



Universidad Autónoma del Estado de México

Facultad de Economía

Programa educativo: Licenciatura en Economía
Unidad de aprendizaje: Investigación de Operaciones
Unidad de competencia 4: Redes en Programación Lineal
Elaboró: Gerardo Ezequiel Hernández Y Vignolle
Septiembre de 2018

Datos de identificación

Programa educativo: Licenciatura en Economía.

Unidad de aprendizaje: Investigación de Operaciones.

Unidad de competencia 4: Redes en Programación Lineal / Método de la ruta crítica.

Título del material didáctico: Técnicas de Programación y Control de Proyectos. Primera parte.

Créditos institucionales: 10.

Total de horas por semana de la unidad de aprendizaje: 6.

Elaboró: Gerardo Ezequiel Hernández Y Vignolle

Septiembre de 2018

Guión explicativo para el uso de este material

Este material es una herramienta de apoyo para emplearse en la unidad de competencia “Redes en Programación Lineal” de la unidad de aprendizaje “Investigación de Operaciones”. Específicamente en la parte que corresponde a “Método de la ruta crítica”.

Tomando en cuenta que el objetivo de la ruta crítica es fundamental para la administración y control de proyectos, esta primera parte inicia desde el concepto de proyecto, sus características, la administración del mismo, técnicas, notación, reglas y ejemplos demostrativos. Dejando para la segunda parte la técnica “crash” y PERT, así como la utilización de software especializado.

Para un mejor aprovechamiento de este material, se requiere que en el aula se refuerce con más ejemplos y ejercicios prácticos en el uso de cada una de las temas vistos.

Objetivos

- El alumno podrá elaborar manualmente un mapa de red de ruta crítica (CPM).
- El alumno podrá planificar y controlar el desarrollo de un proyecto con la ayuda de las técnicas de ruta crítica.
- El alumno será capaz de identificar los atrasos u holguras en las actividades de un proyecto en la ruta crítica.

Técnicas de Programación y Control de Proyectos Primera parte

Contenido

- Introducción.
- Proyecto. Definición, ejemplos, riesgos, ética y pasos para la administración de un proyecto.
- Técnicas de programación y control.
- Reglas para la representación de redes.
- Tarea y ruta crítica,
- Diagramas de redes. Actividad en nodo (AEN) y actividad en arco (AEA).
- Estimación de tiempos.
- Reglas de enlace en redes AEA.
- Notación de tiempos AEA y AEN.

Introducción

Las técnicas de programación y control de proyectos ayudan notablemente a clarificar los plazos y la evolución de todas aquellas tareas que conforman un todo para poder llevar a cabo un proyecto, desde su planificación.

Estas herramientas permiten disminuir los riesgos fundamentales de los proyectos que son, no terminar de acuerdo al tiempo planeado y excederse del presupuesto.

Esta primera parte muestra lo sencillo que es desarrollar y comprender una red del camino crítico para un proyecto, así como su aplicación.

Definición de proyecto

Un proyecto es un trabajo temporal que se realiza para crear un producto, servicio o proceso único en su género, y que tiene un principio, un objetivo y un fin.



Cuanto más cuidadosamente se planifique un proyecto, mayor confusión se producirá cuando algo falle.

- Murphy y la Física

Algunos ejemplos de “proyectos”

- Construir una casa
- Instalar una red de computadoras en una empresa
- Abrir una nueva planta o almacén
- Lanzar al mercado un producto nuevo
- Escribir un libro
- Instalar la nueva maquinaria en una planta
- La boda de alguna pareja
- Una misión espacial
- Hacer una película

Administración de proyectos

La administración de proyectos es el proceso de planear, organizar y controlar las tareas y recursos para completar un proyecto dentro de las metas establecidas de tiempo, presupuesto y calidad, a través de combinar sistemas, técnicas y personas.

Principales riesgos en la administración de proyectos



Costos excedentes



Demoras innecesarias

Ética en la administración de proyectos

- Ofrecimiento de obsequios por parte de los contratistas
- Presión para alterar los informes de avance y disfrazar la realidad de los atrasos
- Informes falsos sobre cargas de tiempo y gastos
- Presiones para sacrificar la calidad en busca de beneficios personales
- Divulgación de información confidencial para privilegiar a algún oferente
- Uso de materiales debajo de las normas
- Sacrificio de las normas de seguridad y salud
- La no admisión del fracaso del proyecto
- Aceptar el proyecto sabiendo que no es viable

Pasos para la administración de un proyecto

1. Inicio
2. Planeación
3. Ejecución
4. Control
5. Conclusión



1. Inicio

- Comprender las expectativas generales de los clientes respecto al proyecto
- Definir la meta global del proyecto
- Precisar el alcance general del proyecto
- Analizar los riesgos
- Evaluar la viabilidad del proyecto
- Seleccionar los miembros iniciales del equipo (core team)

2. Planeación

- Perfeccionamiento del alcance del proyecto
- Listado de tareas y actividades
- Secuencia de actividades y dependencias
- Desarrollo del calendario y presupuesto
- Conseguir la aprobación del plan incluyendo el presupuesto

3. Ejecución

- Dirigir el equipo
- Mantener comunicación con los miembros del equipo
- Mantener comunicación con los clientes
- Resolver los conflictos o problemas que surjan
- Administrar los recursos en general

4. Control

- Vigilar el desarrollo del plan así como las desviaciones del mismo
- Empezar acciones correctivas
- Recibir y evaluar cambios en los proyectos solicitados
- Cambiar los calendarios del proyecto
- Adaptar los niveles de recursos
- Cambiar el alcance del proyecto
- Regresar a la etapa de planeación para hacer ajustes

5. Conclusión

- Evaluación y aseguramiento del logro del proyecto
- Aprendizaje de la experiencia del proyecto
- Redacción del informe final
- Entrega del proyecto a los clientes
- Cierre de las operaciones y dispersión del equipo

Preguntas clave en la administración de un proyecto

- ¿Cuándo sería lo más pronto que nuestro proyecto esté terminado?
- Para poder cumplir con ese tiempo, ¿qué tareas son críticas?
- ¿Es posible acelerar ciertas tareas para poder acelerar la terminación del proyecto?
- ¿Si existen tareas que se pueden acelerar, cuáles son?
- ¿Cuál sería el costo por acelerar ciertas tareas?

