

Fig. 17

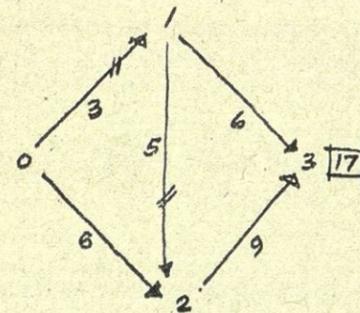


Fig. 18

Con todas las alternativas, podemos determinar la curva de tiempo-costo para el proyecto, escogiendo los puntos de costo más bajos para una misma duración.

Los diferentes puntos para una abscisa constante, representan las alternativas posibles de costo para una duración determinada y la curva queda definida, como es evidente, por las ordenadas y que representan el costo menor, figura No. 17.

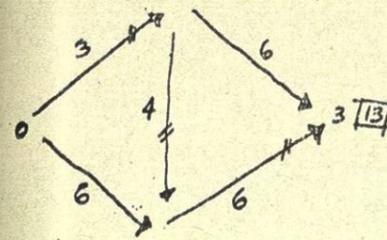
Supongamos que reducimos todas las actividades al límite de falla, o sea el acortamiento máximo posible. Obtenemos el diagrama mostrado en la figura No. 18.

El camino crítico se ha conservado a través de las actividades 0-1, 1-2 y 2-3, y el costo del proyecto, para la duración mínima de 13 días, es el siguiente:

Costo normal		\$ 410.00
Acortamiento de la actividad	0-1	" 40.00
" " " "	0-2	" 60.00
" " " "	1-2	" 30.00
" " " "	1-3	" 40.00
" " " "	2-3	" 210.00
		<u>\$ 790.00</u>

Hemos reducido la duración del proyecto a 13 días, llevando todas las actividades al límite de falla y con un costo total de \$ 790.00.

Ahora supongamos que las actividades 0-2 y 1-3 las efectuamos con su duración normal, figura No. 19.



La duración del proyecto sigue siendo de 13 días, y el costo del proyecto es el siguiente:

Costo normal	=	\$ 410.00
Acortamiento de la actividad 0-1	=	" 40.00
" " " " 0-2	=	" 0.00
" " " " 1-2	=	" 30.00
" " " " 1-3	=	" 0.00
" " " " 2-3	=	" 210.00
		<u>\$ 690.00</u>

Fig. 19

Hemos obtenido para la misma duración de 13 días un costo menor. Por consiguiente, es inútil y antieconómico violentar todas las actividades para acortar la duración de un proyecto. Debemos concentrar nuestra atención sólo en el camino crítico.

Como se puede observar en el ejemplo anterior, que se representa una obra de 5 actividades, las alternativas posibles para acortar su duración pueden ser varias para una misma fecha de terminación. Por consiguiente, si queremos encontrar todas las alternativas de costo, haciendo variar la terminación gradualmente, de la duración normal hasta la duración mínima posible, tendríamos que efectuar una gran cantidad de operaciones, que harían este análisis sumamente laborioso. Ahora, si la obra es de cierta magnitud e intervienen en ella un número grande de actividades, este análisis sería abrumador y casi imposible de efectuar. En este caso, el problema puede resolverse mediante el auxilio de las calculadoras electrónicas.

D) Superposición de costos.

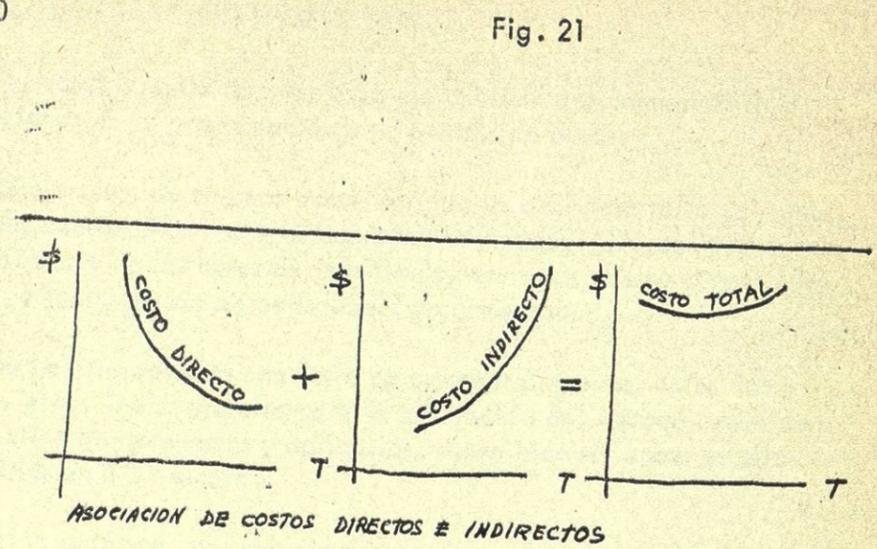
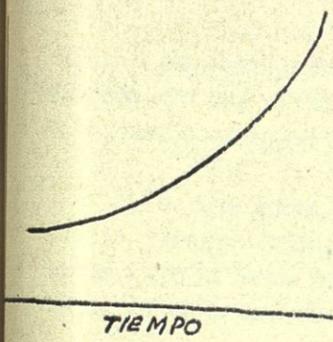
La curva del costo de la obra, como la hemos obtenido, indica solamente el costo directo. Este costo influye únicamente los conceptos de mano de obra, equipo y materiales. Sin embargo hay otros aspectos que contribuyen a aumentar el costo total de la obra; estos son, entre otros, los gastos de administración y las sanciones motivadas por los retrasos de la obra.

