

ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE
RESOLUCIÓN 5148 DE 2009

Especialización en Interventoría de Obras Civiles

LA INTERVENTORÍA EN EL CONTROL DE LA PROGRAMACIÓN Y EL PRESUPUESTO DE OBRAS CIVILES

Universidad de Medellín



Programación de Obra

- Para cumplir cabalmente con la ejecución de un determinado proyecto, se debe realizar una programación la cual debe tener una definición clara de lo que se pretende lograr, dividirla en actividades, determinar la correlación que existe entre cada una de ellas y estimar el tiempo necesario que conlleva su desarrollo.

Si se conoce la duración de cada una de las actividades que componen la obra, se puede conocer consecuentemente la duración total del proyecto, y es por ello que ***la programación sirve para determinar el método o camino más conveniente a desarrollar en un proyecto de construcción.***

GENERALIDADES DE PROGRAMACIÓN



UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

Los tiempos de duración de cada actividad pueden determinarse con base en tres posibles factores:

- La experiencia del personal encargado de realizar la programación (obras semejantes o con características similares).
- La cantidad de trabajo a realizar.
- Los recursos asignados.

Basados en lo anterior podemos definir la programación como ***la elaboración de una red o diagrama en el que se esquematicen todas las actividades en que se divide un proyecto, explicando el tipo de relación entre una y otra así como su duración de ejecución con el objetivo de asegurar que todo trabajo requerido se complete hasta que el proyecto quede terminado.***

PLANEACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO



UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

Un proyecto se puede definir como una tarea, usualmente de una magnitud considerable que se tiene que completar en un periodo de tiempo determinado, usando un conjunto de recursos y con un presupuesto específico (definido a través de un conjunto de diseños, planos, cálculos de cantidades de obra, etc.).

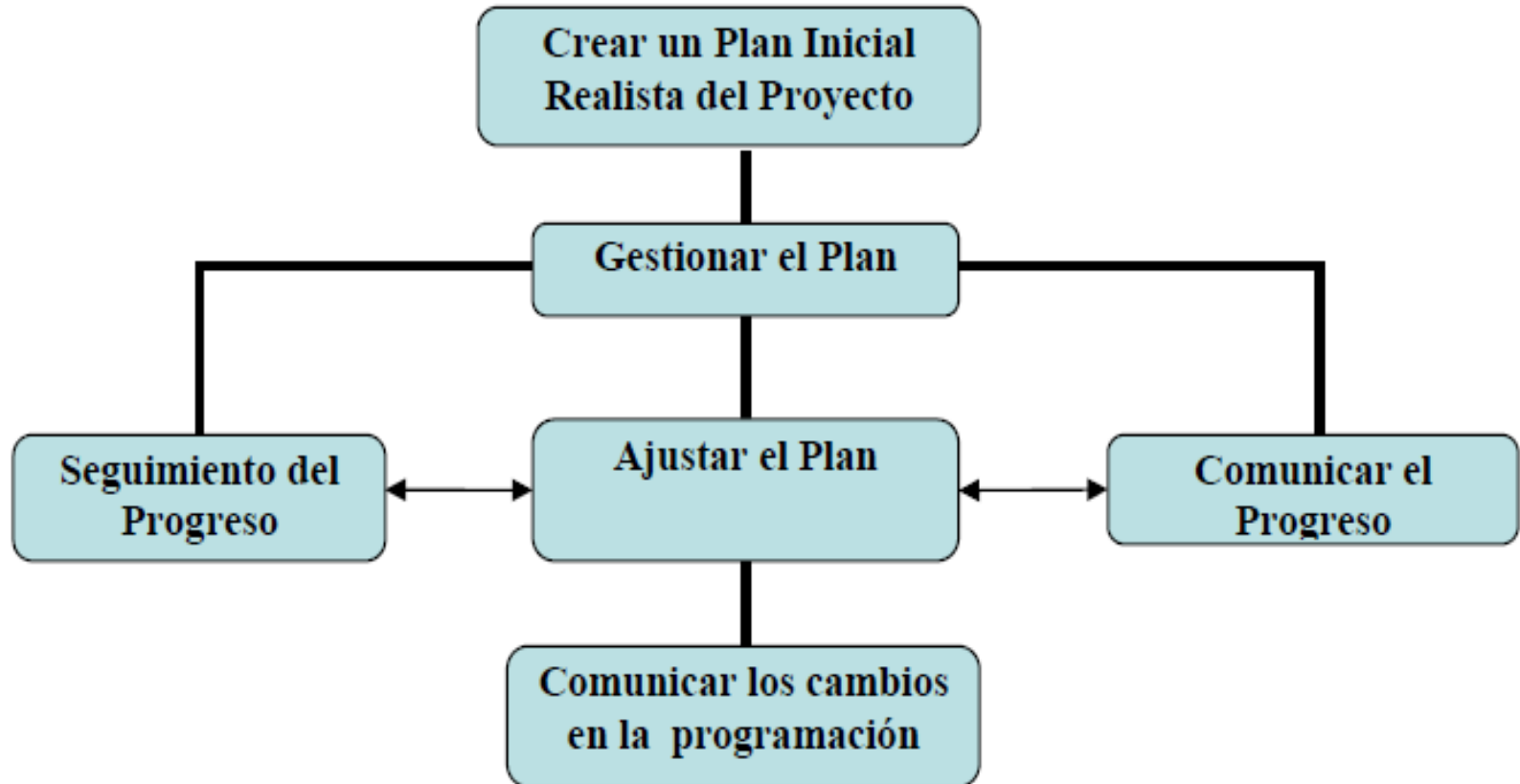
Generalmente el ciclo de vida de un proyecto se divide en cuatro etapas:

- Identificación de las necesidades.
- Desarrollo y aprobación de la propuesta de proyecto.
- Ejecución del proyecto de construcción.
- Entrega del proyecto a los entes de control y al usuario final.

SUBPROCESOS DE PLANEACIÓN



UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN



PLANEACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

La planeación del proyecto se entiende como un proceso de toma de decisiones las cuales involucran el establecimiento de metas claras y objetivos concisos para su respectiva ejecución, ***siendo ésta eficaz, siempre y cuando se desarrolle paralelamente con el control.***

Tanto la planeación como la programación de una obra se realizan antes de comenzar el proyecto, y son herramientas fundamentales para controlar el mismo, aunque a veces es necesario reprogramar y replanear, por lo tanto se debe hacer mucho énfasis en la correcta elaboración de los procesos que se describen a continuación:

PLANEACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

- Entregas de otros proyectos o departamentos: Si el proyecto va a depender del trabajo de otras personas, ¿Son conscientes estas personas de la relación y están de acuerdo con las fechas de entrega establecidas?
- Evaluar los tiempos de duración de las actividades: ¿Están fundamentadas las estimaciones de tareas en una información sólida o en suposiciones?
- Establecer la fecha de iniciación del proyecto.
- Determinar la fecha de iniciación de las actividades en obra.
- Determinar la fecha de terminación de las actividades: Establecer de acuerdo al plan de trabajo las fechas límites de finalización de cada actividad.
- Calcular la duración total del proyecto.
- Determinar la ruta crítica: Es de vital importancia ya que nos determina la duración total del proyecto.
- Determinar los costos del proyecto.

PREPARACIÓN DEL PLAN DE ADMINISTRACIÓN DEL PROCESO



UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

Una vez identificados los objetivos, suposiciones y delimitaciones del proyecto, se está en condiciones de preparar un plan de administración de la obra.

El alcance del proyecto es la concreción de todos los objetivos y tareas con los recursos necesarios para su ejecución, y ***el plan de administración del alcance establece un procedimiento para el tratamiento de los cambios que se efectúen durante el proceso.***

Dicho plan es bastante útil porque en algún momento, ***el cliente, la gerencia o los dueños del proyecto pueden ajustar sus objetivos durante el proceso,*** y todos los integrantes del proyecto tienen que estar informados puntualmente de los cambios que se introduzcan.

PREPARACIÓN DEL PLAN DE ADMINISTRACIÓN DEL PROCESO



UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

El Plan de Administración del Alcance del proyecto puede incluir:

- Una evaluación de la probabilidad de que haya que cambiar los alcances de la obra, con que frecuencia y en que medida.
- Una descripción de cómo se identificarán y clasificarán los cambios.
- Un plan para determinar las acciones a emprender cuando se identifique un cambio del alcance.

MÉTODOS DE PROGRAMACIÓN



UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

- Diagrama de barras
 - Diagrama de Gantt
- Programas de redes:
 - Método de la ruta crítica (CPM)
 - Método PERT

DIAGRAMA DE BARRAS O DIAGRAMA DE GANTT



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Fue inventado por el ingeniero norteamericano Henry L. Gantt en 1917, uno de los precursores de la ingeniería industrial contemporánea. Gantt ***procuró distribuir las diversas actividades de un proyecto conforme a un calendario, de manera tal que se pudiese visualizar el período de duración de cada actividad***, sus fechas de iniciación y terminación e igualmente el tiempo total requerido para su ejecución .

El instrumento que desarrolló Gantt permite también que se siga el desarrollo de cada actividad, al proporcionar información del porcentaje ejecutado de cada una de ellas, así como el grado de adelanto o atraso con respecto al plazo programado inicialmente.

DIAGRAMA DE BARRAS O DIAGRAMA DE GANTT



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

La figura 1 muestra un ejemplo de extracto de un programa de barras que incluye las siguientes actividades.

Piso 1, 2, 3
Acabado exterior 1, 2, 3
Acometidas 1, 2, 3
Obras exteriores
Techos
Limpieza interior
Desmovilización

En este ejemplo, las actividades son dibujadas contra una escala de tiempo de cien días de trabajo que se indican en la línea horizontal del diagrama.

