

# Planificación y Comercialización – Clase 4



Fabrizio Marcillo Morla MBA

[barcillo@gmail.com](mailto:barcillo@gmail.com)  
(593-9) 4194239



# Fabrizio Marcillo Morla

- Guayaquil, 1966.
- BSc. Acuicultura. (ESPOL 1991).
  - Magister en Administración de Empresas. (ESPOL, 1996).
- Profesor ESPOL desde el 2001.
- 20 años experiencia profesional:
  - ◆ Producción.
  - ◆ Administración.
  - ◆ Finanzas.
  - ◆ Investigación.
  - ◆ Consultorías.

[Otras Publicaciones del mismo autor en Repositorio ESPOL](#)

# Planificación: Introducción

- Planeación como herramienta de Toma de Decisiones.
- Razones administrar proyectos.
- Reglas de los proyectos.
- Fases de un proyecto.
- Proceso de administración de un proyecto.



# Modulo en Dos Frases

- Administración de Proyectos es sentido común.
- Sentido común es lo obvio después de que ha sido explicado.

# Planeación Como Herramienta de Toma de Decisiones

- Imposible conocer con certeza futuro. Toda decisión tiene riesgo.
- Toma decisiones debe basarse en antecedentes básicos, con conocimiento de las variables en juego.
- Existen herramientas que nos permiten tomar decisiones mas o menos sólidas: **“Formulación, Evaluación y Administración de Proyectos”**:
  - ◆ Antecedentes justificantes para la toma de decisión, tratando de reducir el riesgo o mejorar posible resultado.
- Administración de Proyectos pretende optimizar proyectos en función de tiempo, costo o riesgo.
- Esto es posible solo si se tienen todos los elementos de juicio posibles.
- Se debe simular con la mayor precisión lo que se piensa que sucedería una vez implementado el proyecto.

# Planeación Como Herramienta de Toma de Decisiones

- Las técnicas de análisis empleadas en cada una de las partes de la metodología sirven para hacer algunas determinaciones, esto es son herramientas.
- El estudio no decide por sí mismo, sino que provee las bases para decidir.
- Hay situaciones de tipo intangible, para las cuales no hay técnicas numéricas de evaluación.
- En la mayoría de los problemas, la decisión **final** la toma una persona y no una metodología.
- Ser mas realistas posibles. Cambios a hacer se limitan a aquellos sobre los cuales tenemos incidencia, no a cambio en nivel de “optimismo” del proyecto.
- **Cuidado:** “El papel aguanta todo.”

# Todos somos Administradores de Proyectos, pero no todos saben como planear y administrar un proyecto

Proyectos varían en tamaño y alcance:

- Lanzamiento transbordador NASA
- Construir un bote
- Construir un hospital
- Remodelación de un edificio
- Planear una fiesta o boda
- Organizar olimpiadas
- Desarrollar un nuevo software
- Obtener un título en Acuicultura

# Porque Necesitamos Administrar Proyectos?

- “En promedio compañías USA gastan \$250 billones al año en desarrollo nuevas aplicaciones. En 1995, costos por falla en planificación sumaron \$140 billones.” (Computerworld, August 5, 1996, p.60).
- “En promedio, las operaciones evaluadas en 1994 tomaron 37% mas de tiempo que el planeado, bajando de 48% en 1993, y 54% en 1974-94.” (*Evaluation Results for 1994*, World Bank, 1995).
- “La falla en pronostico promedio en costos para 33 programas terminados entre 1990 y 1996 fué 40% en costo y 62% en tiempo.” (*DoD Acquisition Management Metrics*, Defense Systems Management College, 1999).
- ...y muchos, MUCHOS mas...

# Historia de Administración de Proyectos

- Proyectos se han hecho desde el inicio de la humanidad, pero solo se creó una disciplina desde la WWII.
  - ◆ El proyecto Manhattan es el primero en ser reconocido por usar técnicas de administración modernas.
- Critical Path Method (CPM) desarrollado en 1950s por DuPont y Remington Rand para ayudar en mantenimiento.



# Historia de Administracion de Proyectos

- 1958, gobierno U.S.A. adoptó CPM y lo mejoró para crear PERT (Program Evaluation and Review Technique) para el programa de submarinos Polaris.
- Desde 1950, administración de proyectos ha evolucionado en una disciplina en la cual uno puede obtener un titulo y certificacion.
- Al presente PERT y CPM están tan mezclados que no se aprecia mucho su diferencia y se conoce como PERT/CPM.



# Que es un Proyecto?

- Tiene un Objetivo bien identificado.
- Serie tareas o actividades interdependientes, o puede dividirse en actividades.
- Cada actividad tiene periodo de duración.
- Se puede identificar actividades que son prerequisites para iniciar otras actividades.
- Es único.
- Utiliza varios recursos.
- Tiene un inicio y un final.
- Tiene un cliente.
- Involucra cierto grado de incertidumbre (riesgo).

# Ejemplos de Proyectos

- Administrador de Sistemas implementa un nuevo sistema informático.
- Una compañía de software desarrolla una nueva aplicación.
- Una compañía de gráficos produce un tríptico a las especificaciones de un cliente.
- Un contratista instala un nuevo sistema de drenaje en una avenida.
- Ingenieros diseñan un prototipo de una nueva turbina a gas.
- Personal médico ejecuta varias cirugías en una víctima de un accidente.
- Una compañía planea el lanzamiento al mercado de un nuevo producto.
- La construcción de un laboratorio de larvas.

# Que NO es un Proyecto?

- Operaciones en curso:
  - ◆ No tienen un fin.
  - ◆ Producen productos similares o identicos.
- Ejemplos:
  - ◆ Una compañía de seguros procesa miles de reclamos al dia.
  - ◆ Un caero atiende a 100 clientes por dia.
  - ◆ Planta de automobiles produce miles de carros, del mismo modelo y con opciones limitadas.
  - ◆ Las siembras y cosechas consecutivas de una finca camaronera.

Si no puedes describir lo que estas haciendo como un proceso, no sabes lo que estas haciendo.

- ◆ W. Edwards Deming (1900-1993) U.S. business consultant.

# Proceso de Administración de Proyectos

- El corazón del proceso de administración de Proyectos es “Planear el trabajo y Trabajar el Plan”.
- Antes de esto, se deben de poner las bases para el proyecto.
- Al final del proyecto se debe cerrar el mismo.

# Planear el Trabajo

- Definir claramente el objetivo del proyecto.
- Dividir y subdividir el proyecto.
- Definir las actividades específicas que necesitan ejecutarse.
- Gráficamente mostrar las actividades en un diagrama de red (malla).
- Hacer estimados de tiempo.
- Hacer estimados de costos (recursos).
- Calcular los presupuestos de tiempo (cronograma) y costos del proyecto.

# Trabajar el Plan

- Establecer una línea base.
- Monitorear progreso.
- Medir progreso real y compararlo con el progreso planeado.
- Tomar acciones correctivas si el proyecto está retrasado en el cronograma, excedido de costos al presupuesto, o no cumple las especificaciones técnicas.

# Esperar lo Inesperado

- Circunstancias inesperadas casi siempre van a darse que van a poner en peligro lograr los objetivos del proyecto.
- El reto del administrador del proyecto es prevenir, anticipar y/o sobrellevar estas circunstancias.

# Exito

- Los Proyectos serán exitosos cuando:
  - ◆ Estan a tiempo.
  - ◆ Estan dentro del presupuesto.
  - ◆ Tienen alta calidad.
    - ◆ Funcionalidad (Que se supone que el producto haga?).
    - ◆ Eficiencia (Que tan bien lo hace?).
- Significa balancear:
  - ◆ Costos.
  - ◆ Cronograma.
  - ◆ Calidad.

# Factores Esenciales para Exito

- Estar de acuerdo entre el grupo, cliente y administrador del proyecto en los objetivos del mismo.
- Un plan para medir el progreso que muestre la ruta total con responsabilidades claras.
- Comunicación constante y efectiva a todo nivel.
- Alcance controlado.
- Soporte de la administración.



“... - Serías tan amable de decirme, por favor, ¿qué camino debo tomar a partir de aquí? - preguntó Alicia.

- Eso depende en gran medida de adónde quieras llegar - dijo el Gato.

-Realmente no me importa adónde - Respondió Alicia.

-Entonces no importa que camino tomes ....” Tomado de Alicia en el país de las Maravillas

# Reglas de Administración de Proyectos

- Ningún proyecto mayor es terminado a tiempo, dentro del presupuesto y con el mismo personal que empezó. El tuyo no será el primero.
- Los Proyectos progresan rápidamente hasta que se los completa en un 90%, de ahí en adelante permanecen completos en un 90% por siempre.

# Reglas de Administración de Proyectos

- Cuando las cosas van bien, algo irá mal.
- Cuando las cosas no pueden ir peor, lo harán.
- Cuando las cosas parecen estar mejorando es porque has pasado algo por alto.
- Si el contenido del proyecto es permitido cambiar libremente, el grado de cambio va a exceder el grado de progreso.
- Los grupos de proyectos detestan el reporte de progreso, por que pone en evidencia su falta de progreso.

# Reglas de Administración de Proyectos

- Una ventaja de proyectos con objetivos difusos, es que permite evitar la vergüenza de estimar los costos correspondientes.
- Murphy era un optimista.
- Ningun sistema es completado sin fallas. Intentos de librar de fallas inevitablemente inducen nuevas fallas que son mas difíciles de encontrar.

# Reglas de Administración de Proyectos

- Un proyecto planeado descuidadamente tomará 3 veces el tiempo que se planeó para ejecutarse.
- Un proyecto planeado cuidadosamente tomará solo el doble.

# Fases “Tradicionales” de los Proyectos

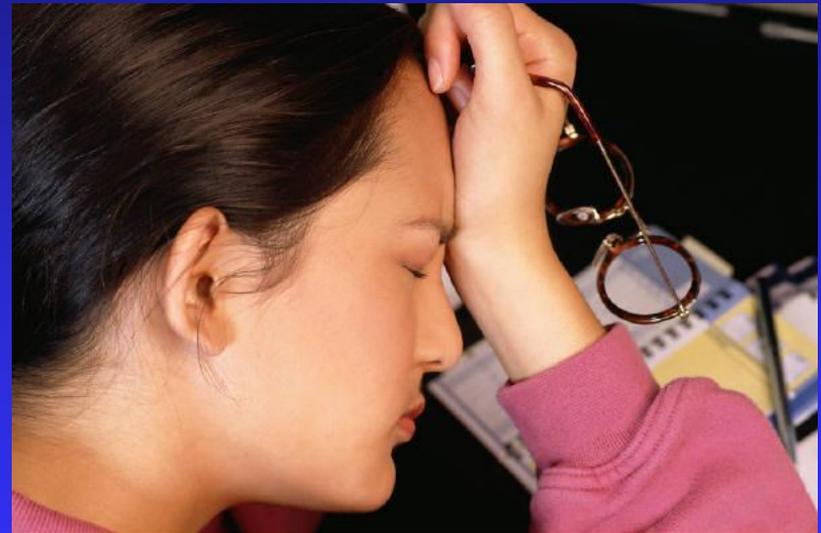
# Fase 1

- Excitación y Euforia.
- Entusiasmo desmedido.



# Fase 2

- Desilusión Total



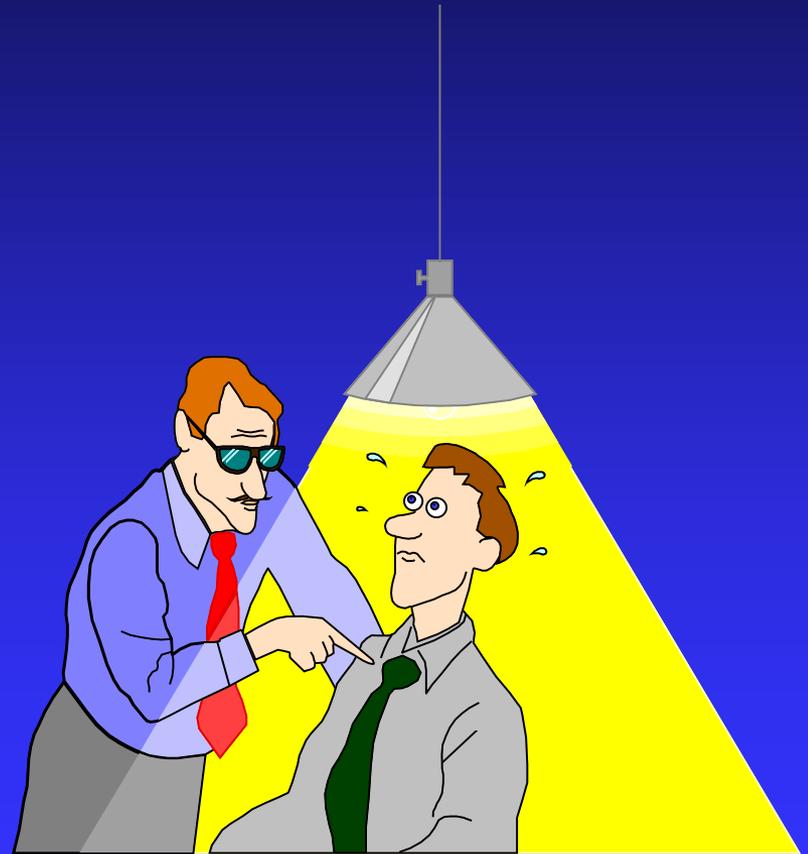
# Fase 3

- Pánico.



