

PROGRAMA PERT Y CPM



Mayor
JORGE CACILIMAS CASTAÑEDA

Prólogo.

Este primer artículo, de una serie a publicar en la revista de las Fuerzas Armadas, ha sido escrito basado en las experiencias logradas por los Ingenieros Militares, en sus proyectos y misiones asignados por la Fuerza.

El esfuerzo y la dedicación del Arma de la divisa cereza, por perfeccionar su técnica desde el año de 1968, obligó al Departamento de Ingenieros acoger la evolución de las técnicas de programación de las obras de Ingeniería.

Ya se tenían las bases de los fundamentos de Frederick N. Taylor en la realización del trabajo y la medición

de los tiempos de ejecución como medida de control de costos; los análisis de costos de producción e inversión, de acuerdo a la relación del volumen de las obras producidas y la aplicación de los sistemas de Henry H. Gant y sus métodos gráficos en los cuales el programador debía calcular los tiempos de ejecución basado en su material humano o mecánico disponible y en la experiencia obtenida anteriormente en su ejecución; pero estos métodos a pesar de ser usados en Colombia, iban haciéndose obsoletos ya que nacieron a principios del siglo. Como bien se sabe, el desarrollo de los sistemas de programación tuvieron su origen en

los organismos militares, que son modelo mundial de organización y fue en ellos donde nació el sistema Pert.

La programación de las obras por este sistema, ha arrojado resultados excelentes y conscientes de la necesidad de aplicación en toda actividad militar, quiero despertar la inquietud del lector, para que analice su importancia y su aplicación práctica a los problemas específicos que como ordenador le corresponden en su vida Castrense; las bases para su entendimiento, no requieren profundo conocimiento matemático, pero a medida que se progresa en la información, recomiendo la consulta de textos de estadística, álgebra lineal y gráfica.

Historia.

La Secretaría de Defensa de los Estados Unidos, en el año de 1957 encomendó la misión a la Marina del desarrollo del proyecto para la construcción del cohete submarino nuclear "Polaris", en el cual debían participar 250 contratistas directos y más de 9.000 subcontratistas.

La Marina para planear y programar la obra, contrató la firma de consultores **Booz, Allend y Hamilton**, cuya misión era de perfeccionar las técnicas existentes de coordinación y control, bajo un nivel razonable de costos y tiempo.

Los resultados investigativos se denominaron **Pert** y (Técnica de Evaluación, Programación y Control) (Programa Evaluation Review Technique) y arrojaron un sistema en el cual se daban misiones a los distintos contra-

tistas, subcontratistas y agencias en forma tal, que sus trabajos tuvieron fechas tentativas de cumplimiento y coordinaciones probables de entrega que encajaron en el desarrollo de las múltiples etapas que se contemplaron en el proyecto. El resultado fue su culminación en tres (3) años, período record, ya que en principios, el cálculo de tiempo era de un lustro.

El éxito alcanzado, impresionó a los Mandos Militares, la industria y el comercio, los cuales acogieron el sistema para adaptarlo a sus distintas actividades y hoy en el mundo todas las grandes empresas lo utilizan para programar y controlar sus proyectos.

Casi en la misma época en que se inició la investigación del sistema por parte de la Marina Norteamericana, la firma **E. I. Dupont**, encomendó a **Mr. Walker**, de su división de estudios en asocio con **J. K. Kelly Jr.**, de la Remington Rand Univac, una investigación científica que mejora las técnicas de planeación y programación de sus proyectos de construcción y creó el CPM (Método del Camino Crítico) (Critical Path Method).

Los dos sistemas fueron similares en su forma básica, ya que separan las funciones de Planeamiento y Programación en dos etapas independientes, cuya finalidad es un plan único e integrado que proporciona facilidad de control, ajustes por parte de la autoridad ordenadora y una realización cuidadosa por parte del ejecutante con el propósito de poder cumplir los objetivos por alcanzar.

Sin embargo, sus diferencias residían en que el CPM, acogía un sistema de determinística, basado en las experiencias de tiempo, costo y recursos de cada actividad contemplada a realizarse.

El **Pert** consideraba la probabilística en la estimación de la duración de las actividades, dando un margen a los imprevistos, con el empleo prudente de tres medidas de tiempo y flexibilidad de actualización.

Ambos métodos fueron fructíferos y exitosos, perfeccionándose a medida que se practicaban sus usos; en la actualidad se enseñan sus fundamentos, dándole al programador la libertad de escoger cual es el más adecuado para el desarrollo de su proyecto, o de fusionar los dos sistemas y acoger las partes de uno y otro que más le convengan.

