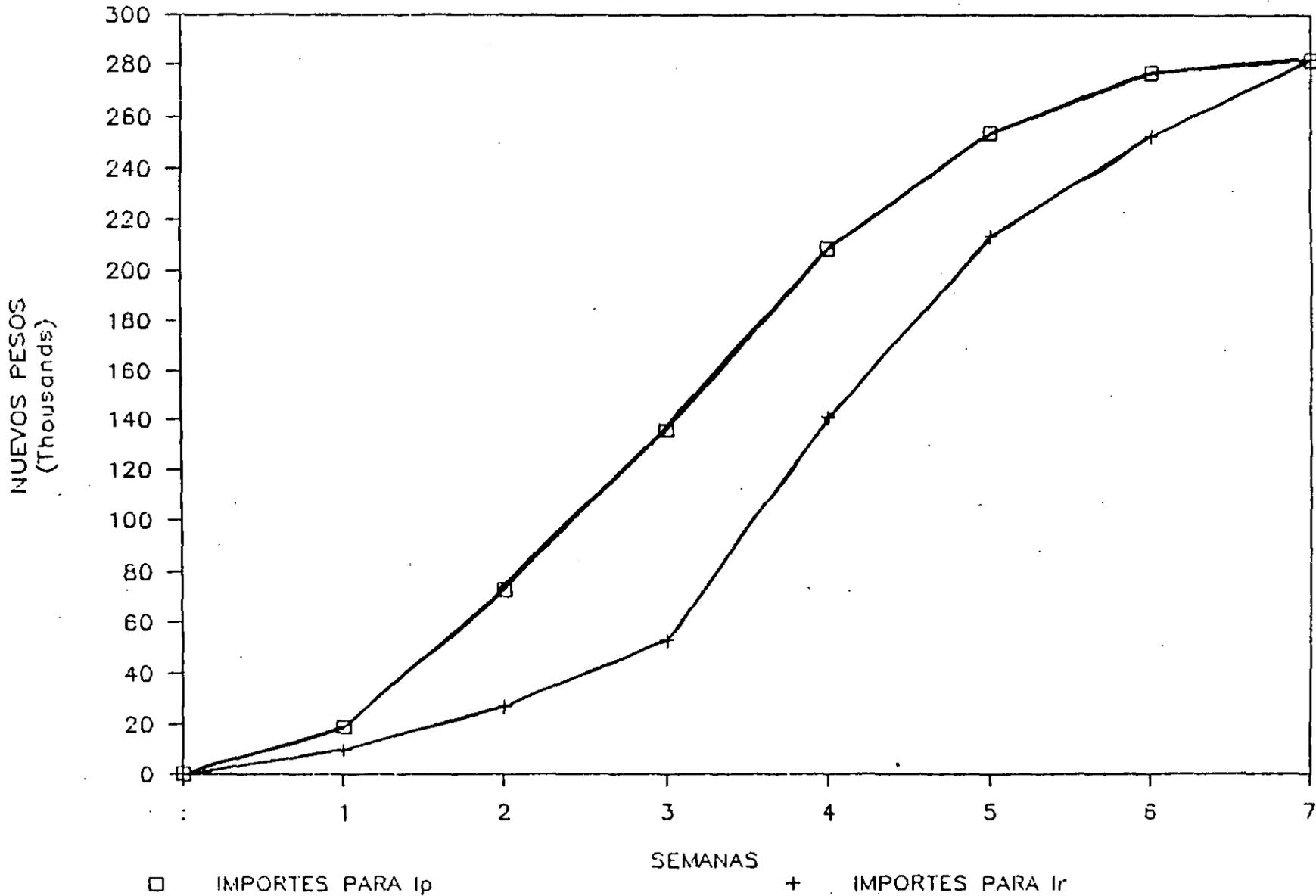


FIG. No. 23.- RANGOS EXTREMOS PARA DETERMINAR LA SOLUCION OPTIMA EN LA DISTRIBUCION DE RECURSOS

4. CONTROL

Como ya se mencionó, el proceso de Control involucra el establecimiento de un estándar que, en el caso que nos ocupa ya ha sido elaborado.

El siguiente paso, es comparar lo real contra el estándar. En esta etapa puede haber desviaciones por lo cual es necesario identificar la variable o variables que la están ocasionando. El diagrama de flujo de la Figura No. 24, propuesto por el Ing. Federico Alcaraz Lozano, muestra la secuencia lógica en que conviene revisar las variables para incluirlas todas en el análisis de la desviación.

Otra utilización del programa, es tomarlo como referencia para reportar los avances periódicos tanto de cada una de las actividades como de la obra en general. La Figura No. 25 muestra un reporte de avance real comparándolo contra lo programado.

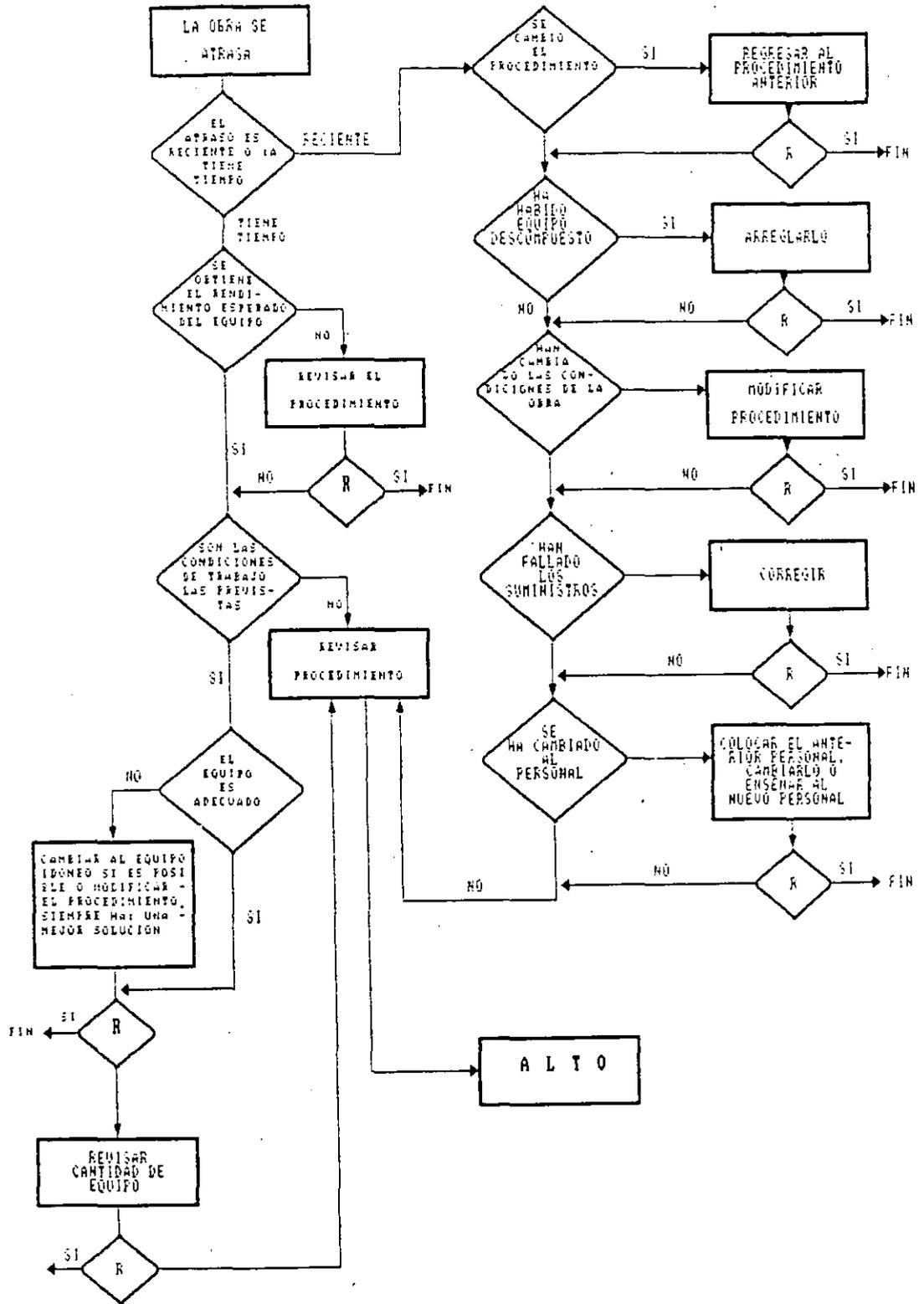


FIG. No. 24.- REVISION DE LAS VARIABLES EN EL PROCESO DE CONTROL

5. INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DE PRECEDENCIAS MULTIPLES

Durante el desarrollo de los temas anteriores, se observa que los sistemas gráficos de representación son susceptibles de mejorarse:

El diagrama de flechas, tiene como inconvenientes la necesidad de utilizar actividades ficticias, así como el tener que dividir en etapas las actividades cuando queremos representar gráficamente la situación de traslape entre ellas.

Con el sistema de representación por nodos se elimina la necesidad de utilizar actividades ficticias, pero se sigue requiriendo la utilización de actividades divididas en etapas cuando se trata de representar un traslape entre ellas.

Con el sistema de precedencias múltiples, se resuelve esta última situación, estableciendo relaciones entre actividades en función de su inicio y terminación, complementándolas a la fijación de tiempos guía o tiempo de espera entre ellas.

La Figura No. 26, muestra las relaciones de enlace que se pueden establecer entre actividades, dichas relaciones son: Inicio a Inicio, Inicio a Terminación, Terminación a Inicio y Terminación a Terminación.

Para fijar la idea de estas relaciones, vale la pena mencionar que la relación que hemos utilizado en los sistemas de flechas y de nodos han sido de terminación a inicio, es decir, la terminación de las actividades precedentes define el inicio de las actividades subsecuentes.

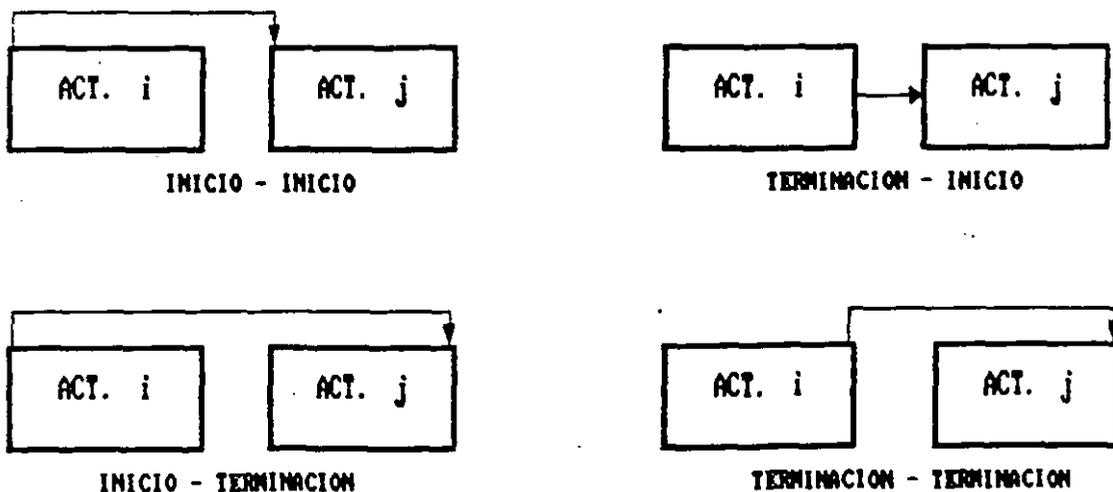


FIG. No. 26.- RELACIONES DE ENLACES ENTRE ACTIVIDADES

EJEMPLO 1.- RELACION TERMINACION - INICIO

La Figura No. 27 muestra una relación término-inicio, se trata de las actividades: 1.- Preparación de base y Riego de Impregnación con duración de 1 día. 2.- Espera por especificación con duración de 3 días y 3.- Tendido de carpeta incluyendo riego de liga con duración de 10 días.

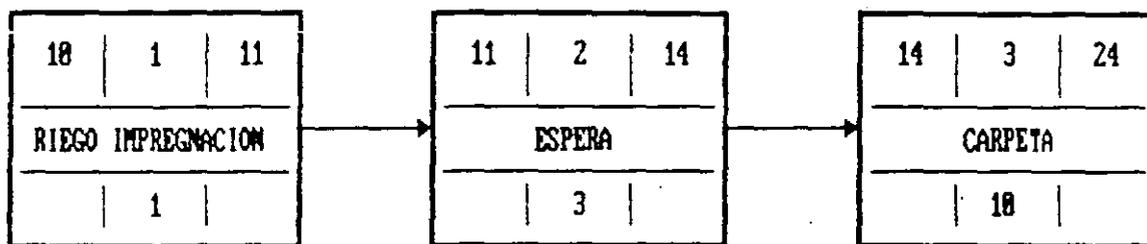


DIAGRAMA DE NODOS

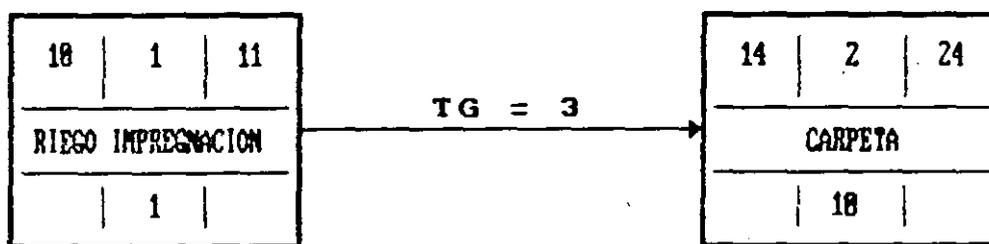


DIAGRAMA DE PRECEDENCIAS

$$I_{P_2} = T_{P_1} + TG$$

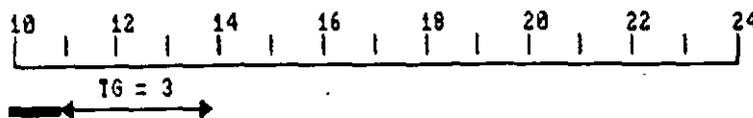


DIAGRAMA DE BARRAS

FIGURA No. 27.- RELACION DE TERMINO A INICIO

EJEMPLO 2.- RELACION INICIO - INICIO

La Figura No. 28 muestra una relación inicio-inicio. Se refiere a un tendido de tubería posterior a la excavación de la zanja. Evidentemente no conviene esperar a terminar la totalidad de la excavación para iniciar el tendido, por lo cual establecemos que 5 días después de haber iniciado la excavación comenzamos el tendido de la tubería.