DIAGRAMA DE BARRAS



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Figura 1. Diagrama de Barras

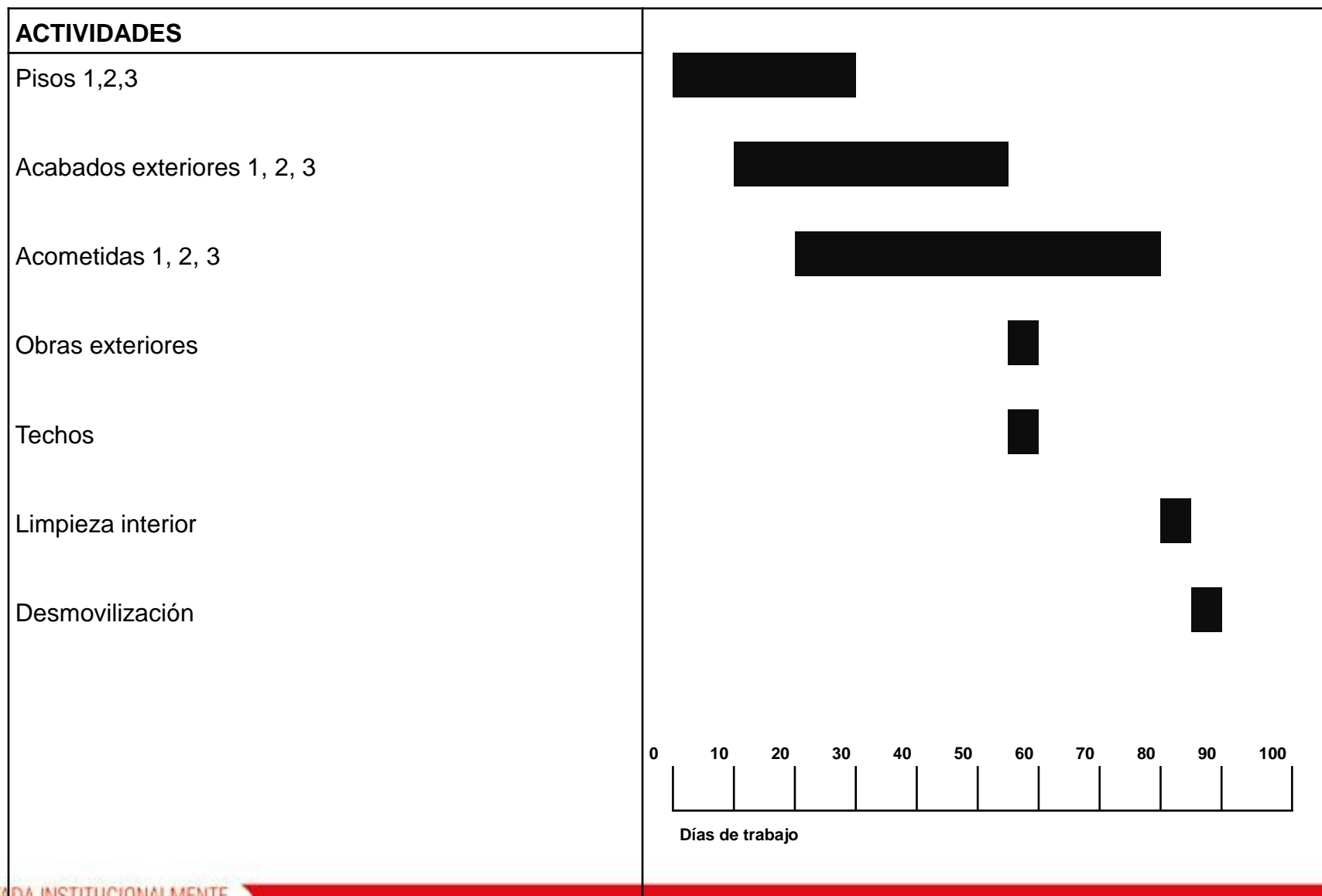


DIAGRAMA DE BARRAS



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

La principal característica de un diagrama de barras es su simplicidad. Un programa de barras es simplemente una serie de líneas horizontales que representan las principales actividades de construcción del proyecto.

Las líneas horizontales o barras de actividades son dibujadas contra una escala de tiempo o de calendario.

El comienzo y el final de cada barra marcan las fechas programadas del inicio y la terminación de la actividad que representa. Así, la longitud de la barra indica la duración programada de la actividad.

DIAGRAMA DE BARRAS



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

La gráfica de Gantt relaciona dos variables que son el tiempo contra la actividad y ésta última puede ser de varios clases: actividad planeada, ejecutada y acumulada, es así como en obra se pueden llevar varios tipos de diagramas de barras, veamos:

- Diagrama de planeación: en el que queda consignada la promesa.
- Diagrama de ejecución: en el que queda consignada la realidad.
- Diagrama de acumulación: en este se resume todo lo anterior.

PROGRAMAS DE REDES



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Los programas de redes indican tanto la duración de la actividad como su programación lógica.

Debido a que las redes ilustran sobre el soporte lógico del programa, los diagramas de redes aportan algunos elementos esenciales de información que no se pueden determinar en uno de barras.

Estos elementos están determinados por ***la combinación de la lógica del programa y la duración de las actividades y proporcionan los principales componentes para la red del programa de construcción.*** Estos componentes se indican y se explican a continuación.

MÉTODO CPM (Critical Path Method)



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Fue desarrollado en 1957 en los Estados Unidos , por un centro de investigación de operaciones para las firmas Dupont y Remington Rand, buscando el control y la optimización de los costos mediante la adecuada planeación y programación de las actividades componentes del proyecto. Coincidentalmente un año después la armada de los Estados Unidos creo el Método PERT buscando el mismo objetivo utilizando parámetros similares.

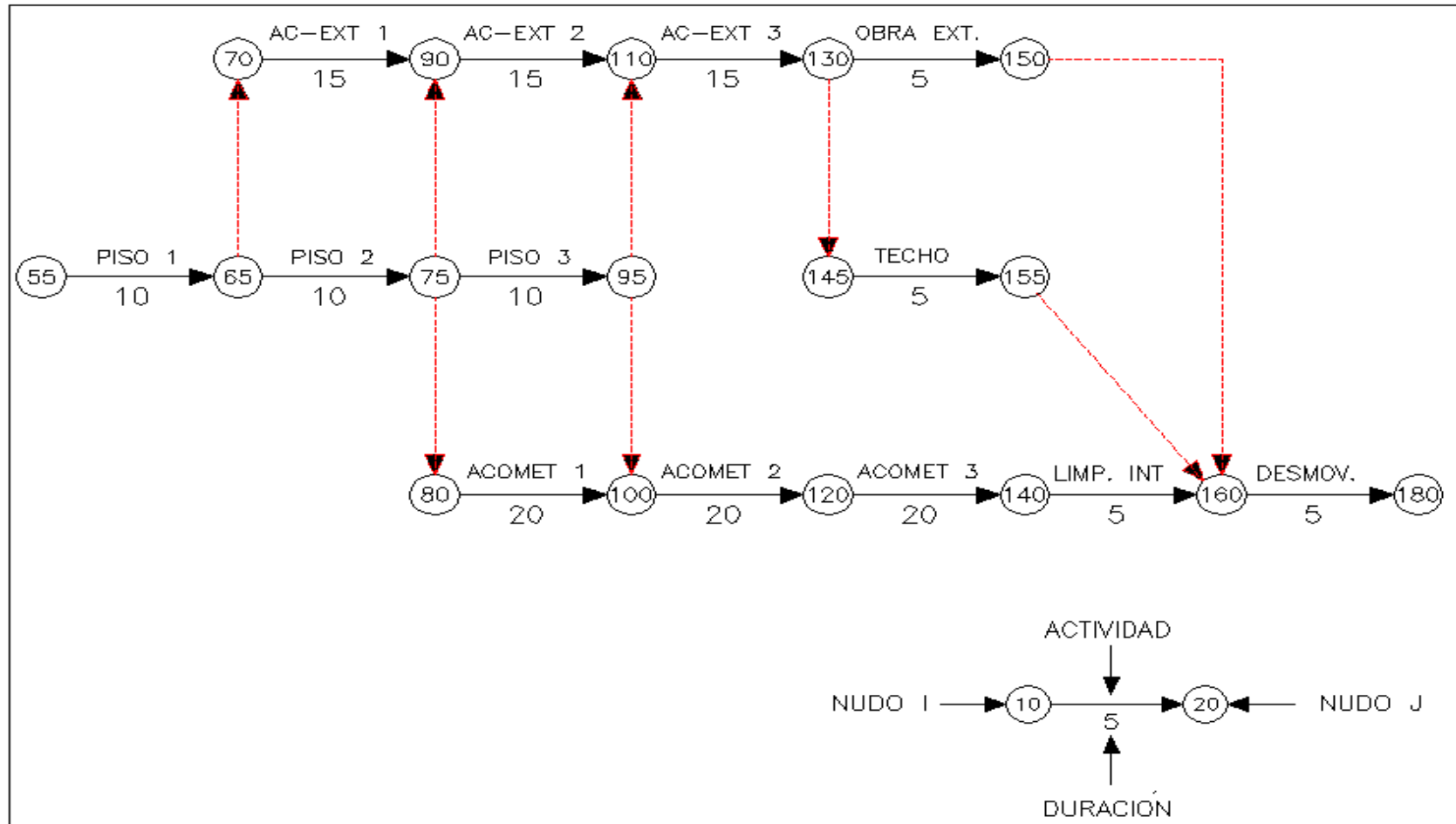
Ambos métodos aportaron los elementos administrativos necesarios para formar el método de la ruta crítica actual, ***utilizando el control de los tiempos de ejecución y los costos de operación, para buscar que el proyecto total sea ejecutado en el menor tiempo posible y al menor costo posible.***

MÉTODO CPM (Critical Path Method)



UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

Figura 2. CPM



MÉTODO CPM



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

El campo de aplicación de este método es muy extenso, debido a su gran flexibilidad y adaptabilidad, ***abarca desde los estudios iniciales para un proyecto determinado, hasta la planeación y operación de sus instalaciones.***

A esto se puede añadir una lista interminable de posibles aplicaciones de tipo específico, por lo tanto podemos afirmar que ***el método de la ruta crítica es aplicable en cualquier situación en la que se tenga que llevar a cabo una serie de actividades relacionadas entre si para alcanzar un objetivo determinado.***

MÉTODO CPM



UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

Con el ánimo de obtener mejores resultados debe aplicarse a los proyectos que posean las siguientes características:

- Que el proyecto sea único, no repetitivo, en algunas partes o en su totalidad.
- Que se deba ejecutar todo el proyecto o parte de él, en un tiempo mínimo, sin variaciones, es decir, en tiempo crítico.
- Que el costo de operación sea el más bajo posible y este se ejecute dentro del tiempo establecido.

