

PROYECTO MULTINACIONAL DE PLANIFICACION Y ADMINISTRACION
PARA EL DESARROLLO RURAL EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

(PROPLAN/A)

Ady E. Mora Jara
sep. 20 / 84

NOTAS SOBRE PROGRAMACION

(Tomado del Fascículo 5 de la Guía Manejo
de Proyectos publicada por el IICA en
1979)

IICA
2.218
984

IICA



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

Subdirección General Adjunta de Operaciones



El Proyecto Multinacional de Planificación y Administración para el Desarrollo Rural en América Latina y el Caribe — PROPLAN/A— un esfuerzo conjunto del IICA y la Fundación W. K. KELLOGG dirigido a fortalecer la capacidad de las instituciones públicas de los países miembros del IICA para que sea más efectiva su labor de captar y responder apropiadamente a las necesidades de la población rural de esos recursos.



C RICA 338.91 JS-118 n 1984
CA

NOTAS SOBRE PROGRAMACION

(Tomado del Fascículo 5 de la Guía Manejo
de Proyectos publicada por el IICA en
1979)

Nota: Este material ha sido preparado exclusivamente para el Curso Multinacional de IICA/PROPLAN sobre "Asesoramiento y Toma de Decisiones en la Conducción del Desarrollo Rural".

Costa Rica, setiembre de 1984.

COLECCION ESPECIAL
NO SE DEBE BARRER
17

CONTENIDO

	Pag.
I. INTRODUCCION	
1.1 Significado y alcance de los objetivos de las técnicas de programación.....	1
1.2 Utilidad del empleo de métodos de programación	4
II. MODELOS DE PROGRAMACION	
2.1 Modelos Básicos	6
2.2 Variaciones y extensiones a los modelos básicos	12
III. METODO DE GANTT	
3.1 Características del Método	19
3,2 El proceso de la programación	20
3.3 Virtudes y limitaciones el Método de Gantt	23
IV. METODO CPM	
4.1 Características del Modelo	24
V. METODO ABC	
5.1 Características del Modelo	28
VI. IDENTIFICACION DE LAS ACTIVIDADES MEDIANTE EL DESGLOSE ANALITICO DEL PROYECTO	31
VII. CONSIDERACIONES PARA DETERMINAR LA DURACION DE LAS ACTIVIDADES	36
VIII. BIBLIOGRAFIA ,.....	41
GLOSARIO DE TERMINOS USADOS EN LAS TECNICAS DE REDES	47

PRESENTACION

El Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA), respaldado por otros organismos, ha acumulado durante varios años experiencias y recogido conocimientos acerca del desarrollo rural. En 1976, partiendo de las experiencias dirigidas hacia la administración del desarrollo se estableció el Programa "Manejo de Proyectos" con la financiación parcial de la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID Grant No. AID/ta. G-1316). El propósito de este convenio era proporcionar algunas herramientas, técnicas y conocimientos que contribuyeran a desarrollar las destrezas y habilidades necesarias para la eficiente ejecución de los proyectos. A partir de julio de 1978, el IICA creó la División de Manejo de Proyectos para estar al servicio de las Oficinas Nacionales del IICA, en su afán de poner en práctica estas destrezas, habilidades y conocimientos.

La Guía de Manejo de Proyectos explica el alcance y contenido de cada área, pero no especifica detalladamente las herramientas que deben utilizarse en cada paso. Por ello se presentan los fascículos sobre aquellos aspectos que requieren una mayor elaboración metodológica. Estos fascículos integran tres elementos o influencias: la extracción de la literatura de los principios y experiencias más significativas, la contribución de expertos contratados especialmente para elaborar el contenido y, sobre todo, la contribución de las experiencias vividas en varios proyectos, lo cual ha permitido probar y modificar los instrumentos para asegurar su utilidad. El área funcional cinco "Programación de Actividades y Uso de Recursos" requiere de tal ampliación metodológica. El fascículo "Programación de Actividades y Uso de Recursos" presenta una metodología apropiada para convertir los objetivos de un proyecto en una serie de actividades lógicas con secuencia y bajo la responsabilidad de personas o entidades específicas y con los recursos indicados.

Finalmente, se desea enfatizar que estos materiales recogen técnicas, conocimientos, destrezas y habilidad que han servido en la práctica al personal de campo y a los jefes de proyectos en varios países latinoamericanos. Se espera que el ordenamiento de dicho material sirva para sistematizar los métodos y apoyar a los responsables de la ejecución de proyectos.

Costa Rica, 1979

CAPITULO 1: INTRODUCCION

1.1 Significado y alcance de los objetivos de las técnicas de programación

El enfoque de sistemas considera que en un proyecto las actividades son el proceso que utiliza insumos externos para elaborar los bienes y servicios que se definieron para un objetivo. Pueden definirse también las actividades como el conjunto de subprocesos del proyecto, cada proceso con la misión de transformar insumos que recibe del ambiente o de otra actividad previa a un "producto" que, a su vez, puede servir de insumo para actividades posteriores. Las actividades finales son las excepciones porque concluyen directamente en el producto final del proyecto.

a. Secuencias entre las actividades

De la definición anterior se desprende que cada actividad está ligada al resto del proyecto por medio de dos tipos de enlace:

- i. Los que le transfieren los productos de otras actividades como insumos necesarios para su proceso, y
- ii. Los que le permiten transferir su producto a otras actividades que lo necesitan como insumo.

Establecer las secuencias lógicas y convenientes para las actividades significa identificar para cada actividad las secuencias que la proveen de insumos y de las usuarias del producto. Una vez establecidas estas relaciones se pueden determinar las secuencias y los paralelismos entre todas ellas.

Para establecer las relaciones entre cada actividad, los métodos CPM y ABC, utilizan las tablas de secuencias. Para las relaciones entre todas ellas, se utilizan redes de flechas.

Cabe señalar que el método Gantt, no contempla herramientas para este objetivo.

b. Duración de las actividades y del proyecto

La duración de cada actividad obedece a varios factores tales como la metodología para ejecutarla, la calidad y cantidad de los recursos que se emplean, la disponibilidad oportuna de esos recursos, los estados de la naturaleza que puedan intervenir, y otros determinantes cuya influencia no se puede predecir con exactitud.

De los factores mencionados hay algunos controlables (métodos y recursos) y otros no controlables (intensidad de lluvias, composición del subsuelo y resultados de investigaciones).

Por lo tanto se han desarrollado métodos de programación que consideran sólo los factores controlables, o sean los métodos llamados "determinísticos" en los que se supone que la duración de las actividades se cumplirá como fue prevista. Los métodos que determinan la influencia de los factores que no se pueden predecir, pero que se puede estimar una probabilidad de que ocurran, son los llamados "probabilísticos".

Ambos tipos de métodos tienen una base común, pero los probabilísticos son más complejos debido a la mayor extensión de sus supuestos.

Una vez calculada la duración de cada actividad, los métodos CPM y ABC permiten calcular la duración de la secuencia de actividades que necesita mayor tiempo para completar su ejecución. Esa secuencia es la que determina la duración mínima del proyecto y por ello es conocida como la "ruta crítica" o "camino crítico".

c. Análisis de recursos

La determinación de la duración de cada actividad implica la definición de los recursos que permitirán realizarla en ese plazo. Esto se realiza en forma independiente para cada

actividad y de acuerdo con la entidad responsable de cumplir con la actividad.

Una vez calculada la red de secuencias aparecen actividades que deben ejecutarse paralelamente, lo cual hace necesario un análisis para verificar si las sumas de los recursos requeridos en cada unidad de tiempo no sobrepasan los disponibles.

Para efectuar el análisis se recurre a los cronogramas, al de Gantt o al ABC, los cuales permiten sumar en forma fácil los recursos que demanda en cada unidad de tiempo, la programación hecha.

Si los requerimientos de recursos sobrepasaran a la disponibilidad de ellos en ciertos períodos, habrá necesidad de modificar la primera programación, lo que implica ensayar alternativas que respeten las secuencias obligadas y que afecten lo menos posible la duración del proyecto. En esta labor, juega un papel importante el concepto de holgura de las actividades no críticas ya que, mientras la nueva programación de cada actividad no se haga más tarde de la fecha límite encontrada en el cálculo de la red, la duración del proyecto no variará.

Un segundo aspecto importante que considera este objetivo es procurar que los recursos permanezcan ociosos el menor tiempo posible, lo cual también conlleva ajustes en los calendarios de ejecución de las actividades que los ocupan.

d. Calendario de ejecución

El objetivo final de las técnicas de programación es establecer el calendario de ejecución viable de todas las actividades de modo que resuma los análisis anteriores. Ese calendario constituye el plan de ejecución del proyecto.

1.3 Utilidad del empleo de métodos de programación y control

Muchos rechazan la idea de programar en la forma que se ha presentado por considerarlo un ejercicio teórico que no resulta en la práctica. Una investigación hecha por Edward Davis en 1974 (52) entre las firmas constructoras más grandes de los Estados Unidos, mostró que el 80% usaba métodos de programación por redes, pero de este porcentaje el 16% indicó que no había logrado los resultados esperados y el 61% que sus resultados eran de éxito moderado.

Al analizar estas respuestas, más bien desalentadoras, Davis pudo establecer que ellas se debían principalmente a dos factores:
a) falta de apoyo de la alta dirección y b) falta de comprensión de los métodos por parte del personal que los aplica.

Este análisis concuerda con la experiencia de los países latinoamericanos en donde muchos conocen la mecánica de programar, pero no el significado y alcance de ella. Caen en dificultades similares señaladas que hace ineficiente el uso de estas técnicas.

Sin embargo, todos los que las han usado con cabal comprensión han obtenido los resultados esperados, como lo demuestra el empleo creciente que tienen en todo el mundo.

La ventaja de emplear métodos de programación y control por redes reside en la posibilidad de ordenar sistemáticamente el plan de trabajo, de establecer las necesidades de recursos y de hacer óptimo su uso.

Todo ello requiere tiempo, esfuerzo imaginativo y trabajo laborioso. Naturalmente, implica cierto costo y la necesidad de demorar el inicio de la ejecución, mientras se completa el planeamiento. Pero estas desventajas son insignificantes en comparación con los ahorros que resultan a largo plazo.

Es necesario tener presente que el costo de la programación se paga con los muchos errores que se evitan por descoordinaciones. Disminuyen los trabajos duplicados y las pérdidas por atraso en el término del proyecto.

Desgraciadamente , los costos de esos errores no se asientan en los libros de contabilidad y por eso, para muchas personas pasan inadvertidos; sin embargo son reales, tangibles y muchas veces cuantiosos.

El hecho de programar no da el don de la profecía para conocer lo que ocurrirá en el futuro. Sin embargo, permite iniciar el proyecto con plan claro y definido, y si se acompaña con un sistema de control apropiado, permite advertir oportunamente cualquier desviación del plan original y tomar de inmediato las decisiones correctivas que correspondan.