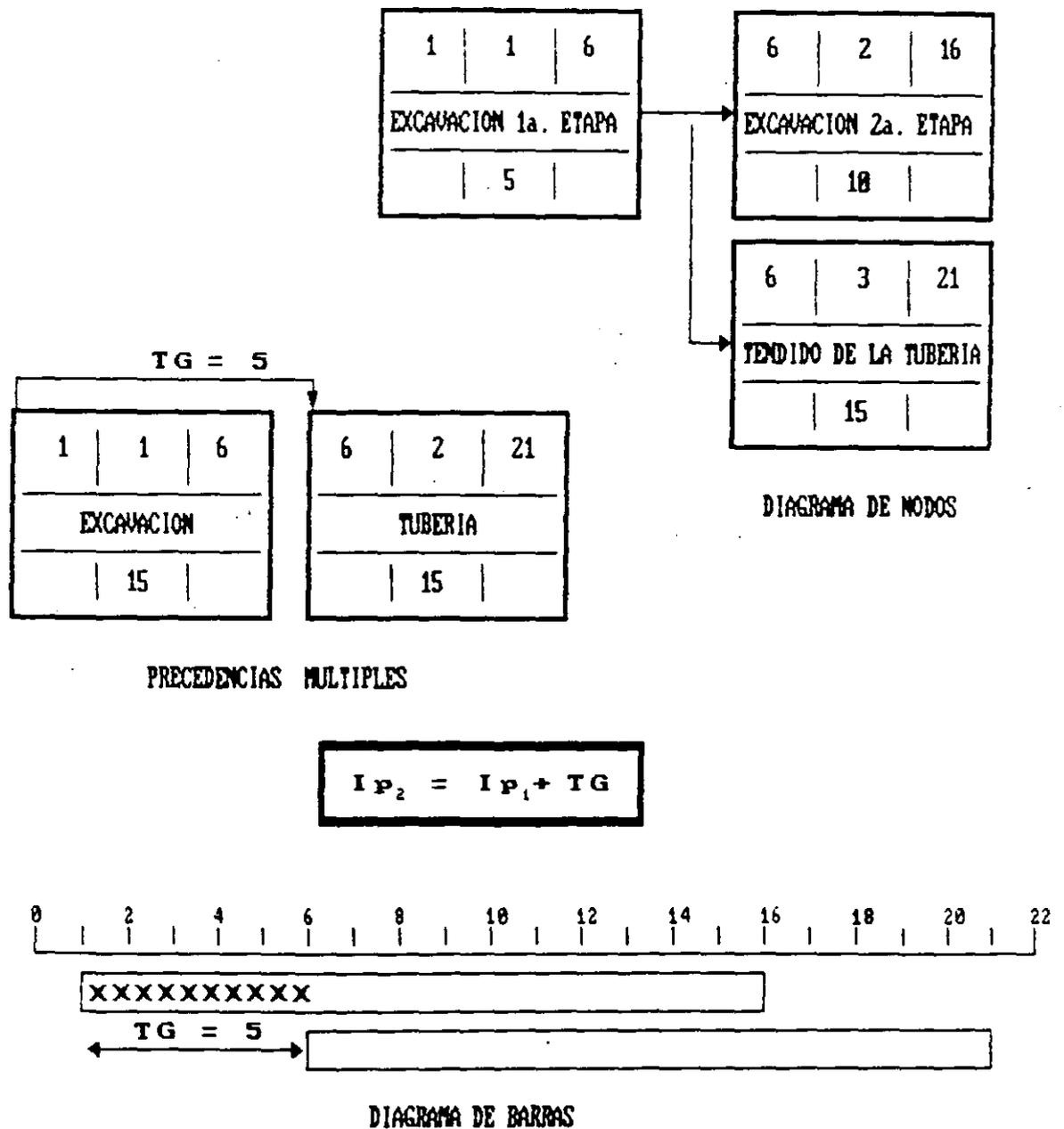


FIGURA No. 28.- RELACION DE INICIO A INICIO

EJEMPLO 3.- RELACION DE TERMINACION A TERMINACION

La figura No. 29, muestra una relación de terminación a terminación. Supongamos que se están acondicionando ciertos muros para llevar a cabo el montaje de tableros eléctricos en una subestación, a medida que se acondicionan los muros se puede iniciar el montaje de los tableros, sin embargo el montaje del último tablero requiere 3 días, por lo cual la terminación de la actividad precedente asociada al tiempo guía de 3 días, define la terminación de la actividad subsecuente.

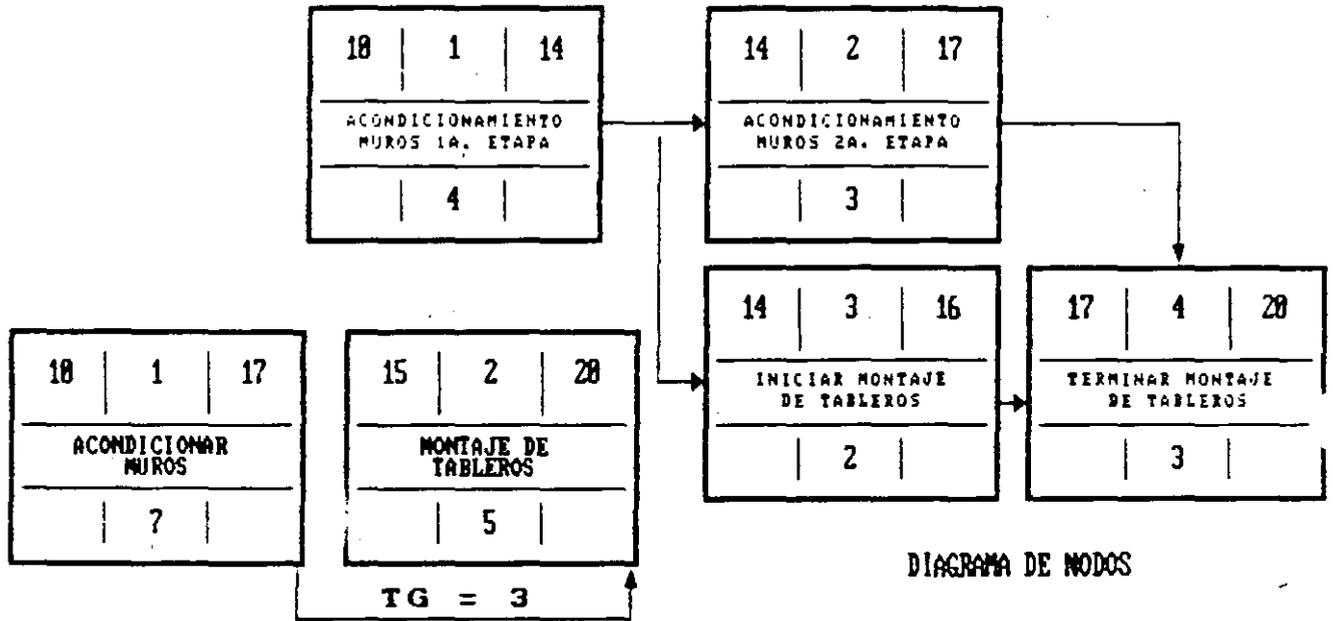


DIAGRAMA DE NODOS

PRECEDENCIAS MULTIPLES

$$TP_2 = TP_1 + TG$$

$$LP_2 = LP_2 - d_2$$

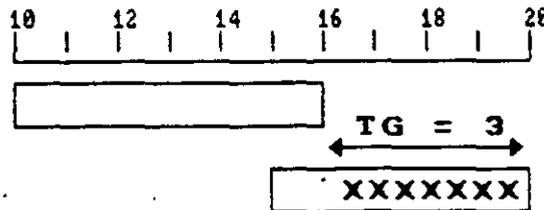


DIAGRAMA DE BARRAS

FIGURA No. 29.- RELACION DE TERMINACION A TERMINACION

EJEMPLO 4.- RELACION DE INICIO A TERMINACION

La Figura No. 30, muestra una relación de inicio a terminación. Supongamos que un transformador se va a montar y conectar a un sistema de control, se calcula que tardará 5 semanas para que el alambrado esté lo suficientemente avanzado para iniciar la conexión con el transformador, asimismo, una vez hecho lo anterior, para completar la operación de conexión se requieren 2 semanas más.

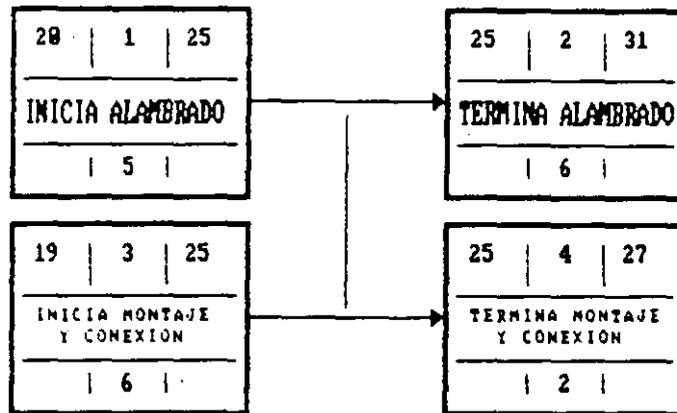
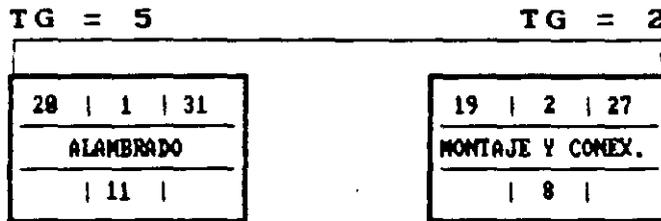


DIAGRAMA DE NODOS



PRECEDENCIAS

$$TP_2 = IP_1 + TG_1 + TG_2$$

$$IP_2 = TP_2 - d_2$$

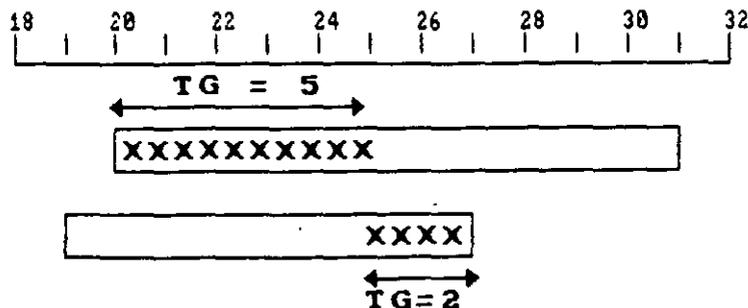


DIAGRAMA DE BARRAS

FIGURA No. 30.- RELACION DE INICIO A TERMINACION

RELACIONES COMBINADAS

Para ciertas actividades, puede ser conveniente combinar las relaciones que acabamos de definir, por ejemplo: consideremos las actividades "Construcción de Muros de Tabique" y "Construcción de Castillos". Lo usual, es que se inicien los muros y que, después de un cierto avance, se empiecen los castillos; al finalizar la construcción de los muros se requiere de cierto tiempo para terminar la construcción de los últimos castillos. Esta secuencia, se representa en la Fig. No. 31 con el sistema convencional de Nodos. Al elaborar el diagrama de barras, se observa una discontinuidad en la actividad "Construcción de Castillos" que no es conveniente.

Utilizando el sistema de precedencias múltiples, podemos representar gráficamente las actividades descritas, utilizando una doble relación: inicio a inicio y terminación a terminación (ver Fig. No. 32).

Los tiempos próximos de inicio y terminación se calculan por separado. La pareja de valores seleccionada es la que corresponde al tiempo de ejecución máximo, en este caso a dado por la relación terminación - terminación. Esta consideración retrasa el inicio de la actividad Construcción de Castillos pero, a cambio de ello, s tiene como una actividad continua. Queda a elección del programado la alternativa que más convenga.

