

maremos flotante; este tiempo lo podemos aprovechar para nivelar la mano de obra. Las actividades que forman el camino crítico, son las que requieren mayor atención y, si se trata de acortar la fecha de terminación de una obra, sólo estas actividades deben ser aceleradas para efectuar la menor inversión, como se verá posteriormente, al incluir el elemento costo.

El camino crítico es, desde luego, el más largo; en nuestra figura, queda determinado por las actividades 0-1, 1-3, 3-4 y 5-6. Cualquier otro camino nos daría un tiempo total menor. Observamos en la figura No. 8, que los tiempos de ocurrencia próxima y remota en los eventos del camino crítico, siempre coinciden; esto quiere decir, como dijimos anteriormente, que estas actividades no tienen aplazamientos en su iniciación o en su terminación.

Por otra parte, podemos observar que la diferencia entre el tiempo de terminación de un evento posterior y el tiempo de iniciación del evento anterior, en el camino crítico, es igual a duración de la actividad 4-5 y restemos $14 - 12 = 2$, que es la duración de la actividad.

La obtención del camino crítico por los métodos tradicionales es sumamente difícil, y a veces imposible, cuando se trata de proyectos de gran envergadura; la técnica del diagrama de flechas, lo determina en forma absolutamente segura.

En cualquier proyecto, hay un cierto número de actividades que tienen tiempo sobrante, como lo vimos al analizar los ejemplos teóricos. La determinación de estos tiempos, nos ayuda a regular el abastecimiento de materiales y a nivelar la mano de obra; el resultado es un incremento en la eficiencia y la economía.

Los métodos tradicionales nos proporcionan un sistema eficaz para determinar los tiempos flotantes, pues en general, no cuentan con elementos para conocer la interdependencia de todas las actividades, lo que hace casi imposible determinar la influencia de unos trabajos sobre otros. Por consiguiente, si nos concedemos cierta libertad en algunas actividades por pura intuición, probablemente estemos afectando actividades críticas que no conocemos.

Examinemos el ejemplo de la figura No. 11:

Los trabajos A, B, C y D forman el camino crítico, y entre el evento 4, siguiendo el camino crítico, tenemos una duración total de 9 días. Ahora, para llevar a cabo las actividades E y F necesitamos 4 días, esto es, tenemos un tiempo flotante de 5 días, que podemos aprovechar sin que se retrase la fecha de ocurrencia del evento 4, y por consiguiente, sin que se retrase la terminación de la obra.

Este tiempo flotante puede ser aprovechado por la actividad 1-2, o por la actividad 2-4; puede ser aprovechado en parte por las dos actividades; y puede ser aprovechado parcial o totalmente y en este último caso, el camino 1-2-3 se volvería crítico.

Todos estos aspectos dan origen a una clasificación de los tiempos flotantes en cuatro tipos, que son: flotante total, flotante de interferencia, flotante libre y flotante independiente.

El estudio y la determinación de estos tiempos, no se incluirán en esta exposición, por quedar fuera de los límites que se han fijado en esta ponencia.

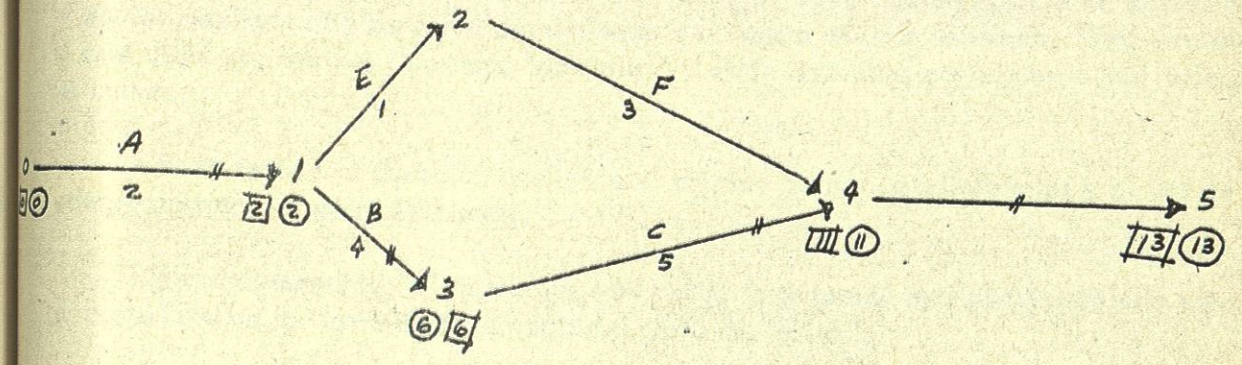


Fig. 11

C) Costo directo.