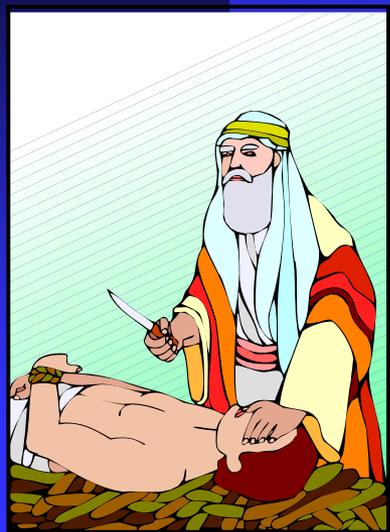
# Fase 4

- Frenética búsqueda del culpable.



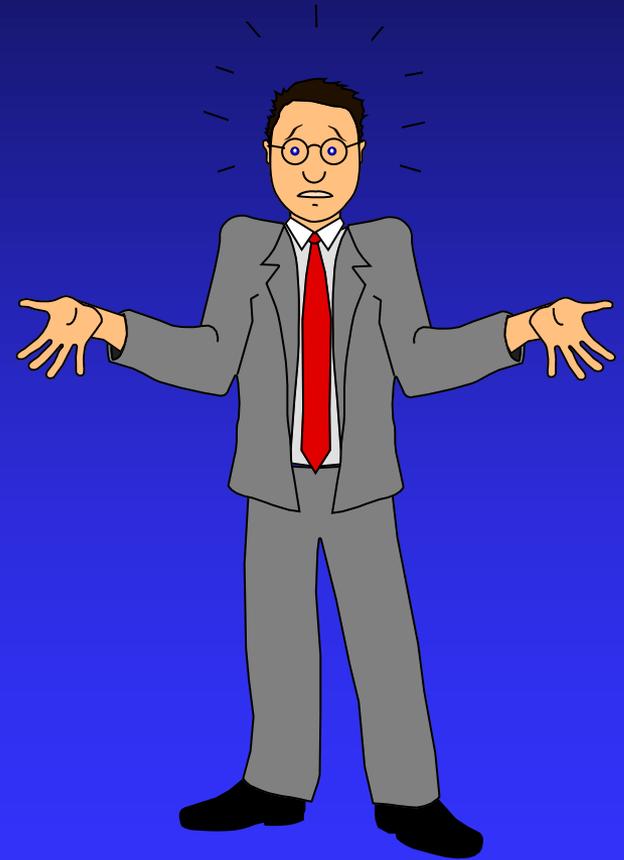
# Fase 5

- Castigo a los inocentes.



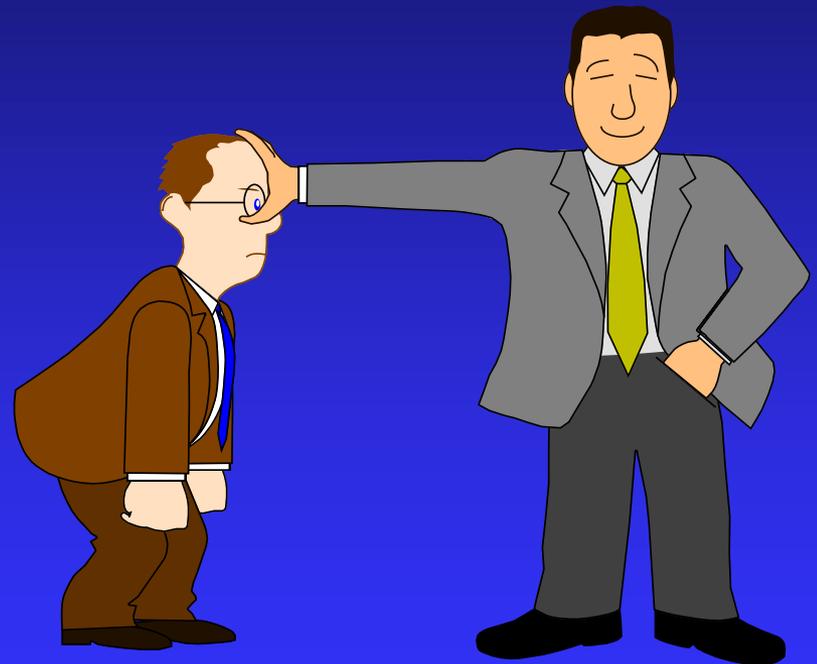
# Fase 6

- Premio y Promoción de los no involucrados.



# Proverbio

- Llega el momento en la historia de todo proyecto que es necesario “Fusilar a los ingenieros” y empezar la producción.

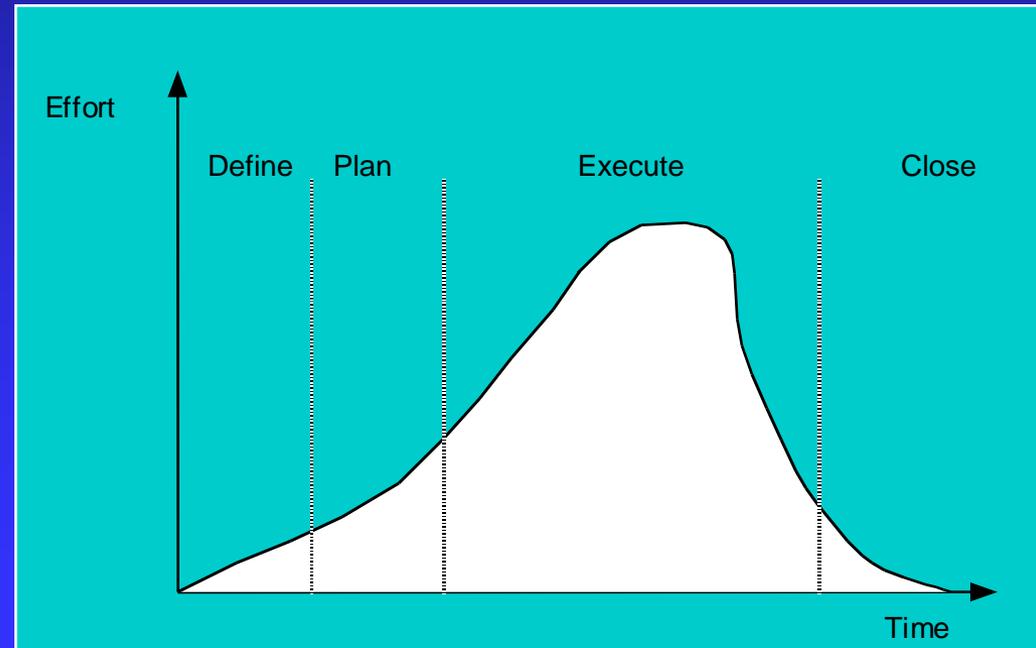


# Citas sobre Proyectos

- No puedes producir un bebe en un mes impregnando a nueve mujeres.
- Mientras mas desesperada la situación, lo mas optimistas los “situados”.
- Lo que no está en papel no se ha dicho.
- Mientras mas ridicula la fecha limite, mas costará intentar alcanzarla.

# El Ciclo de vida *Real* del Proyecto

- Los proyectos nacen cuando se identifica una necesidad.
- El ciclo de vida de los proyectos varian en duracion desde unas pocas semanas hasta varios años.
- 4 fases generales:
  - ◆ Definición.
  - ◆ Planeación.
  - ◆ Ejecución.
  - ◆ Cierre.



# Fase I: Definición

- Sienta las bases para el proyecto.
- A diferencia de trabajo en proceso, algunas preguntas deben de responderse antes de iniciar el proyecto:
  - ◆ Quien es el responsable?
  - ◆ Quien tiene autoridad?
  - ◆ Cuales son las metas?
  - ◆ Como nos comunicamos?



# Fase I: Definición

- Las necesidades son definidas por los clientes que solicitan el trabajo.
- Orientación de los involucrados es esencial.

# Fase II: Planeación

- Fase que vamos a ver mas en este curso.
- Basado en la definición del problema.
- Desglosa proyecto en actividades.
- Fija metas de tiempo, costo y calidad para cada actividad y para proyecto en sí.
- Trata de optimizar proyecto.
- Identifica variables que podrian afectar a proyecto y analiza su efecto (riesgo) o trata de minimizarlas.
- Simula desarrollo de proyecto.
- Sienta linea base para su futuro control.

# Fase III: Ejecución

- Una vez terminada planeación se inicia ejecución.
- Es puesta en marcha del plan.
- Se trata de seguir el plan en lo posible, pero adaptandolo a los imprevistos o a cambios, teniendo en mente el objetivo final y los requerimientos de costo, tiempo y calidad.
- Trata de mantener plan trazado.
- Además de ejecución en sí, incluye control respecto al plan.
- Es fase mas difícil de proyecto, pero si planeación fue correcta se hace mas fácil.

# Fase IV: Cierre.

- Finalización del proyecto.
- Reportes de resultados reales vs. planeado.
- Retroalimentación para futuros proyectos.

# Involucrados

- Cualquiera participando o impactado por el proyecto está involucrado:
  - ◆ Clientes.
  - ◆ Tomadores de decisiones.
  - ◆ Vendedores del proyecto.
  - ◆ Empleados.
  - ◆ Otros.
- Todas las decisiones importantes en la fase de definición son tomadas por estas personas.

# Involucrados Principales

- Administrador de Proyecto:
  - ◆ Define, planea, controla, lidera proyecto.
- Equipo del Proyecto:
  - ◆ Habilidades y esfuerzo para realizar tareas.
- Administración Funcional:
  - ◆ Políticas de compañía, recursos.
- Auspiciador:
  - ◆ Autoridad, guía, mantiene prioridad de proyecto.
- Cliente:
  - ◆ Requerimientos de producto, fondos.
- Pueden ser o no personas separadas.

# Ejemplos de Proyecto Pequeño: Tu y este curso

- Objetivo: Aprender de Planeación y Comercialización.
  - Proposito.
  - Ciclo de vida.
  - Unico.
  - Interdependiente.
  - Complejo.
- Medida de resultados: Buenas Notas y pasar.
- Tiempo limite: fin semestre.
- Tope de Costo: su tiempo y unos cuantos US\$.

# Ejemplo de Proyecto Medio: Scanning Electro Microscope

- Objetivo: Desarrollar mejor microscopio analítico del mundo.
- Medida de eficiencia: resolución de 0.1nm.
- Límite de tiempo: 5 años.
- Tope de costo: \$5.27M.
- Propósito.
- Ciclo de vida.
- Único.
- Interdependiente.
- Complejo.

# Administración de Proyectos con método PERT / CPM

- PERT / CPM:
  - ◆ Introducción.
  - ◆ Diagramas de Gantt y PERT (redes).
  - ◆ Definición del problema.
- Calculo ruta crítica:
- Probabilidad y riesgo:
- Recursos y Costos.



# Diagrama Gantt



- Es un diagrama de barras horizontales desarrollado como una herramienta de control de producción en 1917 por Henry L. Gantt, un ingeniero y científico social gringo.
- Frecuentemente usada en administración de proyectos.
- Provee ilustración gráfica del cronograma que ayuda a planear, coordinar, y seguir pista de actividades específicas en un proyecto.
- Pueden ser versiones simples creadas en papeles o versiones más complejas y automatizadas usando aplicaciones de administración de proyectos como Microsoft Project o Excel.