Técnicas de programación y control

- **Gráficas de Gantt.** Son usadas para planear las actividades, toman en cuenta el orden de desempeño y consideran estimaciones de tiempo, pero no ilustran las interrelaciones ni los recursos.
- **PERT (Program Evaluation and Review Technique) y CPM (Critical Path Method).** Si consideran la interdependencia y la precedencia, así como los recursos.

Nota: PERT emplea tres estimaciones de tiempo para cada tarea, CPM solo un factor tiempo

Propósitos de la programación del proyecto

- Muestra la relación de cada actividad con las otras actividades y con el proyecto completo
- Identifica las relaciones de precedencia entre las actividades
- Promueve el establecimiento de tiempos y costos realistas para cada actividad
- Ayuda a utilizar de mejor manera a los recursos humanos, al dinero y a los recursos materiales al identificar cuellos de botella

Marco de trabajo de PERT y CPM

Pasos básicos:

1. Definir el proyecto y preparar la estructura de desglose de trabajo (Work Breakdown Structure = WBS)
2. Desarrollar las relaciones entre las actividades (precedencias)
3. Dibujar la red que conecta todas las actividades
4. Asignar estimaciones de tiempo y costo a cada actividad
5. Calcular el tiempo de la ruta más larga a través de la red. Ésta se denomina: ruta crítica
6. Usar la red como ayuda para planear, programar, supervisar y controlar el proyecto

Estructura del desglose de trabajo (EDT)

Work breakdown structure (WBS)

Nivel	
1	Proyecto
2	Tareas principales del proyecto
3	Subtareas en las tareas principales
4	Actividades

Reglas para la representación de redes

- Cada actividad se representa con un arco, y uno solo (AEA)
- Cada actividad se representa con un nodo , y uno solo (AEN)
- Cada actividad se debe identificar entre dos nodos distintos (AEA)
- Para mantener las relaciones de precedencia correctas, se deben contestar las siguientes preguntas cuando se agrega a la red una actividad:
 - + Qué actividades deben anteceder inmediatamente a la actual?
 - + Qué actividades deben seguir inmediatamente a la actividad actual?
 - + Qué actividades deben efectuarse en forma concurrente o simultanea con la actividad actual?

Tarea crítica

Es una tarea o actividad cuyo tiempo de holgura es cero, lo que indica que cualquier retraso en esa tarea, ocasionará un retraso en la conclusión de todo el proyecto.

Ruta crítica

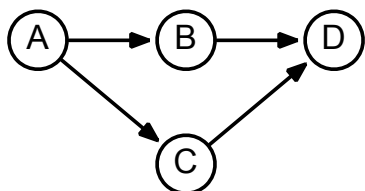
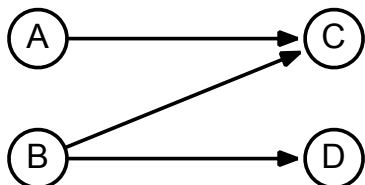
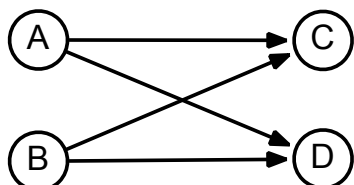
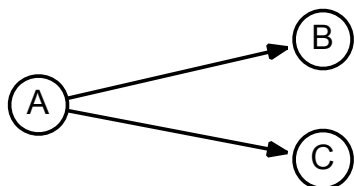
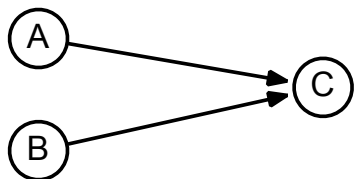
Ruta crítica es una secuencia de tareas o actividades críticas de un proyecto que conecta el principio del proyecto con el fin.

Tiempos básicos para la ruta crítica

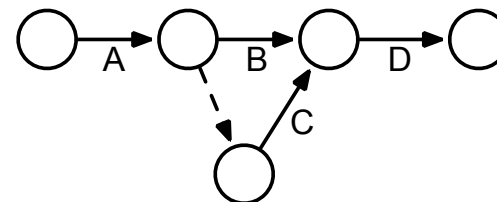
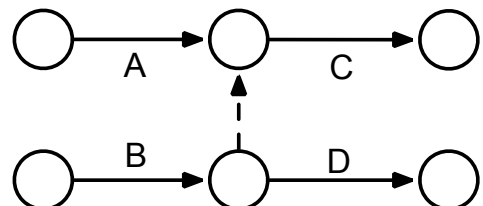
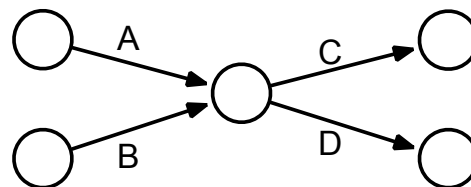
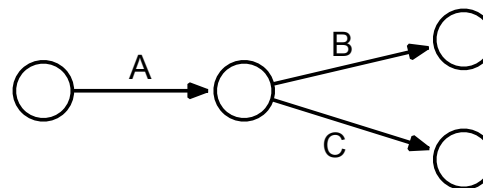
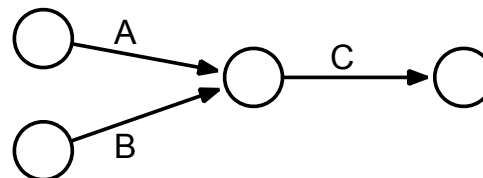
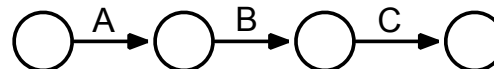
- ES = Early Start = El tiempo más cercano en que puede empezar una actividad suponiendo que todas las precedentes han sido completadas.
- EF = Early Finish = El tiempo más cercano en que puede terminar una actividad
- LS = Late Start = El tiempo más alejado para iniciar cada actividad sin retrasar todo el proyecto
- LF = Late Finish = El tiempo más alejado en que una actividad puede terminar sin retrasar todo el proyecto)