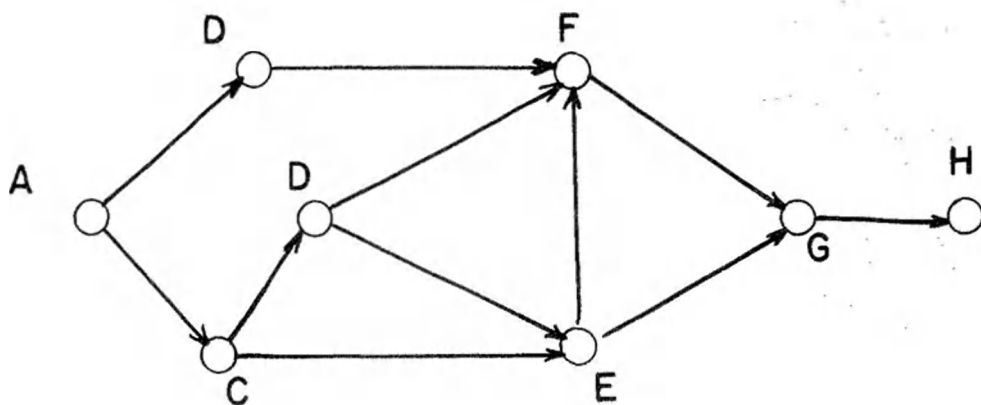
Los conocimientos que se transmiten, capacitan al lector como programador, de los Sistemas PERT y CPM, haciendo hincapié en el hecho que no es ne-

cesario ser un especialista en un proyecto determinado para poder planearlo. El individuo debe conocer su misión a través de investigaciones que le determinarán la inter-relación de las actividades, sus tiempos y costos.

Aproximación al Sistema.

El problema que se enuncia a continuación dará al lector una ambientación sobre la correlación e interrelación y utilización de rutas, sin entrar en materia, es decir servirá de preparación para el entendimiento de los conceptos fundamentales que se explicarán en el siguiente artículo. El sistema vial de una región une las ciudades que componen un territorio, el cual denominaré Alfa, integrado por 8 poblados que llamaremos: A, B, C, D, E, F, G y H, veamos el mapa.

La Empresa **Carla, S. A.**, de automóviles cubre el recorrido de A hasta H por seis rutas diferentes:



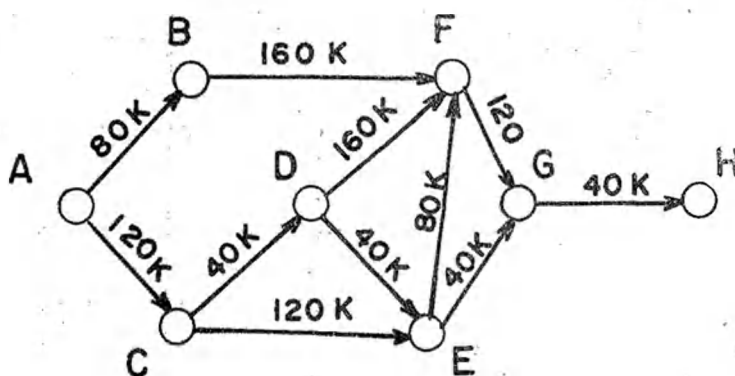
RUTA Nº 1 A-B-F-G-H
 RUTA Nº 2 A-C-D-E-F-G-H
 RUTA Nº 3 A-C-D-E-G-H
 RUTA Nº 4 A-C-E-F-G-H
 RUTA Nº 5 A-C-E-G-H
 RUTA Nº 6 A-C-D-F-G-H

B-F = 160 Kilómetros
 C-D = 160 "
 C-E = 40 "
 D-F = 120 "
 D-E = 40 "
 E-F = 80 "
 F-G = 120 "
 E-G = 40 "
 G-H = 40 "

Las distancias en kilómetros entre las ciudades, son las siguientes:

A-B = 80 Kilómetros
 A-C = 120 "

Observemos el Diagrama de vías con kilometraje y dirección.



Disposiciones de la Empresa:

Cláusula 1ª — Los vehículos que efectúen el recorrido en el territorio Alfa, deben observar que su velocidad promedio sea de 40 kilómetros por hora.

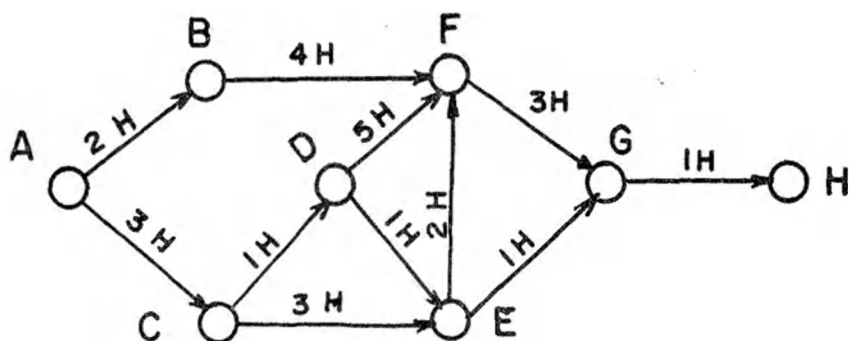
Cláusula 2ª — En las rutas previstas, los vehículos que lleguen a una misma ciudad, para poder abandonarla, deben esperar en ella hasta que lleguen los vehículos que para su arribo gasten un mayor tiempo; los inspectores de ruta, serán responsables del cumplimiento de esta cláusula, lo mismo que los despachadores.