MÉTODO CPM



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

La ruta crítica ***no es la “panacea” que resuelve todos los problemas*** administrativos que se presentan dentro del desarrollo del proyecto, ***cualquier aplicación incorrecta producirá resultados adversos***. No obstante, si el método es utilizado correctamente, establecerá una obra más ordenada y mejor balanceada que podrá ser ejecutada de una manera más eficiente y en el menor tiempo posible.

MÉTODO CPM



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

El ***principal beneficio*** que nos brinda este método es que resume al máximo la imagen general de todo proyecto, lo que nos facilita la identificación de omisiones, contradicciones y errores en la planeación de actividades; en general, ***logra que el proyecto se ejecute con el mínimo de problemas.***

El ***error más frecuente*** que se comete en la práctica, es que se utiliza este método de programación únicamente al principio del proyecto, es decir, se desarrolla el plan, ***se programa, para posteriormente colgar en la pared el diagrama resultante y olvidarse de él durante el resto de la vida del proyecto.***

MÉTODO CPM



UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

Cuando se presentan ***circunstancias imprevistas***, el método proporciona el medio ideal para identificar y analizar la necesidad de replantear o reprogramar las actividades del proyecto, reduciendo al mínimo el resultado adverso de dichos imprevistos, de igual forma, cuando se presenta una oportunidad de mejorar la programación del proyecto, el CPM ***permite determinar fácilmente que actividades deben ser aceleradas*** para que se logre dicha mejoría.

MÉTODO CPM



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

La metodología de la técnica se encuentra básicamente conformada por dos ciclos:

1. Planeación y Programación

- Definición del proyecto.
- Lista de actividades.
- Matriz de secuencias.
- Red de actividades.
- Costos y pendientes.
- Compresión de la red.
- Limitaciones de tiempo, de recursos y económicas.
- Probabilidad de retraso.

2. Ejecución y Control

- Aprobación del proyecto.
- Ordenes de trabajo.
- Gráficas de control.
- Reportes y análisis de los avances.
- Toma de decisiones y ajustes.

Planeación y Programación

Esta termina cuando todas las personas responsables de los diversos procesos que intervienen en el proyecto están plenamente de acuerdo con el desarrollo, tiempos de ejecución, costos directos e indirectos, sistemas constructivos, coordinación, etc., tomando como referencia la ruta crítica diseñada.

Cuando se termina la primera red **generalmente hay cambios en las actividades, secuencias, en los tiempos y algunas veces en los costos, por lo que hay necesidad de diseñar nuevas redes** hasta que exista un completo acuerdo de las personas que integran el grupo de ejecución.

Ejecución y Control

Este termina al tiempo de hacer la última actividad del proyecto y entre tanto existen constantes ajustes debido a las diferencias que se presentan entre el trabajo programado y el ejecutado, por lo tanto es necesario graficar en los esquemas de control todas las decisiones que se tomen para ajustar a la realidad el plan propuesto.

MÉTODO CPM



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Elaboración del modelo:

- Las flechas entre actividades no son vectores y por tanto no nos interesa su longitud, su forma ni su dirección. Esto se debe a que el modelo que se representa es lógico y no a escala.
- No interesa la forma de las flechas, ya que se dibujarán de acuerdo con las necesidades y comodidad de presentación de la red. Pueden ser horizontales, verticales, ascendentes, descendentes, curvas, rectas, quebradas, etc., éstas tienen una cabeza y una cola; en la cola se inicia la actividad y termina la que precede, en la cabeza termina la actividad y se inicia la que sigue. En el medio de estas se desarrolla la actividad y estarán las actividades simultáneas.

MÉTODO CPM



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Elaboración del modelo:

- Las flechas se conectan para formar un modelo de proyecto respondiendo a las preguntas: ¿Qué actividades preceden? Y ¿Qué actividades son simultáneas?
- Los eventos se representan por círculos, nodos o nudos. Por lo tanto, toda actividad parte de un evento al que llamamos principio y termina en un evento que llamamos fin.
- En los casos en que halla necesidad de indicar que una actividad tiene una interrelación o continuación con otra se dibujará entre ambas una línea punteada, llamada actividad ficticia, que tiene una duración de cero.
- Varias actividades pueden terminar en un evento o partir de un mismo evento.

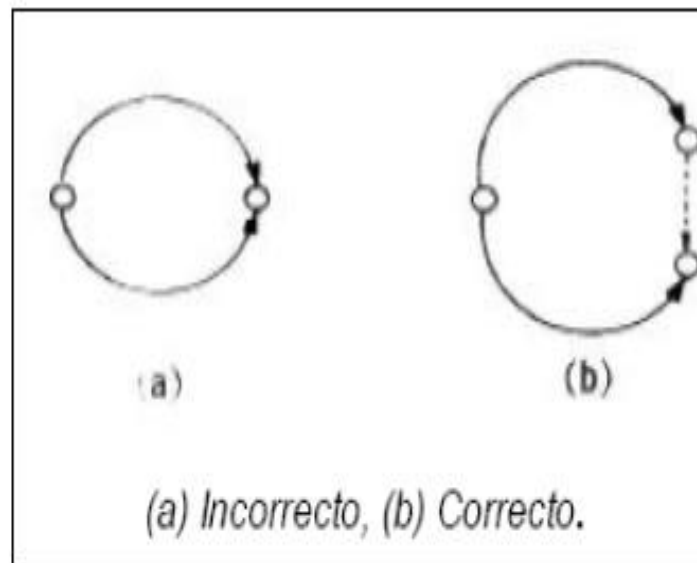
MÉTODO CPM



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Debe evitarse lo siguiente:

- Dos actividades que parten de un mismo evento y llegan a un mismo evento. Esto produce confusión de tiempo y de continuidad. Debe abrirse el evento inicial o el evento final en dos eventos y unirlos con una liga.



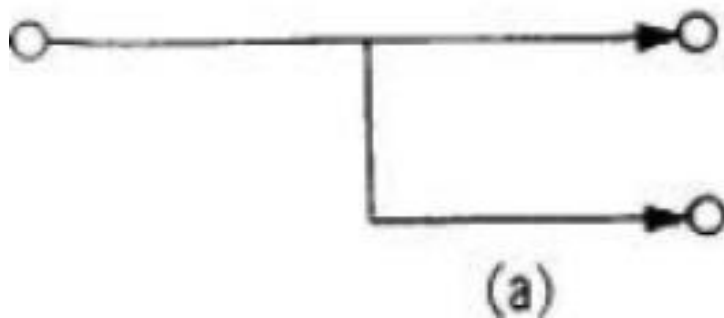
MÉTODO CPM



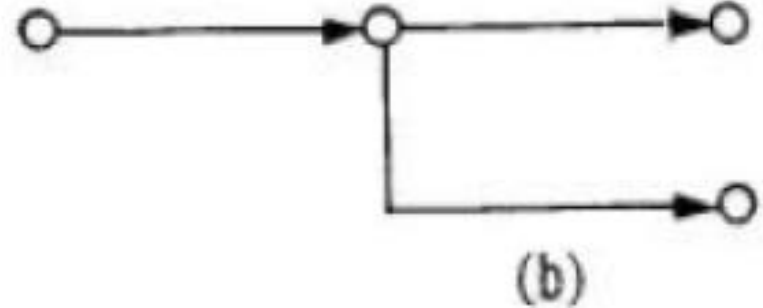
UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Debe evitarse lo siguiente:

- Partir de una actividad de una parte intermedia a otra actividad. Toda actividad debe empezar invariablemente en un evento y terminar en otro. Cuando se presenta este caso, a la actividad base o inicial se le divide en eventos basándose en porcentajes y se derivan de ellos las actividades secundadas.



(a) Incorrecto



(b) correcto

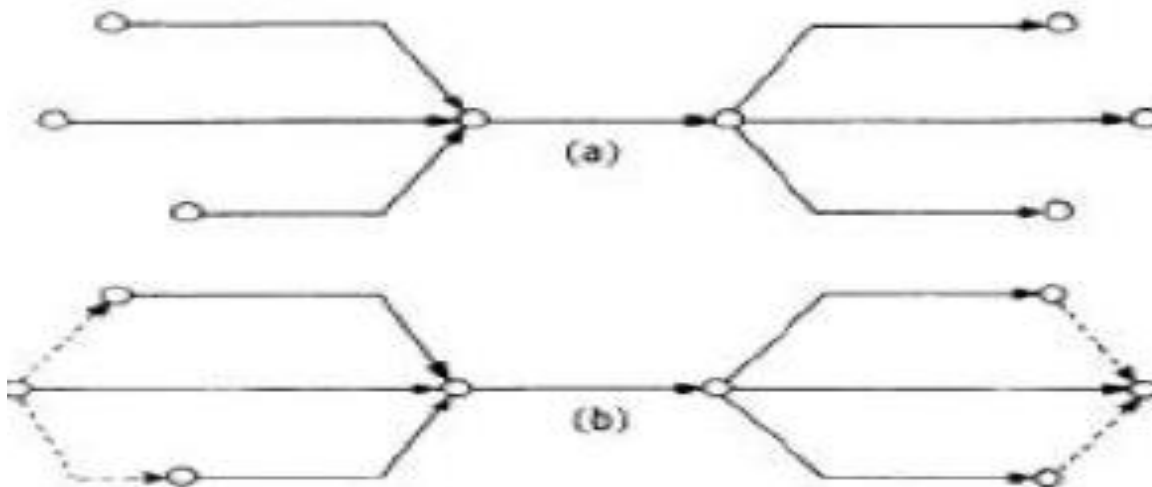
MÉTODO CPM



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Debe evitarse lo siguiente:

- Dejar eventos sueltos al terminar la red. Todos ellos deben relacionarse con el evento inicial o con el evento final. Se aconseja que solo exista un evento inicial y un evento final.



(a) Incorrecto

(b) correcto

COMPONENTES PARA LA RED DEL PROGRAMA



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

- Ruta crítica
- Fecha de iniciación temprana
- Fecha de terminación más temprana
- Fecha de comienzo tardío
- Fecha de terminación tardía
- Holgura
- Trayectoria holgadas



RUTA CRÍTICA

Ésta ***es la cadena ininterrumpida más larga*** (en términos de tiempo) de actividades dentro del programa de construcción.

Cualquier atraso en una actividad que esté sobre la ruta crítica se refleja en un tiempo equivalente en la fecha de terminación del proyecto a menos que se emprendan acciones para recuperar el atraso.