La oportunidad para detectar las desviaciones, así como la información para tomar las decisiones correctivas, dependen en gran medida del grado de precisión y detalle con que se haya programado. La eficacia de las decisiones correctivas depende de la oportunidad con que se detecte el problema y de la información que se tenga acerca de sus causas y efectos.

Cada vez que se toma una decisión correctiva, ésta modifica en alguna forma la programación existente. Ello implica la necesidad de programar las actividades afectadas por la decisión, que no será sólo las que presentaron el problema, sino también aquellas que esperaban su producto como insumo. Por ello, no tiene sentido ver en los muros de las oficinas de los Jefes de Proyecto redes de programación descoloridas por el tiempo.

La condición básica para que la programación sirva para manejar un proyecto, consiste en que sea un instrumento vivo que se modifique con cada decisión correctiva.

Si bien la actualización permanente implica un cúmulo de trabajo que hay que hacer y pagar, la pregunta que debe estar siempre en la mente del Jefe de Proyecto es: ¿cuánto costarían los errores que pueden evitarse con una programación actualizada?

CAPITULO 2: MODELOS DE PROGRAMACION

El objetivo de este capítulo es revisar los modelos de programación, siguiendo el orden cronológico en que han sido presentados.

2.1 Modelos básicos

a. Diagrama de Gantt

Es el método más antiguo, pero que se mantiene con gran popularidad. El modelo fue propuesto a principios del siglo por Henry L. Gantt para programar procesos industriales. A raíz de su gran éxito en la programación logística de la primera guerra mundial, pasó a ser el método favorito para programar distintos tipos de procesos, entre ellos los proyectos.

b. Diagrama de Flujo

No obstante la claridad y sencillez del Diagrama de Gantt, tiene la gran limitación de no señalar la secuencia entre las actividades.

Los Diagramas de Flujo, o Diagramas de Proceso, se crearon para salvar la limitación del de Gantt. Consisten en la descripción gráfica de las secuencias en que deben ejecutarse las actividades. Utilizan figuras geométricas que representan las actividades y flechas para señalar las secuencias.

Mediante el uso de distintas figuras geométricas, estos diagramas pueden distinguir entre distintos tipos de actividades como las de acción, de transporte, de espera, de decisión, etc.

La variedad de posibilidades que dan estos símbolos ha hecho que no haya un lenguaje universal, sino que se adopte el adecuado para cada tipo de proceso. Algunos han estandarizado sus símbolos, como ocurre con los programas de computación, los de análisis administrativo y otros.

Los Diagramas de Flujo resolvieron el problema de expresar las secuencias, pero no la duración de las actividades ni la distribución temporal de ellas, Por eso el uso que hoy tienen es planificar procesos en que la secuencia es más importante que el tiempo en que se realizan las actividades, como es el caso de la normalización de procesos repetitivos.

No se ha anotado bibliografía sobre estos métodos por la variedad de su simbología, pero cualquier texto de computación o de análisis administrativo trae explicaciones acerca de los que emplean en su especialidad. Los principios son los mismos de los que se usan en cualquier otro tipo de aplicación.

c. Línea de balance

Este método tiene por objeto programar y controlar la elaboración de productos complejos que resultan del ensamble de varios componentes, cada uno de los cuales tiene sus propias características de fabricación o de suministro. Estas características de los procesos hacen necesaria una coordinación cuidadosa para que cada componente afluya a los puntos de ensamble en la cantidad y oportunidad requeridas.

Para cumplir sus objetivos el método combina tres modelos:

i) programa de entrega o acabado de los productos finales,

ii) diagrama de proceso para el ensamble de una unidad y para fabricación de cada parte y iii) diagrama de control del estado de la producción.

i. Programa de entrega: el método lo expresa en forma de una curva en un eje de coordenadas, en que la abcisa lleva el tiempo y la ordenada la suma acumulada de productos terminados.

ii. Diagrama del proceso unitario: es una aplicación del método descrito en b., al cual se le introduce el concepto de tiempo, señalando el plazo que media entre el ensamble de cada componente y la terminación del proceso. El ensamble de cada componente constituye un punto clave que el método se propone programar y controlar. El conocimiento de la anticipación con que debe ocurrir cada punto clave y del número de unidades del componente que deben ensamblarse, permite hacer un programa de entregas de cada componente, similar al de los productos terminados. Del mismo modo se pueden hacer diagramas de procesos unitarios para la fabricación de los componentes.

iii. Diagrama de control: consiste en un eje de coordenadas en cuya abcisa se marcan los distintos puntos de control y en cuya ordenada hay una escala indicativa del número acumulado de componentes. En cada fecha de control se pone una columna para cada punto clave, cuya altura indica el número de unidades acumuladas de ese componente que se debieran haber producido (o suministrado) en esa fecha, de acuerdo con la programación. Por otra parte, se hace el recuento físico de los componentes ya ensamblados, más los disponibles, y su cantidad se marca con un trazo horizontal sobre cada punto clave. La diferencia entre el extremo de la columna (programado) y el trazo horizontal (realizado)

permite visualizar el grado de adelanto o atraso en la disponibilidad de cada componente, información muy útil para tomar las decisiones correctivas que correspondan. 1/

d. Redes de flechas

Los métodos que se han descrito en los párrafos anteriores muestran un enriquecimiento creciente en su potencialidad. Ninguno de ellos es suficiente para programar proyectos complejos.

En 1956, S.P.S. Andrew del Institute of Civil Engineers de Inglaterra, publica un método para programar el mantenimiento de grandes fábricas al que llama de la "secuencia controladora de la duración"(1)

En 1957, la Central Electricity Generating Board, también de Inglaterra, establece un método para el mantenimiento de sus plantas eléctricas que llama de la "secuencia mínima irreducible" (2).

En 1957, la I.E. Du Pont, de los Estados Unidos, desarrolla un método para el mantenimiento de sus plantas químicas y para la construcción de otras. El método creado por Morgan Walker y James Kelly, logró reducir el tiempo no productivo del mantenimiento de una planta de 125 a 93 horas. El método fue publicado en 1959 con el nombre de CPM (Critical Path Method) (3).

En 1957, la Oficina de Proyectos Especiales de la Armada de los Estados Unidos estaba desarrollando el proyecto del cohete Polaris. Según lo programado por los métodos tradicionales, tenía un plazo de ejecución de cinco años. La importancia estratégica de este proyecto movió a encomendar a un equipo de inves

1/Consultar bibliografía en Español No. 16 y 23 y Sección 8.5 i) de la Literatura Inglesa No. 41, 42, 43 y 46.

tigadores la búsqueda de un método de control más efectivo. El equipo integrado por Donald Malcolm, John Roseboom, Charles Clark y Willard Fazar produjo el método PERT (Program Evaluation and Review Technique), el que no sólo cumplió su objetivo de control (a ello alude su nombre), sino que mostró tal potencialidad de programación, que logró que el proyecto Polaris, reprogramado con este método, se completara en tres años. El trabajo del equipo fue publicado en 1959 (4).

Una comparación entre los métodos CPM y PERT muestra que están basados en los mismos principios. En homenaje a la simultaneidad con que fueron producidos, se los suele mencionar como uno solo, con el nombre combinado de PERT/CPM.

La mayor diferencia entre el PERT y el CPM radica en que el primero incluye el análisis del efecto de las variables no controlables (factor fundamental en proyectos como los de investigación y desarrollo), lo que lo lleva a una solución "probabilística". En tanto que el CPM sólo considera las variables controlables (suposición más adecuada para trabajos de mantenimiento bien conocidos) lo que lo lleva a una solución "determinística".

El modelo básico del PERT/CPM representa cada actividad del proyecto con una flecha entre dos círculos (nodos), cuya punta indica el sentido entre el nodo de inicio y el de término de la actividad. El nodo de inicio representa un estado en que se han reunido todos los insumos que necesita la actividad. El nodo final representa un estado en que la actividad terminó su tarea completando el producto intermedio asignado a ella.

Como la relación básica entre las actividades de un proyecto es que los productos intermedios de algunas se transforman en insumos necesarios para la o las siguientes, los nodos finales de cada actividad se trasladan con los nodos iniciales de

otras (con la única salvedad de las actividades finales del proyecto). Esto permite articular un diagrama contínuo desde el comienzo hasta el término del proyecto.

El modelo incluye también un tercer elemento llamado "actividad ficticia" cuyo objetivo es unir dos nodos en que el segundo tiene todos los requerimientos de estado del primero además de los propios. Las actividades ficticias se representan por flechas de trazo interrumpido con la punta dirigida al nodo que incorpora a sus requisitos propios, los del nodo donde nace la flecha.

Las redes de flechas, y específicamente el método PERT/CPM, es el que ha tenido el uso más difundido en la programación y control de los grandes proyectos realizados en todo el mundo en las décadas de los sesenta y setenta.

e. Métodos de redes de bloques

Casi al mismo tiempo, un segundo modelo de redes fue desarrollado por John Fondahl en la Universidad de Stanford y fue publicado en 1962 (6). En este método las actividades se representan por círculos y sus conexiones por flechas, de modo que las flechas afluentes muestran las relaciones de la actividad para recibir insumos de las actividades donde nacen esas flechas, en tanto que las flechas que salen del círculo muestran las relaciones para entregar su producto intermedio a las actividades siguientes que lo necesitan como insumo.

El aspecto del diagrama de Fondahl es muy similar al del PERT/CPM, ya que sus figuras son también flechas y círculos, pero

no tiene ficticias. A veces se le conoce también con el nombre (tal vez impropio) de Neo-PERT.

También desde 1957 Bernard Roy trabaja en Francia en su método de los potenciales, el que logra poner a punto en 1960 y es publicado en 1962 (7). El método de Roy coloca las actividades en rectángulos y sus conexiones con flechas, en forma similar al de Fondahl. Además agrega otros elementos que posteriormente serán desarrollados en el método CPS de la IBM. El nombre de método de los potenciales viene de la analogía con el Puente de Wheastone en que se basó Roy.

Es importante hacer notar que los trabajos de Fondahl y de Roy son contemporáneos con los del PERT y CPM, lo que indica la gran inquietud que existía en esos años por encontrar métodos de programación más eficaces.

2.2 Variaciones y extensiones a los modelos básicos

a. Modelos de redes

Los modelos básicos que se han presentado en el párrafo anterior tienen como objetivo el ordenamiento en secuencias de las actividades y la determinación de la duración del proyecto y de las fechas de ejecución de cada una de las actividades.

Sobre estos aspectos el modelo CPM no ha sufrido modificaciones y hoy sigue siendo el método más usado en la programación de los grandes proyectos de todo el mundo.