# Diagrama Gantt

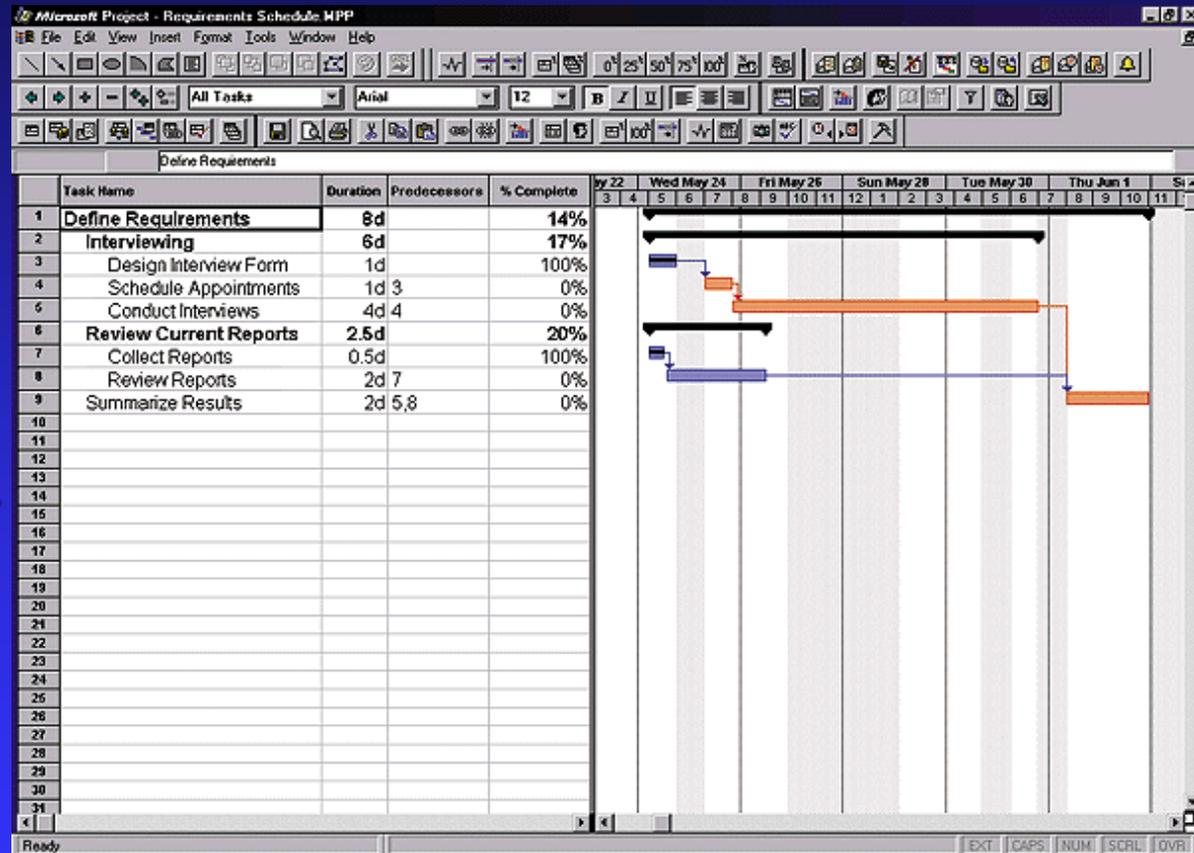
- Son construidas con un eje horizontal representando el tiempo de vida del proyecto, dividido en incrementos (días, semanas, meses) y un eje vertical representando las actividades que hacen el proyecto:
  - ◆ Comprar terreno, hacer planos, contratar maquinas, desbrozar, hacer muros, hacer compuertas, cerrar muros, finalizar.
- Barras horizontales de longitud variable representan la duracion, secuencia y precedencia de las actividades.
  - ◆ Pondrias comprar terreno arriba, abajo a continuacion hacer planos, contratar maquinas y hacer muros, antes de terminar muros pondrias hacer compuertas y despues cerrar muros y por ultimo finalizar.
- Las barras pueden o no interlaparse, dependiendo de los requerimientos de terminar o no una tarea antes de empezar otra.
- Al progresar el proyecto, barras secundarias pueden ser añadidas para indicar progreso de las actividades.
- Una linea vertical indica la fecha del reporte.

# Diagrama Gantt

- Dan una ilustración clara del status del proyecto, pero un problema con ellas es que no indican claramente dependencias de tareas (no puedes saber como el retraso de una tarea afectara a otras).
- El Diagrama PERT, otro Diagrama popular en administración de proyectos esta diseñado para hacer esto.
- Diagramas Gantt automatizados guardan mas información sobre las actividades, como recursos asignados, precedencias y notas. También son mas fáciles de cambiar.
- Los diagramas pueden ser ajustados frecuentemente para reflejar el estado actual de las actividades del proyecto, ya que generalmente estas van a progresar de forma distinta al plan original.

# Diagrama Gantt

- Útiles para mostrar proyectos simples o partes de proyectos grandes.
- Muestran inicio y fin de las tareas individuales.
- Pueden o no mostrar predecesores.
- Pueden mostrar % de avance.

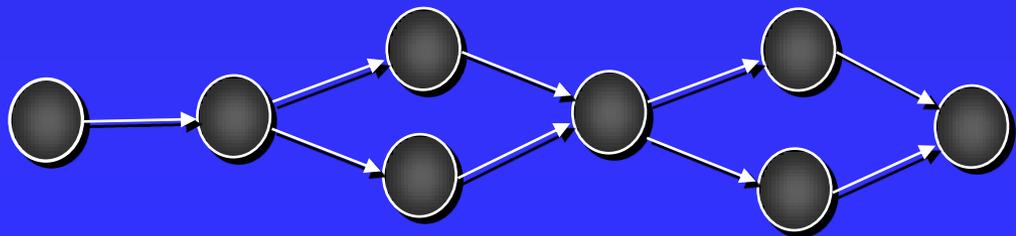


# Diagrama PERT

- Es una herramienta de administración de proyectos usada para ponder horario, organizar y coordinar actividades en un proyecto.
- PERT significa *Program Evaluation & Review Technique*, una metodología desarrollada por la marina de USA en los 1950s para manejar el programa de submarinos nucleares Polaris.
- Una metodología similar *Critical Path Method* (CPM), que fue desarrollada por el sector privado en los mismos años se ha vuelto sinonimo de PERT, así que ahora la técnica se conoce como: PERT, CPM, or PERT/CPM.

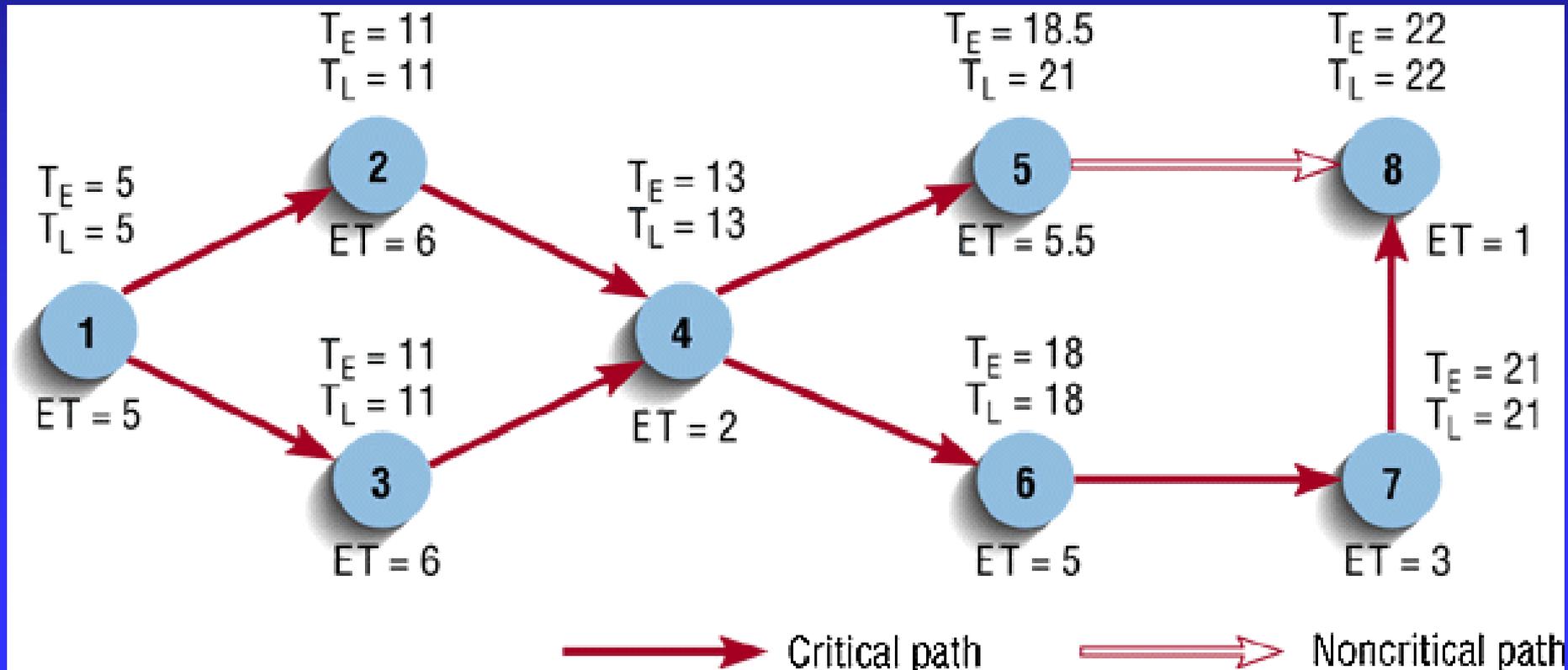
# Diagrama PERT

- Presenta una ilustración gráfica de un proyecto como una red o malla, consistente de nodos (círculos o rectángulos) numerados, representando eventos en el proyecto, unidos por vectores representando actividades en el proyecto. La dirección de las flechas en las líneas representan la secuencia de las actividades.
- El Diagrama PERT, aunque menos conocida, es preferida respecto al diagrama Gantt, porque representa claramente las dependencias de las actividades.
- Por otro lado el diagrama PERT puede ser mucho más difícil de entender, especialmente en proyectos complejos.
- Frecuentemente, los administradores de proyectos usan ambas técnicas.



# Diagrama PERT

- Muestran orden de actividades
- $T_E$  = Time Earliest (Tiempo temprano) /  $T_L$  = Time Latest (Tiempo Tardio) /  $ET$  = Estimated Time to do task (tiempo estimado)
- Ruta Critica = Minimo tiempo en que el proyecto puede ser terminado. Esta ruta no tiene hoguras, cualquier demora en sus actividades demoran todo el proyecto.



# Comparacion de Gantt y PERT

## ■ Gantt vs. PERT.

- ◆ Gantt muestra visualmente duracion de actividades / PERT visualmente muestra interdependencias entre actividades (algunas Gantt como MS Project hacen esto tambien).
- ◆ Gantt visualmente muestra sobreposicion de actividades / PERT no muestra sobreposicion pero muestra cuales actividades pueden ser hechas en paralelo (algunas Gantt tambien).
- ◆ Algunas Gantt muestran visualmente holguras disponibles / PERT lo muestra como texto en rectangulos de actividades.

# Creando Fechas y Duraciones para Diagramas Gantt y PERT

## ■ 3 pasos:

- ◆ Identificar cada actividad a ser completada en el proyecto. Determinar tiempos estimados y calcular la finalización esperada para cada actividad.
  - ◆  $\text{T tiempo estimado} = (\text{optimista} + 4 \times \text{realista} + \text{pesimista}) / 6$ .
  - ◆ No científica, da mas peso a realista, pero para bola a pesimista y optimista.
- ◆ Determine relaciones de secuencia y precedencia entre todas las actividades.
  - ◆ Algunas cosas no se pueden hacer hasta que otras se han hecho aun que se tenga holgura de recursos.
  - ◆ Algunas cosas se pueden hacer al mismo tiempo si hay recursos vagos o cuando se esta esperando para que otra cosa termine.