FECHA DE INICIACIÓN TEMPRANA



UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

Ésta es la fecha ***más temprana*** en la cual una actividad puede ***comenzar*** teniendo en cuenta la fecha de comienzo programada para el proyecto y las duraciones programadas para todas las actividades precedentes a ella.

FECHA DE TERMINACIÓN MÁS TEMPRANA



UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

Ésta es la fecha ***más temprana*** en la que puede ***terminarse*** una actividad, teniendo en cuenta las fechas de comienzo y las duraciones programadas para todas las actividades precedentes a ella.

FECHA DE COMIENZO TARDÍO



UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

Ésta es la fecha ***más tardía*** en la que puede ***comenzar*** una actividad sin causar un atraso al proyecto global, con base en la fecha de terminación programada y las duraciones de todas las actividades subsiguientes.



FECHA DE TERMINACIÓN TARDÍA

Ésta es la fecha ***más tardía*** en la que puede ***terminar*** una actividad sin causar un atraso al proyecto global, basado en la fecha terminación programada y las duraciones de todas las actividades subsiguientes.



HOLGURA

Él tiempo de holgura para cada actividad es la **diferencia** entre la **fecha de terminación temprana y la fecha de terminación tardía** o entre el **comienzo más temprano y el comienzo más tardío**.

En esencia, es la cantidad de tiempo que la actividad pueda atrasarse sin causar un retraso en el proyecto global.

TRAYECTORIAS HOLGADAS



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Son las cadenas de actividades que tienen holguras, en contraposición a la trayectoria crítica que es la cadena de actividades que no contienen tiempos de holgura.

MÉTODO CPM



UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

Ejemplo de aplicación:

Se tienen las siguientes actividades para ejecutar la construcción de una cimentación:

NUMERACIÓN	ACTIVIDAD	DURACIÓN
1 - 3	EXPLANACIÓN INICIAL	1
1 - 2	CONSTRUCCIÓN ALCANTARILLA	2
3 - 4	EXPLANACIÓN FINAL	4
3 - 5	CONSTRUCCIÓN DE PUENTE	8
2 - 5	CONSTRUCCIÓN DE LLENOS	2
4 - 5	RIEGO Y COMPACTACIÓN AFIRMADO	2
5 - 6	CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO	1

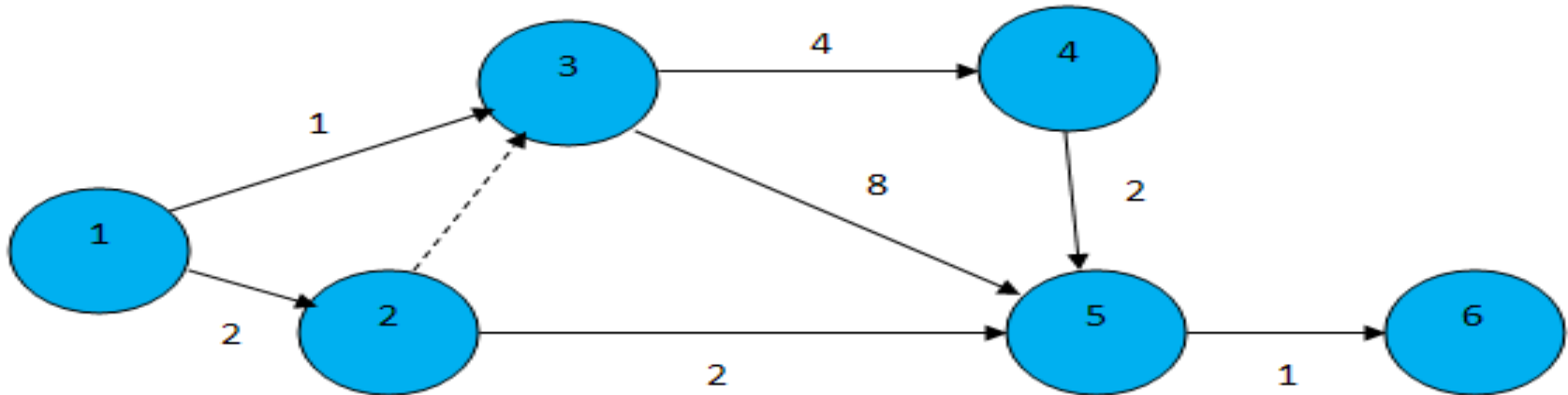
MÉTODO CPM(Critical Path Method)



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Ejemplo de aplicación:

- La línea punteada 2-3 se le conoce como una actividad virtual o ficticia (sin duración) e indica que es necesario realizar la actividad 1-2 antes de comenzar la actividad 3-4.

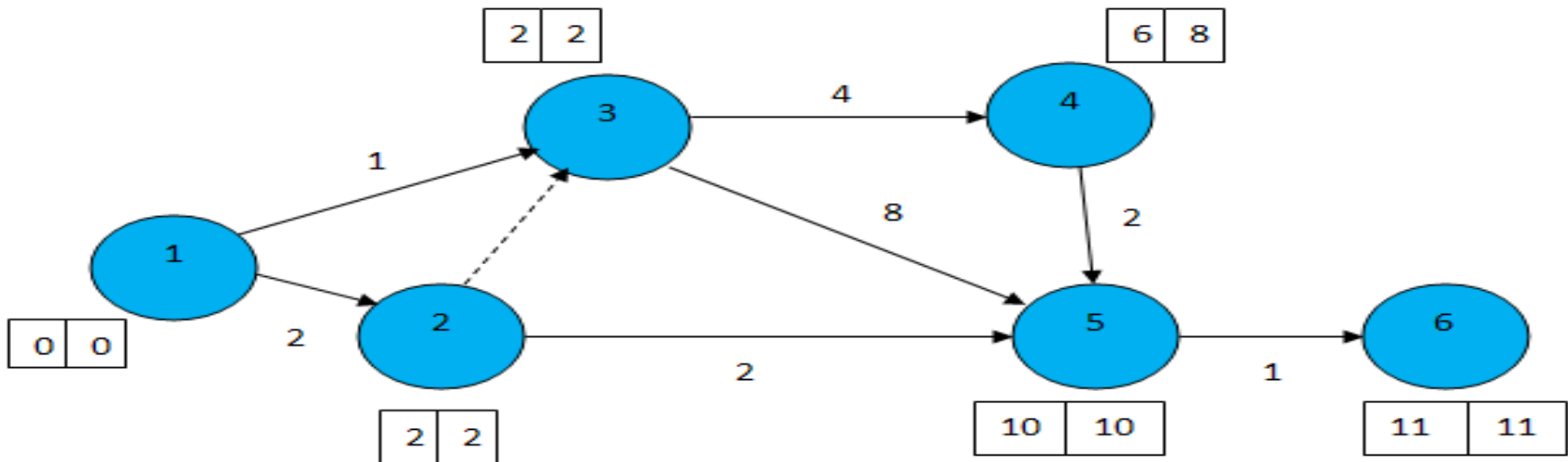


MÉTODO CPM(Critical Path Method)



Ejemplo de aplicación:

- Si se recorre la red de izquierda a derecha y en cada nudo o evento se marca el tiempo acumulado (mayor) necesario para llegar hasta allí, se obtienen los tiempos de iniciación anticipada y si se recorre la red en sentido contrario y se va restando del tiempo final, el tiempo de cada actividad (menor), se obtienen los llamados tiempos de terminación tardía.

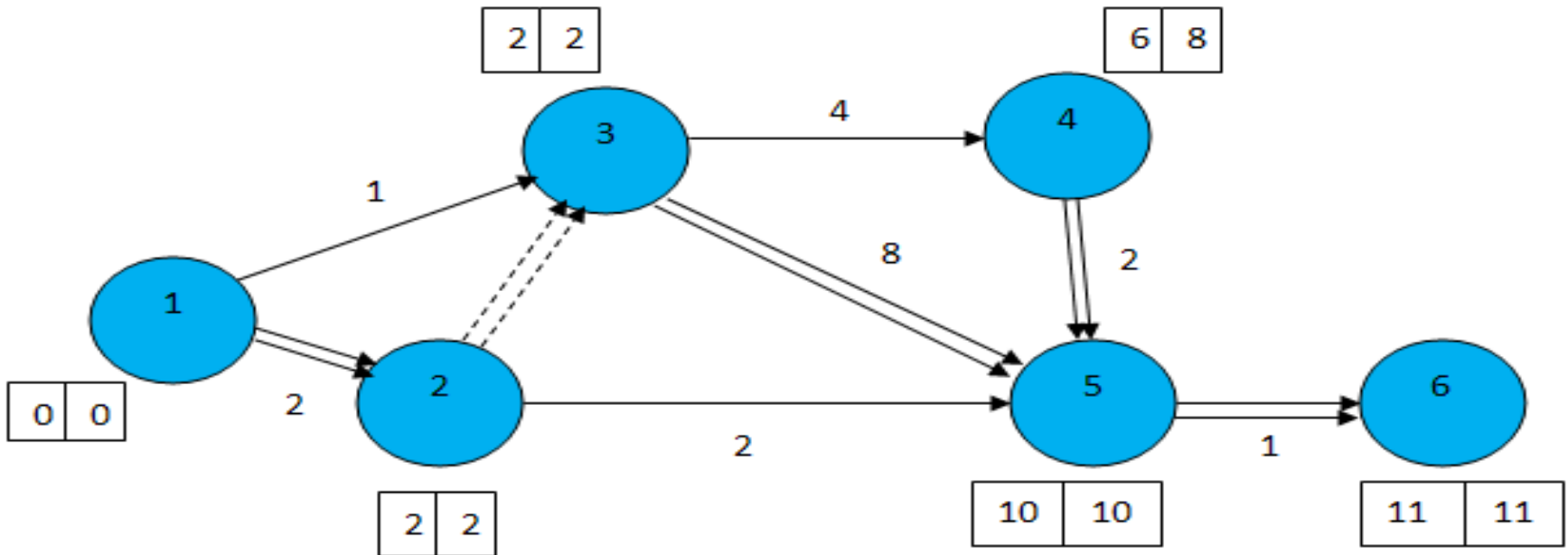


MÉTODO CPM(Critical Path Method)



Ejemplo de aplicación:

- La ruta crítica está determinada por los eventos o nodos donde los tiempos de iniciación anticipada y terminación tardía son iguales. Luego la ruta crítica del ejercicio anterior será:



MÉTODO CPM



UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

Fluctuaciones:

Las fluctuaciones se pueden definir como las **márgenes que tienen las actividades para atrasarse en su iniciación o terminación, sin afectar la duración del proyecto**, calculándose en función de su iniciación o finalización, siendo su resultado siempre igual.