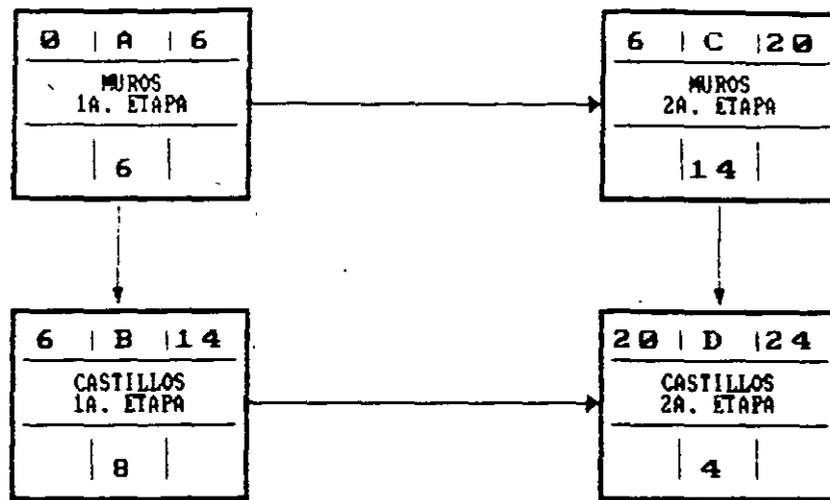


DIAGRAMA DE NODOS

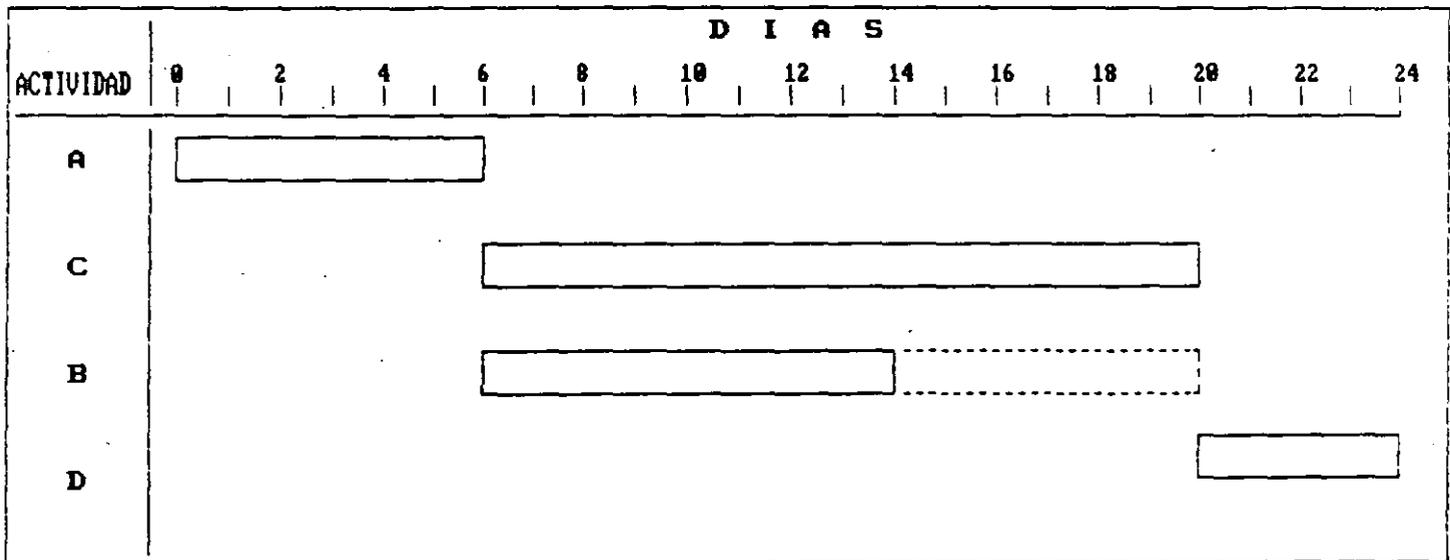


DIAGRAMA DE BARRAS

FIGURA No. 31.- PRESENTACION GRAFICA DE UNA RELACION COMBINADA POR EL SISTEMA CONVENCIONAL DE NODOS

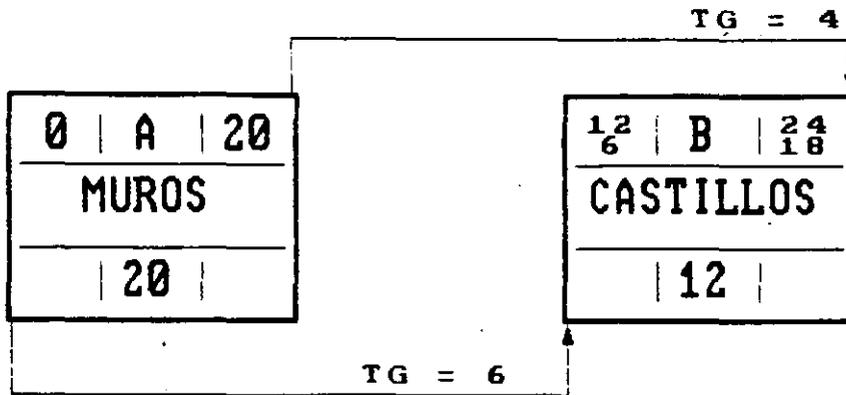


DIAGRAMA DE NODOS

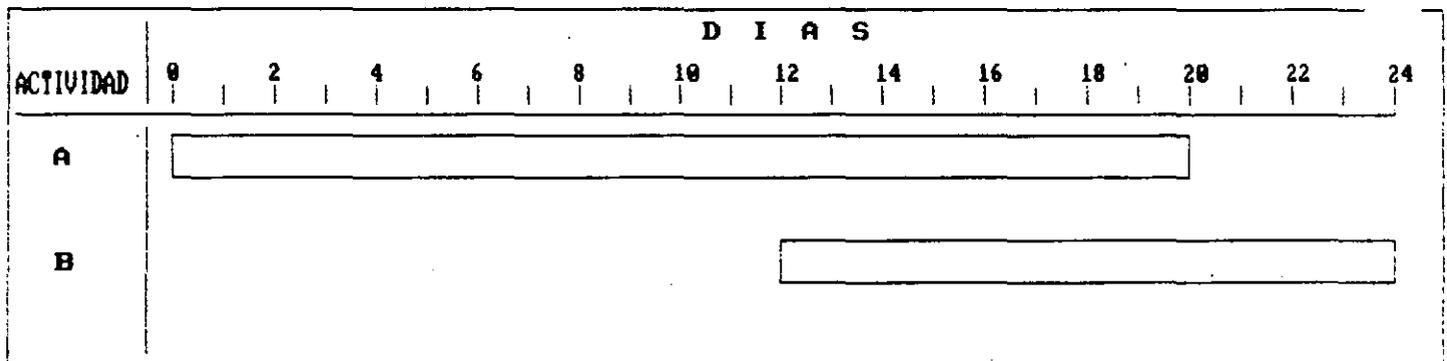


DIAGRAMA DE BARRAS

FIGURA No. 32.- PRESENTACION GRAFICA DE UNA RELACION COMBINADA CON EL SISTEMA DE PRECEDENCIAS

Aplicando la explicación dada para las diferentes relaciones, se presenta en la Fig. No. 33 el cálculo numérico de la red. Asimismo, la Fig. No. 34 muestra el diagrama de barras correspondiente, señalando la ruta crítica, las holguras y las relaciones de enlace.

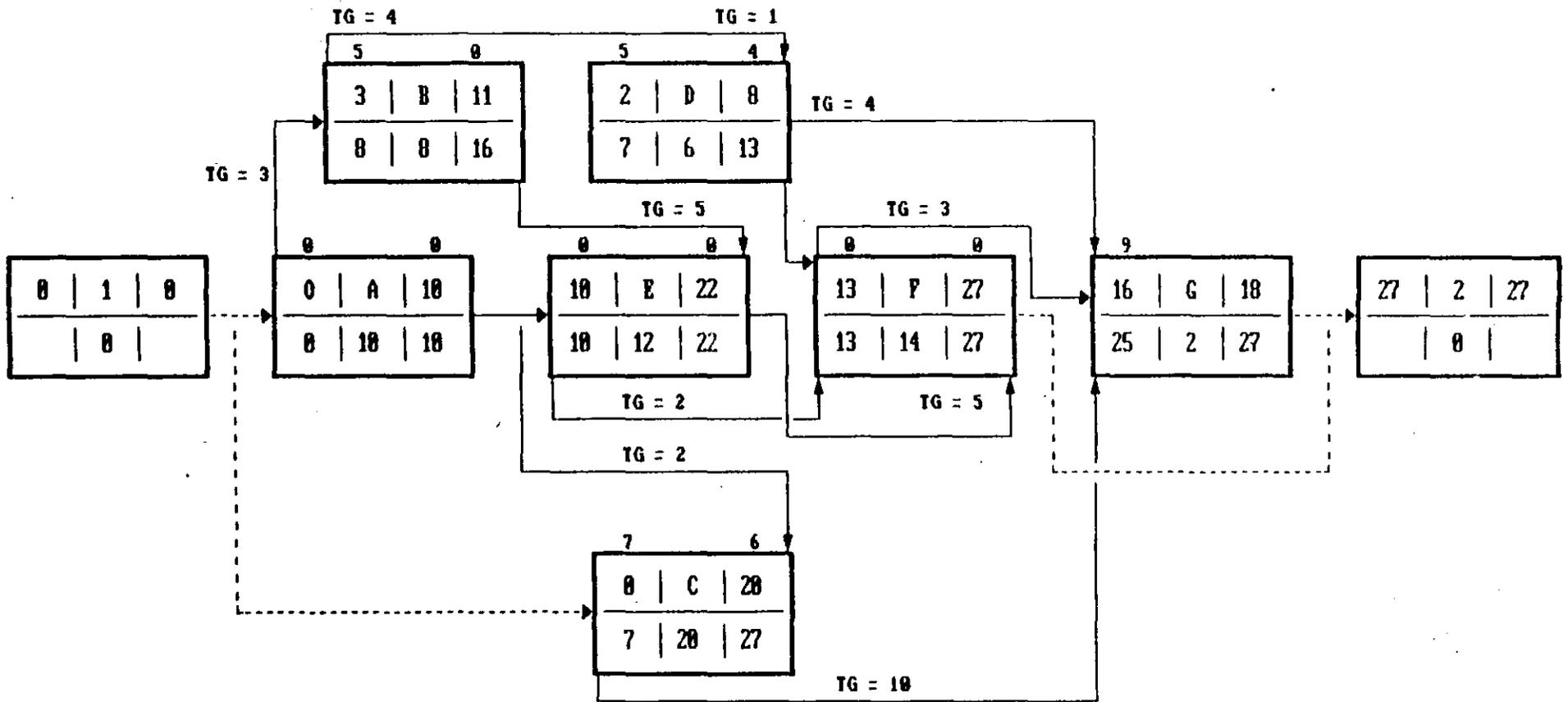


FIGURA No. 33.- CALCULO NUMERICO DEL DIAGRAMA DE PRECEDENCIAS

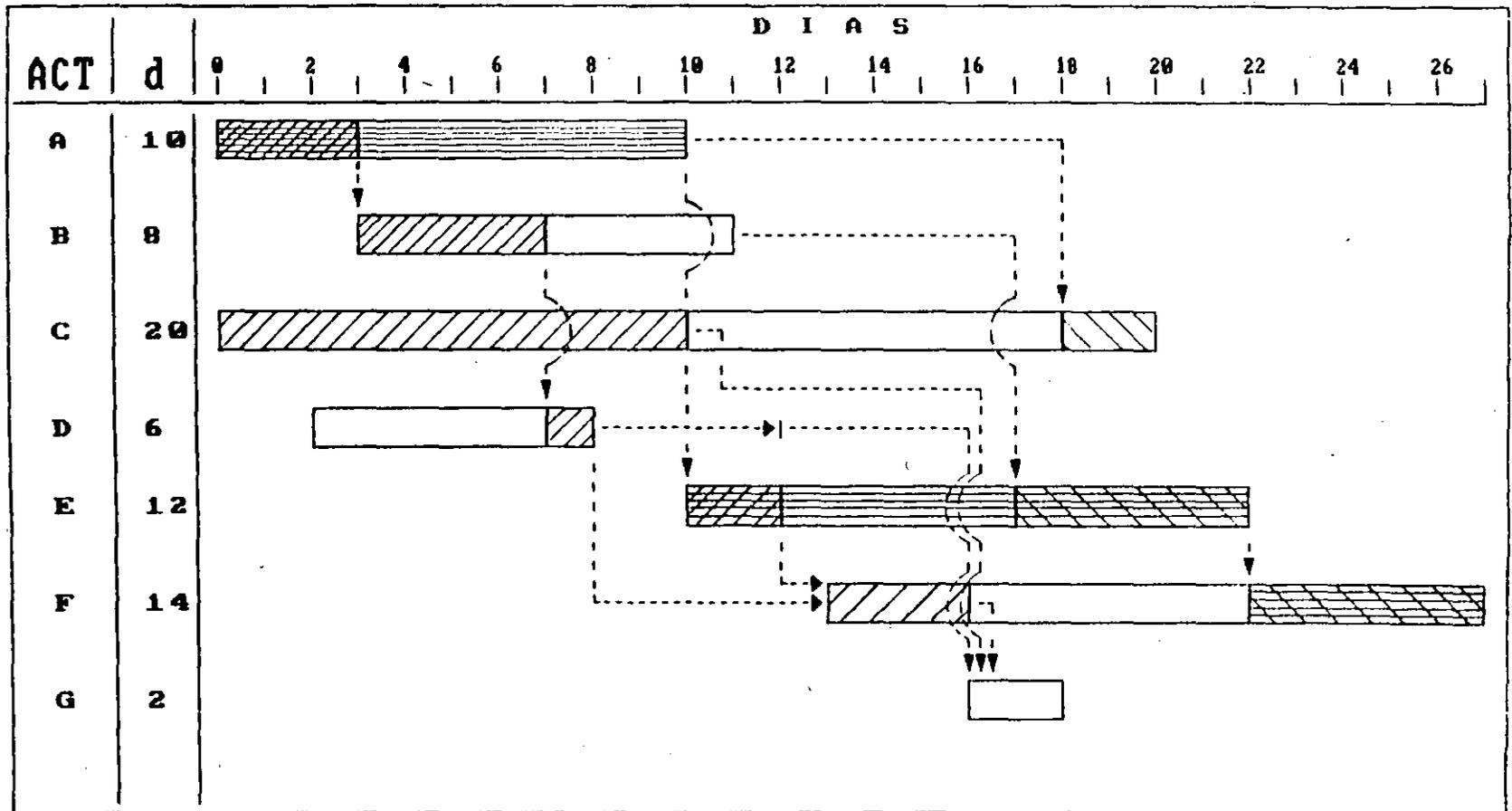


FIGURA No. 34.- DIAGRAMA DE BARRAS

BIBLIOGRAFIA

METODO DEL CAMINO CRITICO

Catalytic Construction Company
23 de Mayo de 1974
Editorial Diana

METODO DE LA RUTA CRITICA Y SUS APLICACIONES A LA CONSTRUCCION

James M. Antill - Ronald W. Woodhead
5 de Enero de 1983
Editorial Limusa

TECNICAS DE REDES DE FLECHAS Y PRECEDENCIAS PARA CONSTRUCCION

Robert B. Harris
4 de Octubre de 1983
Editorial Limusa

RUTA CRITICA AL ALCANCE DE TODOS

Mario Shjetnan Dantan
1977
U. N. A. M.

DETERMINACION DE LA RUTA CRITICA (TOMO I) PLANEACION DE OPERACIONES APLICADAS (TOMO II) ASIGNACION Y PROGRAMACION DE RECURSOS (TOMO III)

Dr. R. L. Martino
Editora Técnica, S.A.



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

PROGRAMACION Y CONTROL DE OBRAS.

LAS COMPUTADORAS APLICABLES A LA CONSTRUCCION.

M. EN I. GUSTAVO ARGIL CARRILES.

LAS COMPUTADORAS APLICABLES A LA CONSTRUCCION

La Computadora es sin duda una de las herramientas más maravillosas - que han sido inventadas por el hombre, desde que el hombre descubrió el uso de la electricidad y posteriormente la electrónica se ha producido un cambio en la sociedad de magnitudes aún no determinadas pero indiscutiblemente radical.

Ya hoy en día, pero aún más en el futuro, el uso de las computadoras - será tan común como lo es hoy el teléfono y la televisión.

La constante e intensiva investigación en este campo ha permitido el - desarrollo de este formidable instrumento a tal grado que ha surgido un conjunto de conocimientos extenso e impresionante.

A esta nueva disciplina unos la han llamado ciencias de la Información, otros Ciencias de la Computación y si adicionamos algunos temas para la toma de decisiones se le conoce como Ingeniería de Sistemas.

Nos concretaremos en esta plática a describir brevemente lo referente a las computadoras y a algunas aplicaciones típicas y de uso más frecuente en la Ingeniería Civil en especial en la rama de la Construcción.

Para esta finalidad la exposición se ha dividido en los siguientes temas:

Arquitectura de Sistemas (Hardware).

Logical o programas de instrucciones (Software).

Micro programación (Firmware).

Recursos Humanos Especializados (Humanware).

Aplicaciones y usos más relevantes de la Computadora
en la Ingeniería Civil (Rama de la Construcción).

ARQUITECTURA DE SISTEMAS (HARDWARE).

<u>Característica</u>	<u>Generaciones</u>			
	<u>1a.</u>	<u>2a.</u>	<u>3a.</u>	<u>4a.</u>
Aparición del Sistema	1952	1958	1963	1969
Componente electrónico básico.	Tubo de vacfo.	Transistor diodo	Circuito integrado	Retículo funcional de circuitos.
Complejidad de la parte representada.	1 elemento de circuito	1 elemento de circuito	8 a 100 elementos de circuito	500 a 20,000 elementos de circuito
Volumen típico flip-flop (in ³) (chip)	100	5	0.25	0.02 ó menos.
Velocidad operativa (Kilohertz)	10 (1955)	1,000 (1962)	10,000 (1967)	25,000 (1969)
Consumo (Wattios)	8	1	.1	.04
Costo flip-flop (dollar) (chip)	30	25	5	2
Porcentaje de falla relativo.	1	.01	.001	.0001

Terminología:

bit	Abreviación de binary digit, se denomina a un dígito 0 ó 1 ó a un impulso alto o bajo de <u>volta</u> <u>je</u> eléctrico.
Byte	Un grupo de 8 bits, usado para representar una letra, un número o un símbolo, mediante un código.
chip	Un pequeño dispositivo de silicón, que es todo un circuito integrado o un dispositivo semiconductor.
EPROM	Erasable Programmable Read Only Memory, un tipo de memoria en la cual la información almacenada puede ser borrada por medio de luz <u>ultra</u> <u>violeta</u> y reprogramada nuevamente.
Gate	Tiene dos significados: el elemento de control de ciertos transistores o un circuito lógico que tiene dos o más entradas que controlan una <u>sali</u> <u>da</u> .
Circuito Integrado	Un conjunto de componentes electrónicos <u>conec</u> <u>tados</u> en un circuito semiconductor de capas -- generalmente de silicón.

K	Abreviación de Kilo (1,000), 1 K de memoria chip contiene 1,024 bits, 64 K equivale a 65,536 bits o sea 1,024 x 64.
LSI	Large-scale integration, este término se aplica generalmente a circuitos que contienen de 500 a tal vez 20,000 compuertas (Logic gates) de transistores o sea 1,000 a 64,000 bits de memoria.
Lógica	El principio fundamental en la conexión de elementos en un circuito para que efectúen cómputo.
Memoria chip	Un dispositivo semiconductor capaz de almacenar información en forma de cargas eléctricas.
Microprocesador	Un circuito integrado, formado por un chip el cual tiene funciones equivalentes a los de la unidad central de proceso de una computadora, interpreta y ejecuta instrucciones y en general, tiene la capacidad de efectuar operaciones aritméticas e incorporar memoria.
RAM	Random-access memory, memoria en la cual la información puede ser almacenada o recuperada independientemente y en forma temporal.
ROM	Read-only memory, chip de memoria en el cual la información es almacenada permanentemente

desde la fabricación del mismo.

semi conductor

Un elemento cuya conductividad eléctrica es -
menor que la de un conductor como el cobre y -
mayor que la de un aislante como el vidrio.

Transistor

Dispositivo semiconductor que actúa como un -
amplificador o como un switch.