Los modelos de redes de bloques, en cambio, que al comienzo presentaban cierta dificultad para su cálculo, han ido evolucionando para superar esas limitaciones y para darles nuevas posibilidades. Entre los modelos que lograron superar los problemas de cálculo de la red está el método ABC (Analysis Bar

Chartin) propuesto por John Mulvaney en 1969 (46). El ABC presenta una forma de cálculo que es más sencilla que la del CPM.

Todos los métodos de redes comentados contemplan una sola conexión significativa entre las actividades -aquella que relaciona el término de la actividad antecedente con el comienzo de la actividad siguiente- relación que no consume tiempo.

El método CPS (Control Project System) desarrollado por la IBM en 1967 (45), al cual Keith Crandall dio el 1973 mayores alcances (47), introduce la posibilidad de usar otras conexiones entre las actividades: la de Comienzo a Comienzo, y la de Término a Término.

La primera de esas conexiones permite indicar que una actividad puede comenzar en un determinado plazo después de comenzada otra, sin esperar que la anterior termine. Por ejemplo, si una actividad consiste en el cálculo de las libretas de los datos de topografía recogidos en el terreno y la siguiente es hacer los correspondientes dibujos topográficos, se pueden comenzar los dibujos cuando hayan transcurrido n días del comienzo del cálculo, sin esperar que esta actividad termine.

En la misma forma, la conexión Término a Término permite indicar que una actividad debe terminar junto con otra o con un desplazamiento de un tiempo determinado. Por ejemplo, siguiendo con la topografía y suponiendo que la actividad siguiente es diseñar sobre el dibujo el trazado de un canal, éste se puede comenzar con los dibujos de la primera parte, mientras se sigue dibujando. Podría ponerse como condición que el término de los dibujos tenga un desplazamiento dado con el término del diseño, de acuerdo al tiempo que tome diseñar esta última parte.

En la extensión propuesta por Crandall, la propia conexión

Término a comienzo, que es la usual en todas las redes, puede especificarse que no sea inmediata, sino que tenga un retardo dado. Por ejemplo, en una actividad de vaciado de concreto, se puede especificar que el retiro del encofrado (la actividad siguiente) se haga con un retardo r , suficiente para que el concreto haya adquirido la consistencia necesaria.

b. Asignación de recursos

Desde el comienzo de la era de la programación por redes, se advirtió que una de las limitaciones importantes de estos métodos es su orientación exclusiva al manejo de la variable tiempo, dejando un gran vacío acerca de la forma de utilizar los recursos que conlleva la programación de las actividades.

A partir de 1962 comienzan a publicarse trabajos proponiendo métodos para abordar sistemáticamente este segundo tipo de problemas. Los investigadores extienden sus consideraciones no sólo a un proyecto específico, sino al caso de empresas que ejecutan simultáneamente varios proyectos que ocupan los mismos recursos. El párrafo 9.5 (iii) de la bibliografía señala cuatro trabajos que se refieren a este tema.

Uno de los métodos que adquirió cierta popularidad fue el RAMPS (Resource Allocation Multi-Project Scheduling) (48 y 49), que procura la optimización en el uso de los recursos de una empresa que realiza varios proyectos simultáneos, a través de la yuxtaposición de los diagramas de recursos de los distintos proyectos.

Los métodos propuestos hasta hoy son sólo reglas para un proceso de aproximaciones sucesivas que, al aplicarlo a la nivelación de varios recursos, se hace lento y costoso. Aunque no existe impedimento teórico para optimizar el uso de los recursos, en la práctica se busca sólo la nivelación de los

recursos más caros y de los más escasos, además de aquellos casos en que en períodos cortos se producen desniveles claramente inconvenientes de otros recursos.

En los capítulos 3, 4 y 5 se desarrollan ejemplos de nivelación de recursos.

c. Optimización de la relación duración-costo

Una extensión muy interesante de los métodos de programación es la presentada por el Department of Defense (DOD) y la National Aeronautics & Space Administration (NASA) con el nombre de PERT/COST SYSTEMS DESIGN, en 1962 (57). El PERT/COST muestra que, si se quiere abreviar la duración de un proyecto, los tres tipos de costos que componen su costo total, varían en distinta forma y de manera tal que es posible determinar una duración que procura un costo mínimo. En efecto, la tendencia en la variación de esos costos es la siguiente:

- i. Los costos directos, que corresponden al valor de los insumos que se incorporan a cada actividad, normalmente aumentan cuando se quiere acelerarla o prolongarla. Sin embargo la magnitud de ese aumento por unidad de tiempo que se se acelere es diferente para cada actividad, lo que permite seleccionar las actividades de la ruta crítica que conviene acelerar.
- ii. Los costos indirectos, que corresponden a los gastos de administración y otros que no se incluyen en los insumos de las actividades, tienen por lo general un valor constante por unidad de tiempo. Esto disminuye proporcionalmente a la reducción de la duración del proyecto.
- iii. El costo circunstancial, que corresponde al valor de la producción que se puede ganar por cada unidad de tiempo en que se adelanta la puesta en marcha del proyecto, amenta los ingresos asignados al proyecto, lo que se asimila a una disminución de su costo.

El PERT/COSTO proporciona el método para determinar el punto de duración óptima. Este sistema puede estudiarse en los textos citados con los números 16 y 28 de la bibliografía.

d. Redes probabilísticas

Como se indicó en 2.1 d., el método PERT se diferencia del CPM en la consideración de los efectos de las variables no controlables en la duración de cada actividad, de modo que éstas no tienen una duración determinada, sino una probabilidad de duración entre una mínima (tiempo optimista) y una máxima (tiempo pesimista).

El método PERT hace la suposición que las probables duraciones entre esos límites siguen la distribución de la curva Beta, escogida por la facilidad que ella presenta para calcular la esperanza matemática de la duración y la correspondiente desviación estándar de las duraciones posibles.

Esta forma de abordar la definición de la duración de todas o de algunas de las actividades vino a dar un camino de solución para programar, en alguna forma, la ejecución de los proyectos en los cuales no se puede predecir la duración de sus actividades.

Recordando que el método fue desarrollado para un proyecto del tipo experimental, donde buena parte de sus 70.000 piezas diferentes debían ser diseñadas y fabricadas a través de procesos de ensayo y error, se comprende que sólo fuera programable mediante un tratamiento probabilístico.

La importancia que tiene el PERT para proyectos relacionados con el sector agropecuario, es que en muchos proyectos se presentan casos de nuevos diseños, trabajos en climas variables,

y muchas otras circunstancias que hacen necesario un tratamiento probabilístico.

Cabe recalcar que una probabilidad no es una certeza. Las fuertes variaciones entre las duraciones programadas y las reales, en muchas aplicaciones llevó, en la primera mitad de la década de los sesenta, a que muchos investigadores discutieran teórica y experimentalmente la validez de utilizar la distribución Beta para determinar la probabilidad de ocurrencia de la duración de cada actividad así como la aplicación del teorema del Límite Central para calcular la probabilidad de la duración total del proyecto.

Los trabajos citados en el párrafo 9.5 iv, de la bibliografía son representativos de esos análisis, así como el (27) de la bibliografía en español.

El resultado de estas discusiones ha sido la aceptación general de que, tratándose de un campo tan incierto, las suposiciones del PERT dan resultados aceptables.

e. Método GERT

Un segundo modelo de redes probabilísticas fue presentado por A.A.B. Pristker y W.W. Happ en 1966, con el título de GERT (Graphical Evaluation and Review Technique). (60).

El método GERT no sólo admite la variación en la duración de las actividades, sino también que algunas de ellas no terminen, o que cambien, como también que haya ciclos en la red.

El método abarca situaciones mucho más amplias que los demás modelos como es el caso de actividades cuyos resultados no se pueden predecir (licitaciones, pruebas de prototipos,

estudios de factibilidad, etc.), las cuales, según sea su resultado, hacen cambiar la red posterior a ellas.

El GERT permite también definir distintos tipos de nodos, cada uno de los cuales tiene un lado de entrada y otro de salida. El lado de entrada especifica los requerimientos para que puedan realizarse las actividades que nacen en él. Es decir, calcula el número de actividades afluentes que deben completarse para que pueda comenzar tanto la primera que sale, como las siguientes, incluyendo circuitos de reciclaje o de realimentación.

El lado de salida determina el tipo de red que continua a partir de ese nodo. Puede ser determinístico si se cumplen todas las actividades que salen del nodo, o probabilístico si se cumple sólo una, la que tendría una probabilidad dada de ocurrencia.

Los textos 60, 61 y 67 de la Bibliografía describen el método y sus aplicaciones.

CAPITULO 3: METODO DE GANTT

3.1 Características del Método

El método de Gantt, el más antiguo, consiste en descomponer el proyecto en sus actividades, las cuales se ordenan según la secuencia lógica con que deben ejecutarse, mediante un gráfico que consiste en un eje de coordenadas en cuya vertical (ordenada) se anota cada una de las actividades y en la horizontal (abcisa) el tiempo necesario para completar el proyecto. (Ver gráfico 3.1).

En este gráfico, frente al nombre de cada actividad, se dibuja una barra cuyo punto de partida se coloca en la columna de la fecha en que debe iniciarse y se extiende en forma continua hasta la columna de la fecha en que debe terminarse. De este modo, la longitud de la barra de cada actividad representa la duración de ésta.

Para aclarar lo expresado, analícese un ejemplo: Se trata de una etapa de un estudio previo para otorgar crédito supervisado a una zona, para lo cual se efectuarán las siguientes actividades.

	<u>Duración en días</u>
A. Formación del grupo que hará el estudio	4
B. Traslado e instalación en la zona	2
C. Encuestas de producción	10
D. Análisis de encuestas	8
E. Determinación de sistemas de producción	5
F. Investigación de actividades agrícolas y tradicionales	7
G. Investigación del mercado de consumo y precios	15
H. Determinación de los medios de comunicación	3
I. Preparación de formularios para ejecutar el proyecto.	20

Los resultados obtenidos de la programación hecha con el método de Gantt pueden observarse en el gráfico 3.1.

Como se puede apreciar, el diagrama de barras muestra el desarrollo de cada actividad en relación con las fechas en que debe ejecutarse cada una, en forma fácil de interpretar.

3.2 El proceso de la programación

Cabe preguntarse cómo se identifican las actividades que se van a programar mediante el Diagrama de Gantt y cómo se determina su duración, ya que ambas informaciones son indispensables para construir el gráfico.

El método no proporciona un instrumento específico para hacerlo, por lo cual este trabajo queda entregado a la experiencia y habilidad de la persona, quien debe analizar el orden lógico en que debe realizarse éste, e ir haciendo una lista con las actividades que va encontrando en su análisis.