Diagramas de redes (AEN y AEA)

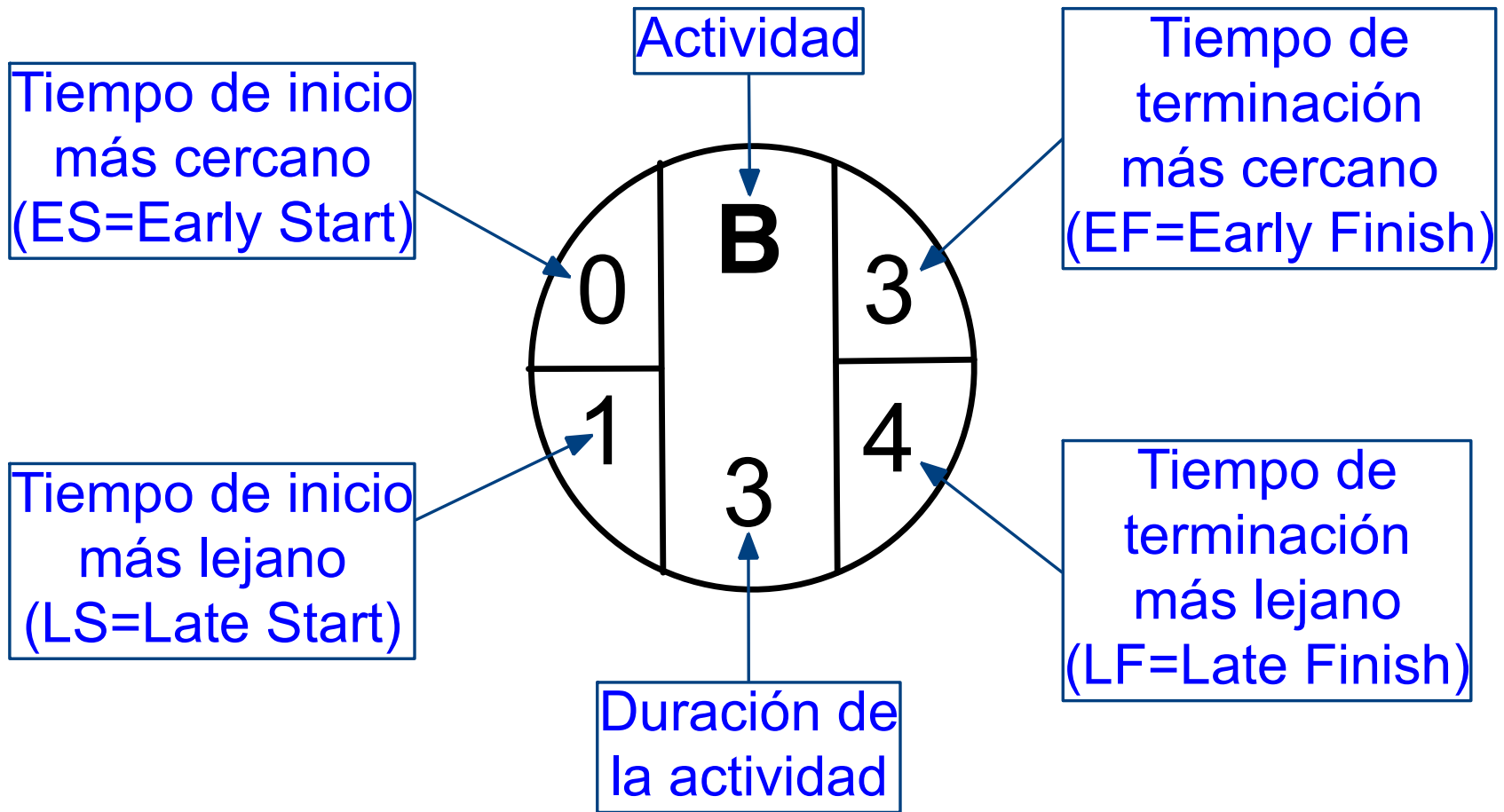
Actividades en los nodos (AEN)



Actividades en las flechas o arcos (AEA)



Notación usada en los nodos (AEN)



Pasada hacia adelante

La pasada hacia adelante es un proceso que identifica todos los tiempos más cercanos (ES y EF)

- Regla del tiempo de inicio más cercano
 - + Si una actividad tiene solo un precedente inmediato, su ES es igual al EF de su precedente
 - + Si una actividad tiene precedentes inmediatos múltiples, su ES es el máximo de todos los valores EF de sus precedentes

Pasada hacia atrás

La pasada hacia atrás es un proceso que identifica todos los tiempos más lejanos (LS y LF) Este proceso inicia desde la última actividad

- Regla del tiempo de terminación más lejano
 - + Si una actividad es precedente inmediato de una sola actividad, su LF es igual al LS de la actividad que le sigue inmediatamente
 - + Si una actividad es precedente inmediato de de más de una actividad, su LF es el mínimo de todos los valores de las actividades que la siguen inmediatamente

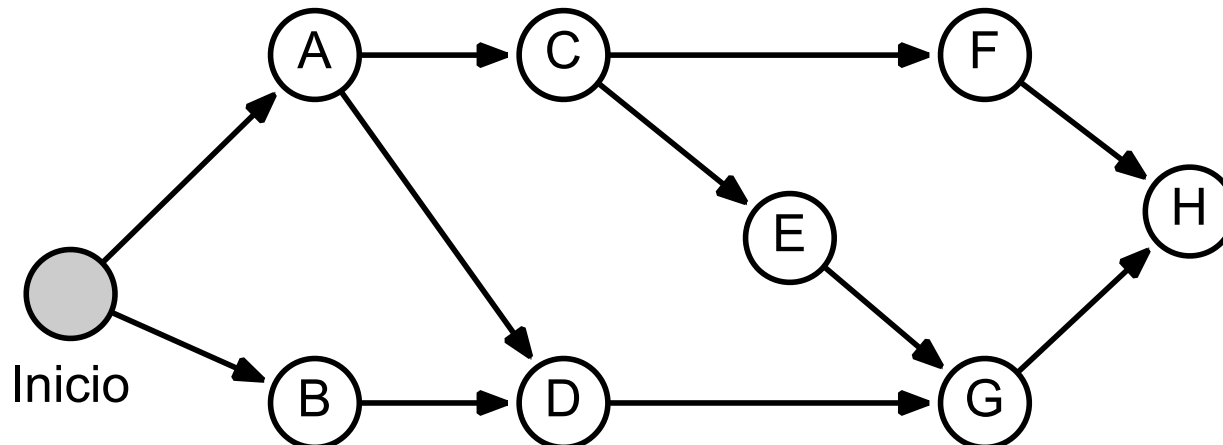
Tiempo de holgura (slack)