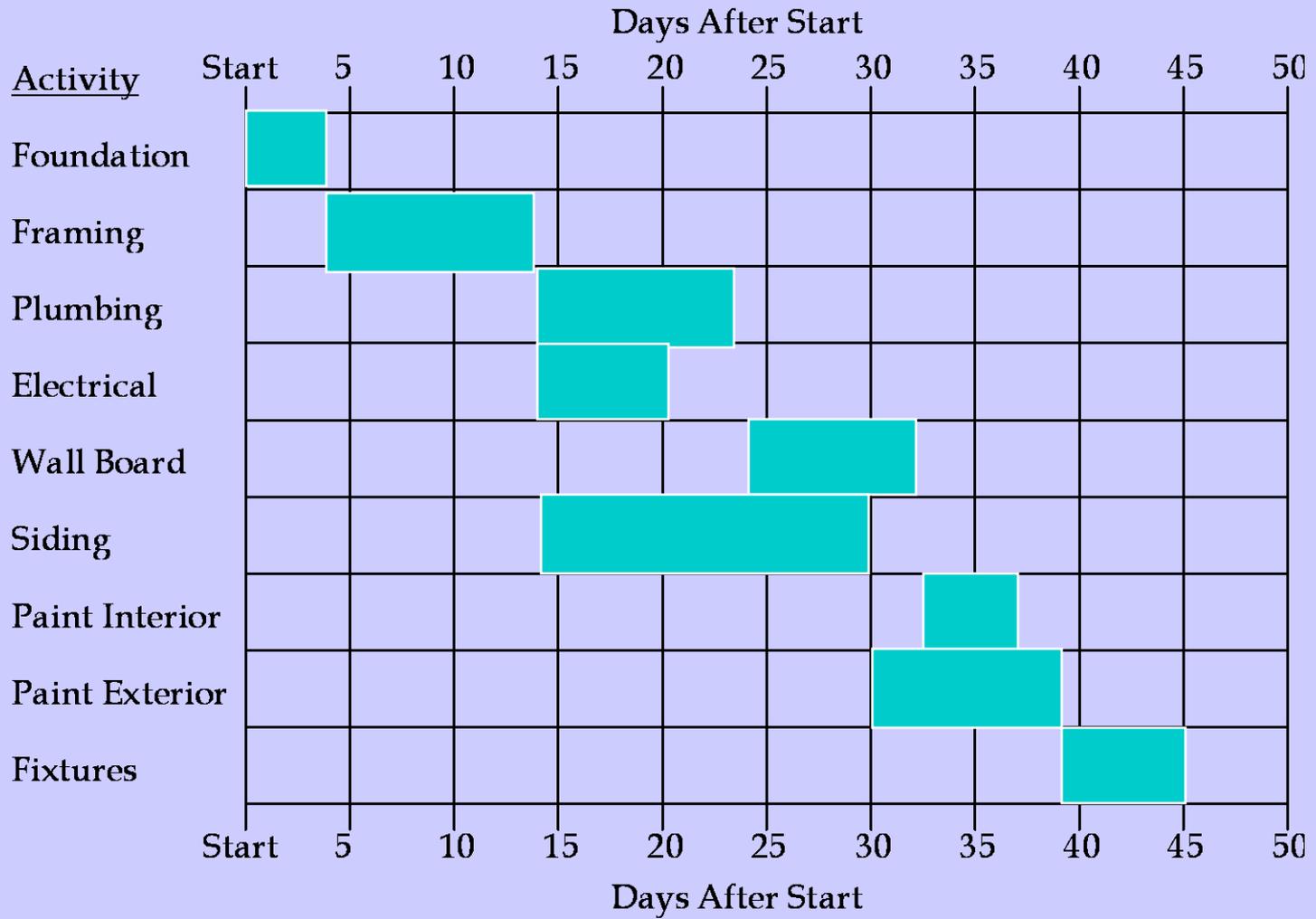
# Creando Fechas y Duraciones para Diagramas Gantt y PERT

- Cosas practicas en hacer y mantener diagrams.
  - ◆ Escoja duracion basada en su experiencia (su punto de vista) y negociacion (punto de vista de ellos).
  - ◆ Trate de no que quedarse con estimados de tiempo, costo o calidad que no pueda cumplir.
  - ◆ En el mejor de los casos, tendra estimados que podra cumplir.
  - ◆ Si el tiempo asignado es muy poco necesitar cambiar:
    - ◆ Recursos: Entregue mas recursos. Requiere \$.
    - ◆ Tiempo: Extienda el limite de tiempo. Require flexibilidad que posiblemente no tenga. Puede mover algunas partes a costa de otros que vendran despues. Pero a la larga le alcanzaran.
    - ◆ Especificaciones: Puede disminuir calidad para terminar a tiempo, ojo calidad minima. Consecuencias pueden permanecer ocultas pero pueden ser severas.

# Diagrama Gant: Construir Casa

Actividad	Duracion	Precedente
Bases	4	-
Estructura	10	Bases
Griferia	9	Estructura
Electricidad	6	Estructura
Paredes Interiores	8	Grif / Elect
Paredes Exteriores	16	Estructura
Pintura interior	5	Pared Interior
Pintura Exterior	9	Pared Exterior
Acabados	6	Pint. Int & Ext.

# Diagrama Gantt



# Metodo Ruta Critica (CPM)

- Diseñado para proveer micro-control intenso.
- El sistema es dinamico; continua proveyendo reportes periodicos mientras proyecto progresa.

# Mallas: PERT / CPM

- Con la excepción de Diagramas Gantt, la forma más común para programar cronogramas es el uso de técnicas de red o malla como PERT y CPM.
- Program Evaluation and Review Technique (PERT) desarrollado por U.S. Navy en 1958.
- Critical Path Method (CPM) desarrollado por DuPont, Inc en momentos similares.
- PERT desarrollado principalmente para ser usado para proyectos de desarrollo e investigación.
- CPM diseñado para proyectos de construcción.
- 2 métodos son muy similares y los consideraremos como PERT / CPM.

# Deber

## ■ Por Grupo:

- ◆ Traer un proyecto dividido en actividades con sus predecesoras y duraciones para desarrollar PERT en clase.
- ◆ Trae Gantt ya hecho.
- ◆ Preferible no muy complicada (max 10 actividades).

# CPM: Punto Vista Administrador

## Entradas:

- Lista de Actividades de proyecto.
- Precedencia y relaciones entre actividades.
- Estimación de duración de actividades.

## Metodos de proceso de CPM

## Salidas:

- Estimado de duracion del proyecto.
- Identificacion de actividades criticas.
- Cantidad de holgura para cada actividad.

# Terminología CPM

## ■ Actividad

- ◆ Una tarea o cierta cantidad de trabajo requerida en el proyecto.
- ◆ Requiere tiempo para completarse.
- ◆ Requiere recursos para completarse.
- ◆ Representada por una flecha.

## ■ Actividad ficticia.

- ◆ Indica únicamente relaciones de precedencia.
- ◆ No requiere tiempo o esfuerzo.
- ◆ Usada como artilugio.

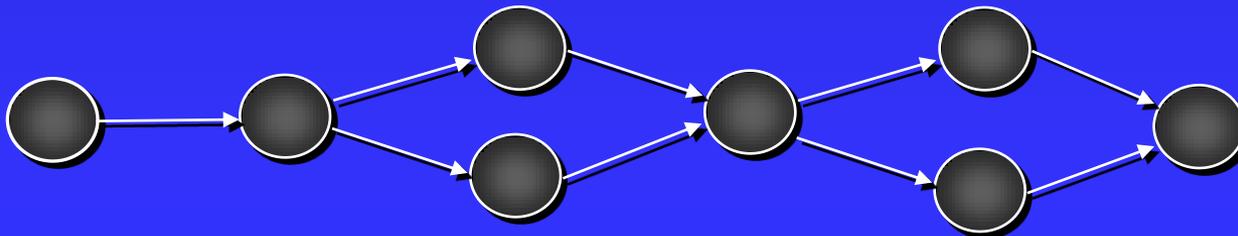
# Terminología CPM

## ■ Evento

- ◆ Indica el comienzo o fin de una actividad.
- ◆ Designa un punto en el tiempo.
- ◆ Representado por un nodo.

## ■ Network, Malla o Red:

- ◆ Muestra las relaciones secuenciales entre actividades usando nodos y flechas.



# Terminologia CPM

- Ruta:
  - ◆ Una secuencia conectada de actividades, guiando de un evento inicial a un evento final.
- Ruta Critica:
  - ◆ La ruta mas larga (tiempo); determina la duracion del proyecto.
- Actividades Criticas:
  - ◆ Todas las actividades que forman parte de la ruta critica. Cuando una demora en su comienzo causara una demora en terminacion de proyecto.
- Actividad No critica:
  - ◆ Cuando el tiempo entre su comienzo mas temprano y su terminacion tardia es mas grande que su duracion actual.

# Terminología CPM

- Comienzo Temprano: Earliest Start (ES).
  - ◆ Lo mas temprano que una actividad puede comenzar; asume que todas las actividades predecesoras han sido completadas.
- Terminación Temprana: Earliest Finish (EF).
  - ◆  $ES + \text{Duracion de actividad}$ .
- Terminación Tardia: Latest Finish (LF).
  - ◆ Lo mas tarde que una actividad puede terminar sin afectar la duración del proyecto.
- Comienzo Tardío: Latest Start (LS).
  - ◆  $LF - \text{Duracion de actividad}$ .
- Holgura (Slack):
  - ◆ Tiempo de yapa que tiene actividad para empezar o terminar tarde sin afectar a proyecto:  
 $LF - ES - \text{Duracion}$ .

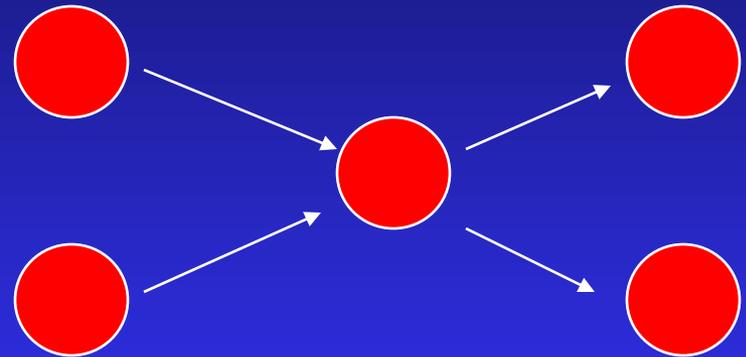
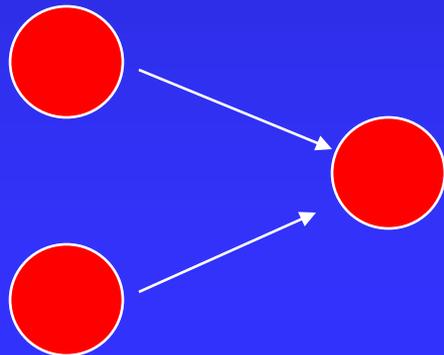
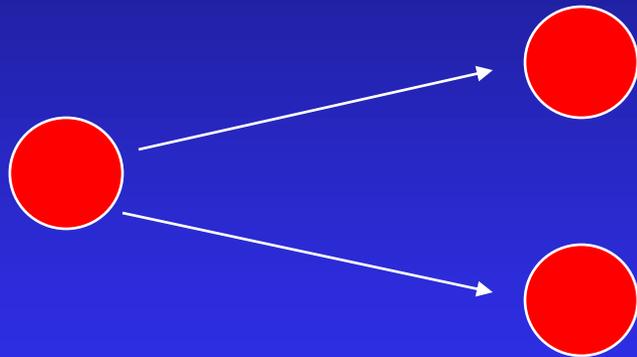
ES	EF
LS	LF

# Reglas Modelo PERT

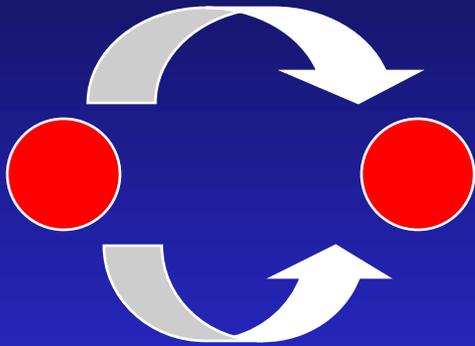
- Todo proyecto comienza en un evento (nodo) y termina en otro. No pueden haber actividades sueltas.
- Cada Actividad esta representada por una y solo una flecha en la red.
- Dos actividades diferentes no pueden identificarse por los mismos eventos terminal y de comienzo.
- A fin de asegurar la relacion de precedencia correcta, al agregar flecha en la malla responder:
  - ◆ Que actividades deben terminarse inmediatamente antes de que esta actividad pueda comenzar?
  - ◆ Que actividades deben seguir a esta actividad?
  - ◆ Que actividades deben de relziarse concurrentemente con esta actividad?