Es fácil imaginar que no siempre se encuentra la solución adecuada en el primer intento. Sin embargo, el llevar esa primera solución a un gráfico de Gantt facilitará enormemente el segundo análisis.

El hecho de que el gráfico obligue a que la barra representativa de cada actividad tenga determinada su duración para ponerla en él, hace necesario que la persona no sólo identifique cuáles son las actividades a desarrollar, sino también que haga una primera estimación de cuánto puede demorar cada una. Obviamente debe recurrir a su experiencia y a los datos estadísticos de que disponga acerca de la duración de actividades similares en proyectos anteriores.

La ventaja del método radica en que permite comenzar con una esti
mación muy burda y con ella hacer el primer gráfico. Luego ayudar
se con éste en el segundo análisis, en el cual se pueden separar
algunas actividades en dos o más si eso aporta mejor información,
como también refundir en una sola aquellas que no ameritan mostrar
las independientemente.

En la medida en que el proyecto sea más complejo (con muchas acti-
vidades) el trabajo se hace más difícil para que lo realice una so
la persona. Lo lógico será que cada uno de los colaboradores del

Proyecto que tendrán a su cargo la ejecución de las distin
tas acciones, participe en el planeamiento aportando su experiencia
sobre la parte que tendrá a su cargo.

El proceso de análisis sucesivos, debe continuar hasta identificar
las actividades que el Jefe de Proyecto y sus colaboradores consi-
deren adecuadas para programar y controlar la ejecución del proyec-
to. Cada análisis debe profundizar en el detalle y en la correla-
ción de las distintas actividades.

Lo expresado deja a criterio de esas personas determinar el
grado de detalle de las actividades que se deben identificar y pla
nificar. También es conveniente que ese grado de detalle permita
identificar las actividades que estarán a cargo de cada persona
responsable de ejecutarla. Se puede establecer las acciones y
los recursos que serán necesarios para realizarla, de modo que la
estimación de la duración de cada una de ellas sea realista.

Una vez que se llega a la solución adecuada para la identificación
de las actividades, es necesario planificar el proceso que necesi-
ta cada una de ellas y especificar los recursos que utilizará, con
el propósito de: a) calcular su duración, ya que se necesitará pa-
ra la programación final del proyecto, b) especificar los recursos
de que se debe disponer para ejecutarla, lo cual es necesario para
la etapa que se describe en el párrafo siguiente, y c) hacer el pre-
supuesto de cada actividad y con el conjunto de todas ellas, el pre-
supuesto del proyecto.

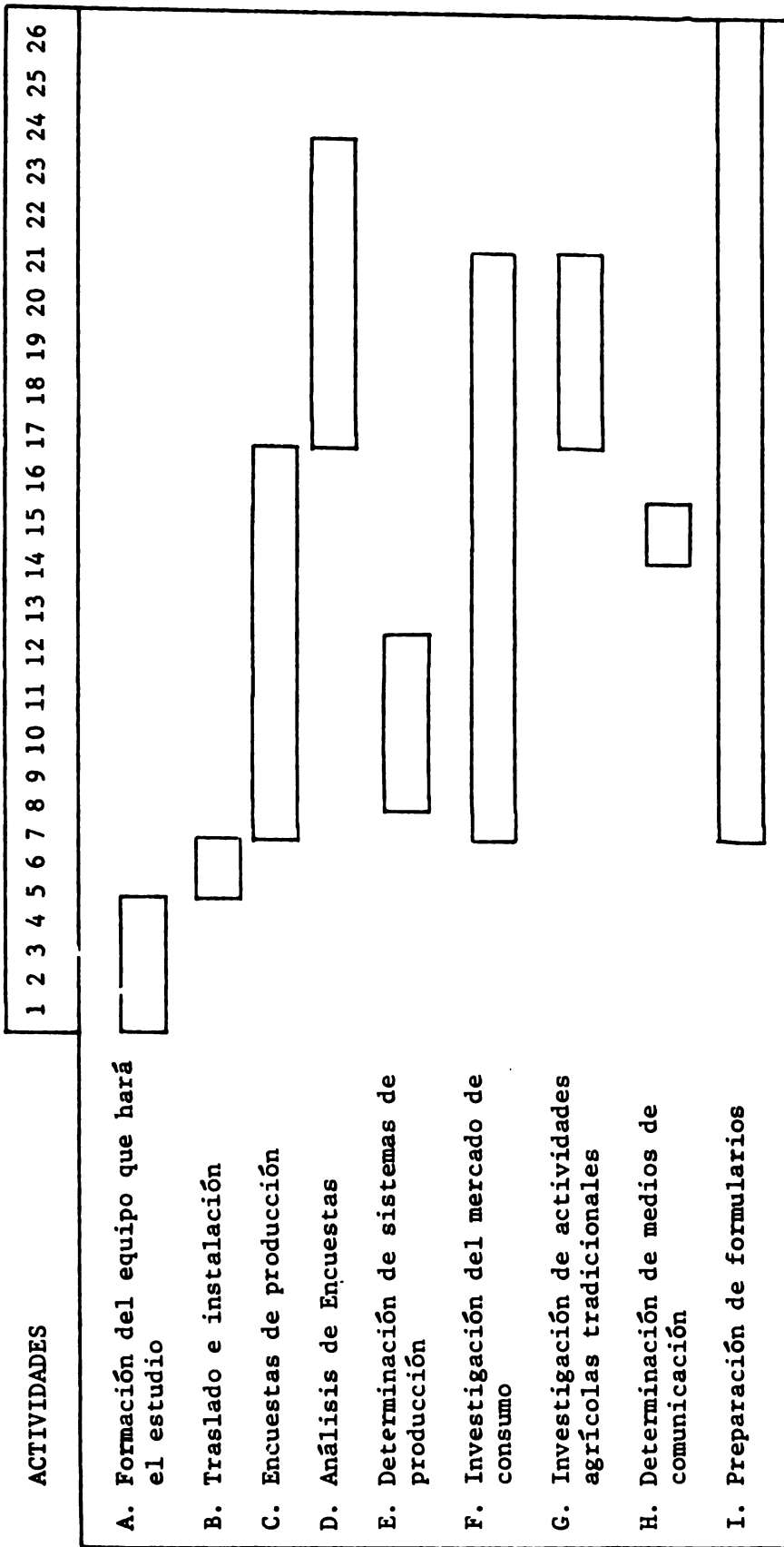


Gráfico 3.1

Virtudes y limitaciones del Método de Gantt

Como ya se advirtió, la gran virtud del método de Gantt es la sencillez del gráfico final, que es muy fácil de interpretar por cualquier persona que haya recibido un entrenamiento mínimo. Esta virtud hace que aún hoy su uso esté ampliamente difundido, y que sea el método que se emplea en todos los proyectos en que no se quieren emplear los métodos de redes.

Al lado de esa gran ventaja, el método tiene tres grandes limitaciones:

a. No indica las secuencias entre las actividades

El hecho de que el método no señale la secuencia obligada entre las actividades deja la duda de si estas se han programado en esas fechas por necesidad o por simple conveniencia. Cada vez que se produce un atraso en una actividad hay que revisar cuáles son las que necesitan insumos de ella para reprogramarla conforme a la situación producida. A su vez, el cambio en la programación de éstas obliga a reprogramar a las que reciben insumos de ellas y así sucesivamente, hasta las que completan el proyecto.

Como las secuencias no están señaladas, no siempre se ve claro las que hay que reprogramar y, con frecuencia, no se reprograman, lo cual hace que el modelo se aleje de la realidad y no proporcione información confiable para tomar decisiones.

b. No identifica la secuencia de actividades que determina la duración del proyecto.

En todo proyecto hay una secuencia de actividades que condiciona su duración. Este es el concepto de ruta crítica que introdujeron los métodos de redes y que hizo posible dramáticas reducciones en la duración de muchos proyectos (ver párrafo 2.1 d.).

Al no identificar esta cadena o ruta crítica, para el Diagrama de Gantt todas las actividades tienen el mismo valor, lo cual calla un elemento de juicio muy importante para dirigir el proyecto. Cualquier atraso en las actividades críticas atrasa en el mismo tiempo, la duración de todo el proyecto, en tanto que las demás tienen cierta holgura que también es diferente para cada actividad.

Otra implicación importante de la falta de identificación de la ruta crítica la tenemos en el caso en que se quieran acelerar algunas actividades para terminar antes el proyecto. La información que da el Diagrama de Gantt llevaría a acelerar todas las actividades finales, en tanto que lo probable es que baste acelerar una (la actividad crítica), lo cual tiene un costo muy diferente (por ejemplo el gráfico 3.7 muestra dos actividades finales que habría que acelerar, en tanto que un análisis de ruta crítica mostraría que para acelerar un mes la terminación de ese proyecto, bastaría acelerar la actividad I, ya que la D se puede programar un mes antes de la fecha en que aparece en ese gráfico).

- c. Es más difícil detectar actividades inadvertidas.