Tiempo de holgura es la cantidad de tiempo que una tarea o actividad puede retrasarse sin afectar la conclusión más temprana del proyecto.

$$\text{Slack} = \text{LS} - \text{ES} = \text{LF} - \text{EF}$$

Ejemplo (AEN):

Actividad	Descripción	Predecesores inmediatos
A	Construir componentes internos	-
B	Modificar pisos y techos	-
C	Construir pila de recolección	A
D	Vaciar concreto e instalar marco	A, B
E	Construir horno de alta temperatura	C
F	Instalar sistema de control de contaminación	C
G	Instalar dispositivo para aire contaminado	D, E
H	Inspeccionar y probar	F, G

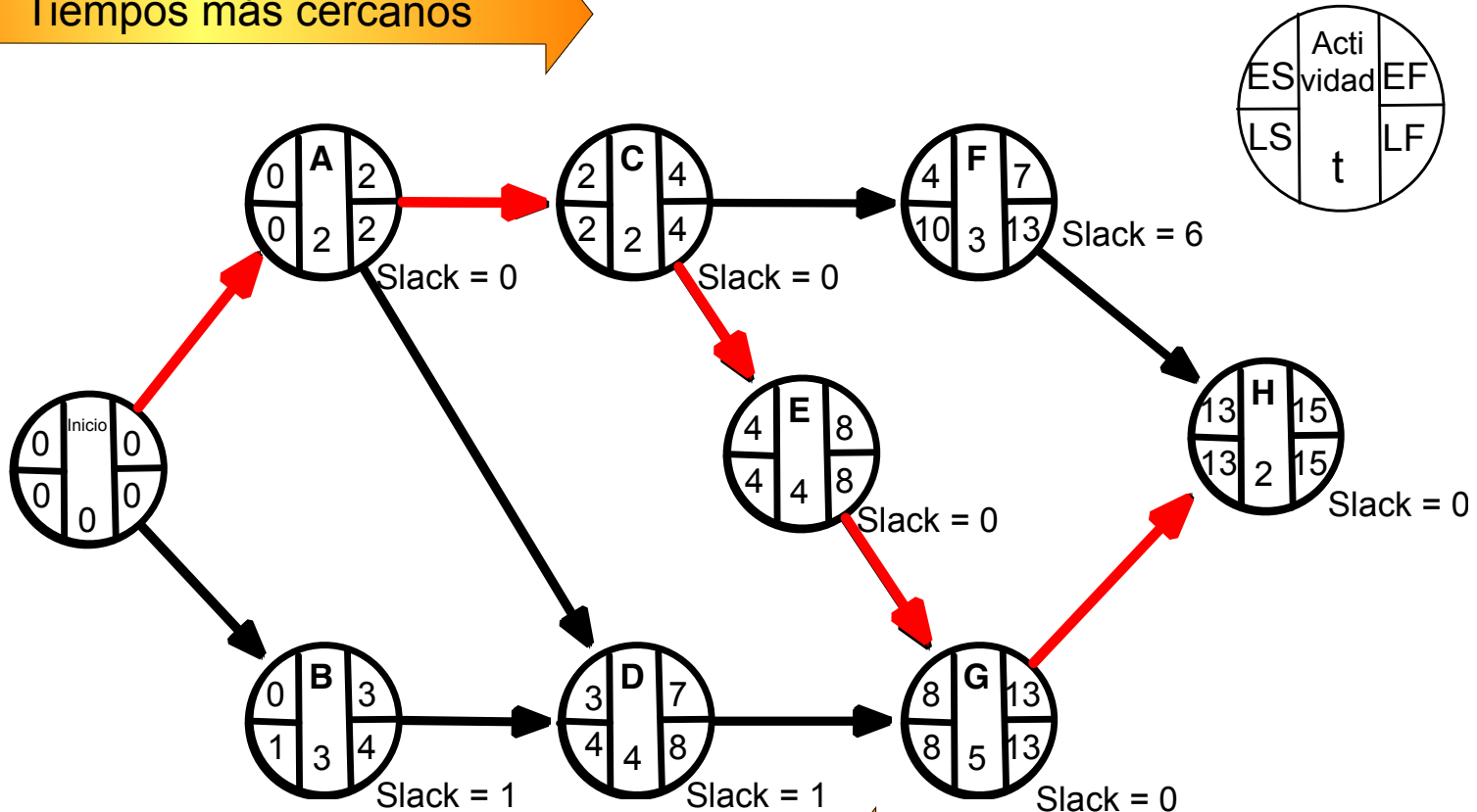


Estimación de tiempo para el ejemplo

Actividad	Descripción	Predecesores inmediatos	Tiempo (semanas)
A	Construir componentes internos	-	2
B	Modificar pisos y techos	-	3
C	Construir pila de recolección	A	2
D	Vaciar concreto e instalar marco	A, B	4
E	Construir horno de alta temperatura	C	4
F	Instalar sistema de control de contaminación	C	3
G	Instalar dispositivo para aire contaminado	D, E	5
H	Inspeccionar y probar	F, G	2

Cálculo de tiempos, holgura y ruta crítica (AEN)

