**Método de la ruta crítica (CPM)**

Como se indica una red o diagrama de flechas puede ser una presentación conveniente de las relaciones de precedencia entre las tareas de un proyecto .En estas redes AON se supondrá que los arcos representan relaciones inicio a terminación; es decir, todas las tareas predecesoras deben haber terminado por completo antes de que pueda iniciar cualquier tarea sucesora.

Para ilustrar los conceptos básicos del método de la ruta crítica (CPM) considere el ejemplo dado en la figura. De la red AON de un proyecto, donde los nodos en forma de rombo representan eventos, los nodos en forma de círculo **con una letra o nombre como indicador** representan tareas y los arcos indican las relaciones de precedencia. Observe también que cada tarea **NODO** indica su duración esperada; en este ejemplo, las duraciones esperadas están dadas en meses. Es importante recordar que el cálculo de la ruta crítica supone que estas duraciones son determinísticas **es decir conocidas y constantes**.

En este pequeño ejemplo, es claro que existen dos rutas en la red desde el **NODO INICIO** hasta el **NODO FIN: INICIO –A-B\_FIN e INICIO\_C\_FIN.** Dado que para terminar todo el proyecto deben estar terminadas todas las tareas, es claro que se necesitan once meses para completarlo, suponiendo que Así el tiempo necesario para terminar un proyecto es igual a la longitud de la ruta más larga a través de la red. Esta ruta se conoce como ruta crítica, se conoce también como el tiempo de ejecución del proyecto.

El pequeño ejemplo mostrado en la figura. 4.6 ilustra también el concepto de tiempo holgura total o tiempo flotante. Como las tareas en la ruta **INICIO-A-B-FIN** solo requieren diez meses, para las tareas **A y B** pueden retrasarse hasta un mes sin demorar el tiempo de ejecución del proyecto. Así, la o flotante total. Debe notarse que esta holgura es una medida dependiente de la ruta; es decir, si la duración de la tarea A aumenta un mes a ocho meses, la holgura total de la tarea B, así como la holgura total de la tarea A, se reducirá de un mes cero.

El ejemplo de la figura 4.6 también ilustra otros conceptos. De cada tarea y evento el administrador del programa suele interesarse en conocer el tiempo más próximo en cada tarea puede iniciar o terminar, así como el tiempo más lejano en el que cada tarea puede iniciar/terminar sin retrasar el tiempo de ejecución del proyecto. Suponiendo que el inicio del proyecto ocurre en el tiempo 0, las tareas **A y C** pueden iniciar en el tiempo 0 ya que el evento **INICIO** requiere un tiempo cero. El tiempo de inicio más próximo para el evento INICIO y el proyecto, denotado por **IC inicio,** es cero.

La tarea B puede iniciar tan pronto haya terminado la atrea A. por lo que **ICB** =7. De la misma manera, la tarea C puede iniciar en el tiempo 0, por lo que **ICc** =0. Por el contrario, las tareas B y suponiendo que el evento FIN también requiere un tiempo de 0. Si TL es el tiempo de terminación más lejano para alguna tarea **TL**B=11, mientras que **TLA** =8; esto indica que la tarea A, que precede a la tarea B, puede terminar hasta el tiempo 8. Estos cálculos se presentan en la figura 4.7. para ilustrar estos conceptos en una red de proyectos más grande y definir los cálculos con más formalidad, considere el proyecto de AON de ola figura 4.8. En él las duraciones esperadas se dan en semanas; una vez más se espera que estas duraciones sean conocidas y constantes. Como se indicó, los eventos se representan con rombos y siempre tienen duración cero. Los dos eventos INICIO y FIN en la red. Estas cinco rutas y su respectiva duración **ósea, la suma de las duraciones de** **las tareas en cada ruta** se dan en la figura 4.9.

La ruta más larga (critica)a través de la red y por lo tanto mínimo necesario para completar el proyecto es la ruta 1, que necesita 35 semanas. Las flechas gruesas y lo NODOS en blanco señalan esta ruta crítica en la figura 4.8 observe que puede haber más de una ruta crítica en un proyecto, pero por definición debe haber por lo menos una. Como los proyectos de tamaño real tienen demasiados NODOS para enumerar todas las rutas posibles, los creadores del método de la ruta crítica (CPM) desarrollan una metodología que puede encontrar la ruta más larga en cualquier proyecto, sin importar su tamaño. De hecho, este es un problema relativamente sencillo que se basa en el proceso de programación dinámica.

Los cálculos para el (CPM) necesitan dos etapas para encontrar la ruta más larga a través de una red de precedencias. En la primera etapa se empieza en el NODO de INICIO y se avanza adelante por la red, determinando en cada NODO el tiempo más próximo en que la tarea o el evento puede iniciar. En la segunda etapa de los cálculos se empieza en el NODO FIN y se retrocede por red determinando el tiempo más lejano en que una tarea o evento pueda terminar.

En la primera etapa de los cálculos (CPM) el administrador supone que el evento INICIO comienza en el tiempo cero, aunque este puede mapearse o hacerse corresponder a un calendario al acabar los cálculos. Después el administrador se mueve de un NODO al NODO sucesivo, preguntándose en cada paso: ¿Cuál es el tiempo más próximo en que esta tarea o evento puede iniciar? En cada NODO el administrador quiere encontrar el valor de

**ICi** = tiempo de inicio más cercano para el NODO i

Al empezar, IC **INICIO =**0 por definición**.** El administrador avanza a las tareas A, B y C que salen del **NODO INICIO** es claro que;

Ya que el evento **INICIO** requiere un tiempo de 0. El administrador sigue a la tarea de la red sabe que la tarea D no puede iniciar hasta que las tareas A y B hayan terminado. Recuerde que la tarea A puede iniciar en el tiempo 0y necesita 14 semanas, y que la tarea B puede empezar en el tiempo 0 y necesita 9 semanas. Entonces, como la atrea D no puede iniciar hasta que ambas tareas, A y B hayan terminado, en el tiempo de inicio más cercano para la tarea D es igual al máximo entre el tiempo de terminación más cercano de las tareas A y B; esto es:

ICD=max (ICD+12,ICc+20)

=max (14+12,0+20)

=26

De manera similar, el tiempo de inicio más cercano para la tarea F es 26(ICD+12)=26 semanas, mientras que el tiempo de inicio más cercano para la letra E es

ICE=max (ICD+12,ICc+20)

=max (14+12,0+20)

=26

El tiempo de inicio más cercano para el evento final FIN es entonces

ICFIN=max (ICF+9, ICE+6)

=max (26+9, 26+6)

=35

En general el tiempo más cercano para la i-estima tarea, inmediatamente precedida por las tareas j del conjunto pi se calcula con la siguiente formula:

ICi = max {ICj+tj para todas la tareas j en Pi}

Donde tj=duración de la tarea j.

Con base en el valor de ICFIN el administrador del programa sabe que el proyecto no puede terminar en menos de 35 semanas el tiempo de ejecución del proyecto dada la duración estimada de las tareas del proyecto. Los resultados de los cálculos se dan en la figura 4.8 sin embargo, el administrador no sabe que tareas definen las rutas criticas hasta no realizar la segunda etapa hacia atrás de lo cálculos de CPM.

En esta segunda etapa de los cálculos hacia atrás, el administrador desea encontrar los tiempos más lejanos en los que cada tarea o evento puede terminar; denota estos valores

TLi=tiempo más lejano de terminación para el NODO i

**Bibliografía: Administración de proyectos Klastorin alfa y omega**