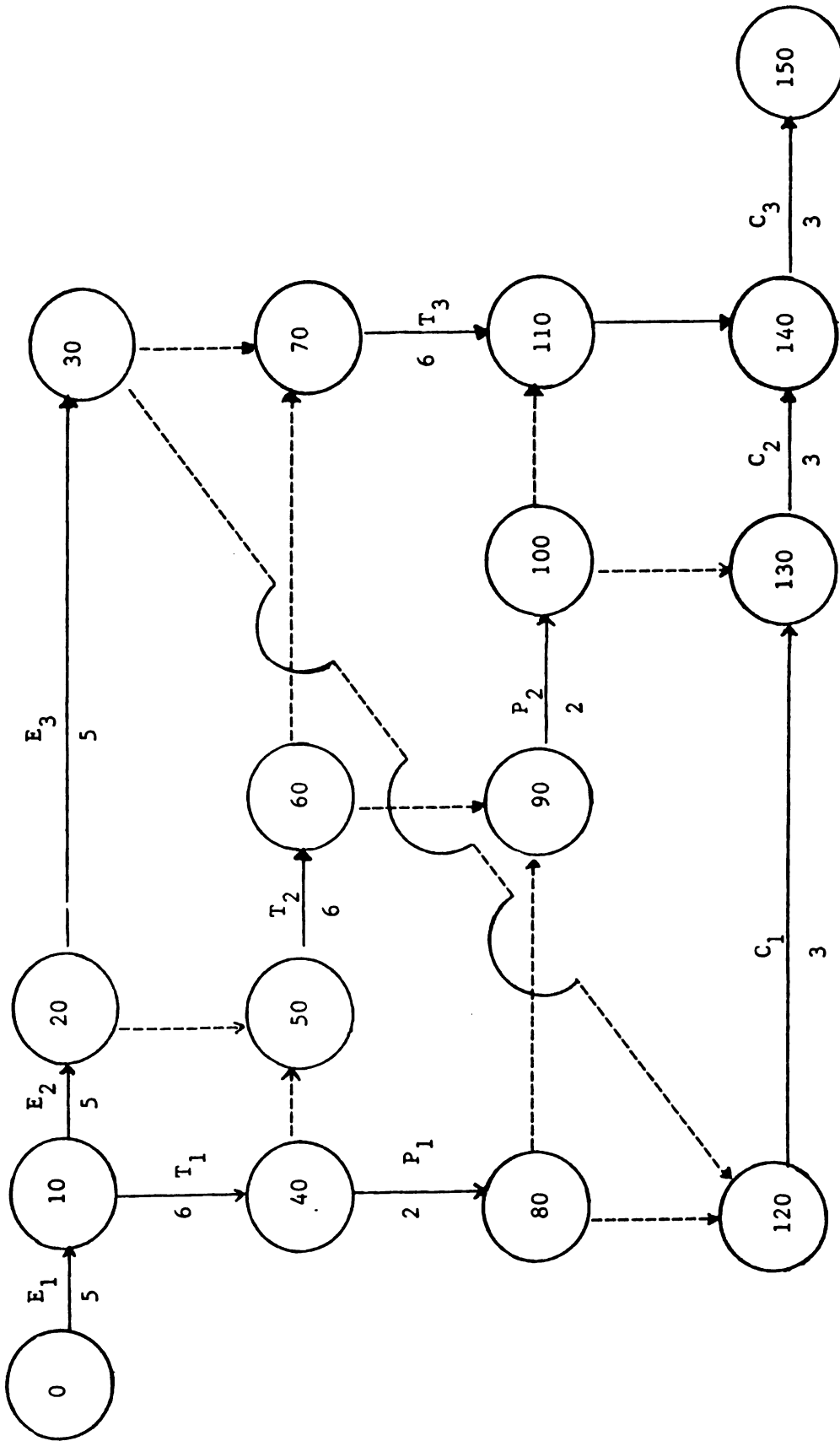
CAPITULO 4: METODO CPM

4.1 Características del modelo

El método del camino crítico (CPM) fue creado por M. Walker y J. Kelly en 1957. Estudia la secuencia de las actividades, la duración total del proyecto y las fechas de comienzo y término de cada actividad, a través de un modelo compuesto por tres elementos: flechas de trazo lleno, círculos y flechas de rayas (trazos interrumpidos).

El gráfico 4.1 muestra un modelo CPM.

GRAFICO 4.1



En este gráfico las flechas llenas representan las actividades del proyecto.

Se puede observar que hay flechas llenas de distinta longitud y en distinta posición. Ninguno de estos aspectos tiene significado para este modelo, como tampoco lo tiene que las flechas se dibujen curvas o con líneas quebradas.

En cambio sí es muy importante que cada flecha llena se dibuje entre dos círculos, llamados nudo inicial y nudo final de esa actividad, entre los cuales la punta de la flecha indica la dirección en que transcurre el tiempo, o avanza la ejecución de la actividad.

Para mantener este sentido de avance de cada actividad, el método exige que para cada una de ellas el número que identifica al nudo final sea más alto que el que identifica a su nudo inicial.

La longitud de la flecha no es importante porque el modelo agrega en cada una un símbolo o un nombre que la identifica y un número que indica las unidades de tiempo que dura la actividad.

Cada nudo, llamado también evento o nodo, es un artificio gráfico del modelo para expresar los vínculos de secuencia entre las actividades. Cada actividad debe tener siempre un nudo inicial y uno final, que son sus elementos de articulación para conectarse con otras actividades. En consecuencia, no es admisible que dos actividades tengan el mismo nudo inicial y el mismo nudo final, ya que cada una de las actividades debe tener independencia para articularse con las que verdaderamente le corresponda.



Gráfico No. 4.2

Relación inadmisibile

El vínculo de conexión que establece un nudo entre las actividades que lo tienen como final y las que lo tienen como inicial, es la indicación de que todas las actividades que afluyen a él han terminado y que se está en condiciones de empezar todas las actividades que nacen en él. Es decir, cada nudo dispone de los productos intermedios de todas las actividades que llegan a él, los cuales en conjunto son, a su vez, insumos necesarios para que comience cada una de las actividades que salen de él.

El tercer elemento o símbolo que usa el modelo es la flecha de rayas (trazo interrumpido), comunmente mal llamada "actividad ficticia".

El nombre de "actividad ficticia" proviene de la semejanza que tiene en el gráfico con la flecha llena que es una actividad. Sin embargo, su función no tiene ninguna semejanza con la actividad, ya que establece un vínculo entre dos nudos, que transfiere al nudo final el nudo inicial. Así, en el gráfico 4.1 la ficticia 20-50 significa que se ha transferido el estado del nudo 20 (que se dispone del producto intermedio E2) al nudo 50. Por su parte la ficticia 40-50 significa que se ha transferido el estado del nudo 40 (que se dispone del producto de la actividad T1) al nudo 50. En resumen, el nudo 50 representa que se dispone del producto intermedio de E2 y de T1. Ambos son insumos necesarios para comenzar la actividad T2.

Así como no tiene sentido que una flecha llena o de rayas no posea su correspondiente nudo inicial y nudo final, tampoco tiene sentido un nudo que no esté conectado a otro por ambos lados, ya sea por medio de actividades o de ficticias. Esto significa que todos los nudos de una red deben tener, a lo menos, una flecha afluyente y una saliente. Sólo son excepción el nudo de inicio de la red, que sólo tiene flechas salientes, y el nudo final de la red (producto final) que sólo tiene flechas afluentes.

CAPITULO 5: METODO ABC

5.1 Características del Modelo

El método ABC (Analysis Bar Charting) presentado por John Mulvaney en 1969 (46) corresponde a un tipo de redes de bloques cuyo objetivo es el mismo del CPM. Es decir, determina la duración total del proyecto y las fechas de inicio y de término de cada una de las actividades.

El método ABC usa fundamentalmente dos procesos: uno para establecer las secuencias y calcular la red y otro de barras que recoge la información del primero para estudiar la programación definitiva de las actividades. De ahí el nombre del método.

El gráfico 5.1 muestra la representación ABC del mismo proyecto presentado en el CPM, en el gráfico 4.1.

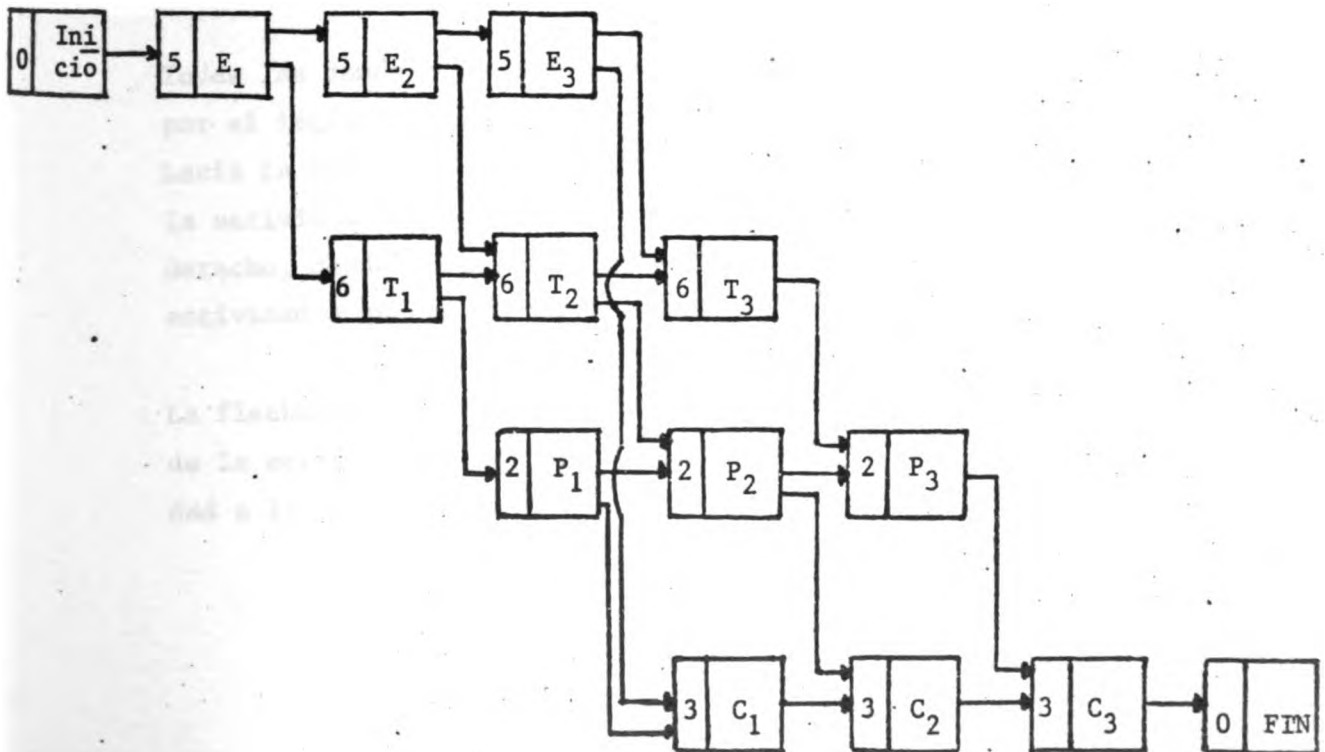


Gráfico 5.1

El modelo usa sólo dos símbolos: el rectángulo, o "caja" que representa a cada actividad del proyecto y las flechas que represantan las relaciones de secuencias entre ellas.

Cada "caja" se compone de dos compartimientos: uno a la izquierda para anotar la duración de la actividad y el de la derecha para anotar el símbolo o frase reducida que identifica la actividad.

El modelo incluye dos actividades ficticias: la caja de INICIO que significa que se tienen disponibles todos los insumos y reursos para comenzar las actividades iniciales, y la caja FIN que significa que se alcanzó el objetivo del proyecto.

Ambas cajas llevan indicación de duración cero y son las únicas que se conectan a las demás sólo por un lado: la de inicio por el lado derecho, o de salida; la de fin por el lado izquierdo o de llegada.

Todas las demás cajas se conectan a la red por ambos lados: a) por el izquierdo, donde todas las flechas están con su punta hacia la caja para indicar los insumos que recibe (que son de la actividad en que nace cada una de esas flechas); b) por el derecho, donde todas las flechas son de salida para indicar a las actividades que su producto intermedio servirá como insumo.

Las flechas sólo indican la relación que el producto intermedio de la actividad de la cual nace, servirá de insumo a la actividad a la cual llega.