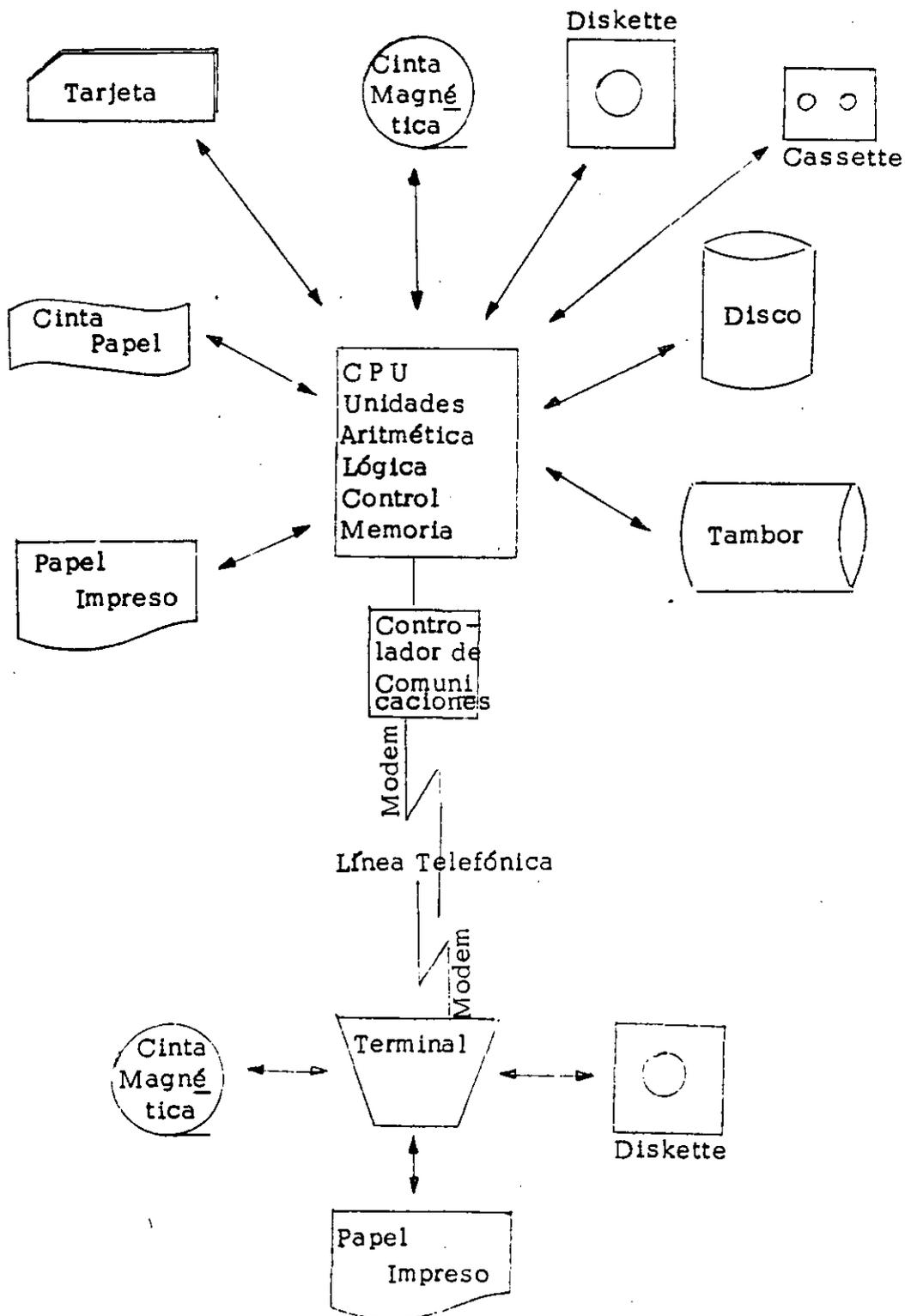
VLSI

Very large-scale integration, circuitos integra-
dos que contienen del orden de 20,000 puertas
lógicas o más de 64,000 bits de memoria.

WAFER

Disco de material semiconductor, por medio del
cual muchos chips son fabricados simultánea--
mente. Los chips son posteriormente separados
y empacados en forma individual.

PRINCIPALES COMPONENTES DE UNA
COMPUTADORA



ARQUITECTURA DE SISTEMAS

Primeramente haremos algunos comentarios en relación con el desarrollo histórico de las computadoras, éste ha ocurrido en lo que se ha dado por llamar: "Generaciones de las Computadoras".

La primera y más antigua generación de computadoras digitales utilizó tubos de vacío como componentes electrónicos básicos, en el diseño de los circuitos de lógica requeridos.

El costo, volumen, consumo de fuerza y la cantidad de fallas, eran elevados, comparados con los de hoy en día (ver cuadro).

Al aparecer los transistores, éstos substituyeron a los tubos de vacío, así como también se inició el uso de los componentes de diodo del semiconductor, que junto con resistencias y condensadores, eran montados en tarjetas de circuitos impresos; ésta se llamó la segunda generación.

La necesidad de ensamblar uno a uno cada componente para realizar los circuitos requeridos, era una limitante, tanto en su tamaño, como en el costo y confiabilidad.

Tercera generación. El énfasis en el diseño de los circuitos lógicos -- cambió drásticamente en estos Sistemas Computacionales, donde se hizo un amplio uso de Circuitos Integrados como elemento semiconductor básico, esto es, ya no existían componentes aislados a seleccionar -- para diseñar el circuito y ensamblarlo, ya que todo se consideraba con

tenido en el paquete del circuito integrado, los diseños del circuito se realizaban comúnmente por el proveedor de componentes y no por el productor del sistema, como antes.

Una compuerta IC típica se podía empaquetar en casi el mismo volumen y por el mismo o menor costo que los simples transistores.

El extenso uso de circuitos integrados en la tercera generación de computadoras redujo la labor de los diseñadores de circuitos, a garantizar la compatibilidad eléctrica entre circuitos, calculando sus retardos, márgenes de ruido, temperaturas de juntura, etc., así empezó la integración completa y el empaquetaje de circuitos fabricados en tanda.

En la actualidad se está utilizando un nivel alto de integración denominado LSI (integración a gran escala), esto ha sido posible por el perfeccionamiento obtenido en la maquinaria para la fabricación de estos circuitos electrónicos, los cuales se han reducido a tamaño microscópico.

Estos circuitos interconectan como mínimo 100 compuertas equivalentes de lógica, esto es, interconectando múltiples niveles de lógica en unidades funcionales completas, como una sola unidad, como puede ser un contador ascendente y descendente de 8 bits o una memoria de acceso aleatorio de 64 bits, etc.

La microelectrónica con arreglos funcionales y estandarizados ofrece -- además de capacidades superiores de procesamiento, un mantenimiento a mínimo costo, pues la correspondencia es uno a uno entre los bloques funcionales del procesador-memoria y las partes del semiconductor usó

das para construir el Sistema, éstas entre otras ventajas, así como diseños de chips más eficientes es lo que se ha denominado la cuarta generación de computadoras.

Una computadora está formada por dos partes fundamentales, la unidad central de proceso que comprende la memoria central y las unidades Aritmética, de Control y de Lógica y los periféricos o unidades de entrada y salida.

- Consolas, lectoras y perforadoras de tarjetas y cintas de papel.
- Almacenamientos auxiliares como cintas magnéticas, cassettes, núcleos magnéticos, tambores, discos y diskettes.
- Sensores y dispositivos de control de aplicación especial.
- Multiplexores.
- Modems.
- Terminales remotas (máquinas de escribir, lectoras-perforadoras, teletipos, teléfono, graficadores, pantallas de rayos catódicos).
- Relojes.
- Impresoras, trazadores, desplegados.
- Microfilm.
- Lectores ópticos y magnéticos de caracteres.

La unidad central de proceso, que incluye memoria central y las unidades Aritmética, de Control y de Lógica es la parte medular del computador, sus velocidades de proceso son más altas que cualquiera de los demás dispositivos, normalmente se mide en millones de instrucciones por segundo, pues las transferencias y operaciones son efectuadas a velocidades tan rápidas como la velocidad de la luz.

Las unidades de entrada y salida, comúnmente llamadas periféricas son comparativamente menos rápidas, aunque no por ello dejan de operar a velocidades que si las comparamos con una máquina de escribir o cualquier dispositivo mecánico o manual no dejan de ser impresionantes; la gama es muy variada y va de las más lentas como podrían ser las lectoras-perforadoras de tarjetas o cinta de papel en donde sus velocidades de proceso se miden en número de tarjetas por minuto (de 100 a 2,000 en los casos más rápidos), hasta dispositivos para lectura y grabación magnética, los cuales desarrollan velocidades hasta de más de un millón de caracteres por segundo, como es el caso de las unidades de Discos o de Cintas Magnéticas.

Manejo interno de la información.

La información es procesada por la computadora internamente en aritmética binaria, esto requiere de una conversión previa, tanto a la entrada, como a la salida de la información.

Por otra parte, la información también debe ser tratada de manera distinta, según se trate de información Alfanumérica o de información nu-

mérica exclusivamente, pues si la información es Alfanumérica, se re que rirá normalmente utilizar instrucciones para que la computadora cla sif ique, localice o seleccione algún texto o parte de él, mas no se re que rirá efectuar operaciones aritméticas, en cambio la información nu mérica requerirá de procesos aritméticos, con o sin punto decimal y - más aún cuando la magnitud de los datos es grande (más de 15 bits -- hasta 128 bits dependiendo del tamaño o modelo de la computadora) - será necesario utilizar lo que se conoce como "Punto Flotante", que - son dispositivos y rutinas de instrucciones necesarias para efectuar - operaciones en forma exponencial, ésto es, una cantidad se representa y maneja en función de una mantisa multiplicada por diez a un exponen te, el cual puede ser positivo o negativo, según la posición real donde se localiza el punto decimal, la mantisa estará formada por el número de dígitos máximo que soporta la precisión de la Computadora utilizada.

Recientemente y tal vez como resultado de los avances tecnológicos, han sido desarrollados Sistemas que permiten el manejo de información gráfica, permitiendo con ello incursionar en las áreas de diseño gráfico, así como de salidas o reportes más objetivos.

Logical o programas de Instrucciones.

Una computadora para poder ejecutar lo que el usuario desea, debe recibir instrucciones, mismas que deberán ser exactas y ordenadas de tal forma que le permitan producir el resultado deseado.

Por otra parte, los circuitos electrónicos obedecen al mandato de un programa de instrucciones (Software), sin él la máquina no hace nada, es por ello que la computadora tiene dos partes en similitud con los humanos el cuerpo (Hardware) y el alma (Software).

El Logical o Software puede dividirse en dos grandes rubros según sus funciones, lo que se conoce como Sistemas Operativos y los programas de aplicaciones.

Las Computadoras según su tamaño pueden o no, disponer de un Sistema Operativo, las máquinas grandes o las medianas (Minis) requieren de dicho sistema, en cambio las pequeñas (micros o computadoras personalizadas) no lo necesitan en general, esto es fundamentalmente porque dan atención a un solo usuario a la vez, en cambio las máquinas mayores atienden a diversos usuarios simultáneamente.

Las funciones básicas de los Sistemas Operativos son:

- Administración y Control de las Bibliotecas del Sistema.
- Control de Entradas y Salidas, tanto locales como remotas de usuarios al Sistema.

- Asignación de Recursos del Sistema a cada usuario.
- Control de los procesos, ya sea en tanda (BATCH) en tiempo compartido o servicios de tiempo real.
- Control de la Multiprogramación, Multiproceso y Paginación o Procesos Virtuales.
- Protección de la integridad tanto del Sistema, como de los programas de Instrucciones y Archivos de los usuarios.
- Comunicación con el o los operadores, etc.

Programas de Aplicaciones

En virtud de que la Computadora trabaja internamente en binario, las instrucciones que obedece deben darse para que las pueda interpretar en ese código, llamado lenguaje de máquina, dicho lenguaje por estar formado por ceros y unos, ocasiona que los programas estén compuestos de largas cadenas de ceros y unos para especificar numéricamente la localización (dirección) de la información en la memoria y de códigos de operaciones que deberá ejecutar la máquina, a esto se le puede llamar un lenguaje de nivel cero, el cual además es específico para cada computadora, según su marca y modelo.

La elaboración de programas en este lenguaje de máquina es muy tedioso y tardado, por lo que los fabricantes de Computadoras pensaron y -- con razón, que la computadora misma nos ayudara a la preparación de -

sus programas, con lo que se obtendría una mayor productividad en el desarrollo de las aplicaciones.

Para tal fin se desarrollaron programas traductores, los cuales aceptaban como entrada un lenguaje simbólico o mnemotécnico para luego traducirlo o convertirlo en el lenguaje de máquina. A estos traductores se les conoce como Ensambladores.

Estos lenguajes ensambladores, aunque ahorran al usuario mucho trabajo, no son lo suficientemente prácticos, por lo que para la mayoría de los usuarios no son atractivos, pues se tienen que definir demasiadas cosas y la programación debe tomar en cuenta particularidades de la máquina a usar; estos lenguajes ensambladores se pueden colocar a un primer nivel o sea lenguajes de primer nivel.

Tiempo después y debido a las dificultades que presentan los Ensambladores para el usuario común, fueron desarrollados otros lenguajes a un segundo nivel, en ellos la traducción fue de uno a muchos, esto quiere decir que una sola instrucción en un compilador o lenguaje de segundo nivel, equivale a muchas instrucciones de ensamblador y mas aún en lenguaje de máquina, tal es el caso de lenguajes compiladores como FORTRAN, COBOL, PL/I, BASIC, PASCAL, ALGOL, etc.

En resumen, un lenguaje de programación, es el conjunto de caracteres y las reglas para su combinación que exhibe las siguientes características:

1) El lenguaje no requiere conocer lenguaje de máquina o ensamblador

rísticas del equipo a usar.

- 2) El lenguaje es esencialmente independiente de una computadora particular, o sea que se puede usar en varios tipos de computadora.
- 3) Hay traducción de una a muchas instrucciones de código fuente al código objeto.

Poco después de que se publicaron los primeros lenguajes de segundo nivel, los primeros lenguajes de tercer nivel empezaron a aparecer, la mayoría como resultado de los esfuerzos de grupos de investigación y de proyectos universitarios.

Estos lenguajes tienen la característica de estar diseñados para aplicaciones específicas, por lo que además de tener las ventajas de los compiladores, el lenguaje mismo es muy parecido al que utiliza el profesional o el técnico, podemos mencionar algunos ejemplos de estos lenguajes orientados o de tercer nivel.

- Sistemas continuos caracterizados por ecuaciones diferenciales ordinarias:

MIMIC (System Engineering Group, Wright Patterson - Air Force, Ohio).

CSMP (Continuous System Modeling Program, IBM).

CSSL (SCF Continuous System Simulation Languages).

- Sistemas contínuos caracterizados por ecuaciones diferenciales -
parciales.

PDEL (Language for Partial Differential Ecuations).

- Sistemas para Simulación Discreta.

GPSS (General Purpose Simulation System, IBM).

SIMSCRIPT (Simulation Programming Language).

SIMULA (Algol Based Simulation Language).

- Control de Máquinas:

APT (Computadoras).

- Manipulación de Fórmulas:

FORMAC (Fórmulas).

- Manipulación de Cordones de Caracteres (STRINGS):

SNOBOL

- Ingeniería Civil: ICES (Integrated Civil Engineering System)

STRUDL: Lenguaje orientado a la Ingeniería Estructu--
ral.

COGO: Lenguaje orientado a aspectos Topográficos.

ROADS: Ingeniería de proyectos de vías terrestres.

BRIDGE: Diseño de Puentes.