# Modelo Permite

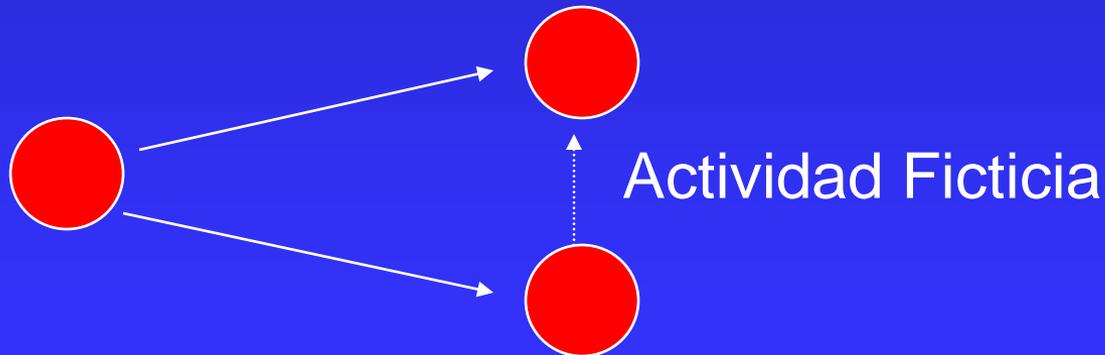
Evento



# Modelo No Permite:

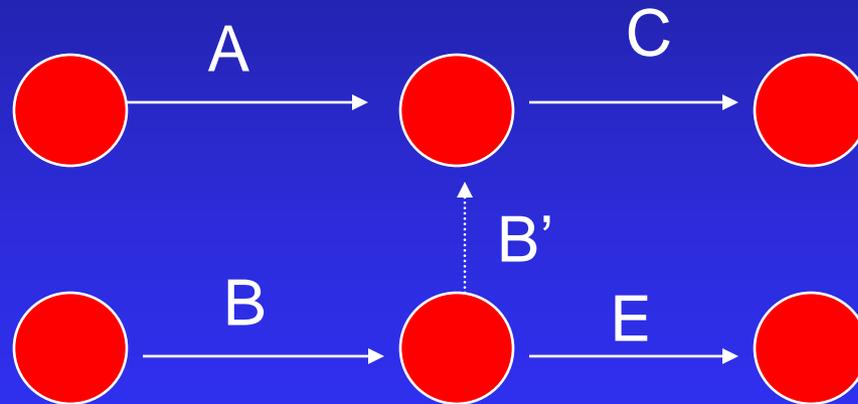


Se lo hace así:



# Otros Usos Actividades Ficticias

- Actividades A y B son prerequisites de C y solo B es prerequisites de E



# Duracion de Actividades

- Promedio ponderado que toma en cuenta 3 tiempos separados:
  - ◆ Optimista.
  - ◆ Pesismista.
  - ◆ Realista o mas probable.

# Trabajar la Red

- Tiempo de Terminacion Temprana EF:
  - ◆ El tiempo de terminacion mas temprana para una actividad se llama EF.
  - ◆ El EF es el *minimo* tiempo necesario para terminar todas las actividades que preceden al evento.

# Trabajando la Red

## ■ Calculo de EF:

- ◆ Trabajando de Izquierda a derecha, el EF se calcula tomando el EF del evento anterior y sumando la duracion de la actividad anterior.
- ◆ Si el evento tiene mas de una actividad predecesora, use el mayor EF de todas las actividades anteriores, incluidas las actividades ficticias.
- ◆ El EF se muestra como un numero en la casilla derecha arriba del nodo del evento.

ES	EF
LS	LF

# Trabajando la Red

- Terminacion Tardia LF:
  - ◆ La terminacion tardia de una actividad es llamada LF.
  - ◆ El LF es lo mas tarde que un evento puede ocurrir sin retrasar todo el proyecto.

# Trabajando la Red

## ■ Calculo de LF:

- ◆ Para determinar el LF, se hace el procedimiento anterior alrevez.
- ◆ Trabaja de *derecha a izquierda*, y *resta* el LF de la *siguiente* actividad.
- ◆ Si el evento tiene mas de una actividad sucesora, use el *menor* LF de las siguientes actividades, incluyendo actividades ficticias.
- ◆ El LF es mostrado como un numero en el cuadro de abajo a la derecha del nodo del evento.

ES	EF
LS	LF

# Trabajando la Red

## ■ Holgura

- ◆ La holgura de un evento es la cantidad de tiempo que un evento puede retrasarse sin retrasar el proyecto.
- ◆ La holgura es la diferencia entre el LF y el EF.

# Trabajando la Red

## ■ Ruta Critica:

- ◆ Una ruta critica es una serie de actividades y eventos donde no hay holgura.
- ◆ Al menos una ruta existira donde todos los nodos tendran *iguales* EF y LFs.
- ◆ Si cualquier actividad en la ruta critica es retrasada mas alla de su LF, el proyecto entero es retrasado .
- ◆ Los Administradores de Proyectos se enfocan en la ruta critica para mantener el proyecto dentro de su cronograma.
- ◆ Las actividades no criticas pueden retrasarse hasta su holgura sin retrasar el proyecto.

# Trabajando la Red

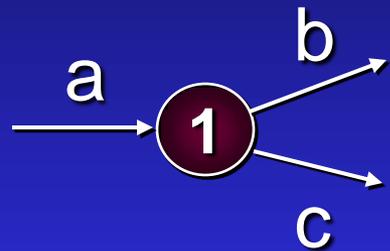
- Comparando Diagramas Gantt y PERT:
  - ◆ Los Diagramas PERT muestran todas las dependencias de tareas y son mejores para poner horarios, monitorear y controlar proyectos.
  - ◆ Los diagramas Gantt muestran la duracion y sincronizacion de actividades y pueden mostrar graficamente el avance del proyecto.
  - ◆ Los diagrams PERT son mas complicados, especialmente para proyectos grandes.

# Convenciones de PERT

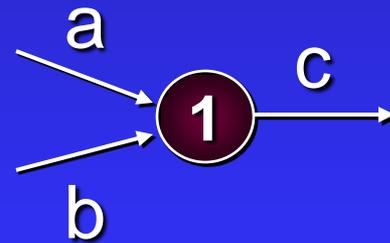
I



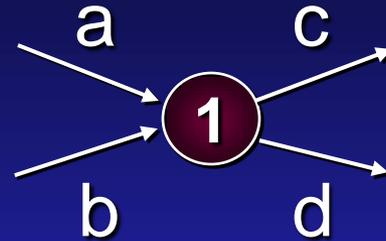
II



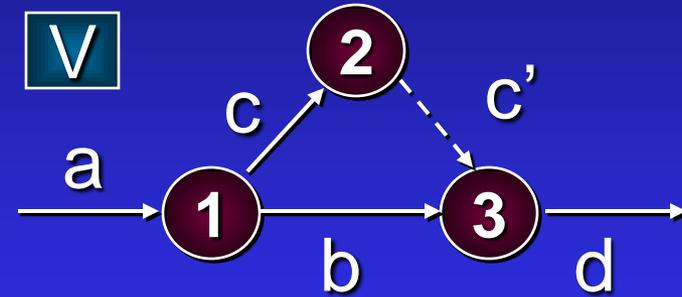
III



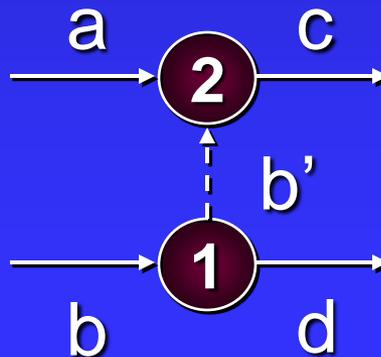
IV



V



VI



# Pasos para analisisCPM

- Dibuje la red o malla PERT:
  - ◆ La vista grafica de las relaciones entre las actividades.
- Analize las rutas a travez de la malla:
  - ◆ Determine la longitud de cada ruta (tiempo requerido para completar cada ruta).
  - ◆ Empezando en el comienzo de la malla, y trabajando hacia la derecha, determine el EF y ES para cada actividad.
  - ◆ Empezando desde el final y hacia la izquierda, calcule el LF y LS de cada actividad.

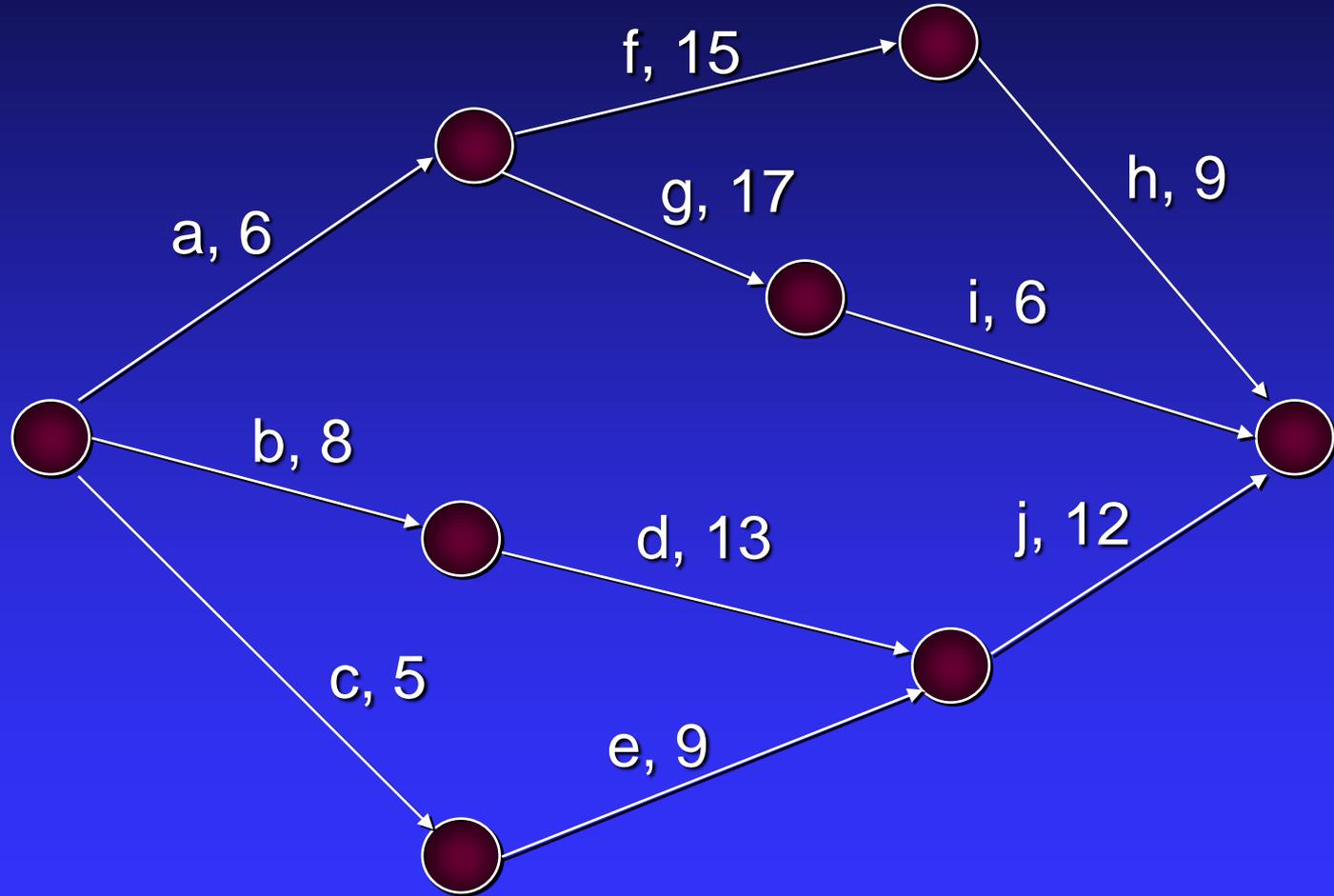
ES	EF
LS	LF

# Steps in CPM Analysis

## ■ Analize ruta:

- ◆ Identifique la(s) ruta(s) criticas (la(s) ruta(s) mas larga(s) a travez de la malla), donde  $EF = LF$ .
- ◆ La ruta critica determinara que tanto demorara el ployecto.
- ◆ Determine las holguras para cada actividad:  $LS - ES = LF - EF$ . Esto es el maximo tiempo que dicha actividad puede retrasarse sin retrasar el proyecto.