El diagrama de barras ABC es una especie de Gantt, pero con dos variantes importantes. Primero, las actividades no se dibujan en líneas separadas, sino formando rutas parciales, en torno a la ruta crítica que forma una barra continua del inicio al fin del proyecto. Segundo, que se marcan con flechas las conexiones establecidas en la red.

En el gráfico 5.2 se construye el diagrama ABC del proyecto, de acuerdo con sus tiempos más tempranos.

DIAGRAMA DE BARRAS ABC

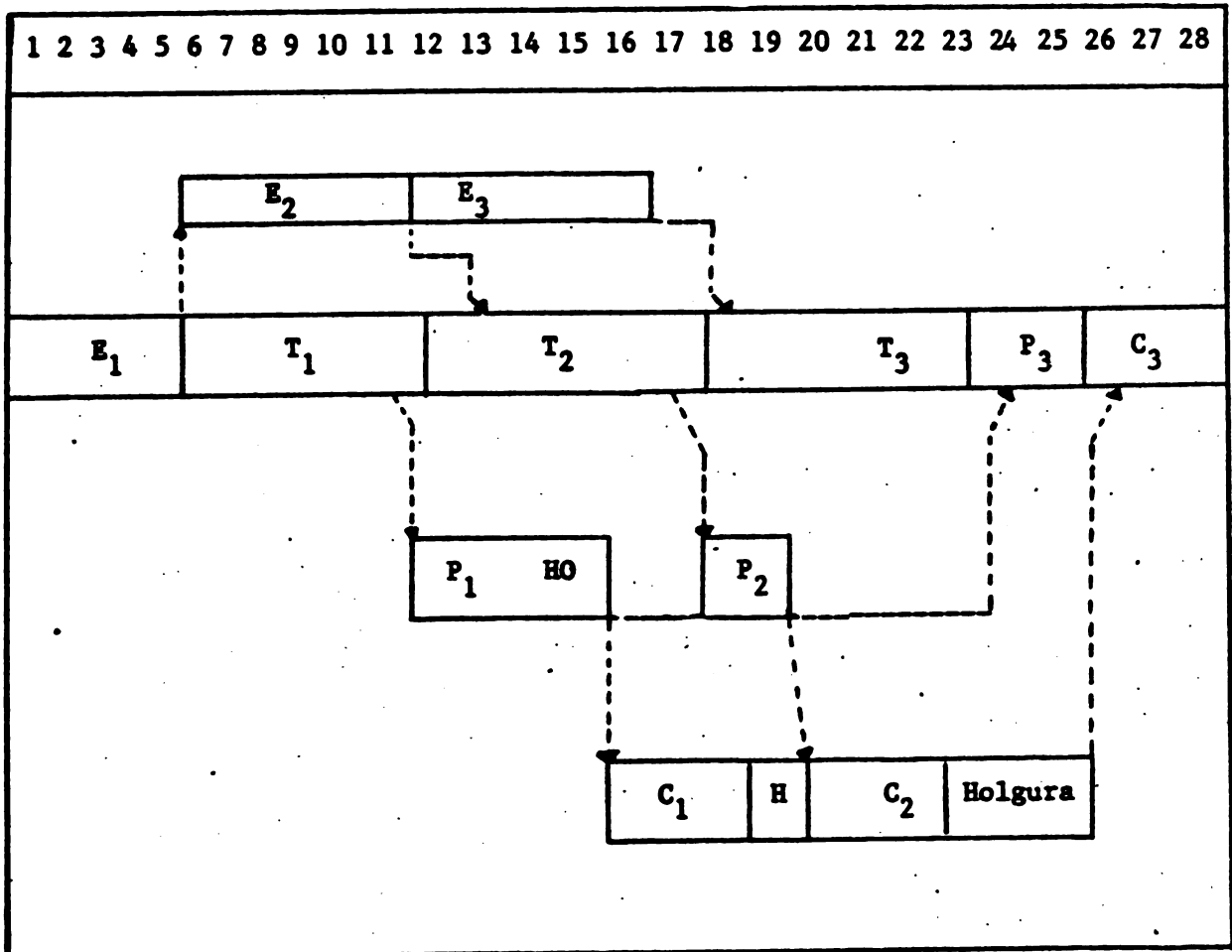


Gráfico 5.2

CAPITULO 6: IDENTIFICACION DE LAS ACTIVIDADES MEDIANTE EL DESGLOSE ANALITICO DEL PROYECTO

Llama la atención que la mayor parte de la literatura sobre métodos de programación asigne tan poca importancia a la etapa de las actividades. En gran parte de esta literatura se le menciona sólo en unas pocas líneas. Brevemente destacan la necesidad de descomponer el proyecto en sus partes y listar los distintos rubros considerando las diferentes tecnologías involucradas, así como la necesidad de apoyarse en la experiencia de los miembros del equipo. Empero, no ofrecen suficiente información acerca de la forma de sistematizar este proceso tan "necesario".

Varias técnicas existen para identificar el conjunto de actividades. Las tres más comunes son: expansión de funciones, red de pertinencia (o árbol de pertinencia) y estructura patrimonial de objetivos. La primera se deriva de la ingeniería de sistemas y representa una visión jerarquizada de una función sistematizada (69).

La red de pertinencia también jerarquiza, pero ordena una serie de factores de acuerdo con su efecto lógico más importante. No se preocupa por incorporar los factores de acuerdo con sus efectos menores. El desglose analítico de la problemática a la cual se dirige el proyecto, se facilita con la red (o árbol) de pertinencia y es el método recomendado en otros fascículos (27).

La estructura patrimonial de objetivos responde a la necesidad de jerarquizarlos no solamente a su lógica interna, sino también tomando en cuenta que hay intereses creados. Estos intereses a menudo exigen ordenar los objetivos de acuerdo con las relaciones lógicas y según los "dueños" asociados con cada objetivo (71, 72).

Una variante, que combina la red de pertinencia con expansión de funciones, se ha conocido en inglés con el nombre de "Project Breakdown Structure" desarrollado por Booz, Allen & Hamilton (59). Se ha traducido como "Desglose Analítico del Proyecto" (16) que se expone a continuación.

6.1 Desglose Analítico del Proyecto

El método consiste en descomponer el proyecto en los productos finales que en conjunto permiten cumplir con su objetivo principal. Esos productos son los subobjetivos de primer nivel, conocidos también como objetivos intermedios o productos. Se recomienda estudiar el Fascículo N°2, Resumen Operativo de la Gerencia, que paso a paso explica al proceso de descomponer un proyecto.

Para cada uno de esos productos finales se procede a descomponerlos en la misma forma, identificando los subproductos que en conjunto van a producir el correspondiente producto final. Estos a su vez, serán los subobjetivos de segundo nivel de desglose el objetivo total del proyecto.

El proceso continúa paso a paso en la misma forma para cada subobjetivo identificado, hasta llegar a un nivel de subproducto (o subobjetivo) de magnitud tal, que el proceso para obtenerlo sea fácilmente observable y suficientemente sencillo para que el responsable de lograrlo pueda planificar detalladamente la actividad para obtenerlo. Posteriormente, se utiliza para supervisar al personal operativo que lo ejecutará.

El desglose analítico es una descomposición natural del proyecto en sus objetivos jerarquizados, descendiendo nivel por nivel hasta las actividades. Aún continúa en la etapa del planeamiento de la actividad, hasta el nivel de sus componentes elementales (materiales, servicios, información), lo que proporciona las siguientes ventajas:

- a. Da un marco para identificar y comprender los alcances del proyecto centrado en sus objetivos. Esta visión es independiente de la estructura de organización de la entidad ejecutora, de su sistema contable, del origen de los fondos que emplea, o de cualquier otro condicionamiento ajeno al proyecto

mismo.

- b. Asegura que el objetivo final del proyecto está lógicamente bien apoyado en sus subobjetivos menores, los que incluyen to dos los necesarios para alcanzarlo.
- c. Permite establecer las correlaciones lógicas entre las especi ficaciones de cada subobjetivo del proyecto desde los más pe-
queños hasta el objetivo final.
- d. Permite decidir el tamaño adecuado para cada actividad y la
identificación de todas las necesarias, ya que cada actividad
será el proceso para lograr uno de los subobjetivos de menor
nivel identificado en el desglose.
- e. Da una visión de las interrelaciones entre los elementos que
componen el proyecto, lo que facilita el ordenamiento en se-
cuencias de las actividades.
- f. Permite ver la forma en que se agrupan las distintas activida
des para lograr cada objetivo intermedio (producto), lo que
dará una base fundamental para la forma que adoptará la orga-
nización para el proyecto.
- g. Ayuda a establecer los elementos para determinar los factores
de costo, como también las necesidades de recursos y totali-
zarlos en forma lógica para establecer el presupuesto. Faci
lita diseñar el sistema contable que conviene al proyecto.

6.2 Ejemplo de Desglose Analítico.

El siguiente es el desglose hasta el segundo nivel, preparado por los participantes de un ciclo de adiestramiento en administración de proyectos de un programa desarrollado en centroamérica. Se encontraron siete objetivos a primer nivel y 46 objetivos a segundo nivel. De

acuerdo con la nomenclatura recomendada, el objetivo específico corresponde al propósito, los objetivos de primer nivel a los productos (Objetivos Intermedios) y los objetivos de tercer nivel a las actividades.

OBJETIVO ESPECIFICO: Producción de Semilla Certificada para el año 1978

Primer Nivel (Producto) y Segundo Nivel (Actividades)

Producto 1. Administración de contratos con productores particulares.

- 1.1. Proporcionarles información sobre demanda y precios
- 1.2. Recibir ofertas de productores
- 1.3. Inspeccionar condiciones de cultivos oferentes
- 1.4. Establecer los costos de los oferentes
- 1.5. Hacer los contratos con los productores seleccionados
- 1.6. Venderles la semilla registrada
- 1.7. Recibir la semilla producida
- 1.8. Liquidar los contratos

Producto 2. Producción de Semilla Certificada

- 2.1. Obtener semilla de fundación
- 2.2. Establecer plan de trabajo
- 2.3. Localización de áreas para la producción
- 2.4. Contratar alquiler de tierras
- 2.5. Obtener recursos (humanos, físicos y financieros)
- 2.6. Preparación de la tierra
- 2.7. Siembra
- 2.8. Cultivo
- 2.9. Recolección
- 2.10. Secamiento y desglose
- 2.11. Limpieza y clasificación

Producto 3. Inspección de la producción por particulares.

- 3.1. Establecer Plan de Inspección
- 3.2. Obtener Recursos (Físicos, Humanos, Financieros)
- 3.3. Asignar personal
- 3.4. Ejecutar Plan de Inspección
- 3.5. Definir cuantía de demanda y de precios

Producto 4. Incorporación al proyecto de productores de semilla registrada

- 4.1. Proporcionar información sobre demanda y precios de compra a los productores
- 4.2. Recibir solicitudes de productores
- 4.3. Realizar inspecciones
- 4.4. Proporcionar información financiera sobre costos de productores
- 4.5. Contratar la compra venta
- 4.6. Vender semilla registrada. Plan de inspección
- 4.7. Recepción de semilla producida

Producto 5. Laboratorio de control de calidad establecido.