La tercera fase de la técnica consiste en introducir el elemento costo.

Es evidente que para cualquier actividad, hay una gama de posibles duraciones; nuestro objetivo, consiste en determinar qué duración debe seleccionarse para una obra, a fin de obtener las condiciones más ventajosas.

El método del camino crítico, parte de la premisa de que a menor duración en la actividad, corresponde un costo mayor.

Para cualquier obra, se deben considerar tres aspectos del costo:

- a) Costo directo
- b) Costo indirecto.
- c) Costo total.

El costo directo de una obra, es simplemente la suma de los costos directos de todas las actividades que la integran. Nuestro primer problema consiste en examinar el costo directo de cada una de las actividades, y analizar los efectos que producirá en el costo directo total, el acortar o alargar la duración de dichas actividades.

Como el camino crítico determina la duración de una obra, si queremos acortarla, enfocaremos nuestra atención en las actividades que lo forman, para tratar de hacer-

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

lo de la manera más conveniente.

Las actividades o trabajos, que integran la obra, generalmente pueden ser representados por una curva semejante a la de la figura No. 12.

Para un trabajo, que se efectúa con la mejor combinación posible de operarios y equipo, existen una duración determinada y un costo mínimo asociado. Esta duración y este costo son los que llamamos "normales" y están definidos por el punto más bajo de la curva.

Si se reduce la duración mediante el empleo de turnos adicionales y el uso de equipo costoso, el costo se eleva.

Simultáneamente, al punto que nos marca la duración más corta asociada con su costo mínimo le llamaremos: duración y costo de "falla".

El punto de falla, nos representa el tiempo mínimo absoluto en el cual puede ser terminado el trabajo, y el costo mínimo asociado para esa duración. Cualquier aumento adicional de operarios o de equipo, a partir de este límite, sólo representaría un gasto adicional, sin lograr una reducción en el tiempo.

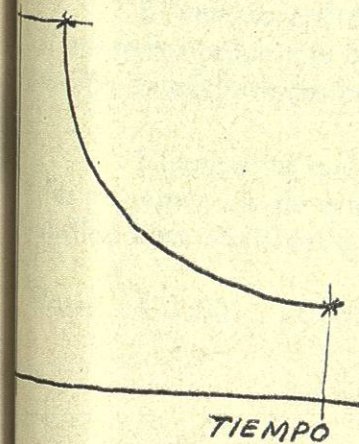


Fig. 12

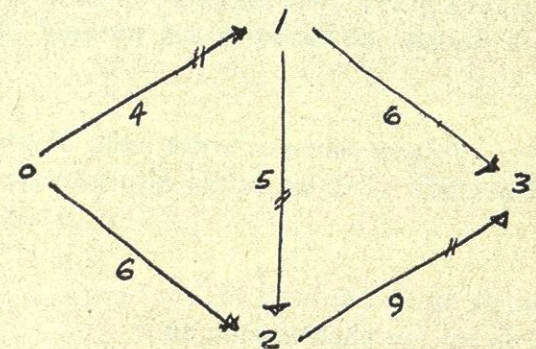


Fig. 13

El método del camino más crítico, al analizar los aspectos del costo directo, toma en cuenta los siguientes conceptos:

- El costo y duración NORMAL.
- El costo y duración de FALLA.
- La PENDIENTE DE COSTO; o sea la variación del costo por unidad de tiempo.

La variación del costo entre los límites normal y de falla, la representamos con la línea recta que los une, y la pendiente que nos indica la variación del costo, se puede determinar en función de las ordenadas de dichos puntos.

$$\text{Pendiente} = \frac{\text{Duración de falla} - \text{costo normal}}{\text{Duración normal} - \text{duración de falla}}$$

Consideremos el siguiente ejemplo, para ilustrar en forma gráfica, la introducción del elemento costo en el diagrama de flechas figura No. 13.