# Ejemplo CPM



E	S	E	F
L	S	L	F

# CPM Example

## ■ Rutas

---

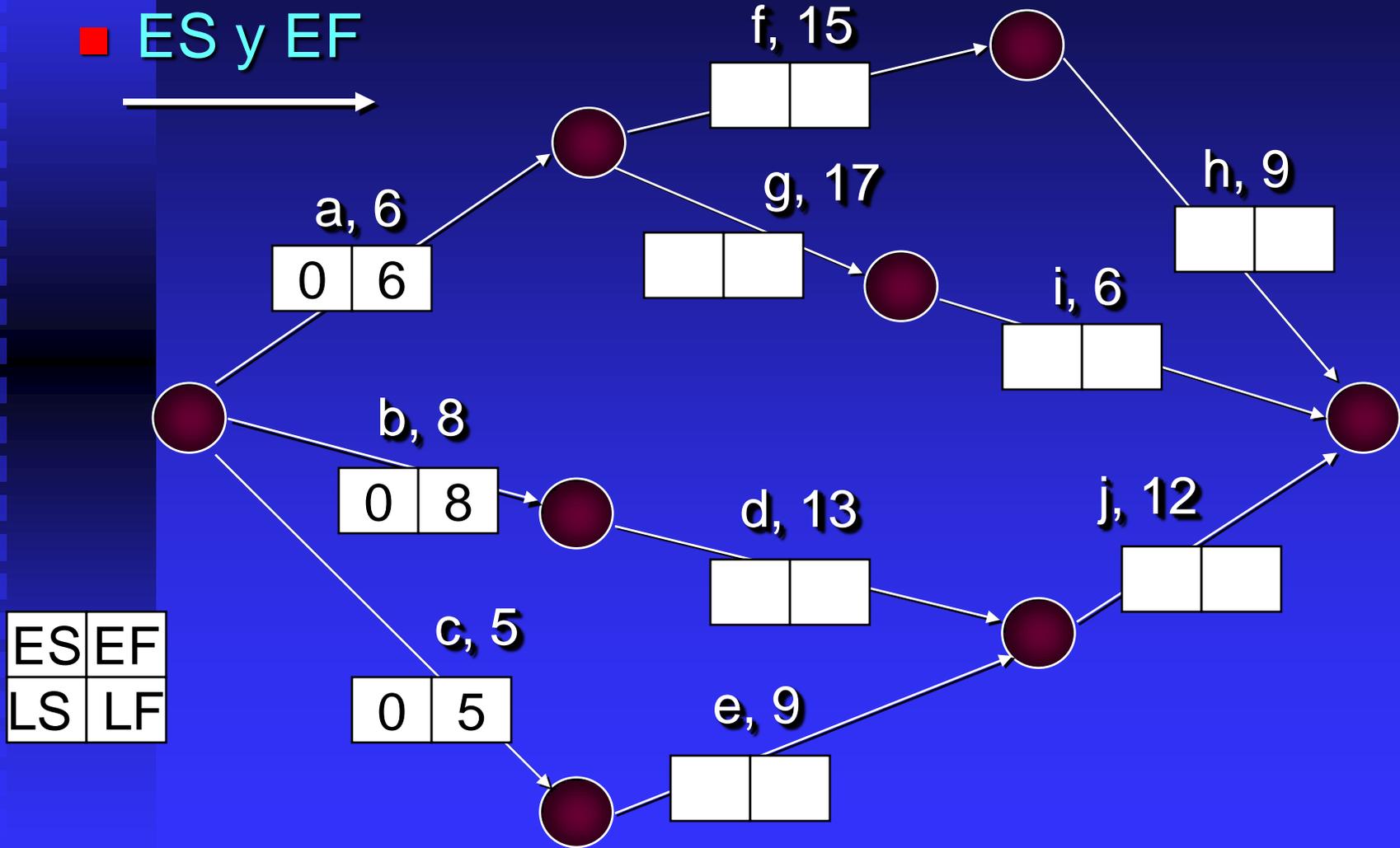
Ruta	Longitud Ruta
a-f-h	$6 + 15 + 9 = 30$
a-g-l	$6 + 17 + 6 = 29$
b-d-j	$8 + 13 + 12 = 33^*$
c-e-j	$5 + 9 + 12 = 26$