Tiempos más cercanos

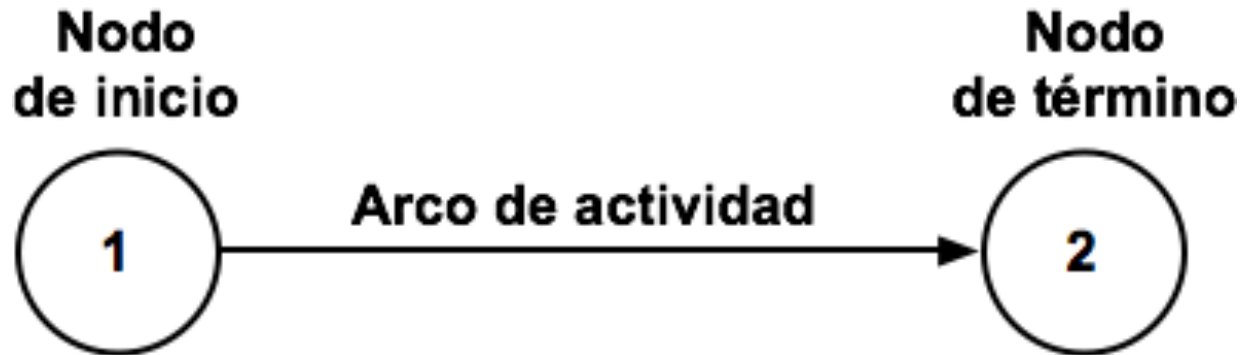


Tiempos más lejanos

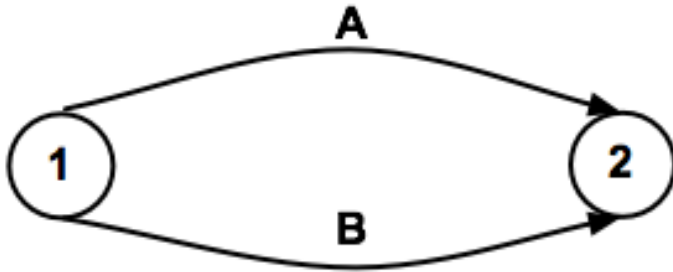
$$\text{Holgura (slack)} = \text{LS} - \text{ES} = \text{LF} - \text{EF}$$

La ruta crítica incluye actividades con slack = 0

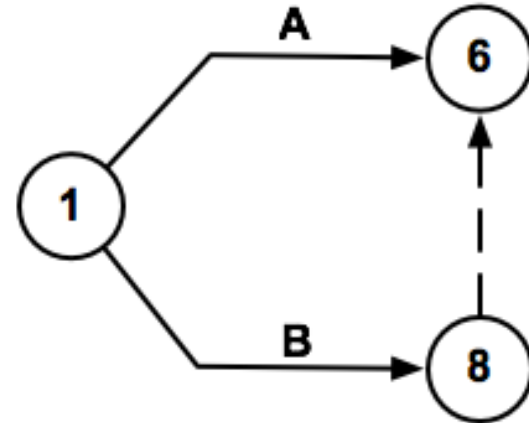
Representación de redes (AEA)



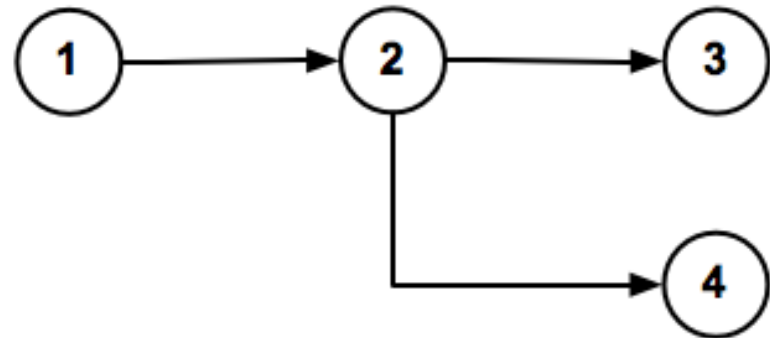
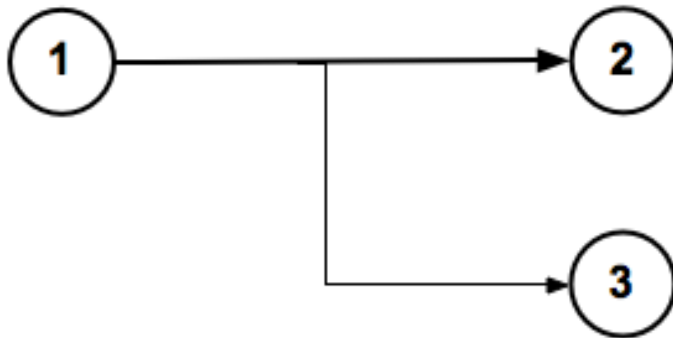
Reglas de enlace de actividades en redes (AEA)