Las fluctuaciones pueden ser totales, libres o de interferencia.

La fluctuación total:

- Se define como la ***diferencia*** entre el tiempo de ***terminación tardía final*** respecto a los tiempos de ***iniciación temprana inicial y duración de la actividad***.

$$FT = T \text{ tardía final} - I \text{ temprana inicial} - \text{Duración}$$

- Nos indica el tiempo que puede retrasarse la actividad sin que el proyecto sufra retraso alguno.

La fluctuación libre:

- Se define como la **diferencia** entre el tiempo de **iniciación temprana final** respecto a los tiempos de **iniciación temprana inicial y duración de la actividad**.

$$FL = I \text{ temprana final} - I \text{ temprana inicial} - \text{Duración}$$

- Nos indica el tiempo que puede retrasarse la actividad sin que interfiera con la iniciación anticipada de otras actividades predecesoras.

La fluctuación de interferencia:

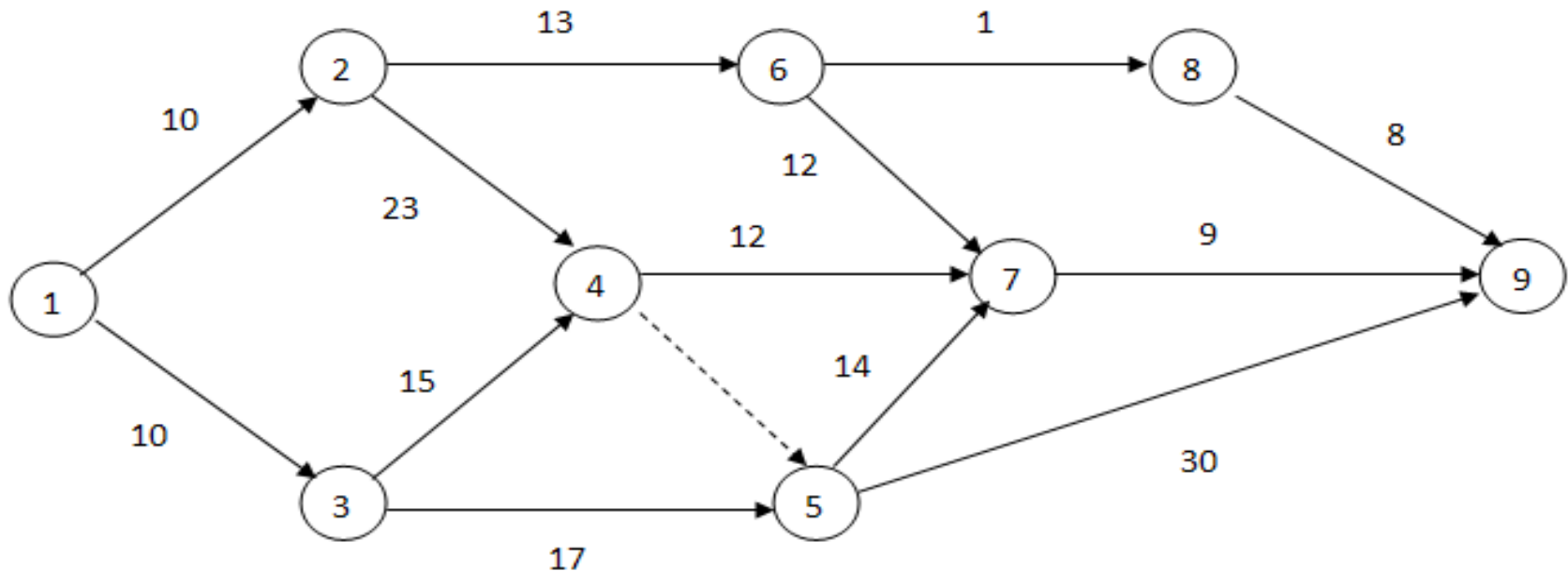
- Se define como la ***diferencia*** entre la ***fluctuación total y la fluctuación libre***.

$$F \text{ interf.} = FT - FL$$

MÉTODO CPM



Ejemplo: En el diagrama propuesto aparece la red con la correspondiente duración de las actividades. Calcular tiempos de iniciación temprana, tiempos de terminación tardía, ruta crítica y fluctuaciones:

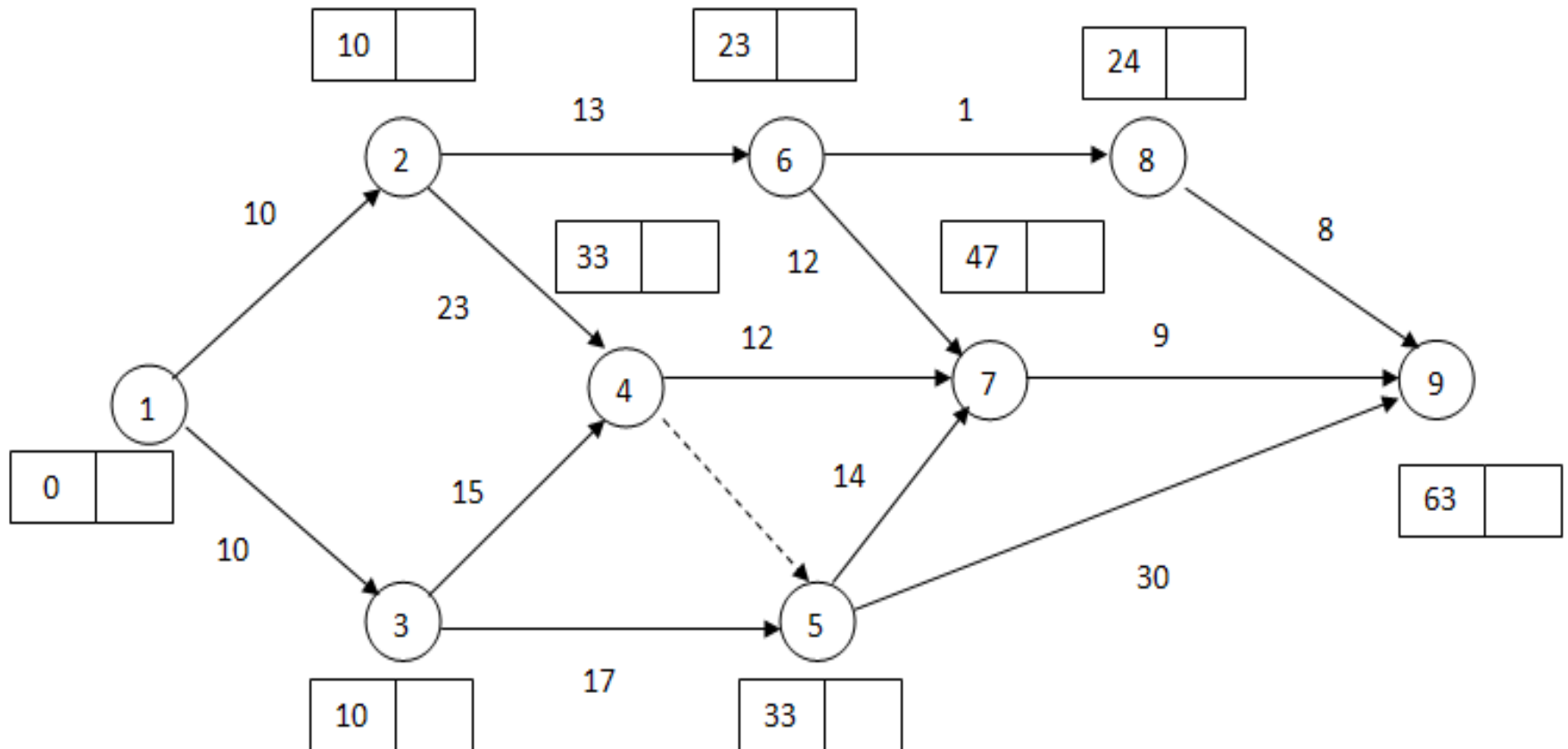


MÉTODO CPM



UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

Al recorrer la red de izquierda a derecha se obtienen los tiempos de iniciación temprana, tal como se establecen en el siguiente gráfico.