PROJECT: Control de Proyectos (Ruta Crítica CPM)

- Procesamiento de listas: IPL-V, LISP
- Recuperación de Información: DATAPLUS (Language for Real Time - Information Retrieval for Hierarchical Data Bases).

EASY ENGLISH (Language for Information Retrieval --
Through a Remote Typewriter Console).

DIALOG (A conversational Programming System with -
a Graphical Orientation).

STAIRS (Sistema automatizado para recuperación de in-
formación).

- Análisis y diseño de Circuitos.

ECAP (Electronic Circuit Analysis Program).

NASAP (Departamento de Ingeniería, Universidad de -
California, Los Angeles).

- Escritura de Compiladores.

METAS (Una herramienta para manipulación de cordones
de datos).

FSL (Lenguaje para implementación de fórmulas en com

piladores).

- Control de Proyectos.

PMS (Project Management System).

PROJACS (Project Automatic Control System).

PROJECT (Parte del ICES para Control de Proyectos, Método de la Ruta Crítica).

Para hacer la selección de un lenguaje de alto nivel se deben considerar por una parte, los aspectos funcionales o no técnicos del lenguaje y su traductor, aspectos primordialmente económicos, políticos y de tipo administrativo y por otra, las características técnicas del lenguaje en aspectos como las especificaciones y detalles del lenguaje como la sintáctica o gramática de las instrucciones, el formato físico para introducir el programa, etc.

Hay dos factores que podemos considerar de importancia en los lenguajes de alto nivel en la actualidad y son, por una parte la aparición de compiladores y lenguajes orientados interactivos, esto es que el computador va interpretando y analizando las instrucciones en el mismo momento en que son introducidas al Sistema, con lo que se eleva fuertemente la productividad en el desarrollo de Sistemas de Aplicaciones.

Por otra parte, la posibilidad de manejar además de la información numérica, la información de textos o de imágenes o información gráfica y en

MICROPROGRAMACION (FIRMWARE).

Una de las ventajas más importantes que ha proporcionado la microelectrónica, es que hace posible económicamente el disponer de chips o micro-programas, que son un ente intermedio entre lo que es el Hardware y el Software.

Estos micro-programas al ser integrados en la computadora permiten que ésta cuente con circuitos programados con las rutinas de instrucciones más usuales, lo que por una parte hacen más eficiente el funcionamiento de la máquina y por otra facilitan el proceso de Compilación de los programas Fuente, éste es la traducción de instrucciones en algún lenguaje de alto nivel al lenguaje de máquina, ya que esto se efectúa simplemente haciendo funcionar el micro-programa correspondiente, lo cual es de notoria importancia en Compiladores interactivos.

Otro aspecto importante es el hecho de que al disponerse de rutinas de instrucciones en micro-circuitos (Hardware), los programas de instrucciones que residen en la memoria de la computadora, disminuyen de tamaño, lo que permite una mejor utilización del equipo de cómputo, sobre todo en lo que toca al Sistema Operativo que por lo general es un programa de grandes dimensiones.

RECURSOS HUMANOS ESPECIALIZADOS (HUMANWARE).

Los Recursos Humanos son sin duda el componente más importante en la Computación, pues por más maravillosa, rápida, eficiente y confiable que sea una Computadora, por sí misma no puede, por lo menos hasta el momento, efectuar trabajos o procesos sin que previamente se elabore un programa de instrucciones para dicha aplicación. Por otra parte la alimentación de datos (captura), por lo general es hecha por personal especializado y si alguno de estos factores falla, los resultados obtenidos serán deficientes o de escaso valor.

Por estas y otras razones, es indispensable para lograr resultados confiables, el disponer no sólo de un buen equipo de cómputo, sino también de programación eficiente y adecuada, la cual se logra con un buen equipo de Analistas y Programadores, además en lo referente a los datos a procesar, es muy importante contar con personal que obtenga la información, así como con Recursos Humanos especializados en introducir la información al Sistema, ésto es, Capturistas.

En equipos medianos y grandes, se requiere de operadores, los cuales tienen funciones importantes, ya que de ellos depende en gran medida que los procesos se efectúen correctamente.

Hay algunas otras especialidades como Cintotecarios, Ingenieros de Servicio; en Ambientes de Teleproceso especialistas en Comunicaciones, Administradores de Bases de Datos, Especialistas en Soporte Técnico, etc.

Las computadoras por pequeñas que sean, son Sistemas y esto quiere decir que su funcionamiento está condicionado a los factores mencionados: Hardware, Software, Firmware y Humanware, sólo con un funcionamiento coordinado de ellos y con calidad y responsabilidad de -- las partes se podrán obtener resultados satisfactorios.

Los Sistemas de Cómputo son en general herramientas para proceso de datos en volúmenes masivos, si los procesos no son correctos, por fallas en uno o varios de los componentes antes mencionados, los errores, desperdicios y costos pueden ser muy altos, pues en sólo unos - segundos se pueden obtener grandes cantidades de información basura, es por ello que deseamos hacer énfasis en el aspecto Recursos Humanos especializados y capaces, pues normalmente los equipos de cómputo son buenos, ya sean de una marca o de otra, pero en lo referente a personal, se debe tener cuidado en la charlatanería y la ineptitud, - pues se puede ir al fracaso si este aspecto falla en la instalación o -- empresa.

APLICACIONES Y USOS MAS RELEVANTES
DE LA COMPUTADORA EN LA INGENIERIA CIVIL
(RAMA DE LA CONSTRUCCION)

En este aspecto, sería una lista interminable las posibles aplicaciones y usos en que la Computadora podría ser de utilidad en la Ingeniería Civil, pero tratando de resumir sobre los aspectos más relevantes, podemos mencionar que es una herramienta de gran utilidad, tanto en gabinete, como en las obras.

En gabinete, esto es en el desarrollo de proyectos, la Computadora puede auxiliar en todo tipo de cálculos, por ejemplo en el diseño estructural, cálculo y diseño de redes, tanto de agua potable, como de drenaje; en proyectos contra la contaminación, tanto del agua, como del suelo o el aire, en estudios de mecánica de suelos, en manejo de datos estadísticos, algo muy usual en proyectos hidráulicos, así como en la planeación y control de la ejecución del proyecto mismo.

En este tema podemos mencionar que existen en la actualidad un gran número de programas de instrucciones, para planear y llevar el control sobre las actividades de un proyecto, a vía de ejemplo se puede citar el Subsistema PROJECT que es parte del "ICES Sistema Integrado de Ingeniería Civil", del cual se muestran a continuación algunas de las salidas o listados resultado del proceso de los datos de un proyecto para la construcción de un Puente.

Por otra parte, en caso de no disponer de un programa paquete, se tendrá que elaborar uno, para ello se muestra a continuación también como ejemplo, un programa en lenguaje FORTRAN para redes de actividades, "Ruta Crítica".

En conclusión, las computadoras son herramientas muy precisas, rápidas y confiables, lo que es de gran utilidad no sólo para el Ingeniero, sino para casi cualquier profesionalista, así como para toda la humanidad, pero se deben tomar ciertas precauciones, a fin de que tanto el Hardware, el Software, el Firmware y el Humanware, sean los adecuados y además exista una buena coordinación entre ellos, pues de no ser así, los resultados pueden no ser los deseados.

S O F T W A R E

Sistema operativo

Compiladores

Programas de aplicación

Programas paquete

Utilerías

F I R M W A R E

R O M

NETWARE

Medio usado en la
transmisión

Topologías

Equipos para comu-
nicaciones

Software de comuni-
caciones

21

H U M A N W A R E

Personal para operación de los sistemas

Personal para el mantenimiento y pequeño desarrollo de sistemas

Personal analista y programador de sistemas

Personal altamente calificado en computación (System Programmer)

PLANEACION

Inventarios Generación de
 alternativas

Estadísticas Evaluación

Diagnósticos Selección

Pronósticos Programación

Análisis fi- Etc.
nancieros

PROYECTO

Cálculos en general

Generación de alternativas

Selección de alternativas

Optimización

Diseño

Elab. de planos y docum.

C O N S T R U C C I O N

Programación de actividades

Control de actividades

Administración

Optimización de recursos

OPERACION

Control

Administración

Generación de
estadísticas

CONTROL DE PROYECTOS

(METODO DE LA RUTA CRITICA)

El método de la ruta crítica es una técnica eficaz en la planeación y administración de proyectos

En esencia es un modelo del plan de actividades de un proyecto, representado mediante un diagrama o red, que describe la secuencia e interrelación de todas esas actividades que lo forman así como de los recursos requeridos para la realización de las mismas.

El método tradicional está limitado normalmente al diagrama de barras, por lo que proporciona información poco oportuna e incompleta a diferencia del método de la ruta crítica el cual ofrece un enfoque mucho más agil y preciso que el de las gráficas de barras, en virtud de que permite la evaluación y comparación rápida de distintos programas de trabajo, métodos de construcción y los diversos recursos posibles a utilizar

Al término de la planeación del proyecto, ya cristalizado todo ello en un diagrama de actividades, se determina la cadena de actividades críticas "RUTA CRITICA" la cual indica claramente las operaciones que predominan o controlan la ejecución fluida de los trabajos, así, como de otra información adicional derivada del proceso de los datos de la red, para llevar un seguimiento del proyecto haciendo al mismo tiempo un uso más económico de los recursos disponibles (mano de obra, maquinaria y equipo, materiales, financiamiento, etc.)

ANALISIS DEL PROYECTO

El primer paso es la planeación del trabajo, para ello se dá inicio con el desgose de las actividades que forman el proyecto así como sus relaciones

?Cuales son las actividades precedentes a cada actividad?

?cuales deben proseguir a esta?

?que actividades pueden realizarse simultaneamente?

Por otra parte relacionar los recursos necesarios para realizar cada actividad, esto es:

- Tiempo necesario para su realización

- Costo de acuerdo al tiempo de ejecución)
(normal y mínimo posible de ejecución)
- Maquinaria y equipo requerido
- Materiales o materias primas
- Recursos humanos
- Otros recursos, etc.

Con esta información se procede a elaborar la red o diagrama de actividades, lo cual se logra mediante bosquejos mejorados paulatinamente hasta llegar a la red definitiva, la cual se establece como un marco de referencia al inicio del proyecto, ya que se obtiene mediante un proceso normalmente con ayuda de un sistema de cómputo, información de fechas de inicios y términos así como de los tiempos de holgura disponibles, esto es los tiempos de que se dispone en una actividad para poderla retrasar en su inicio o aumentar en su tiempo de ejecución lo cual permite disminuir o al menos hacer más eficiente la asignación de recursos. Por otra parte las actividades que no tienen holgura (actividades críticas) pueden ser vigiladas prioritariamente a fin de que el proyecto en su conjunto no tenga retrasos con respecto a la planeación original

Toda esta información es calculada mediante la aplicación de un algoritmo específico, llamado método de la ruta crítica o CPM (critical path method)

Adicionalmente es posible a partir de esta información obtener el diagrama de barras

Un proceso posterior muy recomendable es el de nivelar o balancear el uso de recursos aplicando el algoritmo correspondiente, con lo que normalmente la red de actividades se modifica de acuerdo a dos puntos fundamentales; la seguridad de que no se requerirá en ningún momento a lo largo del programa mayor cantidad de recursos que los disponibles y que como resultado de la nivelación de los mismos se obtendrá un uso más uniforme a lo largo del proyecto

CONTROL DEL PROYECTO

La industria de la construcción es peculiar pues por una parte los proyectos están formados por una gran cantidad de operaciones y procesos.

Por otra el lugar de trabajo y mucho del personal es temporal y con frecuencia todo se realiza en sitios apartados, lo que ocasiona que en general sea muy difícil para la gerencia llevar un control preciso de las actividades.

Los proyectos de construcción deben ser cuidadosamente planeados y estimados a fin de garantizar en la medida de lo

posible la calidad, tiempo y costo de ejecución.

Durante la planeación este método ayuda en la selección del método constructivo más económico, determinando el equipo, ajustando las necesidades financieras y de mano de obra, programando pedidos y entregas de materiales, etc.

El propósito principal del control del proyecto es revisar periódicamente los procedimientos en curso y pronosticar las necesidades futuras con objeto de realizar las actividades conforme a lo planeado.

Al efectuar estas revisiones periódicas se pueden presentar diversas situaciones, desde aquella en que los avances han ocurrido conforme a lo planeado, hasta otra en que será necesario o conveniente hacer un nuevo presupuesto de la porción incompleta de los trabajos, revisando los datos costo-tiempo a la luz del costo que en ese momento tengan las operaciones o tal vez sea necesario volver a distribuir los recursos disponibles o adquirir otros. En fin revisar el resto completo del programa con el fin de que la programación permita terminar dentro del tiempo especificado y al menor costo posible

REVISIÓN PERIÓDICA DEL PROYECTO (actualizaciones)

El procedimiento consiste en revisar periódicamente la red del proyecto, reemplazando las predicciones originales por los hechos reales conforme transcurre el tiempo.

La comparación de lo planeado con respecto a lo realmente ejecutado dará origen en el caso de retrasos a la corrección de la red con el fin de reprogramar y/o acelerar las actividades futuras, en algunos casos será necesario adicionar trabajos extra, más equipo o mano de obra intensiva, etc. prediciendo adicionalmente los costos de estas modificaciones o medidas buscando al mismo tiempo la mejor solución total ya que en algunos casos tal vez sea más económico aceptar el retraso en la terminación del proyecto.

Las actividades no críticas retrasadas podrán utilizar el tiempo de holgura disponible por lo que mientras el retraso no sea mayor a la holgura la duración del proyecto no será afectada.

En el caso de que el retraso sea mayor que el tiempo de holgura disponible o que la actividad sea crítica, será necesario revisar la porción restante de la red.

Las causas más comunes de retraso en actividades constructivas son:

- Estimación incorrecta de la duración de una actividad

- Condiciones meteorológicas imprevistas o casuales del sitio

- Retrasos impredecibles en la entrega de materiales
- Huelgas u otros problemas laborales
- Condiciones inesperadas en el lugar
- Extras o deducciones en el volumen de obra

La magnitud del retraso define el criterio a seguir, para pequeños retrasos tolerables solo será necesario registrar las observaciones pertinentes, en los retrasos mayores es frecuente recurrir al cambio de secuencias entre eventos o la introducción de nuevas actividades, en las cadenas críticas fundamentalmente.

La actualización de la red al efectuar la revisión periódica es realizada conforme a los datos de avances reportados y si no hay retrasos y además no se preveen dificultades, ya no habra mas que hacer hasta la siguiente revisión, pero en el caso de que algunas actividades no estén a tiempo se recalcularán las fechas de inicio y terminación próximas y remotas de todos los eventos futuros para estimar la fecha de terminación del proyecto y determinar si se acepta o no, en cuyo caso será necesario reprogramar la red modificando secuencias, adicionando y/o comprimiendo actividades, etc. hasta lograr el objetivo deseado respecto al tiempo de terminación buscando al mismo tiempo que la solución tenga el menor costo total posible.

INFORME DIARIO DE OPERACION DE MAQUINARIA (FORMA SC-002)

OBJETIVO Llevar un registro, concentrando información generada por frentes de ataque, en la utilización de la maquinaria y equipo de construcción por paquete de obra, incluyendo tiempos muertos.

FORMULADO Jefes de Frente.

DIRIGIDO A Jefe de Programacion y Control.

COPIA A Superintendente de Area.

INSTRUCCIONES

-Recabar de personal de campo (checador de maquinaria, sobrestante) el reporte diario de la maquinaria asignada a la cuadrilla de trabajo FORMA SC-001.

-Verificar número económico de la maquinaria en el catalogo correspondiente (solicitar catálogo a la superintendencia general).

-La descripción de la maquinaria debe ser sumaria.