- 5.1. Establecer Plan de Actividades
- 5.2. Elaborar programa de trabajo
- 5.3. Obtención de Recursos (Físicos, Humanos, Financieros).
- 5.4. Realizar pruebas de control

Producto 6. Sistema de Procesamiento y almacenamiento funcionando.

- 6.1. Establecer Plan de Actividades de la Planta
- 6.2. Elaborar Programa de Trabajo

6.3. Obtención de los recursos

6.4. Ejecutar acciones de almacenamiento y procesamiento

Producto 7. Promoción

7.1. Análisis de la campaña anterior para fijar los próximos objetivos de la selección

7.2. Fijar los objetivos de la promoción

7.3. Seleccionar los medios de difusión

7.4. Definir el contenido de la promoción y su duración

7.5. Obtención de los recursos

7.6. Ejecución

7.7. Evaluación

CAPITULO 7: CONSIDERACIONES PARA DETERMINAR LA DURACION DE LAS ACTIVIDADES

La definición de las actividades, cuyo resultado va a ser la determinación de la duración de cada una de ellas y de los recursos que utilizará, es una etapa común para todos los métodos de programación. La variable principal que ellos manejan es el tiempo: duración total del proyecto, comienzo y término de cada actividad. Todas estas informaciones son obtenidas a partir del dato de la duración de cada actividad, que es el tema de este capítulo.

La definición de las actividades, al igual que su identificación, es un tema que la literatura sobre programación de proyectos trata con excesiva parquedad, limitándose a hacer énfasis en que los tiempos deben ser realistas, para lo cual hay que apoyarse en los registros estadísticos sobre duración de actividades similares y, a falta de éstos, en la experiencia del personal que va a ejecutar el proyecto.

De acuerdo con la experiencia del IICA, si bien los datos estadísticos aportan una información útil en los casos en que existan, no hay que olvidar que ellos son la consecuencia de una serie de factores que se

conjugaron en una forma dada para producirlos en el pasado. Para aplicarlos hoy es necesario conocer cómo se conjugaron antes y si estas condiciones se darán en la nueva actividad que queremos realizar. En otras palabras, la información estadística no libera de la obligación de analizar las circunstancias concretas en que se quiere aplicar.

Por otra parte, sólo en casos muy particulares se dispone de toda la información estadística necesaria para determinar las duraciones de todas las actividades.

Parece más general decir que la duración de cada actividad se obtendrá como producto de un análisis que comienza por la definición precisa del objetivo y continúa con la definición o diseño del proceso con que se ejecutará. Necesariamente incluye la consideración de la cantidad y tipo de los recursos disponibles, donde sí son útiles las informaciones estadísticas sobre el rendimiento de cada recurso.

Al poner como primer elemento la definición precisa del objetivo, se está estableciendo un enlace con el desglose analítico del proyecto por medio de la red de pertinencia, donde existe la primera información de por qué hay que realizar esa actividad. En la definición del objetivo, o producto de la actividad, mirado desde el punto de vista del enfoque sistémico, se debe tener presente quiénes van a ser los usuarios de esa actividad, ya que la razón de producirlo es la utilización que los usuarios harán de ese producto. Este enfoque muestra la necesidad de que el producto intermedio cumpla las especificaciones que requieren los procesos que lo van a usar como insumo.

En todo proyecto sólo las actividades finales dan productos para ser utilizados directamente fuera del proceso del proyecto, concretamente por el sistema productivo que utilizará el instrumento que crea el proyecto total. Todas las demás actividades aportan su resultado (producto intermedio) como insumo para el proceso de una o más actividades siguientes del

mismo proyecto. Lo anterior significa que será el uso que le darán esas actividades siguientes al producto intermedio de la que se está considerando, el que dará la pauta de las especificaciones que debe cumplir con el resultado de cada actividad.

El olvido de un aspecto tan importante como el que se ha señalado, lleva fácilmente a tener que complementar las acciones realizadas cuando ésta da un resultado insuficiente para las actividades que lo necesitan como insumo, o en el otro extremo puede entregar un producto intermedio sobredimensionado. En ambos casos se habrá pagado un sobreprecio inútil, que el análisis del objetivo pudo evitar. Además en el primer caso puede conducir a una pérdida de tiempo que afecte la duración del proyecto.

Una vez definido el objetivo como resultado del análisis indicado, habrá que diseñar un proceso adecuado para obtenerlo, por supuesto, sujeto a las restricciones que impone el tipo y la cantidad de recursos disponibles.

No es posible hablar específicamente de cómo diseñar el proceso de cada actividad. En cualquier proyecto la variedad de actividades puede ser muy grande. Sin embargo, puede afirmarse que quien debe estar en las mejores condiciones para hacer su diseño es la persona que se va a encargar de ejecutarla.

En este sentido es conveniente recordar la afirmación de Jerome O'Hea (Questions and Answers on MBO): si al fijar los objetivos no se hace participar al que debe obtenerlos, lo que se tendrá a la hora de la evaluación serán buenas explicaciones de por qué no se lograron. En otras palabras: la creatividad de las personas hay que canalizarla en forma útil para el proyecto, en lugar de permitir que se malgaste en rencillas o explicaciones inútiles.

Otra recomendación general que se puede dar para el diseño de una actividad que resulte compleja, es aplicarle el método del desglose analítico

que permite reducirla a tamaños tan pequeños como sea necesario y hacer para ella una pequeña programación utilizando cualquiera de los métodos que se desarrollaron en los capítulos 4 y 5. La ventaja de hacerlo es la indudable mayor facilidad de observar procesos simples que complejos.

Otro aspecto del enfoque sistémico que conviene recordar es que cada actividad está relacionada con el proyecto, no sólo por el lado de su producto intermedio (o final), sino también por el de los insumos que necesita. En efecto, mientras el resultado le da la razón de ser a la actividad, la obtención de los insumos condiciona la posibilidad de ejecutarla. Por ello uno de los resultados importantes del diseño de la actividad será la especificación de los insumos que necesita y de quién debe recibirlos. Esta información servirá a su vez para afinar los objetivos de las actividades que le proporcionarán esos insumos.

Este planteamiento pareciera llevar a la necesidad de definir las actividades en el orden inverso al de su flujo de ejecución, ya que son las posteriores las que condicionan el objetivo de las anteriores. Sin embargo, la forma usual de proceder es de afinar primero las actividades de ejecución más próxima para poder comenzar éstas aún antes de terminar la programación total del proyecto.

La aparente contradicción anterior se resuelve al recordar que, ninguna de las diferentes etapas que comprende la programación de un proyecto permiten tomar decisiones definitivas hasta que no se hayan realizado todas las etapas, y verificado que las soluciones tentativas que ha aportado cada una da resultados convenientes en las posteriores.

Particularmente en proyectos complejos como los de desarrollo rural, estas pruebas de ensayo y error son necesarias como consecuencia del hecho de que el proceso de la programación no dispone de un modelo único que incluya todas las variables que intervienen en él. A falta de ese modelo, cada etapa utiliza modelos diferentes que permiten examinar separadamente

el comportamiento de una de las variables, lo que requiere del proceso de aproximaciones sucesivas para combinar los efectos de todas ellas.

Como consecuencia de lo anterior, la etapa de la definición de las actividades conviene hacerla, en primera instancia, a un nivel tentativo que indique el tiempo y los recursos que necesita, pero sin que se terminen de establecer todos sus detalles. Se hará una determinación más fija una vez que se haya encontrado una solución que sea satisfactoria para todas las etapas siguientes de la programación.

8. BIBLIOGRAFIA

8.1 Publicaciones históricas

(Primeras publicaciones sobre programación por redes)

1. ANDREW, S.P.S. A job planning system for rapid overhaul of large units plants. I.C.I. Billingham Division. Report G&P/SPSA/JD. 1956.
2. FONDAHL, J. A non-computer approach to the critical path method for the construction industry. Stanford University. Dpt. of Civil Engineering. Technical Report no. 9. 1962.
3. FREEMAN, R. A generalized network approach to project activity sequencing. IRE Transactions Eng. Mgt. Set. 1960.
4. KELLY, J y WALKER, M. Critical path planning and scheduling. Proceedings of the Eastern Joint Computer Conference, Boston Mass., 1959.
5. MAINTENANCE INTENSIFICATION. London, General Electricity Generating Board. Memo GO/18/OR. 1957.
6. MALCOLM, D. et al. Applications of a technique for research and development. Program Evaluation (PERT). Operations Research 7(5). Set. 1959.

8.2 Publicaciones en español

7. ANTIL, J. y WOODHEAD, R. Método de la ruta crítica. México D.F., Limusa-Wiley, 1969. 315 p.
8. BATTERSBY, A. Planificación y programación de proyectos complejos. Barcelona, Ariel S.A., 1970. 428 p.
9. CATALYTIC CONSTRUCTION CO. Método del camino crítico. México, D.F., Ed. Diana, 1972. 123 p.
10. CHACON, E. Investigación operativa, teoría de grafos, PERT, DTSP. Madrid, Ibérica Europea de Ediciones, s.f. 326 p.
11. DIAZ COLLANTES, H. Qué es el PERT y para qué? Madrid, Index, 1970.
12. EDELSTEIN, I. Programación de obras. Buenos Aires, Mitra, 1972. 108 p.

•

13. EVARTS, H. Introducción al PERT. Barcelona, Sagitario, 1965. 151 p.
14. FIGUERA ANDU, J. PERT/CPM/ROY; técnicas modernas de planificación y control. Madrid, Saeta, 1966. 163 p.
15. LEÑERO G., J. Programación y control mediante las técnicas PERT/CPM. San José, Costa Rica, ICAP, 1976. 198 p.
16. _____, Organización para proyectos. San José, Costa Rica, ICAP, 1976. 149 p.
17. McMAHON, J. Planeamiento de red para proyectos de trabajos públicos. Revista Servicios Públicos/Desarrollo Nacional. Jun.-Jul. 1977, pág. 54.
18. MARTINO, R.L. Administración y control de proyectos. México, D.F., Editora Técnica S.A., 1970. 3v.
19. MILLER, R. Aplicación del método PERT al control de programación, costos y beneficios. México, D.F., McGraw Hill, 1971. 272 p.
20. MUNIER, N. PERT, CPM y Técnicas relacionadas. Buenos Aires, PROLAM, 1971. 193 p.
21. PELAEZ, G. Análisis del costo en las redes de programación de proyectos. Primer Congreso Nacional de Organización Científica del Trabajo, España, Jun. 1963.
22. RIGGS, J. y HEAT, C. Programación por el camino crítico. Barcelona, Ed. Hispana Europea, 1970. 282 p.
23. ROBERTS, P. y VALLEJO, C. Resumen Operativo Gerencial. Guía sobre manejo de proyectos. San José, Costa Rica, IICA, 1978. 111 p.
24. SICARD, P. Cómo aplicar el PERT? Barcelona, Sagitario, 1971. 155 p.
25. STILLIAN, G. PERT, un nuevo instrumento de planificación y control. Bilbao, Deusto, 1965. 203 p.
26. WEIST, J. y LEVY, F. Técnicas PERT y CPM. Madrid, Paraninfo, 1972. 215 p.