En base a estas disposiciones, calculemos los tiempos entre ciudad y ciudad:

A-B: 80 — 40 = 2 horas
 A-C: 120 — 40 = 3 "
 B-F: 160 — 40 = 4 "
 C-D: 40 — 40 = 1 "
 C-E: 120 — 40 = 3 "
 D-F: 200 — 40 = 5 "
 D-E: 40 — 40 = 1 "
 E-F: 80 — 40 = 2 "
 E-G: 40 — 40 = 1 "
 F-G: 120 — 40 = 3 "
 G-H: 40 — 40 = 1 "

Cambiamos el Diagrama de distancias por el de tiempos:

La hora de partida es la 0 0 0 0 horas y de acuerdo a la cláusula Nº 2 calcu-



laremos los tiempos entre ciudad y ciudad en la siguiente forma:

$$A = 0$$

$$A \quad B = 0 + 2 = 2$$

$$A \quad C = 0 + 3 = 3$$

$$C \quad D = 3 + 1 = 4$$

A las ciudades B, C y D, no les llega sino una sola ruta en la cual se suma el tiempo inicial de salida de la ciudad anterior más (+) el tiempo de recorrido.

Estimemos el tiempo que se gastaría a la ciudad E, que le arriban dos vías:

$$D \quad E = 4 + 1 = 5$$

$$C \quad E = 3 + 3 = 6$$

La cláusula nos dice: "Los vehículos que lleguen a una ciudad para poder abandonarla, deben esperar en ella hasta que lleguen los vehículos que para su arribo gasten un mayor tiempo". En este caso específico, a E llegan dos rutas y el vehículo que recorre D E le corresponden esperar al de la ruta C E, una hora, por tanto el tiempo de salida de ambos debe ser 6 horas.

Escojamos ahora la ciudad F, a la que llegan tres (3) vías:

$$B \quad F = 2 + 4 = 6$$

$$D \quad F = 4 + 5 = 9$$

$$E \quad F = 6 + 2 = 8$$

La hora de partida desde la ciudad F, para todos los vehículos que le lleguen será a las nueve (9) horas. Calculemos los tiempos que gastarían los automotores a la ciudad G.

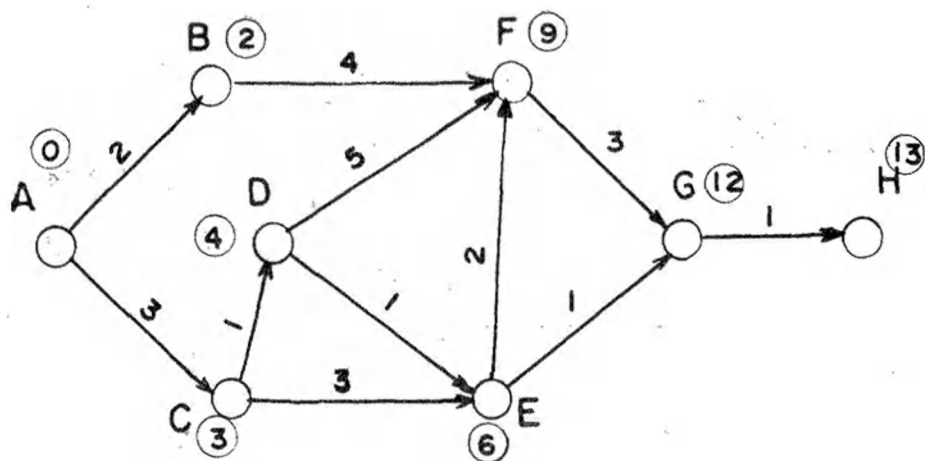
$$F \quad G = 9 + 3 = 12$$

$$E \quad G = 6 + 1 = 7$$

El tiempo de salida sería a las doce (12). A la ciudad H, punto de destino llega una sola vía que utilizarán todas las rutas, calculemosle el tiempo.

$$G \quad H = 12 + 1 = 13$$

Veamos como quedaría el gráfico con los tiempos calculados en todas las rutas que recorren las ciudades de la región "Alfa", colocándole las horas previstas de largada en cada una de las ciudades en un círculo.



Requerimientos de la Gerencia.

1. En base a las rutas previstas al comenzar el ejercicio, ¿cuáles serían los recorridos que no tendrían demora de la ciudad A hasta la ciudad H? La pregunta se hace para que sean automóviles expresos.
2. En caso de querer acortar en una hora el recorrido total, ¿qué rutas o ruta se escogerían?

NOTA: El próximo capítulo contendrá:

1. Soluciones del problema anterior.
2. Graficación.
3. Actividades.
4. Inter-relación de actividades.
5. Correlación de secuencias.