-Las horas uso de la maquinaria se clasificarán en:

A- Activa, o sea desarrollando trabajo útil.

I- Inactiva, o sea disponible para trabajar pero sin desarrollar trabajo útil, principalmente debido a esperas.

D- Descompuesta, o sea en mantenimiento preventivo o correctivo menor (generalmente en el sitio de trabajo).

-El tiempo que pase la máquina en el taller, por reparaciones mayores, se reportará en forma separada.

-En el recuadro REVISO se solicitará la firma del Superintendente Técnico de Area; esto antes de ser entregado /al Jefe de Programación y Control.



S.A. de C.V.

REPORTE DIARIO DE MAQUINARIA.

● PROYECTO: _____
 ● CONTRATO: _____
 ● AREA: _____ FRENTE: _____

HOJA : _____ DE: _____

FECHA : _____

DIA

D	L	M	M	J	V	S
---	---	---	---	---	---	---

N° ECONOMICO.	DESCRIPCION.	RENDIMIENTO.	HORAS.			CARGOS/COMENTARIOS.
			A	I	D	

COMENTARIOS :

CODIFICACION

DISTRIBUCION

- SUPERVISION.
- AREA / FRENTE.
- CONTROL.
- JEFATURA.

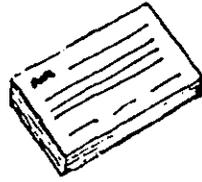
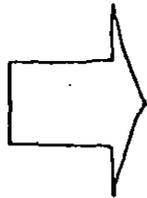
ELABORO

FECHA

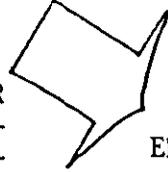
REVISO

FECHA

OBRA



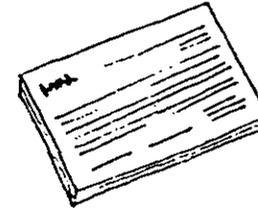
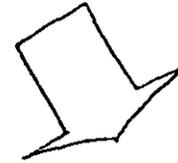
EL SOBRESTANTE O EL CHECADOR DE TIEMPO ELABORAN EL REPORTE DE MAQUINARIA (FORMA SC-001). POR CADA UNA DE LAS MAQUINAS ASIGNADAS AL FRENTE.
1 ORIGINAL
2 COPIAS



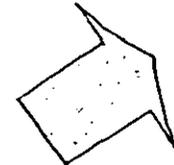
ENTREGAR AL ING. JEFE DE FRENTE.



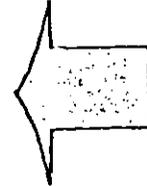
DE CATALOGO GENERAL DE MAQUINARIA OBTENER No. ECONOMICO/EQUIPO.



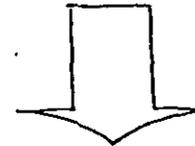
CAPTURA DE INFORMACION ELABORACION FORMATO SC-002 DEL TOTAL DE LAS MAQUINAS ASIGNADAS AL FRENTE.



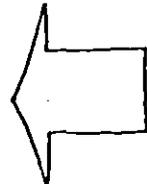
ENVIA COPIA A SUPERINTENDENTE TECNICO DE AREA (SOLICITAR COPIA DE ACUSE DE RECIBO EN COPIA ARCHIVO FRENTE).



COPIA PARA EL ARCHIVO DE JEFE DE FRENTE.



ENTREGAR ORIGINAL DEL FORMATO SC-002 AL JEFE DE PROGRAMACION Y CONTROL. (SOLICITAR FIRMA DE ACUSE DE RECIBO EN COPIA ARCHIVO FRENTE).



ELABORACION DE CONCENTRADO SEMANAL, QUINCENAL Y MENSUAL DE LAS HORAS MAQUINARIAS POR FRENTE
--- POR FRENTE
--- POR AREA

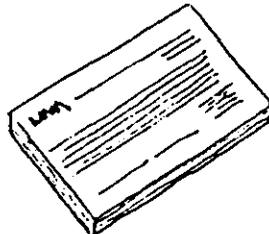


FIG. FLUJOGRAMA DEL FORMATO SC-002

12

12

INFORME DIARIO DE ACTIVIDADES (FORMATO SC-003).

OBJETIVO Llevar un registro en campo, del total de las actividades diarias ejecutadas en un frente de trabajo por paquetes de obra, incluyendo los cargos correspondientes.

FORMULADO Jefe de Frente.

DIRIGIDO Jefe de Programación y Control.

CON COPIA Superintendentes de Area.

INSTRUCCIONES

- Ver catálogo de capítulos y partidas de trabajos ejecutados (solicitar a Superintendencia General).
- Las categorías de personal deberán ser las del catálogo autorizado por la Superintendencia General (solicitar).
- En el caso de actividades fuera de catálogo de precios unitarios del contrato se elaborará el reporte de rendimientos de material equipo y personal. En el formato correspondiente FORMATO SC-

-En el caso de actividades fuera de catálogo de precios unitarios del contrato verificar, y anotar la orden de campo, modificación de proyecto o nota de bitácora que lo autoriza.

-En el recuadro REVISO, se solicitará la firma del Superintendente de Area; antes de ser entregado al Jefe de Programación y Control.

141



S. A. de C.V.

CONTROL DIARIO ACTIVIDADES.

● PROYECTO: _____
 ● CONTRATO: _____
 ● AREA : _____ FRENTE: _____

HOJA : _____ DE: _____
 FECHA : _____

DIA

D	L	M	M	J	V	S
---	---	---	---	---	---	---

CAPITULO	PARTIDA	A C T I V I D A D .	COLOR.	P E R S O N A L .	O B S E R V A C I O N E S
				/	
				/	
				/	
				/	
				/	
				/	
				/	
				/	

COMENTARIOS :

CODIFICACION

DISTRIBUCION

- SUPERVISION.
- AREA / FRENTE.
- CONTROL.
- JEFATURA.

 ELABORO FECHA

 REVISO FECHA

15

15

OBRA

COPIA PARA EL ARCHIVO DEL JEFE DE FRENTE

ENVIA COPIA A SUPERINTENDENTE TEC. DE AREA (SOLICITAR FIRMA DE ACUSE DE RECIBO EN COPIA ARCHIVO-FRENTE.)

EL JEFE DE FRENTE ELABORARA DIARIAMENTE EL REPORTE DE -- DE ACTIVIDADES. (FORMATO SC-003) DE TODOS Y CADA UNO DE LOS TRABAJOS EJECUTADOS EN SU FRENTE/1 ORIGINAL, 2 COPIAS.

DEL LISTADO DE CATEGORIAS DE PERSONAL OBTENER CATEGORIAS.

EL JEFE DE PROGRAMACION Y CONTROL RECIBE EL ORIGINAL DE FORMATO --- (SC-003), QUE UTILIZARA COMO INFORMACION BASICA PARA LA ELABORACION DE:

- REPORTE DIARIO DE CONSTRUCCION.
- REPORTE DIARIO DE PERSONAL.

FIG. FLUJOGRAMA DEL FORMATO SC-003

REPORTE DIARIO DE AVANCE DE OBRA (FORMATO SC-004).

OBJETIVO Llevar un registro en campo, del total de los avances diarios/suma semanal, de los volúmenes de obra ejecutados en un frente de trabajo, por paquetes de obra.

FORMULADO Jefe de Frente.

DIRIGIDO Jefe de Programación y Control.

CON COPIA Superintendente de Area.

INSTRUCCIONES

- Ver catálogo de claves (capítulos y partidas) de los trabajos ejecutados (solicitar a Superintendencia de Area).
- En caso de actividades fuera de catálogo de precios unitarios del contrato, en la columna clave colocar la leyenda "EXTRA".
- En el caso de conceptos de trabajo por "LOTE" anotar en la columna SUMA SEMANAL el % de avance estimado en la semana.
- En el recuadro REVISO se solicitará la firma del Superintendente de Area; antes de ser entregado al Jefe de Programación y Control.

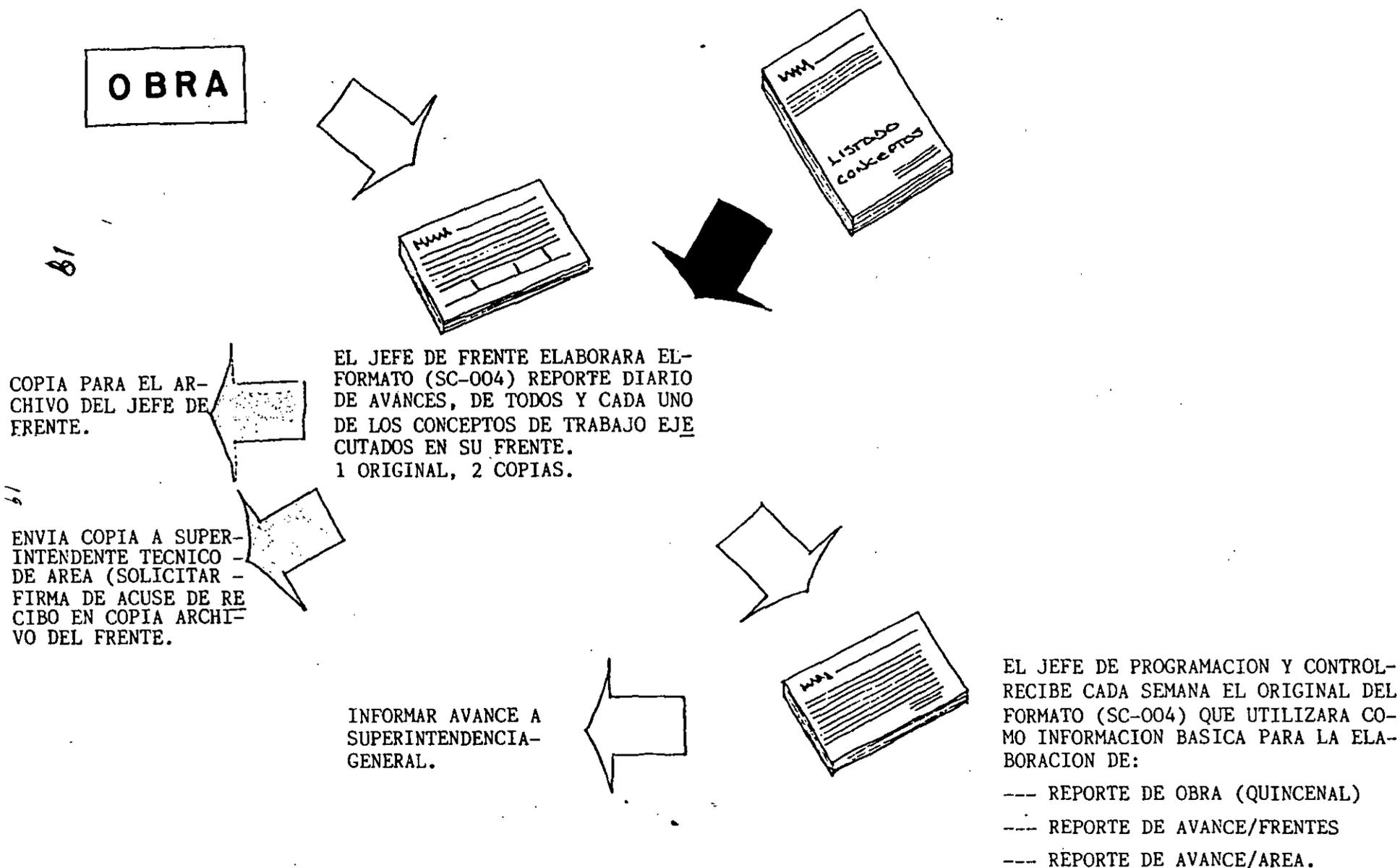


FIG. FLUJOGRAMA DEL FORMATO SC-004



22

SA CV

LISTADO DE ACCIONES CORRECTIVAS.

OBRA. _____
 UBICACIÓN _____
 CONTRATO _____

CAUSAS DE DESVIACIONES

ACCIONES CORRECTIVAS.

COMENTARIOS.

ELABORO

PUESTO NOMBRE Y FIRMA

REVISO

PUESTO NOMBRE Y FIRMA

FECHA

HOJA: _____ DE _____

REPORTE

2cm

1cm

13cm

1cm

1.5cm

8cm

8cm

4.4cm

FORMA 3C-
4.4cm



SA CV

GRAFICO DE
AVANCE DE OBRA.

OBRA : _____
UBICACION: _____
CONTRATO : _____

%	AVANCE PROGRAMADO	AVANCE REAL	CONTROL DEVIACIONES	AVANCE FINANCIERO
	-----	-----	-----	*****
100				
90				
80				
70				
60				
50				
40				
30				
20				
10				
MES				

COMENTARIOS:

FECHA DE INICIO

AVANCE

FECHA DE TERMINACION

ELABORO

REVISO.

FECHA

REPORTE

PUESTO

NOMBRE Y FIRMA

PUESTO

NOMBRE Y FIRMA

HOJA: _____ DE _____

23

22

JEFE DE PERSONAL

LA RESPONSABILIDAD DEL JEFE DE PERSONAL, ES LA DE QUE TODOS LOS TRABAJADORES QUE LABOREN EN LA OBRA TENGAN LOS REGISTROS CORRESPONDIENTES EN ORDEN, QUE SE CUMPLAN LOS ORDENAMIENTOS FISCALES EN LA MATERIA LLEVANDO UN CONTROL INDIVIDUAL DE TODOS Y CADA UNO DE ELLOS, Y LO MAS IMPORTANTE, QUE SEAN PAGADOS ADECUADAMENTE CONFORME A LOS LINEAMIENTOS DE LEY Y LAS POLITICAS DE LA EMPRESA.

PRINCIPALES FUNCIONES:

- DAR DE ALTA LA OBRA EN EL SEGURO SOCIAL, HACIENDA E INFONAVIT.
- HACER CONTRATO CON EL SINDICATO RESPECTIVO.
- HACER UN CONTRATO POR TRABAJADOR.
- ABRIR UN EXPEDIENTE A CADA TRABAJADOR DONDE SE ANOTE:
 - NUMERO DE SEGURO SOCIAL
 - REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES
 - DOMICILIO
 - DATOS SOCIALES
- TENER UN CHECADOR QUE CONTROLE LAS ASISTENCIAS
- HACER DEL CONOCIMIENTO DE LOS TRABAJADORES DE LAS POLITICAS DE EMPRESA, HORARIOS, ETC.
- HACER LAS NOMINAS.
- HACER LAS RETENCIONES DE LEY.
- SOLICITAR EL CHEQUE PARA PAGO DE NOMINAS.
- VERIFICAR EL PAGO CORRECTO Y OPORTUNO DE LAS RAYAS.

-ANOTAR EN CADA EXPEDIENTE LAS RETENCIONES HECHAS, LOS SALARIOS DEVENGADOS Y LAS ASISTENCIAS O FALTAS.

-HACER LOS CALCULOS DE PAGO DE IMPUESTOS EN LAS FECHAS OFICIALES, Y REPORTARLOS A LA ADMINISTRACION PARA SU PAGO.

-REPORTAR LOS PAGOS QUE SE DEBEN HACER AL SINDICATO.

-ENTREGAR A LOS TRABAJADORES LOS COMPROBANTES DE LAS RETENCIONES HECHAS.

-ENTREGAR A LOS TRABAJADORES LOS FORMATOS DEL SEGURO SOCIAL PARA SU ATENCION MEDICA.

-DAR DE BAJA A LOS TRABAJADORES.

-DAR DE BAJA LA OBRA ANTE LAS AUTORIDADES FISCALES AL TERMINO DE ESTA.

-ENVIAR LOS ARCHIVOS A LA ADMINISTRACION CENTRAL.