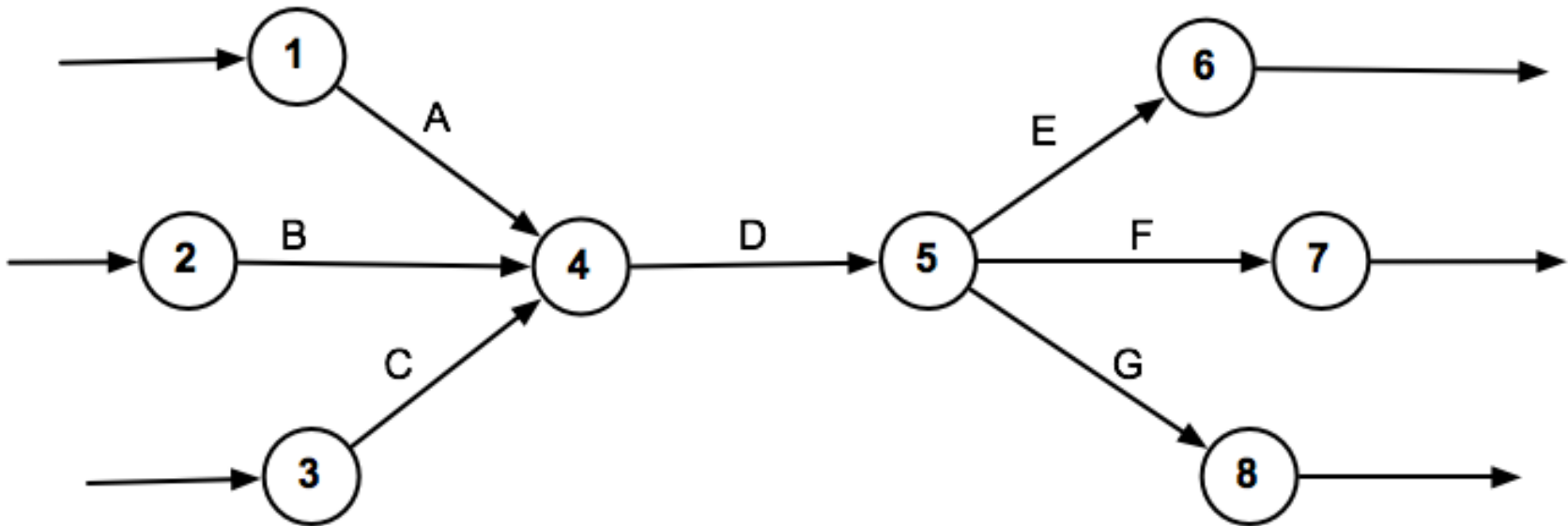
Incorrecto



Correcto



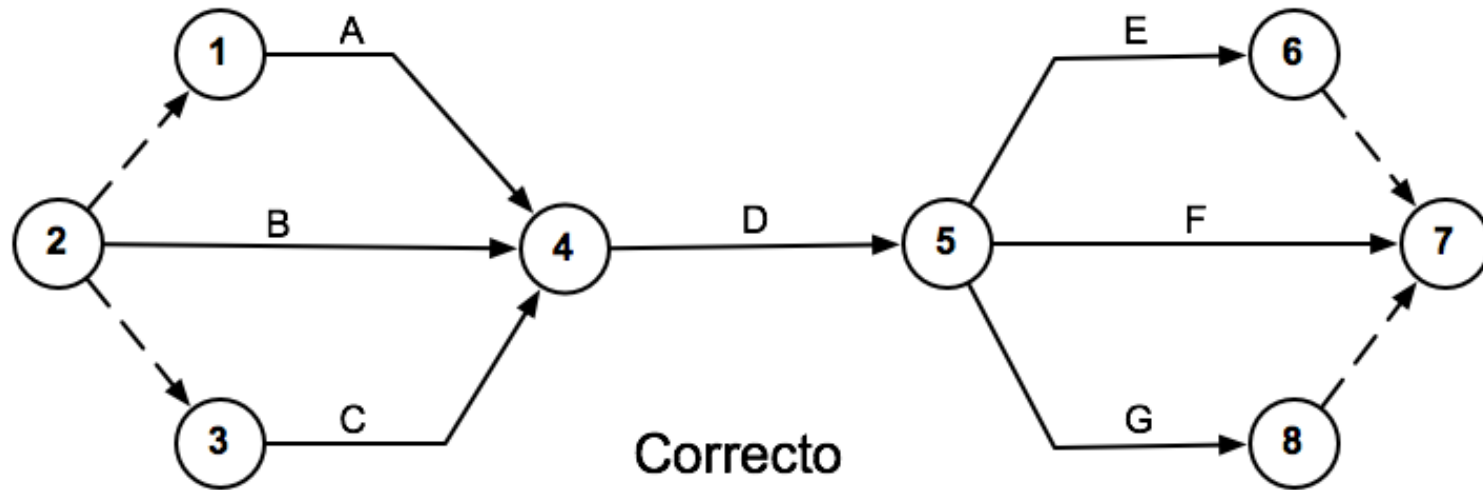
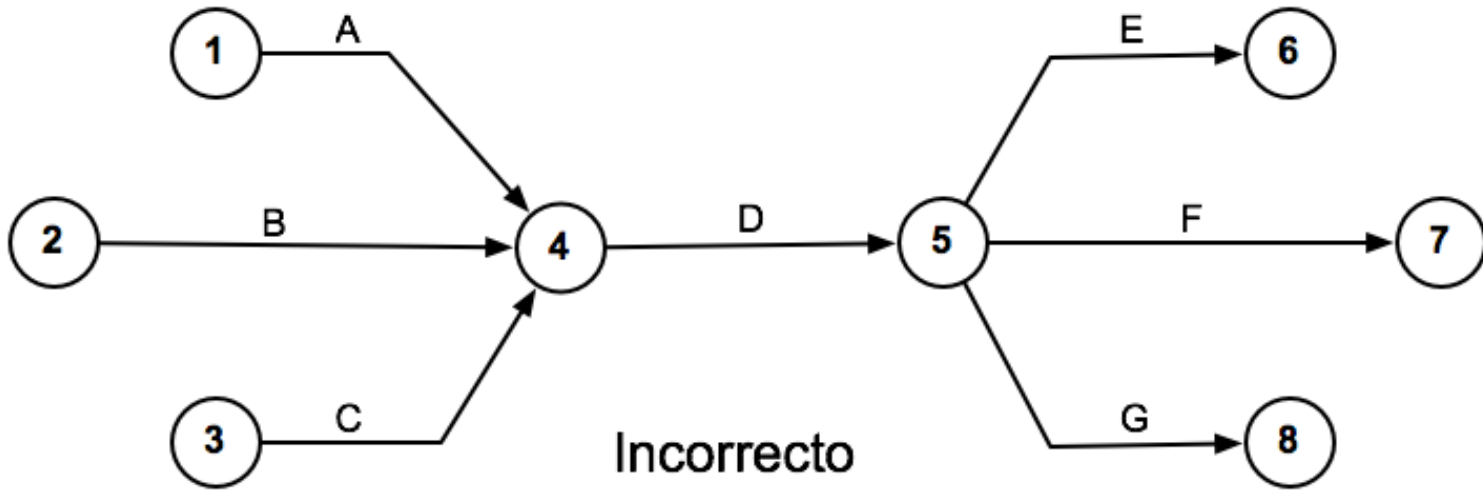
(AEA)