El diagrama nos representa un proyecto, con una duración normal de 18 días; supongamos los siguientes costos teóricos:

Actividad	Duración de falla	Duración normal	Pendiente	Costo normal
0-1	3 días	4 días	\$ 40.00	\$ 60.00
0-2	5 "	6 "	" 60.00	" 80.00
1-2	4 "	5 "	" 30.00	" 120.00
1-3	4 "	6 "	" 20.00	" 80.00
1-3	6 "	9 "	" 70.00	" 70.00
				<u>\$410.00</u>

El costo directo del proyecto, es la suma de los costos de normales de cada una de las actividades, esto es, \$ 410.00.

El camino crítico, está determinado por las actividades 0-1, 1-2 y 2-3; ahora, si queremos reducir la duración del proyecto, tenemos que empezar por reducir la duración de actividades críticas.

Supongamos que acortamos el proyecto 17 días; esto, lo podemos efectuar de varias maneras: una de ellas, por ejemplo, es acortando la actividad 2-3. Obtendremos el diagrama modificado, de la figura No. 14.

Costo: 410.00 70.00 \$480.00

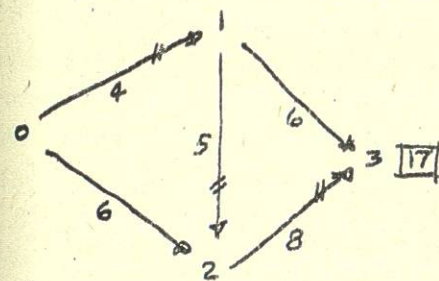


Fig. 14

El camino crítico sigue siendo determinado por las actividades 0-1, 1-2 y 2-3, y el costo para este proyecto, será igual al normal, más un incremento correspondiente a la pendiente de costo de la actividad 2-3, esto es, \$70.00. Por consiguiente, el costo del proyecto es de \$410.00 + \$70.00 = \$480.00.

Tenemos otro recurso para reducir la duración del proyecto, reduciendo la actividad 1-2, de 5 a 4 días, y conservando la

duración de la actividad 2-3 en 9 días.

El diagrama del proyecto se transforma, como se muestra en la figura No. 15.

Costo: $410.00 + 30.00 = \$440.00$ Costo: $410.00 + 40.00 = \$450.00$

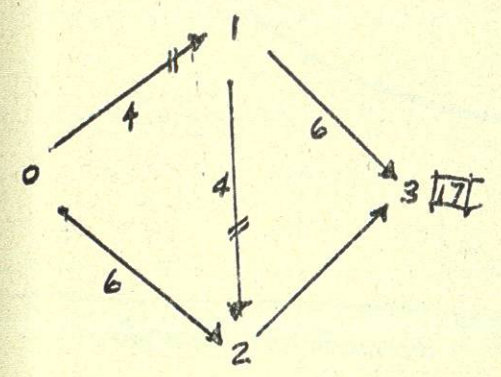


Fig. 15

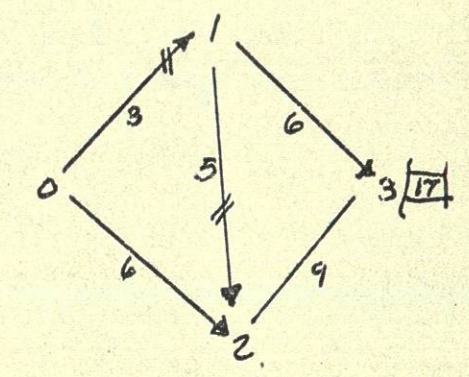


Fig. 16

El camino crítico se sigue conservando el mismo.

El costo de este proyecto es:

$$\$ 410.00 + \$ 30.00 = \$ 440.00$$

Ahora acortemos la duración, reduciendo la actividad 0-1, figura No. 16.

El costo de este proyecto es:

$$\$ 410.00 + \$ 40.00 = \$ 450.00$$

Por lo expuesto anteriormente, encontramos que tenemos diferentes alternativas para lograr una misma reducción en el proyecto, pero con costos diferentes; si queremos acortar aún más el proyecto, se nos presentarán también varias alternativas con diferentes costos. Y así podemos seguir reduciendo las actividades, hasta el límite de falla.