-SI LA OBRA LO AMERITA, CONTRATAR UN TRABAJADOR SOCIAL PARA AYUDAR A DESARROLLAR ACTIVIDADES QUE LEVANTEN EL ESPIRITU DE GRUPO, ASI COMO TAMBIEN QUE CONTRIBUYA CON CAMPAÑAS DEL TIPO MEDICO, DE ALFABETIZACION, CAPACITACION, ETC.

JEFE DE ALMACEN

ES EL RESPONSABLE DE LOS RECURSOS MATERIALES QUE LLEGAN A LA OBRA. DEBE CONTROLAR SU CORRECTA DISTRIBUCION, APLICACION DE COSTOS Y LA EXISTENCIA MINIMA EN ALMACEN. LA CUAL LE SERA DETERMINADA POR LA DIRECCION DE LA OBRA.

GENERALMENTE TIENE BAJO SU CARGO A UNO O DOS AYUDANTES, ASI COMO UNA SECRETARIA, DEPENDIENDO DEL VOLUMEN DE LA OBRA.

ACTIVIDADES:

-SOLICITA LAS CANTIDADES DE MATERIAL NECESARIOS PARA MANTENER UN STOCK MINIMO EN OBRA.

EL TIEMPO CUBIERTO POR EL STOCK DEPENDERA DEL TIEMPO DE SUMINISTRO, LA RAPIDEZ CON QUE SE CONSUMA Y EL COSTO DEL INSUMO.

-REVISAR QUE EL MATERIAL QUE LLEGUE A LA OBRA CUMPLA CON LAS CONDICIONES DE CALIDAD, CANTIDAD Y ESPECIFICACIONES REQUERIDAS POR LA OBRA.

-VERIFICARA QUE EL COSTO DE LOS MATERIALES SEA EL MISMO QUE SE PRESUPUESTO, EN CASO CONTRARIO DARA AVISO A LA ADMINISTRACION.

-LLEVARA UN CONTROL DE ENTRADAS A ALMACEN.

-INFORMARA DEL MATERIAL LLEGADO AL ALMACEN DIARIAMENTE

-PASARA UN REPORTE SEMANAL CON LAS ENTRADAS DE ALMACEN.

-DARA SALIDA A LOS MATERIALES MEDIANTE UN VALE AUTORIZADO, REVISANDO QUE ESTE VALE TENGA EL NUMERO DE CLAVE DEL CONCEPTO AL CUAL VA A SER CARGADO EL INSUMO.

-LLEVARA UN CONTROL DE SALIDAS DE ALMACEN SEMANALMENTE.

-LLEVARA UN KARDEX POR MATERIAL EN EL CUAL SE ANOTARAN LAS ENTRADAS Y SALIDAS DEL MISMO, ANOTANDO SU FECHA, CANTIDADES Y CLAVE DEL CONCEPTO AL CUAL VA A SER CARGADO (FORMATO SAL-004). 28

-UNA VEZ AL MES CUANDO MENOS, HARA UNA REVISION E INVENTARIO FISICO DE LOS MATERIALES.

EL JEFE INMEDIATO SUPERIOR DEL JEFE DE ALMACEN SERA EL ADMINISTRADOR DE LA OBRA, PERO SUS LABORES ESTARAN RELACIONADAS MUY DE CERCA CON EL INGENIERO JEFE DE FRENTE.

34

REQUISICION DE COMPRA

No. DEPTO. EMISOR

No. CONTROL COMPRA

DEPARTAMENTO SOLICITANTE

FECHA DE EMISION

SOLICITADO POR

FORMA EN QUE SE NECESITA

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	UNIDADES EN EXISTENCIA	CONSUMO MENSUAL	ORDEN DE COMPRA No.
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

CANTIDAD	PROVEEDOR	PRECIO COTIZADO
1	PROVEEDOR	PRECIO COTIZADO
2	PROVEEDOR	PRECIO COTIZADO
3	PROVEEDOR	PRECIO COTIZADO

OBSERVACIONES			FECHA DE ENTREGA
N.º SELECCIONADO (SELECCIONADO POR)	SELECCIONADO POR	APROBADO POR	FECHA DE ENTREGA
<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3			

DISTRIBUCION: ORIGINAL - COMPRAS COPIA - ARCHIVO DEPTO. EMISOR

35

NOTA DE SALIDA

ALMACEN

FECHA

NUM

ENTREGADA A

CONCEPTO SALIDA

FECHA DE EMISIÓN

ORDEN PRECEDENTE NUM

CAJONERA

	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION DEL ARTICULO	VALOR UNITARIO	IMPORTE
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
TOTAL →					

RECIBI MERCANCIA

AUTORIZO

ENTREGU

OPERO AUXILIARES

REGISTRO CONTABILIDAD

DISTRIBUCION:

ORIGINAL → CONTABILIDAD

BLANCA → ARCHIVO NUMERICO

AUTORIZACION PARA TIEMPO EXTRA

SE AUTORIZA AL SEÑOR		DEL DEPARTAMENTO:
A TRABAJAR EN LA FECHA:	COMENZANDO A LAS	NUMERO DE HORAS EXTRAS
NO SE PAGARA TIEMPO EXTRA ALGUNO SI ESTA AUTORIZACION NO ES ENTREGADA A CONTABILIDAD		

TRABAJO A REALIZAR:

ORDEN NUM	<input type="checkbox"/> PRODUCCION	<input type="checkbox"/> MANTENIMIENTO	<input type="checkbox"/> OTROS
DESCRIPCION DEL TRABAJO			

CAUSAS QUE MOTIVARON EL TIEMPO EXTRA:

--

SOLICITADO POR	AUTORIZADO POR:	FECHA
----------------	-----------------	-------

PRINTAFORM 2014

MARCA REG.

AVISO DE AUSENCIA

FECHA	HORA	EMPLEADO NO
NOMBRE DEL EMPLEADO		DEPARTAMENTO

REPORTADO POR:
ESPERA
TRAFICO
FINANCIA
OTRO

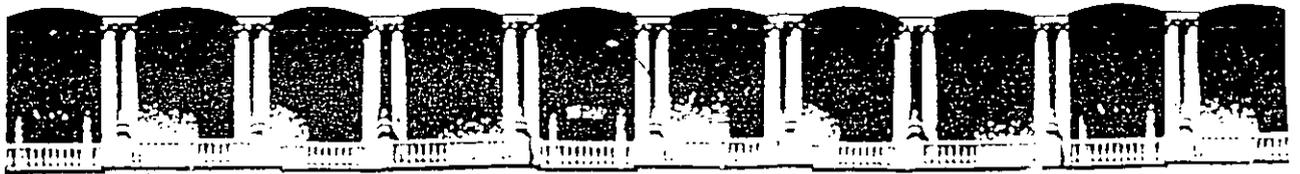
REPORTADO A TRAVES DE:
TELEFONO
TELEGRAMA
RECADO PERSONAL
OTRO

CAUSA
ENFERMEDAD
PROBLEMA DE TRANSPORTE
ACCIDENTE
OTRO

SISTEMA DE EVALUACION DE BARRIS DE AUSENCIA DOCUMENTOS ADICIONALES	FECHA PROBABLE DE REGRESO	¿CUAL FUE EL MOTIVO? <input type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO
Reporte Hecho por:	Aprobación Jefe Depto	Reporte Departamental Numero

PRINTAFORM 2007

MARCA REG.



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

PROGRAMACION Y CONTROL DE OBRAS

TEMAS VARIOS

ING. DAVID SANCHEZ BAUTISTA

MARZO DE 1995

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. APDO. Postal M-2285
Teléfonos: 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

SOCIEDAD EN NOMBRE COLECTIVO

Es aquella que existe bajo una razón social y en la que todos los socios responden, de modo subsidiario limitada y solidariamente de las obligaciones sociales.

La razón social se formara con el nombre de uno o mas socios, y cuando en ella no figuren los de todos se les añadirán las palabras "y compañía" u otras equivalentes.

El ingreso o separación de un socio no impedirá que continúe la misma razón social hasta entonces empleada; pero si el nombre del socio que se separe apareciere en la razón social, deberá agregarse a esta la palabra "sucesores".

SOCIEDAD COMANDITADA SIMPLE.

Es la que existe bajo una razón social y se compone de uno o varios socios comanditados que responden, de manera subsidiaria, ilimitada y solidariamente, de las obligaciones sociales y de uno o varios comanditarios que únicamente están obligados al pago de sus aportaciones.

La razón social se formará con los nombres de uno o más comanditarios, seguidos de las palabras "y compañía" u otras equivalentes, cuando en ella no figuren los de todos, a la razón social se agregarán siempre las palabras "sociedad en comandita" o su abreviatura "S. en C."

SOCIEDAD RESPONSABILIDAD LIMITADA.

Es la que se constituye entre socios que solamente están obligados al pago de sus aportaciones, sin que las partes sociales puedan estar representadas por títulos negociables, a la orden o al portador, pues solo serán cedibles en los casos y con los requisitos que establece la siguiente ley. Esta misma existirá bajo una denominación o bajo una razón social que se formará con el nombre de uno o más socios. La denominación social irá inmediatamente seguida de las palabras "S. de R.L."

SOCIEDAD ANÓNIMA

Es la que existe bajo una denominación y se compone exclusivamente de socios cuya obligación se limita al pago de sus acciones.

La denominación se formará libremente, pero será distinta de cualquier otra sociedad, y al emplearse irá siempre seguida de las palabras "Sociedad Anónima" o su abreviatura "S.A."

Para proceder a la constitución de una sociedad anónima, se requiere:

- 1.- Que haya dos socios como mínimo y que cada uno de ellos suscriba una acción por lo menos.
- 2.- Que el capital social no sea menor de N\$ 50,000.00 (Nuevos Pesos) y que este íntegramente suscrito.
- 3.- Que se exhiba en dinero efectivo, cuando menos el 20% de el valor de cada acción pagadera numerario.
- 4.- Que se exhiba íntegramente el valor de cada acción que haya de pagarse, en todo o en parte, con bienes distintos del numerario.

JEFATURA DE LOS SERVICIOS DE CONSTRUCCIONES.
CONTRATOS.

ASPECTOS LEGALES DE LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.

CORRELACION DE LOS ARTICULOS DE LA LEY DE ADQUISICIONES Y OBRAS PUBLICAS (L.A.O.P.), OFICIO-CIRCULAR S.H.C.P. DEL 19 DE ENERO DE 1994.
LEY DE OBRAS PUBLICAS (L.O.P.), REGLAMENTO DE ESTA LEY (R.L.O.P.) Y POLITICAS, BASES Y LINEAMIENTOS INSTITUCIONALES DE OBRA PUBLICA (P.B.Y.L.)

ETAPAS	LEY DE ADQUISICIONES Y OBRAS PUBLICAS	NORMAS OF. CIRCULAR 19-1-94	L.O.P.	R. DE LA L.O.P.	P.B. Y. L.
					SE LEYENE EN BASE A LOS ARTS. 13. Y 25. DEL R. DE LA L.O.P.
PREVIAS AL CONCURSO	ARTS. 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 27, 82.		ARTS. 16, 17, 18, 21 Y 21 BIS.	ARTS. 10, 11, 12, 13, 14 Y 15.	INTRODUCCION, POLITICAS GENERALES PERMUTIVO PARRAFO PUNTO 2.3, 2.4, 2.5, 3.1.2.
CONVOCATORIAS	ARTS. 26, 29, 30, 31-3, 32, 31, 35.	1.- A, B, C, D.	ARTS. 30, 31 Y 32.	ARTS. 24, 27 FRACC. IV Y 28.	PUNTOS 3.2.1., 3.2.2., 3.2.3., 3.3.2.
CELEBRACION DEL CONCURSO, ANALISIS Y FALLO.	ARTS. 33-8, 34, 35, 36, 37, 38-1, 41, 42, 58, 59, 60, 76, 81-8, 82	11.- A 1, 2, 3, 4, 5, 6 5 1, 2, 3, 4. 111.- A-1, 2, 3, 4. P 1, 2, 3, 4, 5, 6. 17.- A 1, 2. B 1, 2.	ARTS. 34, 36 Y 37.	ARTS. 24, 28 FRACCES. I, III Y IV; V, VI, VII, 25, 30, 31, 32, 33, 35, 35 Y 37.	PUNTOS 3.3.1, 3.3.2., 3.3.3., 3.5.2.
ASIGNACION DIRECIA	ARTS. 86, 82, 82 2º PARRAFO.		ARTS. 24, 30 PARRAFO SEGUNDO. 35, 35, 34 Y 37.		PUNTOS 3.5.1., 3.5.2. INCISO 3, 3.5.3.
CONTRATACION, GARANTIAS Y ANTICIPOS.	ARTS. 38, 39, 41, 43, 54, 57, 61, 62, 63, 75, 76, 77, 86, 83-8.		ARTS. 34, 37, 38, 39.	ARTS. 25, 26, 27, 34, 38, 39, 40, 41, 42 Y 45.	PUNTOS 3.2.1., 3.2.2., 3.2.3., 3.2.4., 3.5.7. Y 3.2.6.
AJUSTE DE COSTOS	ARTS. 67, 69, 67.		ART. 46	ARTS. 27, FRACC. V, 40 FRACC. IV, VI, 42 FRACC. II, PARRAFO 21., 43 FRACC. III, 44, 50 Y 51.	
CONVENIO DIFERIMIENTO DE INICIO DE OBRA.	ARTS. 63			ART. 27 FRACC. I	
CONVENIO APLAZAMIENTO EN COSTO Y/O PLAZO.	ARTS. 70, 63		ART. 41	ART. 27 FRACC. V	POLITICAS GENERALES PERMUTIVO PARRAFO PUNTO 2.6 Y 3.2.4.
CONVENIO POR DISTRIBUCION DE RENTAS Y/O PLAZO.	ARTS. 76.				
CONVENIOS DE SUSPENSIÓN TEMPORAL O DEFINITIVA Y RESCISIONES.	ARTS. 40, 71, 72, 73, 85.		ARTS: 41, 42, 43, 44 Y 54.	ART. 27, FRACC. VII, 52, 53 Y 54.	
TERMINACION-RECEPCION OBRA.	ARTS. 74, 75		ARTS. 47 Y 50.	ART. 26, FRACC. III, 47	PUNTO 3.5.6.
IMPORTE Y VERIFICACION A LA SECRETARIA	ARTS. 73, 74, 80, 81, 85, 86.		ART 41 SEG. PARRAFO 41, 54 MULTIPL PARRAFO, 51 Y 53.	ART. 35, 45 2º PARRAFO Y 52 FRACCION II, PARRAFO 51.	

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
CURSOS ABIERTOS
PROGRAMACION Y CONTROL DE OBRAS
DEL 27 DE MARZO AL 5 DE ABRIL DE 1995
DIRECTORIO DE ASISTENTES

BRISEÑO RODRIGUEZ JOSE T.