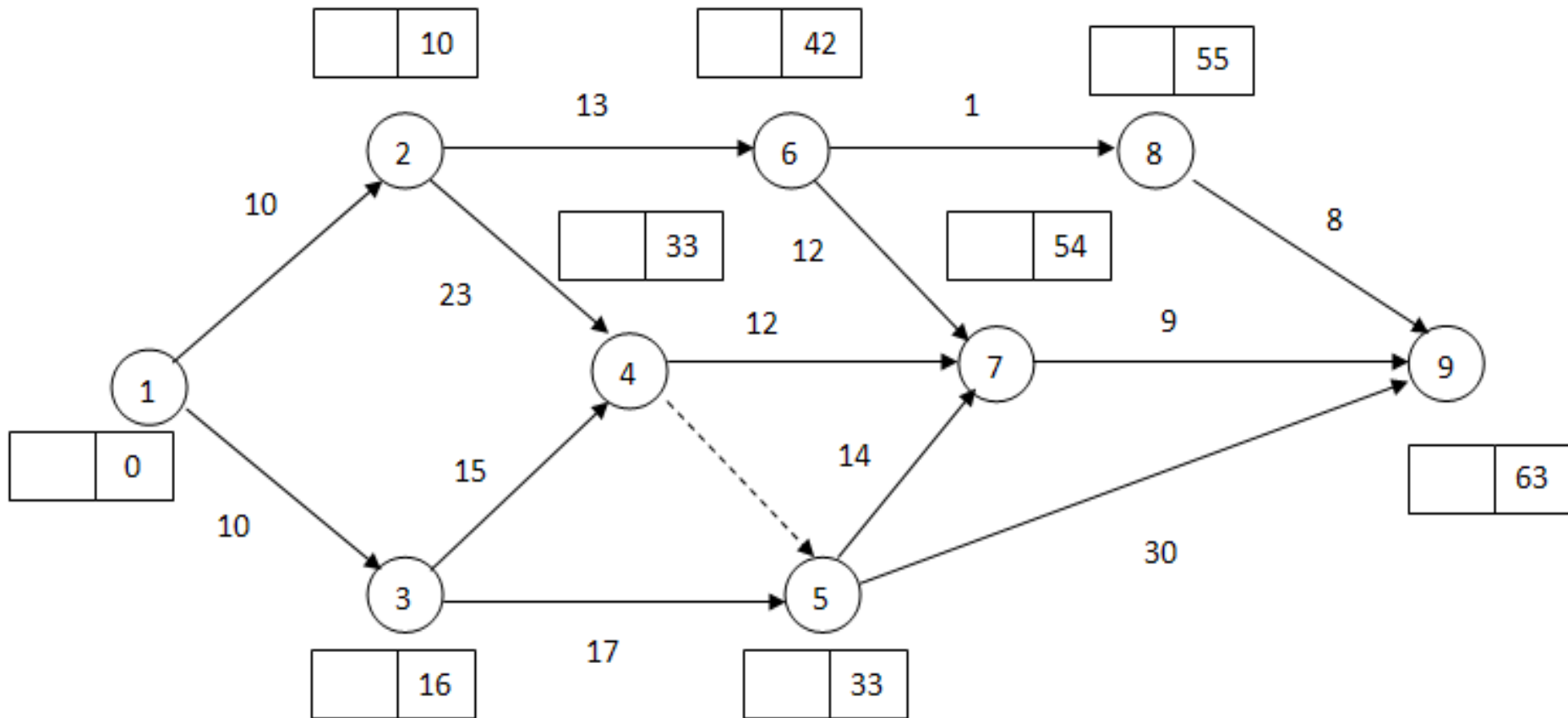


MÉTODO CPM



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

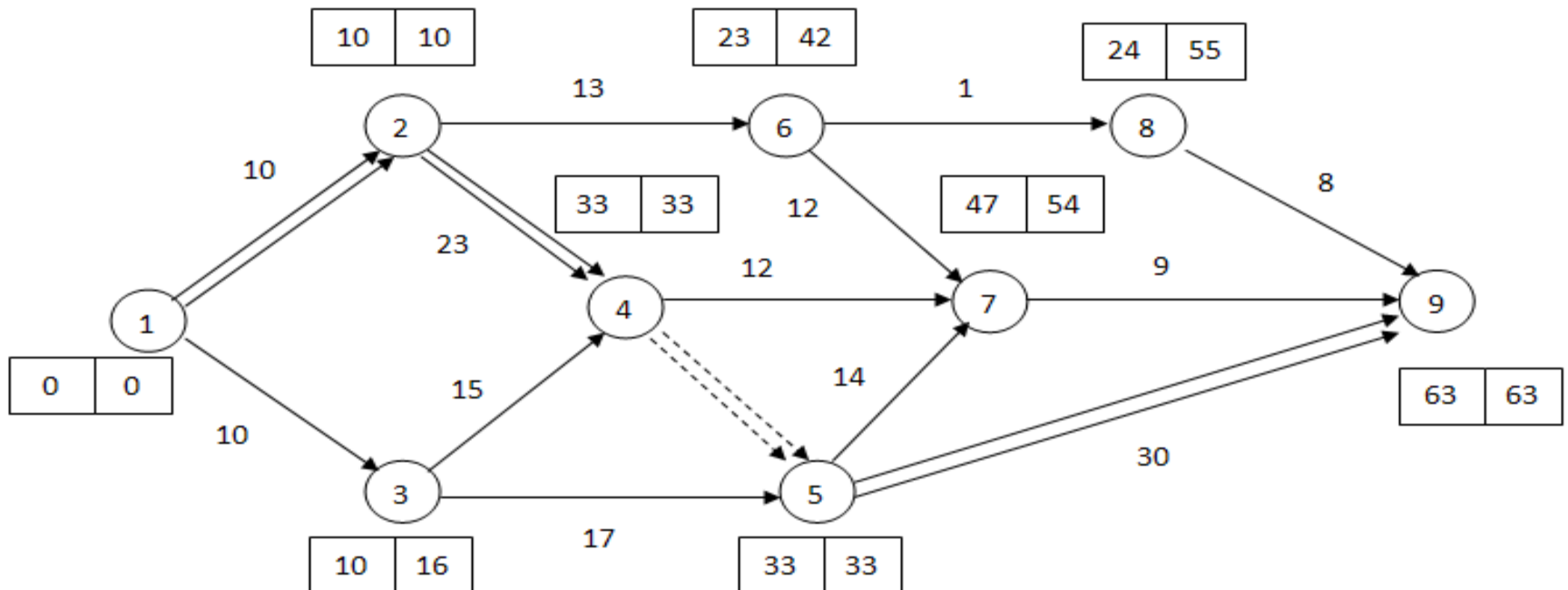
Al recorrer la red en sentido contrario, se obtienen los tiempos de terminación tardía, tal como se establecen en el siguiente gráfico.



MÉTODO CPM



Al colocar en la misma red los tiempos de iniciación temprana y de terminación tardía y unir los eventos donde éstos alcanzan valores iguales, se obtiene la cadena o ruta crítica que aparece en el siguiente gráfico marcada con doble flecha.



MÉTODO CPM



UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

Calculamos ahora las fluctuaciones, las cuales se presentan en el siguiente cuadro. Se resalta que las actividades correspondientes a la ruta crítica no presentan fluctuaciones.

ACTIVIDAD	DURACIÓN NORMAL (Días)	FLUCTUACIÓN TOTAL (Días)	FLUCTUACIÓN LIBRE (Días)	FLUCTUACIÓN DE INTERFERENCIA (Días)	RUTA
1-2	10	0	0	0	CRÍTICA
1-3	10	6	0	6	
2-4	23	0	0	0	CRÍTICA
2-6	13	19	0	19	
3-4	15	8	8	0	
3-5	17	6	6	0	
4-5	-	-	-	-	
4-7	12	9	2	7	
5-7	14	7	0	7	
5-9	30	0	0	0	CRÍTICA
6-7	12	19	12	7	
6-8	1	31	0	31	
7-9	9	7	7	0	
8-9	8	31	31	0	

MÉTODO CPM



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Conclusiones:

- La trayectoria crítica es el camino más largo (en cuanto a tiempo se refiere) del evento inicial al evento final del proyecto.
- ***La suma de las duraciones de las actividades críticas es igual a la duración del proyecto y cualquier tipo de atraso o adelanto en una actividad crítica implica un atraso o adelanto en el proyecto.***
- En el caso de contar con ***recursos adicionales*** (personal, dinero, equipo, etc.), estos ***deberán aplicarse con prioridad a las actividades críticas***, de lo contrario se estarían desperdiciando los recursos y haciendo una mala utilización de los mismos.
- A partir de la definición de la ruta crítica, se determina exactamente la responsabilidad del éxito o fracaso del proyecto.

MÉTODO PERT (Program Evaluation and Review technique)



UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

La técnica PERT surgió en 1958 como consecuencia del esfuerzo tecnológico realizado durante la guerra fría con el objetivo de terminar lo antes posible la construcción de los primeros submarinos nucleares (serie Polaris). El empleo de este método, creado en colaboración entre la marina norteamericana, la empresa aeronáutica Lockheed y la firma de consultores Booz-Allen and Hamilton, permitió reducir en dos años el período estimado de terminación de los submarinos.



MÉTODO PERT

Es un instrumento utilizado para realizar la planificación, ejecución y control de proyectos. Esta técnica se emplea para proporcionar información sobre la cual se pueden tomar decisiones en donde **se determine la probabilidad** de cumplir con las fechas de entrega específicas del proyecto en el periodo de **tiempo más corto y minimizando los costos de ejecución.**

Este método se utiliza para:

- Identificar aquellas actividades que se encuentran más propensas a sufrir problemas y/o inconvenientes.
- Señalar en qué puntos debe hacerse el mayor esfuerzo para no tener retrasos.
- Evaluar el efecto de los cambios en el programa.
- Analizar el efecto al presentarse una desviación con lo programado.

MÉTODO PERT



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Para llevar a cabo una óptima aplicación de la técnica PERT es imprescindible partir de tres datos iniciales:

- Conocer el conjunto de actividades que se han de realizar.
- Estimar el tiempo necesario para realizar cada una de ellas.
- Determinar el orden en que han de realizarse las actividades, es decir, señalar cuáles de ellas deben preceder a las otras.

MÉTODO PERT



UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

El objetivo del método PERT o teoría de la probabilidad, consiste en programar un modelo matemático adecuado a la descripción e interpretación de cierta clase de fenómenos observados; y a través de esa herramienta opera la estadística.

Dicho método se aplicaría entonces, en los casos específicos cuando se requiere ***programar una obra sobre la cual existe poca experiencia, y por lo tanto, los tiempos de duración de sus diversas actividades son inciertos.***

En consecuencia, el análisis de incertidumbre en un proyecto PERT, se relega a la estimación de la duración incierta de sus actividades o etapas componentes.

MÉTODO PERT



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Cuando el programador no dispone de datos fidedignos, y necesita estimar la duración de una actividad, consulta e investiga; y ya sea por información suministrada por personas de experiencia en la materia, o bien por decisión propia determina un tiempo de duración de tal actividad, pero no podrá precisar éste, y ***deberá en consecuencia establecer un lapso en el cual puede probablemente concluir la labor analizada.***

Al hacer esto, admite la incertidumbre, y ya no puede decir, “el proyecto termina tal día”, sino ***el proyecto probablemente terminará en tal fecha.***

MÉTODO PERT



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Parte de la premisa: Que para la gran variedad de eventos que transcurren dentro del común de un proyecto, la curva que más se aproxima a la realidad es la curva de ***distribución normal***. Los ***parámetros*** que se deben de tener en cuenta para encontrar la probabilidad de ocurrencia de un evento son ***el valor promedio (x) y la desviación típica estándar (σ)***.

Con el pasar de los años a raíz de su aplicación en la construcción se demostró que esta distribución no es la que más se acopla a los resultados obtenidos. La que ***más se asemeja a las variaciones de los datos es la distribución (β)***.