Estos costos indirectos deben ser tomados en cuenta, para determinar la duración óptima de la obra, combinando su magnitud con el costo directo de la obra, ambos en función del tiempo.

El costo indirecto crece con la duración de la obra, y podemos representarlo con la curva que se muestra en la figura No. 20.

Para determinar la curva de costos indirectos, tenemos casi siempre a la mano los elementos necesarios en cada caso particular.

Fig. 20



La combinación de la curva de costo directo de la obra, con la curva de costo indirectos, nos da la curva del costo total de la obra, figura número 21.

Otro aspecto interesante, ocurre cuando la fecha de terminación es de suma importancia, en virtud de que el retraso pueda ocasionar pérdidas progresivas. Esta situación la podemos representar con la curva de la figura No. 22.

Ahora, superponiendo la curva de costo total con la curva de pérdidas, obtenemos la función de costo compuesto, que nos define la duración óptima para el caso específico que se estudie, figura No. 23.

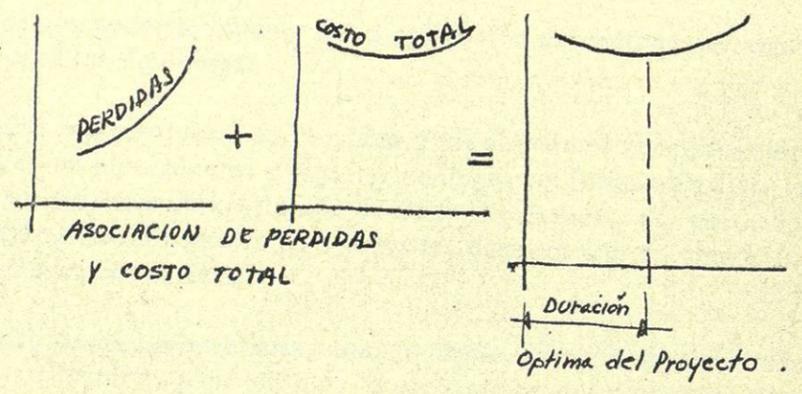
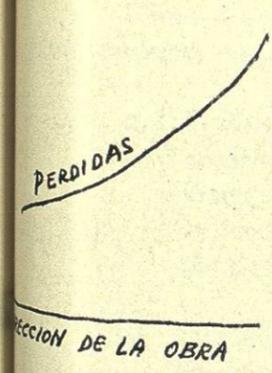


Fig. 22

Fig. 23

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### III.- ELEMENTOS AUXILIARES Y COMPLEMENTARIOS.

Hemos visto en el capítulo anterior, las bases del método del camino crítico y las ventajas que proporcionar en la programación y el control de obras.

Sin embargo, los ejemplos de que nos hemos servido para el desarrollo del tema, han sido de obras teóricas constituidas por unas cuantas actividades. La realidad es muy distinta, ya que la mayor parte de las obras de ingeniería, entre las que se cuentan los edificios, constan de un número grande de actividades o conceptos.

Por otra parte, se han introducido una serie de conceptos nuevos, tales como evento, tiempo flotante, etc., indispensables para la aplicación del método, pero no hemos visto la forma práctica de obtenerlos y aplicarlos, sobre todo si, como se dijo antes, tenemos que hacerlos en gran escala.

Para hacer uso en la práctica, del método del camino crítico necesitamos recurrir a elementos que hemos llamado auxiliares y complementarios, entre los que se cuentan, las calculadoras electrónicas, las formas para tabular y los programas y calendarios gráficos de trabajo, elementos que por las limitaciones de espacio sólo mencionamos en esta ponencia.

### IV.- CONCLUSIONES,

Mediante la utilización documentada y rigurosa de este método se puede obtener un gran número de ventajas en el campo de la ingeniería civil, pues al lograr los objetivos apuntados y descritos en el desarrollo de la ponencia, se obtiene una mayor eficiencia en la ejecución de las obras, que redunda, evidentemente, en la economía de las inversiones.

Por otra parte, se dispone de elementos que permiten aprovechar en una forma más amplia, la capacidad de los funcionarios directivos, pues al tener mejores instrumentos de control, pueden aumentar su campo de acción, mejorando al mismo tiempo la calidad en la supervisión.

Como ventajas que podemos obtener de la aplicación del método del camino crítico, podemos mencionar las siguientes:

- a) El diagrama representativo de una obra y sus elementos complementarios, constituyen un plan general a seguir y conjuga, en forma objetiva, las ideas, conocimiento y experiencia de muchas personas. Es, por lo tanto, un valioso elemento de consulta para todas las personas que en alguna forma estén conectadas con la obra.
- b) Este método puede aprovecharse como un medio eficaz para el entrenamiento del personal técnico, pues tanto en la elaboración del diagrama, como en su aplicación, a lo largo del proceso, obliga a reflexionar sobre los procedimientos de construcción.

- c) Proporciona también, un instrumento gráfico completo, que permite llevar una historia minuciosa de la obra, indicándonos las diferencias entre los tiempos reales y los programados, de lo cual se determinan los rendimientos obtenidos; todo esto nos da un acervo de experiencia para obras futuras.

La exposición que hemos efectuado, del método del camino crítico, se ha concretado únicamente a los lineamientos generales, sin entrar en detalle sobre los refinamientos de la técnica. Tampoco se han detallado todos los sistemas o reglas prácticas para su elaboración, aspectos que sólo podrían desarrollarse, si se dispusiera de un lapso mayor.