CALDERON SERNA O. CESAR
JEFE DE FRENTE
INGS. CIVILES ASOC. SA. CV.
MINERIA 143
COL. ESCANDON
11800 MEXICO, D.F.
TEL. 272 99 91

GONZALEZ ARECHIGA GABRIELA
GERENTE DE PROYECTO
GRUPO DD
AV. LOMAS DE SOTELO 1112-2
LOMA HERMOSA
11000 MEXICO, D.F.
TEL. 580 39 58

GUEVARA ARNAL JOSE MARIA
JEFE DE PROYECTOS
PROMECO, S.A.
MAIZ 49
COL. XALTOCON
16090 MEXICO, D.F.
TEL. 689 83 00

ISLAS VILLALOBOS JUAN JOSE
MUTUALISMO NORTE 504
CADEREYTA, NVO. LEON
67450 NUEVO LEON
TEL. 828 41285

LOPEZ CAMACHO RIGOBERTO
CMTE. CIA. DE CONSTRUCCION
SRIA. DE LA DEF. NACIONAL
CAMPO MILITAR 1-A PUERTA NO. 8
1er. BTN. DE CONST. 1. BGDA. DE
INGENIEROS
TEL. 557 57 47

MARTINEZ CHAVEZ ANGEL
RESIDENTE DE OBRA
ICA CONSTRUCCION URBANA
MINERIA 145 PB. EDIF. B
COL. ESCANDON
11000 MEXICO, D.F.
TEL. 279 89 99

MARTINEZ PINA OSCAR AMAURY
PROFESOR
FACULTAD DE INGENIERIA
CIUDAD UNIVERSITARIA
04510 MEXICO, D.F.
TEL. 617 04 52

OSEGUERA HIGAREDA JUAN MANUEL
COORD. DE SUPERVISION
CONSTR. E INMB. CRONOS, SA. CV.
DIEGO RIVERA 153
COL. SANTIAGO MILTEPEC
50020 TOLUCA, MEXICO
TEL. 72 14 49

SERPA PEREZ JOSE ANTONIO
JEFE DE PROYECTO
NYT OMICRON, SA. CV.
IRAPUATO 14
COL. CONDESA
06170 MEXICO, D.F.
TEL. 272 96 91

VILLARREAL GONZALEZ CESAR
SECRETO 24
COL. CHICALISTAC
01070 MEXICO D.F.
TEL: 661 19 45

22222
ZEPEDA MORALES ROBERTO
STP. DE INSTALACIONES
CLASO INST. Y PROY. SA.CV.
INSURGENTES SUR 1883-102
COL. GUADALUPE INN
DEL ALVARO OBREGON
TEL. 662 23 65

ORTIZ ZAMORA ARMANDO
JEFE DE OFNA. SUPERV. CONST.
Y MANTENIMIENTO
COM. DE COM. DEL EDO. DE PUEBLA
17 OTE. 1624
72000 PUEBLA, MEXICO
TEL. 43 38 48

GONZALEZ BONILLA HECTOR
JEFE DEPTO. DE OBRA
CONTRALORIA GRAL. DEL EDO.
DE PUEBLA
20 OTE. 1416
XONACAL, PUEBLA
TEL. 42 22 21

CASTALAN RODRIGUEZ JAIME
RESIDENTE DE OBRA
COM. DE COMS. DEL EDO. DE PUEBLA
17 OTE. 1624
AZCARATE, PUEBLA
TEL. 43 38 48

GOMEZ ALAVEZ JOSE VICENTE
RESIDENTE DE CONST. EN TEHUACAN
PUEBLA
17 OTE. 1624
AZCARATE, PUEBLA
TEL. 43 38 48

RODRIGUEZ SANCHEZ JUAN MANUEL
JEFE DE OFNA. DE INGENIERIA
DE TRANSITO
COM. DE COMS. DEL EDO. DE PUEBLA
17 OTE. 1624
CENTRO
TEL. 91 22 43 38 47, 43 38 48
EXT. 202



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

PROGRAMACION Y CONTROL DE OBRAS

*TEMA:
LA COMPUTADORA COMO HERRAMIENTA DEL SUPERVISOR.*

ING. ARTURO FLORES ALDAPE.

marzo 1995.

LA COMPUTADORA COMO HERRAMIENTA DEL SUPERVISOR

I. INTRODUCCION

La computación se presenta en la actualidad como una herramienta de uso práctico e inmediato que conduce a la toma de decisiones acertadas sobre aspectos tales como Presupuestos, Análisis de Precios Unitarios, Control de Obra, Sistemas de Apoyo al Diseño tanto Arquitectónico como Industrial.

Dadas las circunstancias económicas por las que atraviesa el País, es necesario hacer más eficiente nuestro trabajo tanto en la parte técnica como en la parte administrativa de las obras, puesto que falta de control atenta contra el aspecto fundamental de cualquier obra que es el ECONOMICO.

El uso de métodos computarizados se justifica plenamente por el volumen de datos que se generan dentro de una empresa supervisora, ya que el proceso en forma manual requiere un gran esfuerzo tanto humano como de recursos, ocupando también una gran cantidad de tiempo.

En un informe de la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción encontramos que de una muestra de 50 empresas constructoras el 92 % de dichas empresas cuenta con equipo de computo. Asimismo dentro de ese 92 %, el 90% procesa su información en microcomputadoras.

La ventaja del uso de microcomputadoras radica en su inmediata utilización, a lo que se agrega el gran volumen de paquetería para muy diversas aplicaciones que existe en el mercado.

El hecho anterior permite que el usuario final de la microcomputadora no requiere tener conocimientos amplios de computación para desarrollar sus aplicaciones. En el campo de la construcción y el control de las obras existen múltiples sistemas de aplicación inmediata: como son Sistemas de Precios Unitarios, Control de Inventarios, Control de Avances de Obra, Programación de obras mediante Ruta Crítica, etc.

Para una adecuada selección de equipo y de los sistemas computacionales se deben tomar en cuenta los factores problema más representativos como son:

- Obsolescencia e incompatibilidad de los equipos
- Servicio de mantenimiento

II. TIPOS DE SISTEMAS

Independientemente de los paquetes comerciales de aplicación especializada como pueden ser: Precios Unitarios, Ruta Crítica, Control de Estimaciones, etc. existen cuatro grandes aplicaciones que permiten el uso de las microcomputadoras sin necesidad de desarrollar paquetes especializados.

Estas son las siguientes:

PROCESADORES DE PALABRAS
HOJAS DE CALCULO ELECTRONICAS
PROCESADORES DE BASES DE DATOS
AYUDAS PARA EL DISEÑO (CAD)

En el caso de los procesadores de palabra su uso va más encaminado a labores de tipo secretarial y para la redacción de informes técnicos o administrativos. No tienen una gran relevancia en el control de las obras.

Por el lado de los Sistemas de Ayuda para el Diseño su aplicación se orienta más hacia labores de proyecto aún cuando pueden aprovecharse para la misma obra como apoyo de gabinete.

El uso de Hojas de Cálculo Electrónicas representa un gran apoyo para los mecanismos de control de la obra, ya que existen paquetes de muy fácil aplicación que lo mismo sirven para desarrollar precios unitarios que elaborar programas de obra y programas de avance físico financiero.

Por otro lado cuando se cuenta con un gran volumen de información de características afines se recomienda el uso de Paquetes de manejo de bases de datos muchos de los cuales con la práctica permiten desarrollar aplicaciones propias tales como Precios Unitarios, Control de recursos, Control de almacenes, Control de inventarios, Nóminas, etc.

El uso de Hojas de Cálculo o bien de Sistemas de manejo de bases de datos está sujeto al volumen de la información y a la complejidad de los cálculos requeridos.

III. LA PLANEACION INICIAL DE LA OBRA

Como representante del propietario del proyecto en el sitio de la obra, el Supervisor es responsable de vigilar que el trabajo se realice conforme a los requerimientos de los planos y las especificaciones. Esto, sin embargo no le da el derecho de interferir con las operaciones del Contratista o interrumpirlas, sin razon grave.

Para desarrollar su trabajo el supervisor debe familiarizarse completamente con los planos y especificaciones a los que el contratista debe apegarse, debiendo revisarlos frecuentemente. El Supervisor debe ser capaz de reconocer si el trabajo a su cuidado cumple con los requerimientos del contrato.

Como parte del equipo de construcción, el Supervisor debe propiciar el avance de obra. Debe conocer el programa de obra y saber si el trabajo que supervisa encaja dentro del programa completo.

Para poder iniciar su labor el Supervisor debe contar en principio con los elemento siguientes:

Proyecto y Especificaciones

Precios Unitarios

Presupuesto

Programa

Escalacion de Precios

Entrega física de campo

Contrato de Obra

Documentación Adicional.

Con toda esta información el Supervisor estará en posibilidades de iniciar sus trabajos, conociendo como ya dijimos los planos y especificaciones, programa de obra y demás características de la obra.

Debera planear adecuadamente los siguientes controles:

Control de Estimaciones

Control de Generadores

Control de Tramites adicionales

Control de planos y Modificaciones al proyecto

Control de Programas de obra

Control de Documentación

Archivo de la obra

Bitácoras de obra

Para evaluar la adquisición de equipo de cómputo se deben dar los siguientes pasos.

IDENTIFICAR LAS FUNCIONES QUE CONVIENE AUTOMATIZAR

DEFINIR UN ESQUEMA GLOBAL DE AUTOMATIZACION

ANALIZAR LA S ALTERNATIVAS DE AUTOMATIZACION

DETERMINAR LA FORMA DE APLICACION DE LA COMPUTADORA

Las diferentes alternativas de automatización se pueden resumir en las siguientes:

El uso de sistemas ya instalados.

El desarrollo de paquetes con un fin específico

El uso de paquetes comerciales

El uso de sistemas mixtos.

Cuando se decide por el uso de alguna alternativa se debe tomar en cuenta el tipo de computadora adecuado al sistema seleccionado y analizar la relación beneficio costo que trae consigo el uso de la computadora como herramienta de apoyo del supervisor.

IV. EL CONTROL (EJEMPLOS DE APLICACION)

CONTROL DE PROGRAMAS DE OBRA

El ANEXO NUM 1 muestra una hoja de trabajo elaborada en LOTUS 123 para el control de fechas de programación.

Se encuentra dividido en columnas, cada una de las cuales con un título. Las primeras columnas provienen del programa original de la obra elaborado por algún procedimiento que produce las fechas de inicio y terminación programadas; las columnas mencionadas son las siguientes:

CLAVE: se refiere a la clave presupuestal o de actividad.

CONCEPTO: representa el nombre de la actividad o clave presupuestal.

UNIDAD: la unidad en que se controla o mide la actividad.

CANTIDAD: es la cantidad de unidades del presupuesto de obra correspondiente

FECHA DE INICIO: La fecha probable de inicio de la actividad según el programa de ruta crítica.

FECHA DE TERMINACION: La fecha probable de terminación de acuerdo al mismo programa.

Las columnas siguientes son las propias del control en sí a través de la hoja de cálculo:

La columna correspondiente a RENDIMIENTO TEORICO se obtiene de dividir la cantidad de obra entre la duración del evento.

La FECHA DE INICIO REAL es producto de la obtención de datos reales en obra y se refleja junto con la duración del evento en modificaciones reales a la fecha de TERMINACION que es la siguiente columna. Esta columna se calcula sumando la duración del evento a la fecha de inicio real.

El AVANCE TEORICO se calcula haciendo intervenir la fecha de corte o de observación en el cálculo, esto se hace de manera lineal de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{AVANCE TEORICO} = \frac{(\text{FECHA DE CORTE} - \text{FECHA DE INICIO})}{(\text{FECHA DE TERMINACION} - \text{FECHA INIC})}$$

Para este caso las fechas que se toman son las del programa inicial.

El AVANCE SEGUN FECHAS se calcula de igual manera pero haciendo intervenir ahora las fechas modificadas.

La columna siguiente se refiere al avance real detectado en obra, producto de los informes de los responsables correspondientes.

En seguida tenemos dos columnas de desviaciones:

DESVIACION TEORICA que se calcula restando el avance real del avance teórico.

DESVIACION REAL calculada a partir del avance real, restándole el avance segun las fechas actualizadas.

La columna de rendimiento real se calcula en base al avance de obra y a las cantidades de obra del presupuesto de la manera siguiente:

RENDIMIENTO REAL = (AVANCE REAL x CANTIDAD)/DIAS TRANSCURRIDOS

La CANTIDAD POR EJERCER es la diferencia entre lo ejecutado según el avance y la cantidad de obra.

Involucrando la cantidad por ejercer y el rendimiento real obtenido se obtiene el numero de días necesarios para la terminación del evento los cuales sumados a la fecha de corte nos permiten obtener LA FECHA REAL DE TERMINACION del evento.

CONTROL DE AVANCE FISICO FINANCIERO

El ANEXO NUMERO 2 es un ejemplo de control de avance financiero de acuerdo a los avances de obra detectados en el ejemplo anterior.

Como se podrá observar en este caso involucramos el precio unitario correspondiente lo que nos permite obtener por simple multiplicación el importe de estimación correspondiente.

Al final de la hoja se obtiene el TOTAL DE LA ESTIMACION sumando únicamente los valores correspondientes.

ANEXO NUM 1 EJEMPLO DE APLICACION DE LOTUS PARA CONTROL DE PROGRAMAS DE OBRA

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	FECHA DE INICIO	FECHA DE TERMINAC.	RENDIMIENTO TEORICO	FECHA DE INIC REAL	FECHA DE TER PROG	AVANCE TEORICO	AVANCE S/FECHAS	AVANCE REAL	DESVIACION TEORICA	DESVIACION REAL	RENDIMIEN REAL	CANTIDAD POR EJECUT	DIAS NECESARIOS	FECHA REAL TERMINACION
1427	EXCAVACION A MANO	M3	8.85	02-Sep-90	09-Sep-90	1.26	04-Sep-90	11-Sep-90	100.00%	100.00%	50.00%	-50.00%	-50.00%	0.08	4.43	57	26-Dec-90
1428	CONCRETO CICLOPEO	M3	8.85	05-Sep-90	11-Sep-90	1.48	05-Sep-90	11-Sep-90	100.00%	100.00%	25.00%	-75.00%	-75.00%	0.04	6.64	167	15-Apr-91
1429	ENRASE DE CIMENTAC.	M2	7.93	07-Sep-90	13-Sep-90	1.32	07-Sep-90	13-Sep-90	100.00%	100.00%	0.00%	-100.00%	-100.00%	0.00	7.93	6	05-Nov-90
1425	CIMBRAS COMUN	M2	15.86	09-Sep-90	15-Sep-90	2.64	09-Sep-90	15-Sep-90	100.00%	100.00%	0.00%	-100.00%	-100.00%	0.00	15.86	6	05-Nov-90
1430	ARNEZ 15 X 15 X 3	ML	41.6	11-Sep-90	15-Sep-90	10.40	11-Sep-90	15-Sep-90	100.00%	100.00%	0.00%	100.00%	-100.00%	0.00	41.60	4	03-Nov-90
1426	CONCRETO F' C = 150	M3	1.19	16-Sep-90	18-Sep-90	0.60	16-Sep-90	18-Sep-90	100.00%	100.00%	0.00%	100.00%	-100.00%	0.00	1.19	2	01-Nov-90

ANEXO NUM 2 EJEMPLO DE APLICACION DE LOTUS PARA CONTROL DE AVANCE FISICO FINANCIERO

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	AVANCE	AVANCE	CANTIDAD	PRECIO	OBRA	IMPORTE
				ANTERIOR	REAL				
1427	EXCAVACION A MANO	M3	8.85	0.00%	50.00%	4.43	14,809.42	4.43	65,531.68
1428	CONCRETO CICLOPEO	M3	8.85	0.00%	25.00%	6.64	111,750.62	2.21	247,268.25
1429	ENRASE DE CIMENTAC.	M2	7.93	0.00%	0.00%	7.93	24,708.75	0.00	0.00
1425	CIMBRA COMUN	M2	15.86	0.00%	0.00%	15.86	11,713.19	0.00	0.00
1430	ARMEX 15 X 15 X 3	ML	41.6	0.00%	0.00%	41.60	9,339.94	0.00	0.00
1426	CONCRETO F/C = 150	M3	1.19	0.00%	0.00%	1.19	163,250.90	0.00	0.00
								TOTAL	\$312,779.93



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

PROGRAMACION Y CONTROL DE OBRAS

LA ORGANIZACION TECNICA

ING. DAVID SANCHEZ BAUTISTA