MÉTODO PERT



UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

De acuerdo a lo anterior la distribución de tiempo que supone el PERT para una actividad es una distribución tipo beta, en la cual se encuentran ***tres estimaciones de tiempo*** para cada una de las actividades, estas son:

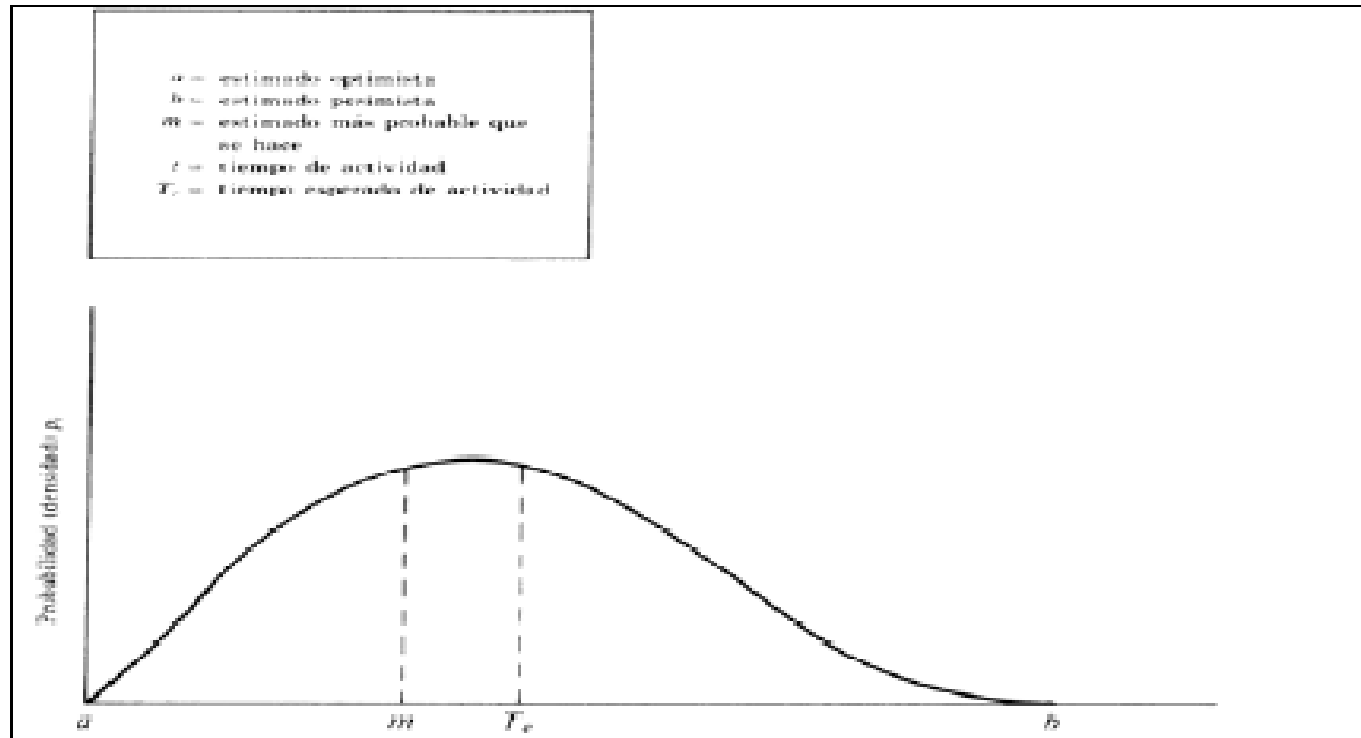
- El estimado de tiempo más optimista, a.
- El estimado de tiempo más probable, m.
- El estimado de tiempo más pesimista, b.

La forma de la distribución se muestra en la próxima figura. El tiempo más probable es el tiempo requerido para completar la actividad bajo condiciones normales. Los tiempos optimistas y pesimistas proporcionan una medida de la incertidumbre inherente en la actividad, incluyendo desperfectos en los equipos, disponibilidad de mano de obra, retardo en los materiales y otros factores.

MÉTODO PERT



UNIVERSIDAD DE MEDÉLLIN



CURVA DE DISTRIBUCIÓN BETA

MÉTODO PERT



UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

1. Tiempo más optimista (a): Expresa el tiempo mínimo que será necesario para realizar el trabajo, el cálculo de éste considera aptas todas las circunstancias que han de ocurrir en la realización de una actividad, suponiendo que todo ha de salir bien y sin que se produzcan fallas que puedan afectar la duración de la actividad. Por estas causas, esta apreciación es considerada muy poco realista. ***Probabilidad de ocurrencia del 1%.***

2. Tiempo más probable (m): Corresponde al tiempo normal en que la actividad puede llevarse a cabo y cuyo resultado ***se obtiene frecuentemente repitiendo muchas veces la actividad, bajo las mismas circunstancias o condiciones.***

3. Tiempo pesimista (b): Es lo inverso al optimista. Salvo las situaciones incontrolables, como los efectos de la naturaleza, éste nos señala el tiempo que se necesitaría si todos los que tuvieran que realizar la actividad la ejecutan mal. ***Probabilidad de ocurrencia del 1%.***

MÉTODO PERT



UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

Realizadas las tres estimaciones de tiempo, éstas son reducidas por medio de principios estadísticos a un solo estimativo de tiempo, el cual se denomina tiempo estimado (tiempo esperado promedio) T_e .

$$T_e = \frac{a + 4m + b}{6}$$

$$S^2 = \left(\frac{a - b}{6} \right)^2$$

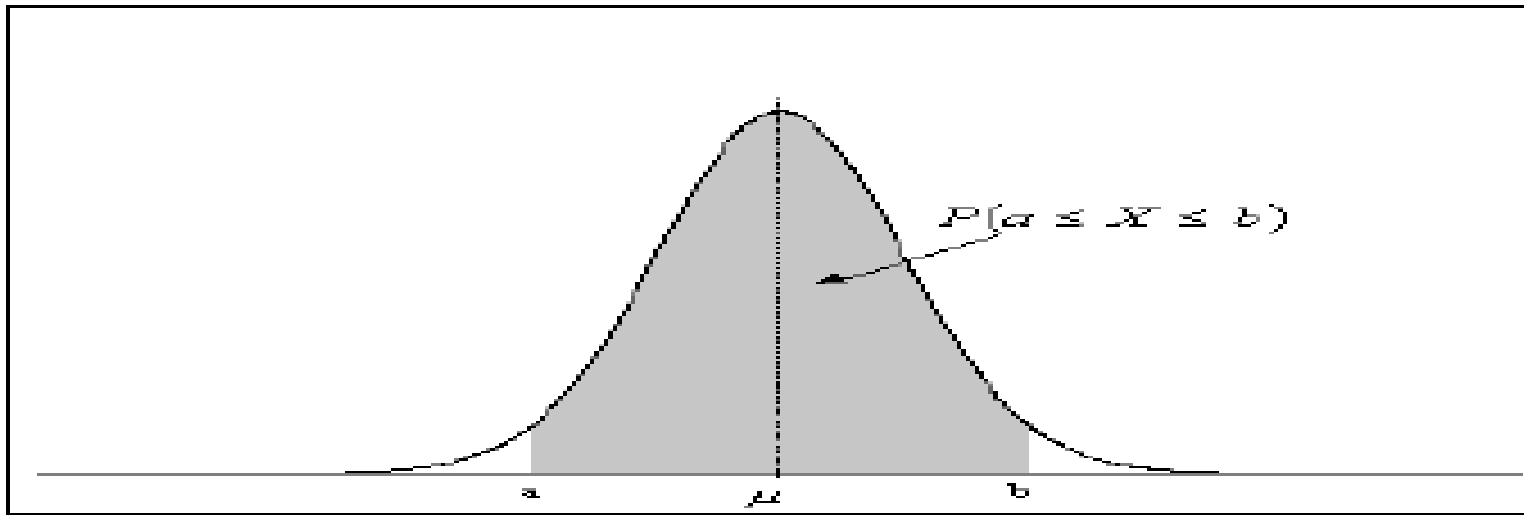
FÓRMULAS DE TIEMPO ESPERADO

MÉTODO PERT (Program Evaluation and Review technique)



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Al aplicar la fórmula, se obtiene el tiempo esperado, y este valor se le aplica a la programación mediante el método PERT. Este tiempo promedio, a pesar de no ser el más frecuente, es el más representativo, y divide el área de distribución de frecuencias en dos partes iguales.



CURVA DE DISTRIBUCIÓN NORMAL

MÉTODO PERT



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

La duración T_e así estimada, con la cual se trabaja la red, no es de ninguna manera el tiempo exacto; y seguramente la etapa va a durar más o menos T_e , dando origen así a cierto margen de incertidumbre. Sin embargo, de acuerdo con los principios de distribución de frecuencias puede asegurarse que existirá alta probabilidad que ***la etapa termine dentro del intervalo $T_e + S^2$, y $T_e - S^2$.***

El tiempo final esperado de un proyecto será la sumatoria de todos los tiempos esperados de las actividades sobre la ruta crítica.

MÉTODO PERT



UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

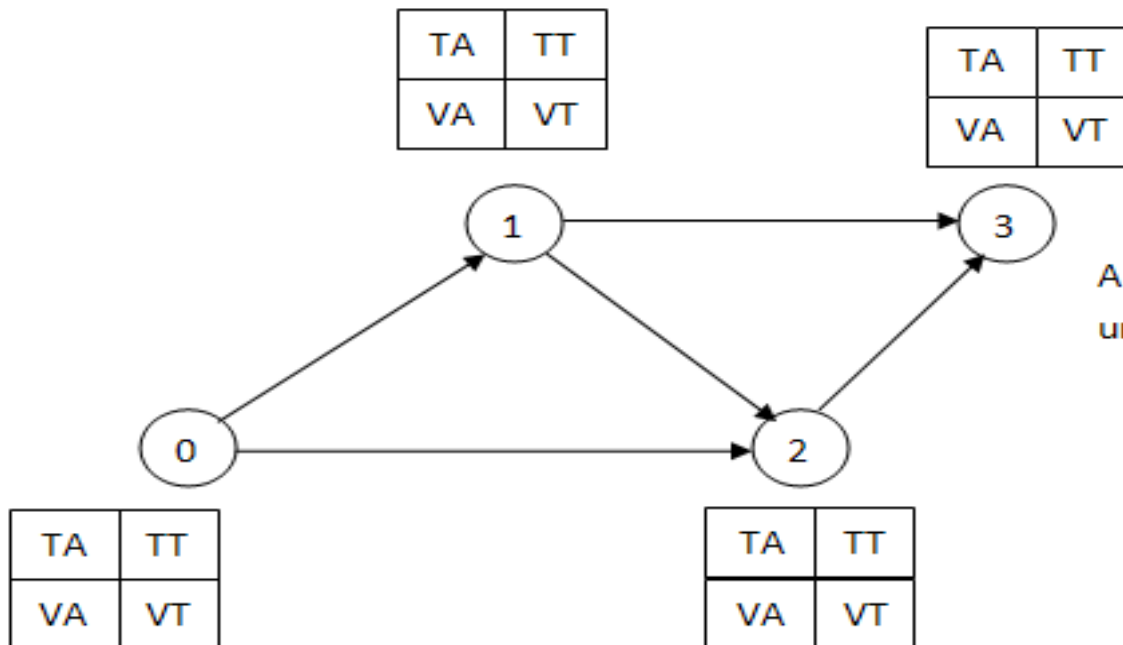
La red PERT consta de los siguientes elementos:

- Tareas, actividades o etapas, representadas por una flecha. Se le asigna a cada una de las tareas un código y una duración, sin embargo la longitud de la flecha es independiente de la duración de la tarea.
- Etapas, es decir, el inicio y el final de la tarea. Cada tarea tiene una etapa de inicio y una de finalización, con excepción de las etapas iniciales y finales, cada etapa final es una etapa de inicio de la siguiente tarea. Las etapas generalmente están numeradas y representadas por un círculo, pero en algunos otros casos pueden estar representadas por otras formas, es decir, pueden ser cuadrados, rectángulos, óvalos, etc.
- Tareas ficticias, representadas por una flecha punteada que indica las limitaciones de las cadenas de áreas entre ciertas etapas.