---

\* Ruta Critica

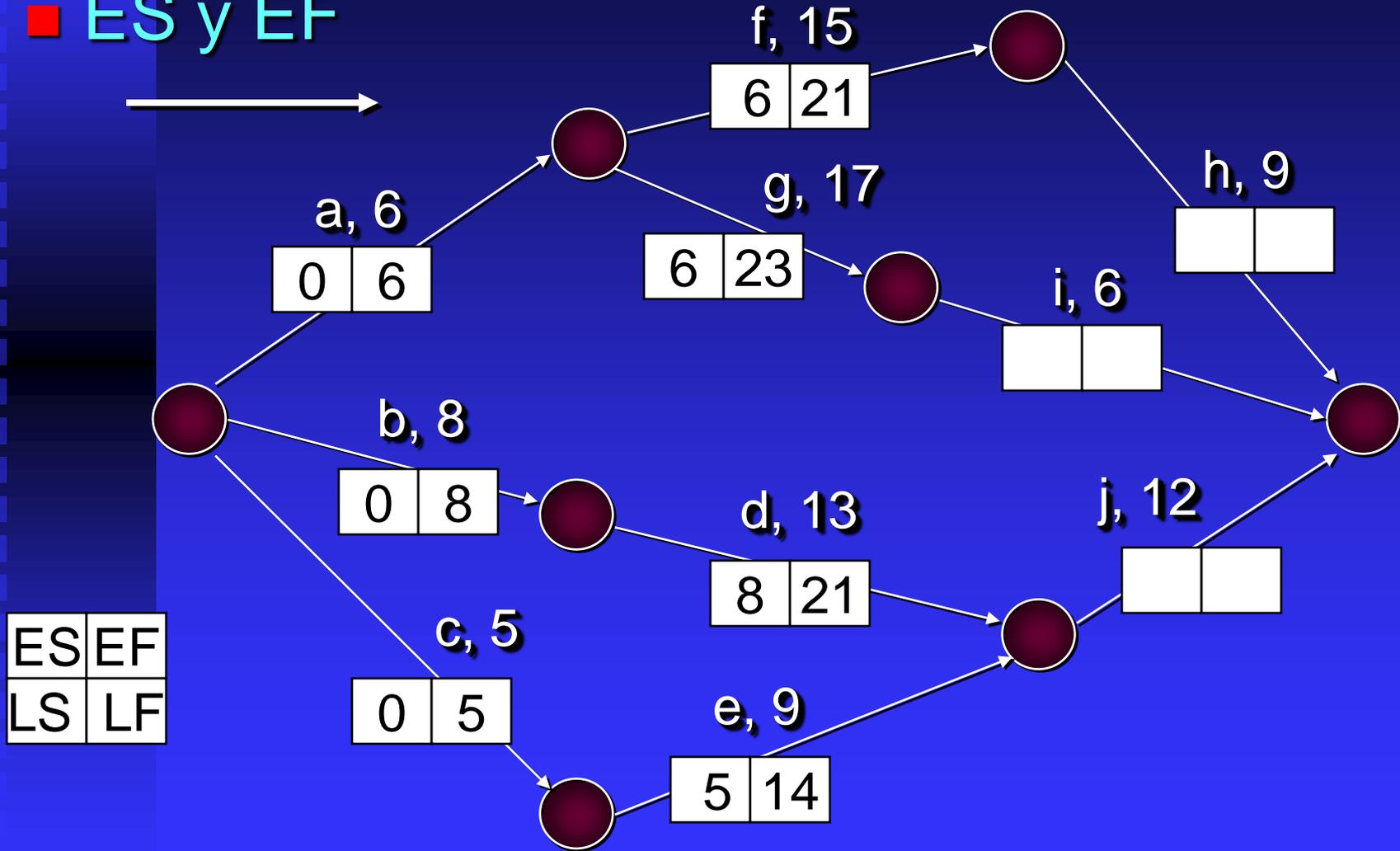
# Ejemplo CPM

■ ES y EF



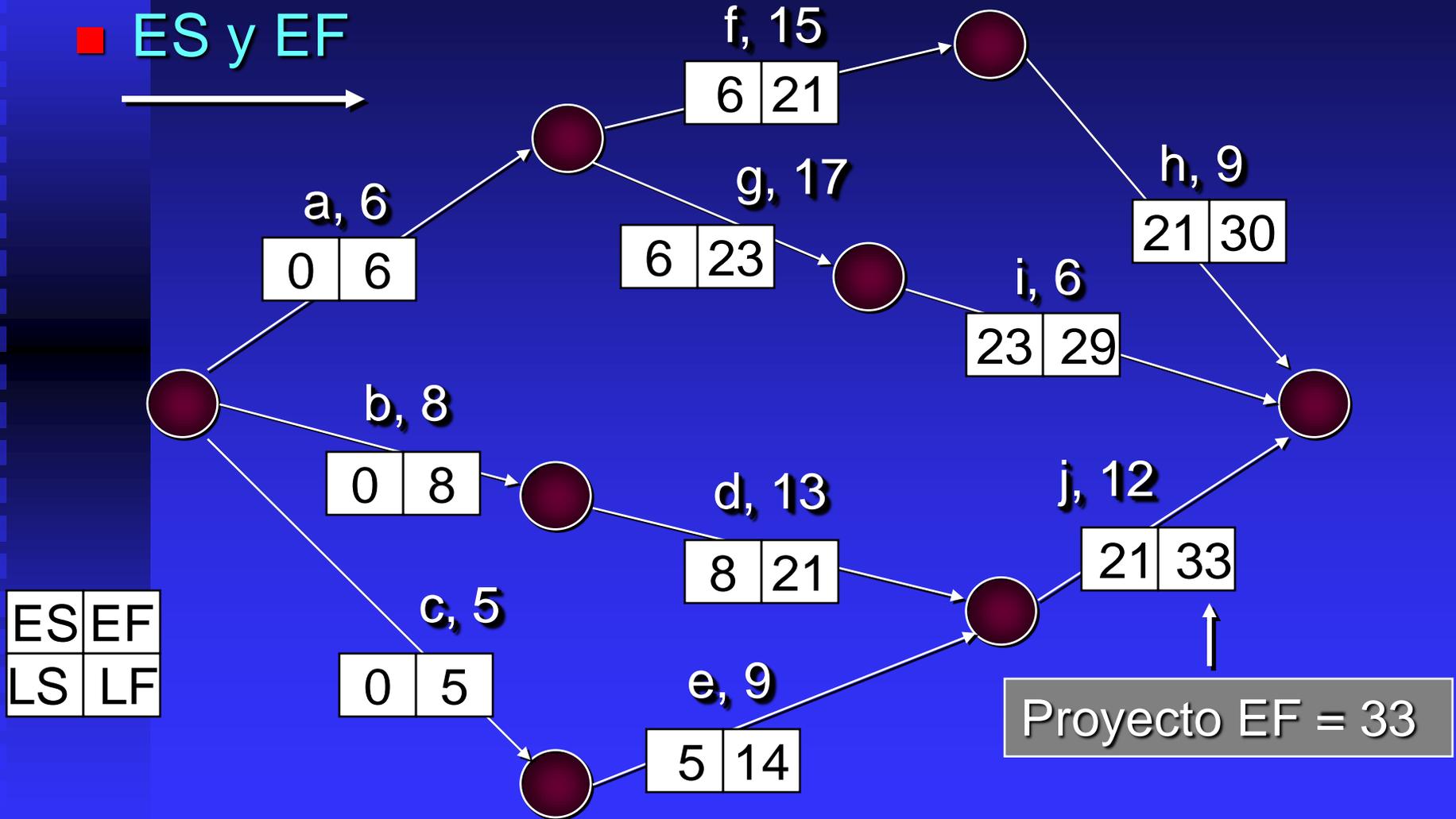
# Ejemplo CPM

## ■ ES y EF



# Ejemplo CPM

■ ES y EF

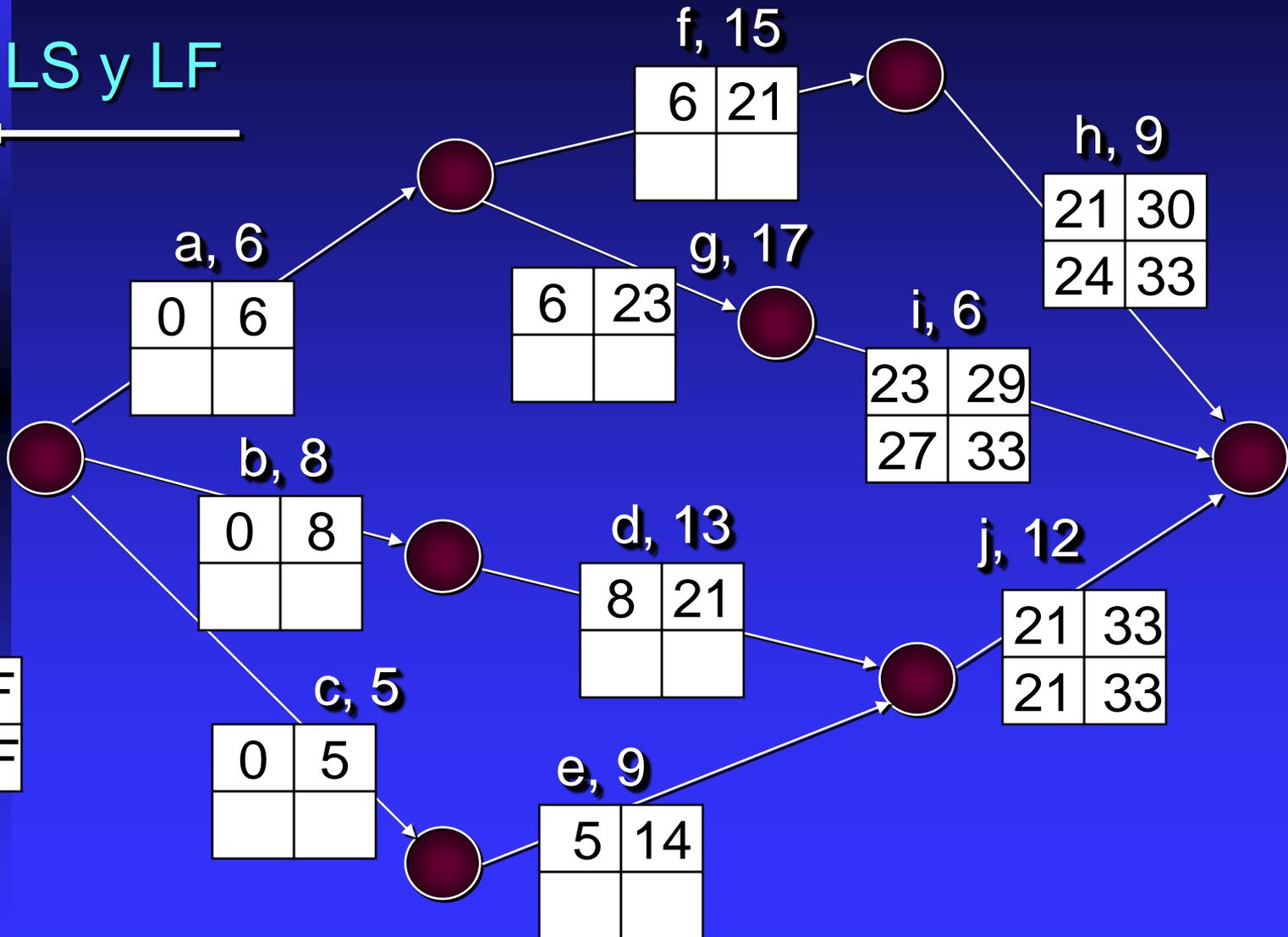


# Ejemplo CPM

■ LS y LF



E	S	E	F
LS		LF	

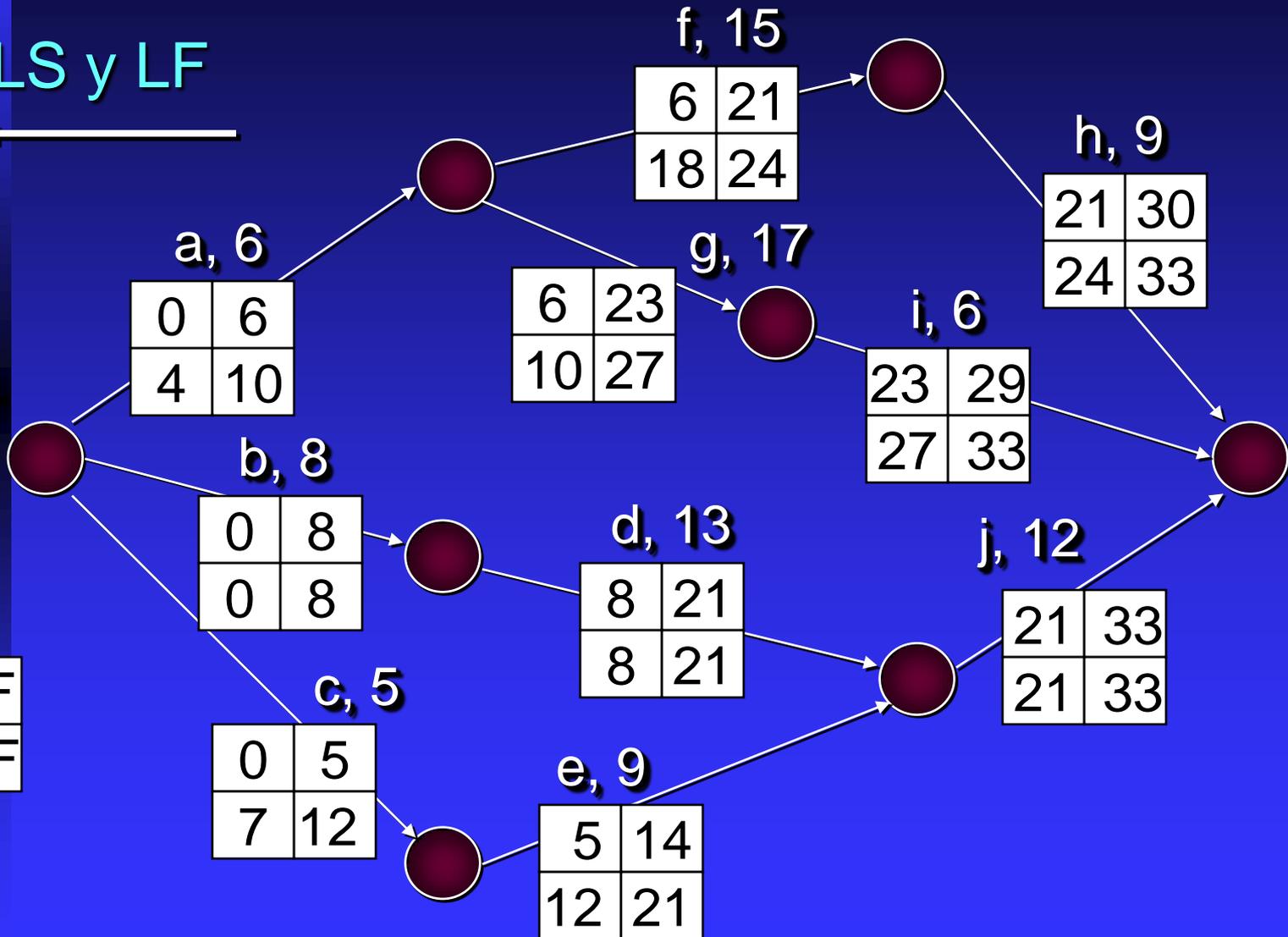


# Ejemplo CPM

■ LS y LF



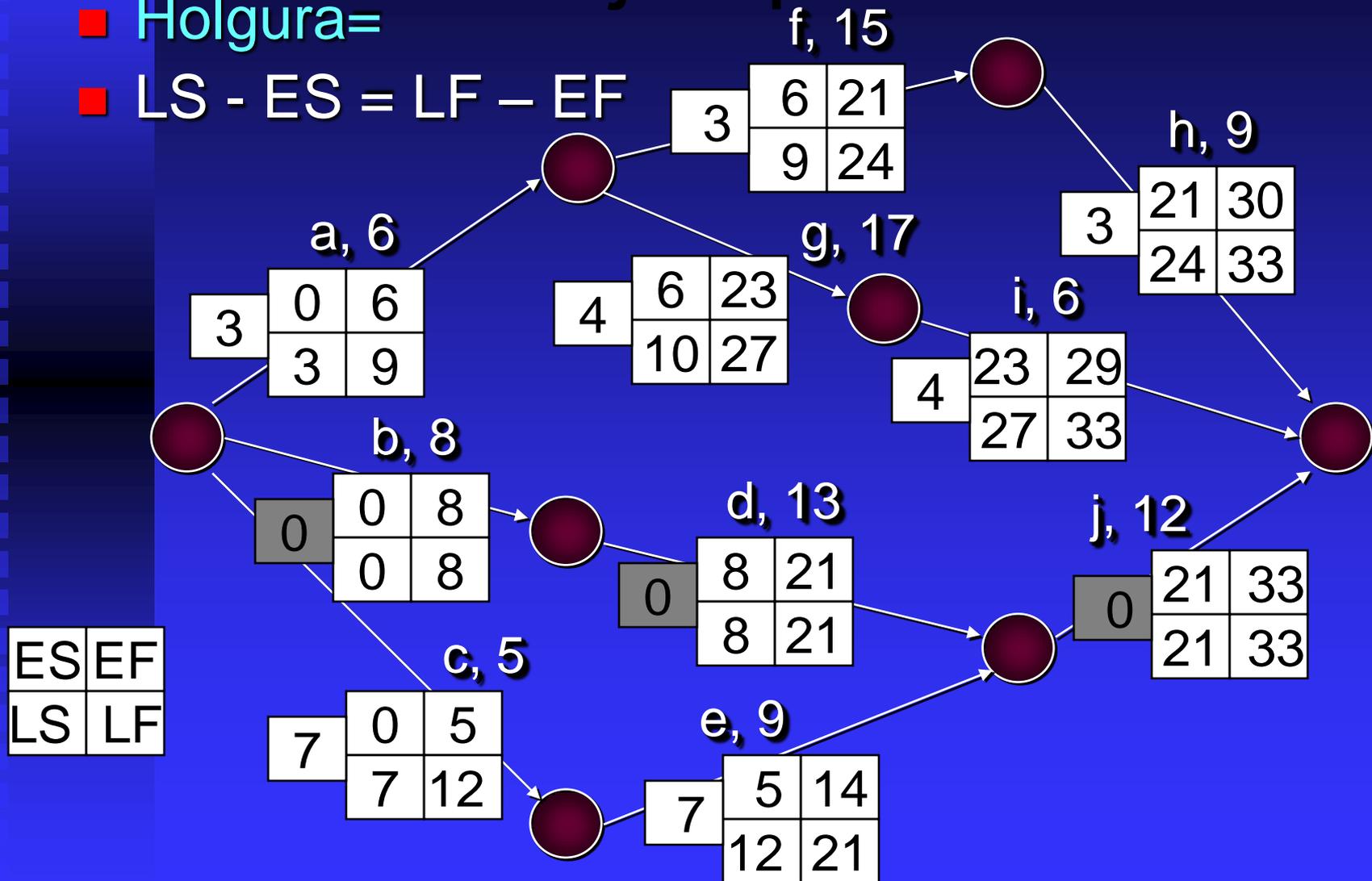
E	S	E	F
LS		LF	



# Ejemplo CPM

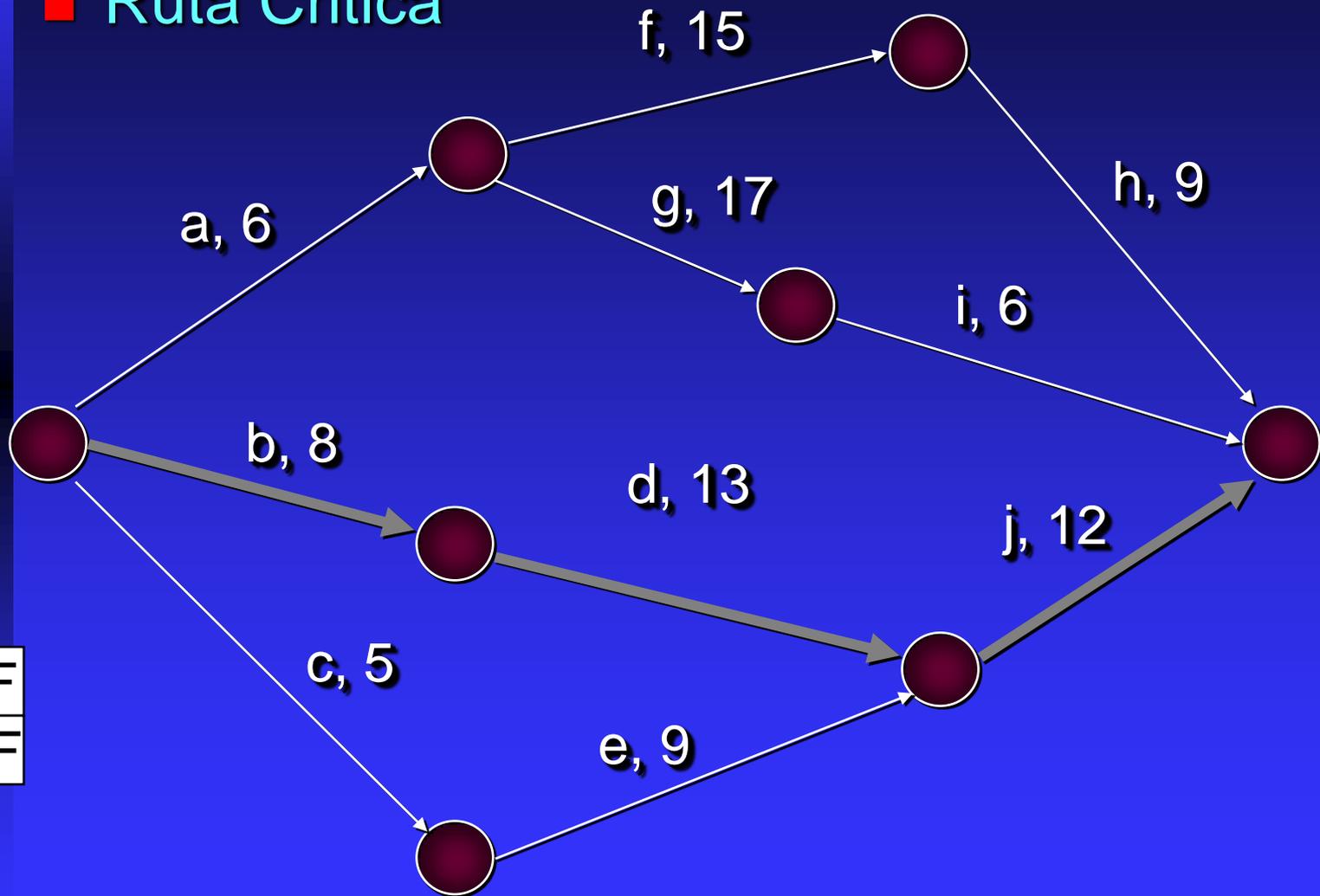
■ Holgura =

■  $LS - ES = LF - EF$



# Ejemplo CPM

## ■ Ruta Critica



E	S	E	F
L	S	L	F

# Program Evaluation and Review Technique (PERT)

- Basada en asuncion que duracion de actividades es una distribucion de probabilidad en vez de un solo valor.
- La informacion probabilistica de la actividad es transformada en informacion probabilistica sobre el proyecto.

# PERT

- Tres Estimados de tiempo son requeridos para calcular los parametros de la distribucion de la duracion de una actividad:
  - ◆ Tiempo pesimista ( $t_p$ ) – El tiempo que demorara si las cosas van mal.
  - ◆ Tiempo mas Probable ( $t_m$ ) – El consenso del mejor estimado de la duracion realista de la actividad. No necesariamente la media.
  - ◆ Tiempo optimisa ( $t_o$ ) – El tiempo que demorara la actividad si las cosas van bien.

# PERT

- De estos tres estimados de tiempo de una actividad, dos parametros de la distribucion son calculados: La media ( $t_e$ ) y la varianza ( $V_t$ ).

$$t_e = (t_o + 4t_m + t_p) / 6$$

$$V_t = [(t_p - t_o) / 6]^2$$

# Pasos en analisis PERT

- Dibuje la malla.
- Analize las rutas en la malla y encuentre la ruta critica usando  $t_e$ .
- La longitud de la ruta critica es la media de la distribucion de probabilidad del proyecto que es asumida como normal.

# Steps in PERT Analysis

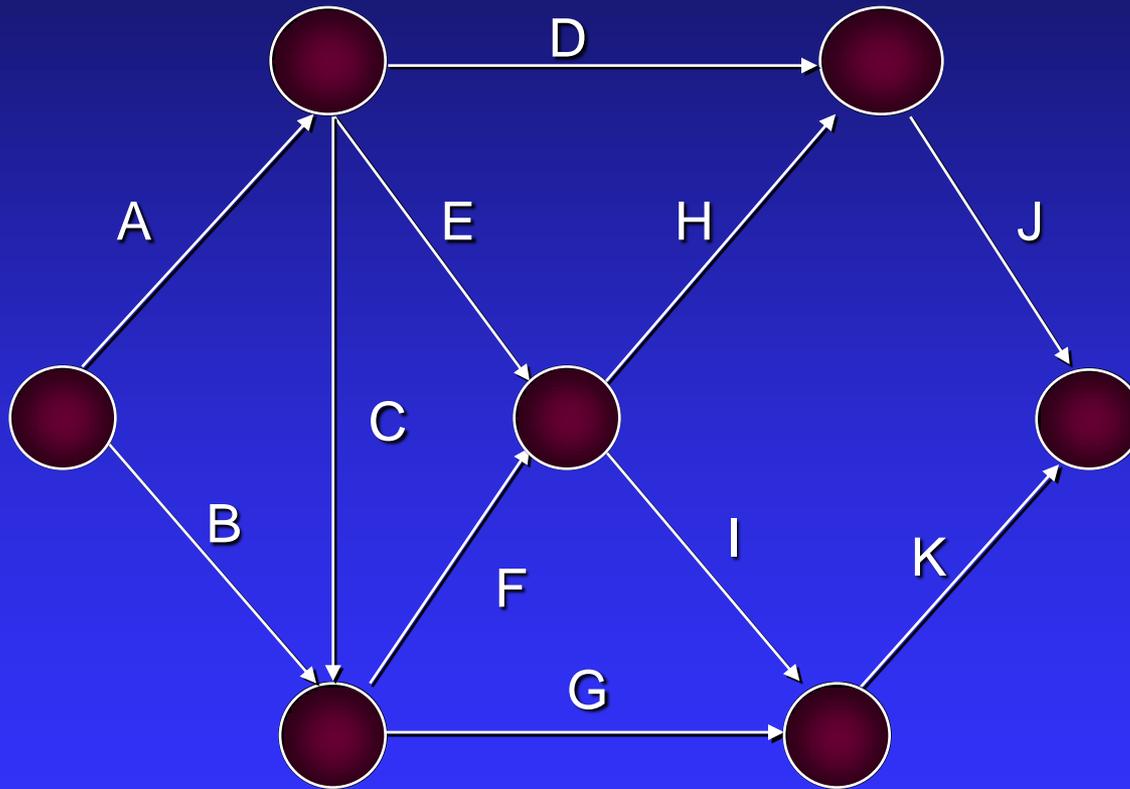
- La desviación estandar de la duración del proyecto es calculada sumando las varianzas de las actividades críticas y calculándole la raíz cuadrada a dicha suma.
- Inferencias de probabilidad pueden ser calculadas usando la tabla de distribución normal.