8.3 Publicaciones en Portugués

27. BOITEUX, C.D. PERT, CPM, ROY. Rio de Janeiro, EIAP, 1976. 243 p.

28. COHEN, J. y SILVA MAIA, G.N. da. PERT; uma nova técnica para planejamento de operações. Boletim do Clube Naval no. 173. 1963.
29. GENERI, B. Introdução ao PERT básico. Rio de Janeiro, EIAP, 1966.
30. LILENBAUM, M. Modelo PERT/CPM; sistemática de sua aplicação a administração de projetos. Rio de Janeiro, EIAP, 1970. 334 p.
31. MOTTA, J.E.M. PERT CUSTO/TEMPO. Rio de Janeiro, Spencer, 1967.
32. NCR DO BRASIL. PERT/TEMPO e PERT/CUSTO; um método dinâmico para o planejamento e controle. s.n.t.
33. OLIVEIRA BELCHIOR, P.G. de. PERT/CPM; técnica de avaliação, revisão e controle de projetos. Rio de Janeiro, Ouro, 1969.
34. SA, G. Métodos PERT e CPM, problemas e aplicações. Revista de Administração de Empresas. Set. 1965.
35. STRANGER, L.B. PERT/CPM. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1967.

8.4 Publicaciones en francés

36. KAUFMANN, A y DESBAZEILLE, G. La méthode de chemin critique. Paris, Dunod, 1967.
37. _____ y FAURE, R. Invitation a la recherche operationelle. Paris, Dunod, 1963.
38. PELLER, R. Initiation a la theorie des graphes: vocabulaire descriptif. Paris, Entreprise Moderne d'Edition, 1966.
39. ROY, B. Les problemes d'ordonnancement; applications et méthodes. Paris, Dunod, 1964.

8.5 Publicaciones en inglés

Debido al alto número de publicaciones en este idioma, se hará una selección considerando los modelos básicos y las extensiones comentadas en el Capítulo 2.

i. Sobre el Método de la Línea de Balance:

40. DIGMAN, L.A. PERT/LOB: Life-Cycle Technique. Journal of Industrial Engineering 18(2). Feb. 1967.

41. GEHRINGER, A.C. Line of Balance. The Armed Forces Comptroller, Jun. 1959.
42. OFFICE OF NAVAL MATERIAL. Line of Balance Technology. Washington, D.C., Navy Dept. 1958.
- ii. Sobre Métodos de Redes de Bloques:
 43. CRANDALL, K. Project planning with precedence lead/lag factors. Projec Management Quarterly 4(2):15. Jun 1973.
 44. FONDAHL, J.W. Methods for extending the range of non-computer critical path applications. Stanford University. Department of Civil Engineering, Technical Report no. 47 1964.
 45. IBM. Project control system 360: Program Description and Operations Manual. White Plains, N.Y., International Bussiness Machines Corp., 1967.
 46. MULVANEY, J. Analysis bar charting: a simplified critical path analysis technique. (1969). Reedited by World Bank, 1975. 100p.
- iii. Sobre Asignación de Recursos:
 47. CIER INC. RAMPS User's Guide. Arlington, Va., 1962
 48. DAVIS, E.W. Project scheduling under resource constraints; historical review and categorization of procedures. AIIE Transactions 5(4). Dec. 1973.
 49. KELLEY, J.E. The critical path method: resources planning and scheduling. Cap. 21: Industrial scheduling. New York, Prentice-Hall, 1963.
 50. LAMBOURN, S. Resource allocation and multiproject scheduling (RAMPS). A new tool in planning and control. Computer Journal 5(4). Jan. 1963.
 51. RESOURCE ALLOCATION in project network models, a survey. Journal of Industrial Engineering. Apr. 1966.
- iv. Sobre Discusión de las Premisas del PERT:
 52. HARTLEY, H.O. y Wortham, A.W. A statistical theory for PERT critical path analysis. Management Science 12(10). Jun. 1966.
 53. LUKASZEWICS. On estimations of errors introduced by standard assumptions concerning the distribution of activity duration in PERT calculations. Operations Research 13(2). March-Apr. 1965.

54. MacCRIMMON, K.R. y RYAVEC, C.A. An critical study of the PERT assumptions. Operations Research 12(1): 16-37. Jan-Feb. 1964.
55. WELSH, D.J.A. Errors introduced by PERT assumptions. Operations Research 13(1): 141-143. Jan.-Feb. 1965.
- v. Sobre PERT y PERT/COSTO:
 56. DOD. PERT guide for management use. Washington, D.C., Government Printing Office, 1963. 64 p.
 57. DOD & NASA. PERT/Cost Systems Design. Washington, D.C., Government Printing Office, 1962.
 58. PROJECT MANAGER'S HANDBOOK. Booz, Allen & Hamilton, Inc., 1967.
- vi. Sobre el Método GERT:
 59. MOORE, L.J. y CLAYTON, E.R. GERT Modeling and Simulation. Ed. Petrocelli/Charter. New York, 1976, 227 p.
 60. PRISTKER, A.A.B. y HAPP, W.W. GERT: graphical evaluation and review technique, Part 1: Fundamentals. Journal of Industrial Engineering 17(5). May 1966.
 61. _____ y SIGEL, G.E. The GERT IIIZ User's manual. West Lafayette, Indiana, Pristker & Associates Inc., 1974.
- vii. Publicaciones recientes de gran valor para el manejo de proyectos:
 62. ARCHIBALD, R. Managing high technology programs and projects. New York, Willey Interscience, 1976. 278 p.
 63. DAVIS, E. Project management: technique applications and managerial issues Norcross, Ga. AIIE, 1976.
 64. THE INITIATION and implementation of industrial projects in developing countries; a systematic approach. New York United Nations, 1975. (UN Publications E. 75.11.B.2).
 65. THESE, A. Measures of restrictions of projec networks. Network 7(4). 1977.
 66. WALTON, H. The interfase between managers and management systems. Proceedings of the 5th. INTERNET World Congress. 1976. p 15.
 67. WEIST, J.D. y LEVY, F. A management guide to PERT/CPM with GERT/PDM/DCPM and other networks. New York, Prentice-Hall, 1977. 229 p.

68. WEIST, J.D. Project network models: past, present and future. Project Management Quarterly 8(4):27. Dec. 1977.
- viii. Sobre definición de objetivos (desglose analítico):
69. GRANGER, C.H. The hierarchy of objectives. Harvard Review of Business, May-June 1964.
70. NODDLES, G. Work systems design: The IDEALS concept. Homewood, Ill., Irwin, 1967.
71. WARFIELD, J.N. y HILL, J.D. A unified systems engineering concept. Columbus, Ohio, Battells Memorial Institute, 1972.
72. _____ . Intent structures. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. SMC-3 (March 1973). 133-4D.

GLOSARIO DE TERMINOS USADOS EN LAS TECNICAS DE REDES

ABC: Analysis Bar Charting, Método de programación por camino crítico, con redes de bloques.

ABCISA: Eje horizontal en coordenadas ortogonales (eje X en coordenadas X, Y).

CAMINO CRITICO: También Ruta Crítica, secuencia de actividades que va desde el inicio hasta el término de un proyecto, que requiere mayor tiempo que cualquiera otra para completar su ejecución, y por tanto, determina la duración del proyecto.

CPM: Critical Path Method, método de programación por camino crítico, con redes de flechas.

CRONOGRAMA: Representación gráfica de las fechas en que deben ejecutarse distintas actividades.

EVENTO: También nudo o nodo; condición que indica que están todos los insumos para que comiencen las actividades que salen de él, o que se han completado los productos de todas las actividades que afluyen a él; en las redes de flechas se presentan con un círculo.

HÓLGURA LIBRE: Diferencia entre la duración de una actividad y el período comprendido entre su tiempo más temprano de inicio y el tiempo más temprano de inicio de las actividades que necesitan su producto como insumo. Sólo existe en las actividades que no determinan el tiempo más temprano de inicio de las actividades que la siguen.

HÓLGURA TOTAL: Diferencia entre la duración de una actividad y el período en que se puede realizar, determinado por su tiempo más temprano de inicio y su tiempo más tardío de término. Existe en todas las actividades que no están en el camino crítico.

MARGEN DE UN EVENTO: También de un nudo o nodo; diferencia entre su tiempo más tardío y su tiempo más temprano; período en que puede ocurrir sin que varíe la duración mínima de proyecto; se usa en las redes de flechas.

MODELO: Representación gráfica de un proceso.

NUDO O NODO: Véase evento.

PERT: Program Evaluation and Review Technique, método de programación de proyectos por camino crítico, con redes de flechas y duraciones probabilísticas de las actividades.

RED DE FLECHAS: Representación de las secuencias de las actividades de un proyecto, en que éstas se representan por flechas y sus conexiones con círculos (métodos CPM y PERT).

RED DE BLOQUES: Representación de las secuencias de las actividades de un proyecto, en que éstas se representan por rectángulos o círculos y sus conexiones por flechas (método ABC).

RUTA CRITICA: Véase camino crítico.

TIEMPO MAS TEMPRANO: De un evento o nudo: primera fecha en que se completan todas las actividades que condicionan su ocurrencia; se aplica en redes de flechas.

De inicio de una actividad: se aplica en el cálculo de redes para designar la primera fecha en que se completan todas las actividades que le dan insumos.

De término de una actividad: se aplica en cálculo de redes para designar el tiempo mínimo necesario para que se completen las actividades que le dan insumos más la ejecución de ella misma.

TIEMPO MAS TARDIO: De un evento o nudo: se aplica en el cálculo de redes de flechas para designar el tiempo máximo en que puede ocurrir sin que varíe la duración mínima del proyecto.

De inicio de una actividad: se aplica en el cálculo de redes para designar el tiempo máximo en que puede comenzar una actividad para que no varíe la duración mínima del proyecto.

De término de una actividad: se aplica en el cálculo de redes para designar la última fecha en que puede terminar una actividad sin que altere la duración mínima del proyecto.

IICA-CIDIA
BIBLIOTECA
Bogotá-Colombia