Varias actividades pueden terminar en un solo evento

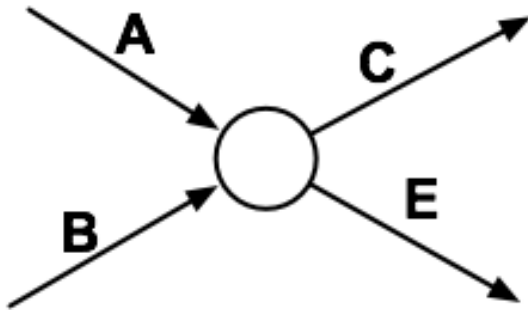
Una actividad puede terminar en varios eventos

No dejar eventos sueltos en una red

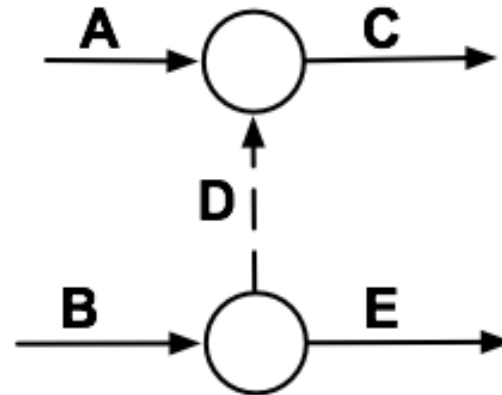


Ejemplo de uso de actividades ficticias (AEA)

- La actividad **C** comienza de inmediato después de haber terminado **A** y **B**
- La actividad **E** se inicia después de que solo terminó la actividad **B**



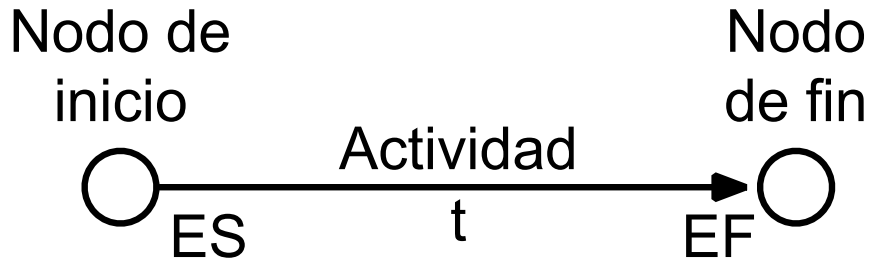
Incorrecto



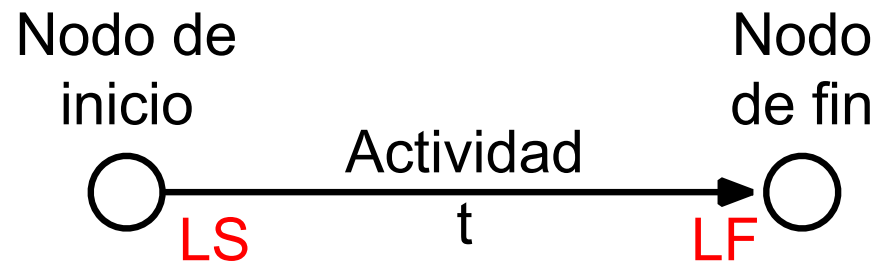
Correcto

Notación de tiempos para cada actividad (AEA)