# Ejemplo de PERT

<u>Activity</u>	<u>Immed. Predec.</u>	<u>Optimistic Time (Hr.)</u>	<u>Most Likely Time (Hr.)</u>	<u>Pessimistic Time (Hr.)</u>
A	--	4	6	8
B	--	1	4.5	5
C	A	3	3	3
D	A	4	5	6
E	A	0.5	1	1.5
F	B,C	3	4	5
G	B,C	1	1.5	5
H	E,F	5	6	7
I	E,F	2	5	8
J	D,H	2.5	2.75	4.5
K	G,I	3	5	7

# Ejemplo de PERT

## ■ PERT Network



# Ejemplo de PERT

- Activity Expected Time and Variance

<u>Activity</u>	<u>Expected Time</u>	<u>Variance</u>
A	6	4/9
B	4	4/9
C	3	0
D	5	1/9
E	1	1/36
F	4	1/9
G	2	4/9
H	6	1/9
I	5	1
J	3	1/9
K	5	4/9

# Ejemplo de PERT

- Earliest/Latest Times

<u>Activity</u>	<u>ES</u>	<u>EF</u>	<u>LS</u>	<u>LF</u>	<u>Slack</u>
A	0	6	0	6	0 *critical
B	0	4	5	9	5
C	6	9	6	9	0 *
D	6	11	15	20	9
E	6	7	12	13	6
F	9	13	9	13	0 *
G	9	11	16	18	7
H	13	19	14	20	1
I	13	18	13	18	0 *
J	19	22	20	23	1
K	18	23	18	23	0 *

# Ejemplo de PERT

- Calcular probabilidad que proyecto sea terminado dentro de 24 horas

$$\begin{aligned}V_{\text{path}} &= V_A + V_C + V_F + V_I + V_K \\ &= 4/9 + 0 + 1/9 + 1 + 4/9 \\ &= 2\end{aligned}$$

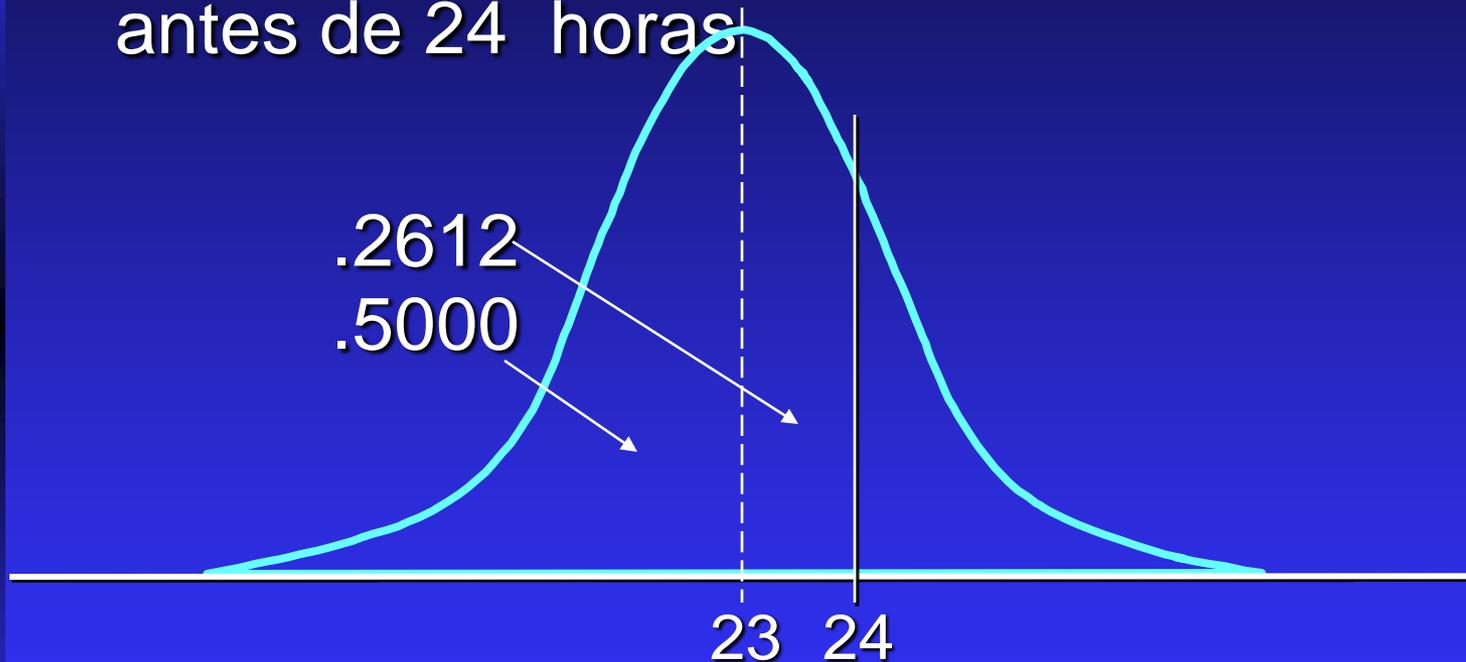
$$\sigma_{\text{path}} = 1.414$$

- Tipificamos el valor de 24 H:

$$z = (24 - 23)/\sigma = (24-23)/1.414 = .71$$

# Ejemplo de PERT

- Probabilidad que proyecto sea terminado antes de 24 horas



De tabla Normal standarizada:

$$P(z \leq .71) = .5 + .2612 = \boxed{.7612}$$

# Compromisos Costo-Tiempo

- Los administradores de proyectos pueden tener la opción o requerimiento de acelerar la terminación de los mismos.
- Esto se hace reduciendo la duración de las actividades en la ruta(s) crítica (s).
- Si cada actividad requiere gastar una cantidad de dinero para reducir su duración por una unidad de tiempo, se elige la de menor costo, la reduce por una unidad de tiempo, y se ve su efecto en el resto de la malla.

# Compromisos Costo-Tiempo

- Al reducirse el tiempo de una actividad, puede crearse otra ruta critica.
- Cuando hay mas de una ruta critica, cada una debe de reducirse.
- Si se necesita reducir mas el tiempo del proyecto, repetir este proceso.