MÉTODO PERT



Aparecen entonces en las casillas, como en el CPM, junto a los eventos o etapas, dos tiempos el adelantado y el tardío. Pero ya no se puede hablar como en aquel, de tiempo de iniciación anticipada y de terminación tardía, sino de tiempo probable de iniciación anticipada y de tiempo probable de terminación tardía.



A cada tiempo (TA, TT) corresponde una varianza (VA, VT).

MÉTODO PERT



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Ejemplo: Un proyecto a programarse mediante el método PERT muestra la siguiente distribución:

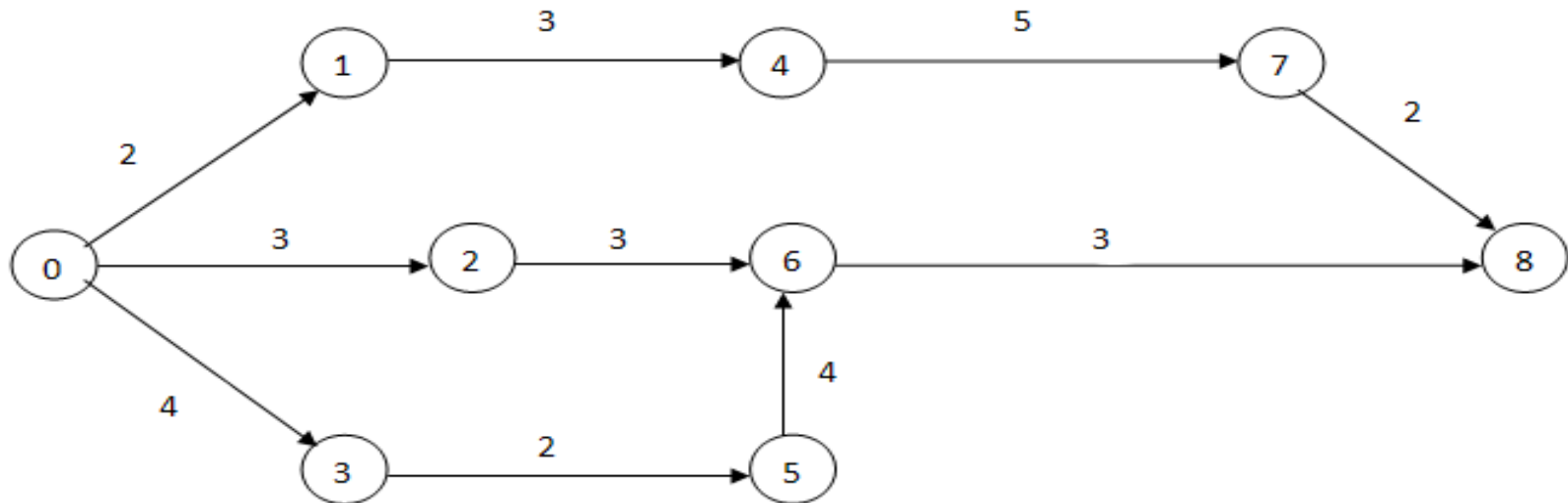
ACTIVIDAD	T_o	T_m	t_p	t_e	S^2	S	CN	CL	M
0-1	1	2	3	2	0,11	0,33	600	800	200
0-2	1	3	5	3	0,44	0,66	300	800	250
0-3	2	3	10	4	1,77	1,33	800	1200	200
1-4	1	3	5	3	0,44	0,66	200	300	50
2-6	2	3	4	3	0,11	0,33	700	800	100
3-5	1	2	3	2	0,11	0,33	600	800	200
4-7	2	5	8	5	1,00	1,00	400	700	100
5-6	2	4	6	4	0,44	0,66	500	900	200
6-8	2	3	4	3	0,11	0,33	700	800	100
7-8	1	2	3	2	0,11	0,33	200	300	100

MÉTODO PERT



UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

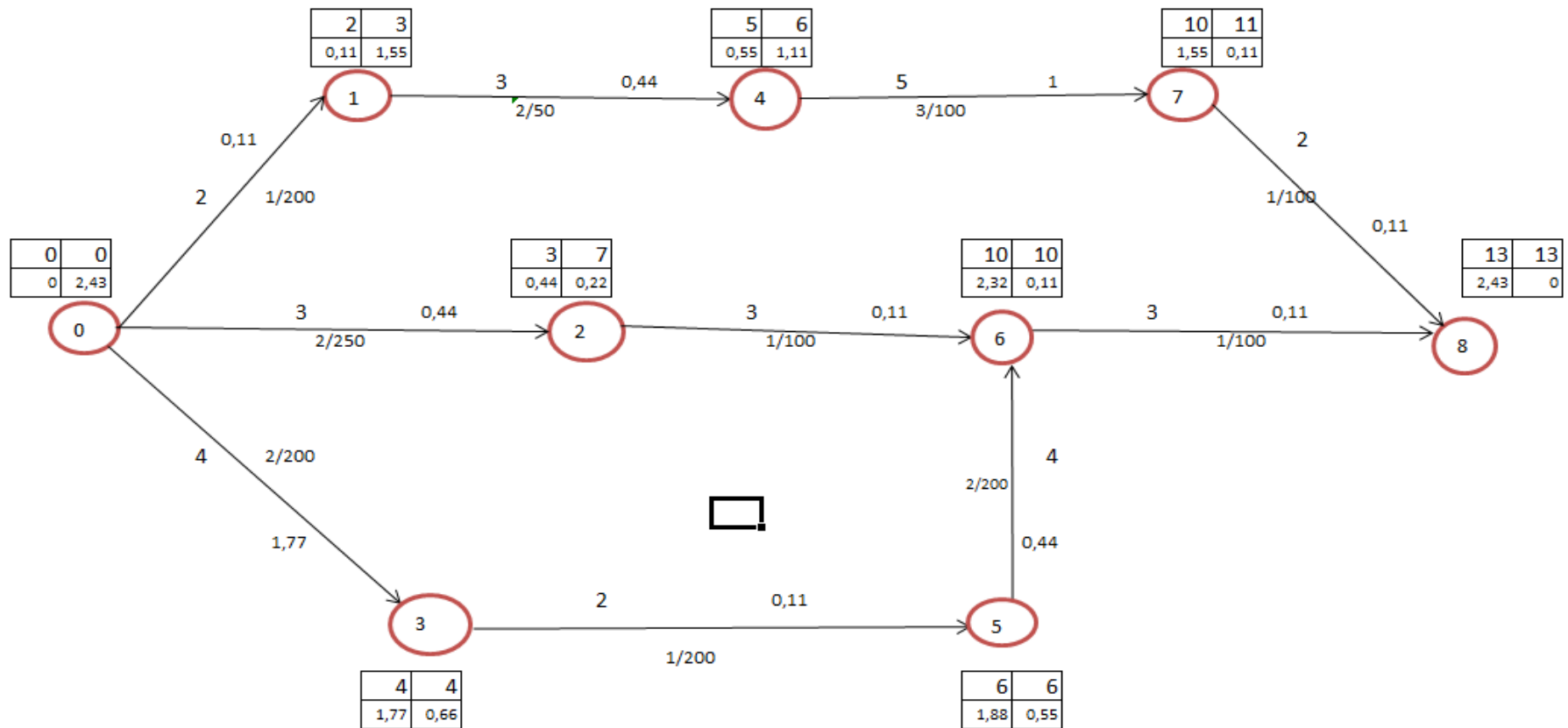
- Inicialmente se calculan los tiempos esperados, las desviaciones típicas, las varianzas, la pendiente y se colocan en el cuadro.
- Se construye la red como en el método CPM, utilizando como tiempos de duración los tiempos obtenidos.



MÉTODO PERT



- De igual manera que en el CPM, se recorre la red de izquierda a derecha para los tiempos probables de iniciación temprana, y de derecha a izquierda para los tiempos probables de terminación tardía, con las respectivas varianzas para cada caso.



COMPARATIVO CPM - PERT



UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

- En el **PERT**, los **tiempos** previsible de duración de las actividades se determinan según un **análisis probabilístico** que se calcula a partir de un **tiempo optimista, medio y pesimista**.
- En el **CPM** todos los cálculos se hacen con la **suposición de que los tiempos de cada actividad se conocen** y a medida que el proyecto avanza, estos estimados se utilizan para controlar y monitorear el progreso.
- En ambos métodos, en el caso de que ocurriera algún **retraso** se **optimizarían esfuerzos** para lograr que el proyecto quede de nuevo dentro del programa **cambiando la asignación de recursos**.

The background is a solid red color. In the upper right quadrant, there is a faint, semi-transparent image of a hand holding a graduation cap (mortarboard).

¡GRACIAS!

ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE
RESOLUCIÓN 5148 DE 2009

Diego Torres Calle
Ingeniero Civil
Celular: 3007875519
torresdiegoa@gmail.com