Para tiempos cercanos

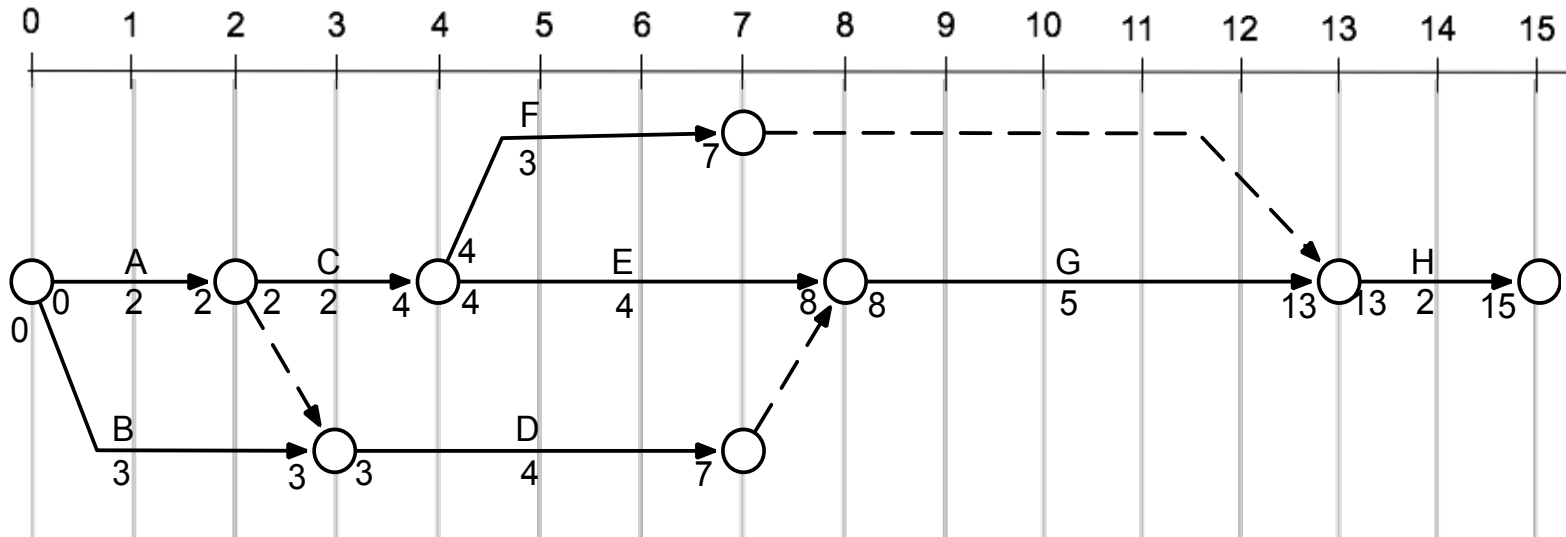


Para tiempos lejanos

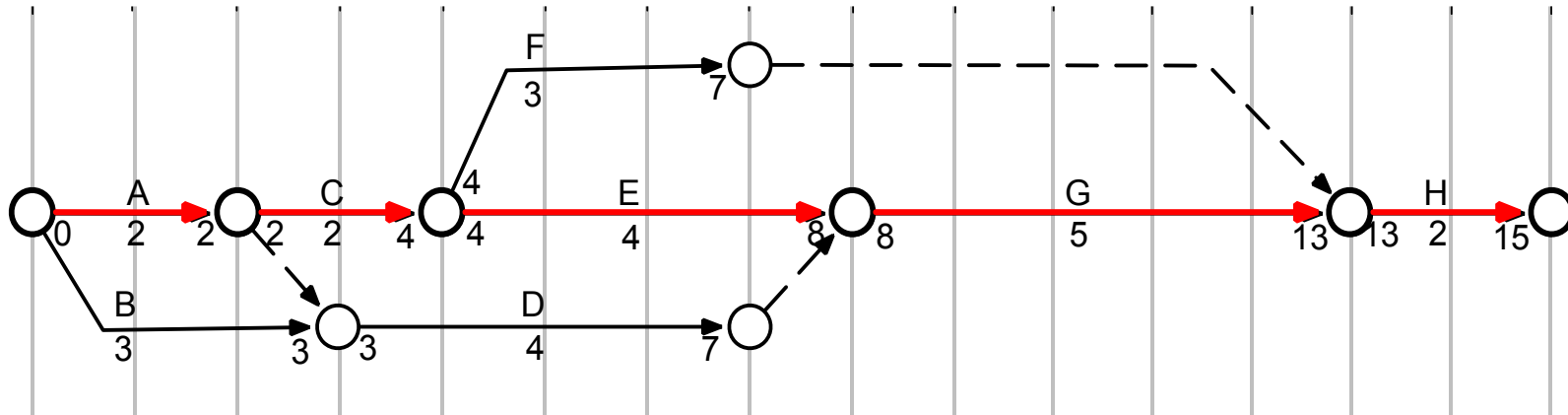


Ejemplo (AEA)

Actividad	Descripción	Predecesores inmediatos	Tiempo (semanas)
A	Construir componentes internos	-	2
B	Modificar pisos y techos	-	3
C	Construir pila de recolección	A	2
D	Vaciar concreto e instalar marco	A, B	4
E	Construir horno de alta temperatura	C	4
F	Instalar sistema de control de contaminación	C	3
G	Instalar dispositivo para aire contaminado	D, E	5
H	Inspeccionar y probar	F, G	2



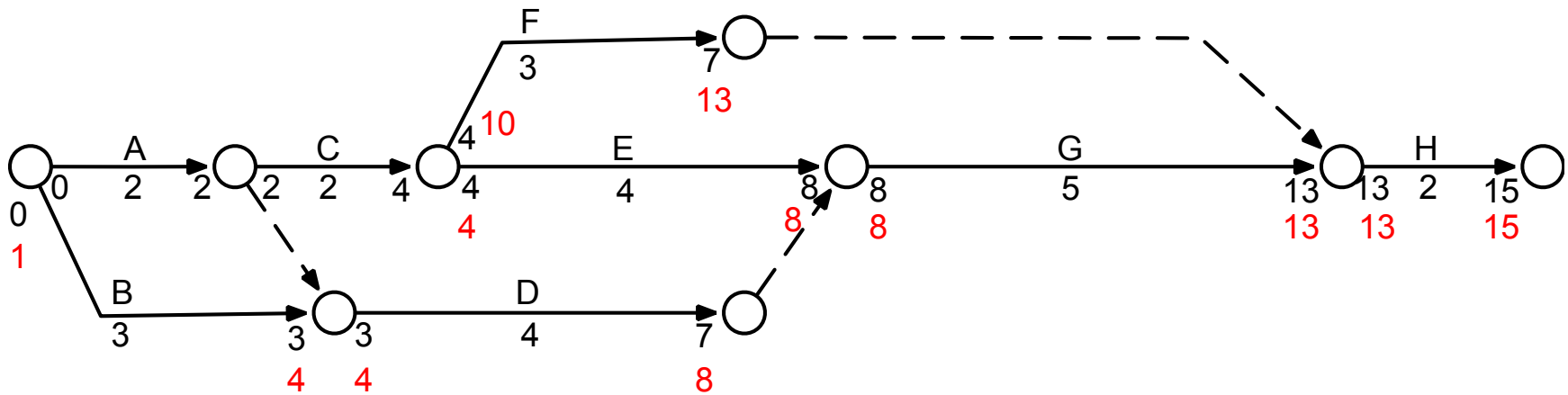
Análisis de trayectorias para obtener la ruta crítica



- a) $A + C + F + H = 9$
- b) $A + C + E + G + H = 15$
- c) $A + D + G + H = 13$
- d) $B + D + G + H = 14$

La ruta más larga es la ruta crítica

Tiempo de holgura (slack) para el ejemplo AEA



Calendario de actividades

$$\text{Slack} = \text{LS} - \text{ES} = \text{LF} - \text{EF}$$

Actividad	t	ES	EF	LS	LF	Slack
A	2	0	2	0	2	0
B	3	0	3	1	4	1
C	2	2	4	2	4	0
D	4	3	7	4	8	1
E	4	4	8	4	8	0
F	3	4	7	10	13	6
G	5	8	13	8	13	0
H	2	13	15	13	15	0

Bibliografía

Render, B, Hanna E, *Métodos Cuantitativos para los Negocios*, Ed. Pearson Education, México 2006, 9ª edición.

Solow, D, Kamlesh, M, *Investigación de Operaciones, El Arte de la Toma de Decisiones*, Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana, México 1996.

Anderson, R, *Métodos Cuantitativos para los Negocios*, Ed. CENGAGE Learning, México 2016, 13ª edición.

Montaño, A, *Iniciación al Método del Camino Crítico*, Ed. Trillas, México 1990, 4ª edición.