



# Programación y control de Proyectos con PERT y CPM

---

# Programación y Evaluación de proyectos



---

- Administración de proyectos.
- Construcción de la Red de actividades
- Determinación de la Ruta crítica
- Revisión y Evaluación del proyecto



# Administración de proyectos

---

- Un proyecto es la búsqueda de la solución inteligente al planeamiento de un problema tendente a resolver una necesidad humana.
- En el ámbito empresarial, un proyecto es un plan para materializar o concretar una alternativa empresarial
- La administración de proyectos, consiste en administrar el planeamiento, programación y control en la ejecución de un proyecto.



# Administración de proyectos

---

- Para administrar un proyecto
  - Determinar el objetivo del proyecto, evaluar la complejidad del proyecto y las posibles restricciones con las que se tendrá que trabajar, formular el objetivo específico y los criterios de identificación que determinan la conclusión del proyecto
  - Modelar, la realización de un proyecto implica combinar actividades que deben de ejecutarse en un cierto orden, esto es se combinan de manera lógica para que formen un modelo del problema real.



# Administración de proyectos

---

- Técnicas utilizadas:
- **PERT Técnica de revisión y evaluación de proyectos**  
(*Program Evaluation Review Technique*)  
Probabilística
- **CPM método de la ruta crítica**  
(*Critical Path Method*)  
Determinista



# Administración de proyectos

---

- PERT fue desarrollado a fines de 1950 por Navy Special Projects Office y la consultora Booz, Allen y Hamilton
- CPM se desarrolla en 1957 por J.E. Kelly de Remington
- Se basan en formular los proyectos como redes
- Sirven para programar y controlar proyectos complejos, con muchas actividades interrelacionadas.



# Administración de proyectos

---

- Fases:
- Planificación
  - Descomponer el proyecto en actividades, estimando el tiempo de ejecución y el nivel de precedencia entre actividades
  - Construir la red de actividades (después se determina la ruta crítica)
- Programación
  - Construir un cuadro de tiempos de inicio y término de cada actividad



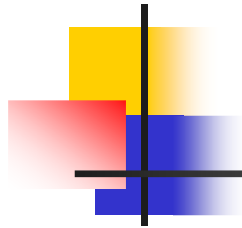
# Administración de proyectos

---

- Control

- Hacer uso de la red y de la gráfica de tiempos para elaborar reportes periódicos del progreso de la ejecución del proyecto.





# Red de actividades

---

- Una red de actividad es una representación de las actividades de un proyecto
- Actividad: Trabajo que debe de realizarse como parte de un proyecto, que requiere tiempo y recurso para su ejecución, se especifica mediante eventos, simbolizado por un arco
- Nodo: representan a eventos (inicio o término) de una actividad, se simboliza por un círculo.



# Red de actividades

---

- Actividad ficticia: Actividad imaginaria ( $t=0$ ), se asocia a eventos ficticios. Se utilizan para:
  - cumplir la precedencia de una actividad y no alterar la precedencia de otra actividad
  - Cumplir con los requerimientos de que toda actividad en la red debe tener un evento de inicio y un evento de termino.



# Red de actividades

---

- Predecesores inmediatos: Actividades que se deben de concluir inmediatamente antes de que se empiece la actividad en cuestión
- Ruta: Sucesión de actividades de un nodo a otro



# Red de actividades

---

- Al construir una Red se debe tener en cuenta que:
  - Dos nodos solo pueden estar conectados por un arco.
  - Para asegurar la representación adecuada de los predecesores al añadir una actividad hay que preguntarse:
    - ¿Qué actividades la preceden?
    - ¿Qué actividades le siguen?
    - ¿Cuáles deben ocurrir a la vez?



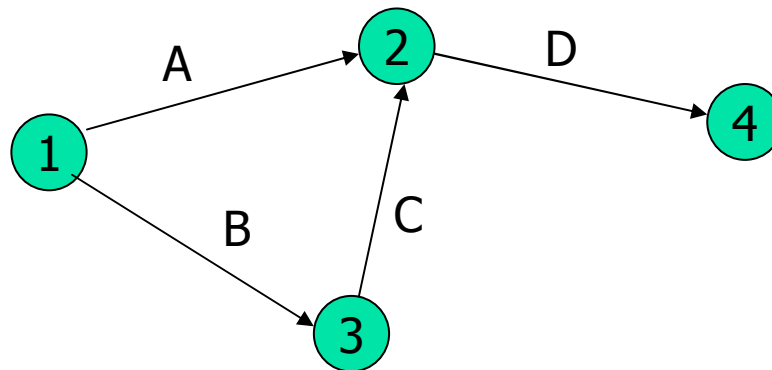
# Red de actividades

- Ejemplo: Determinar la red de actividades para el proceso de compras de un negocio:

Actividad	Descripción	Antecedente
A	Elaboración de un listado de fuentes de negocio	--
B	Análisis de los historiales financieros del negocio	--
C	Elaboración de un plan de negocio (proyecc. de venta, flujo efectivo)	B
D	Presentación de una propuesta a la institución financiera	A,C

# Red de actividades

- Ejemplo: Determinar la red de actividades para el proceso de compras de un negocio:





# Ruta crítica

---

- Supone conocidas las duraciones de las actividades
- El objetivo es hallar
  - La duración total del proyecto
  - Las actividades críticas
  - Las holguras para las actividades
- Actividad crítica: es la actividad que no se puede atrasar o adelantar sin afectar la duración total del proyecto



# Ruta crítica

---

- **Ruta crítica:** Es la ruta formada por las actividades críticas, es la mas larga de la red que determina el tiempo de conclusión de un proyecto.
- **Fecha mas próxima de inicio (PI):** el momento más próximo que puede empezar una actividad
- **Fecha mas próxima de termino (PT):** el momento más próximo en que una actividad debe concluir
- **$PT = PI + t$**





# Ruta crítica

---

- **Fecha mas lejana de inicio (LI):** el momento más tarde que puede empezar una actividad sin que retrase la conclusión del proyecto
- **Fecha mas lejana de termino (LT):** el momento más tarde que una actividad puede terminar sin afectar la conclusión del proyecto
- **$LI = LT - t$**
- **Holgura:** Tiempo en que se puede retrasar una actividad sin afectar la duración total del proyecto; las actividades críticas tienen holgura cero:  
 **$LI - PI = LT - PT$**



# Ruta crítica - Algoritmo

---

- **Regla de avance:** La determinación de la PI para cualquier actividad es la mayor de las PT de todas las actividades que terminan en ese nodo.  
(Determina tiempo total del proyecto)
- **Regla de retroceso:** La determinación de la LT de cualquier actividad que llegue a un nodo determinado es la menor de las LI de todas las actividades que salgan del mismo.
- **Determinación de las holguras:** Las actividades con holgura cero determinan la ruta crítica.



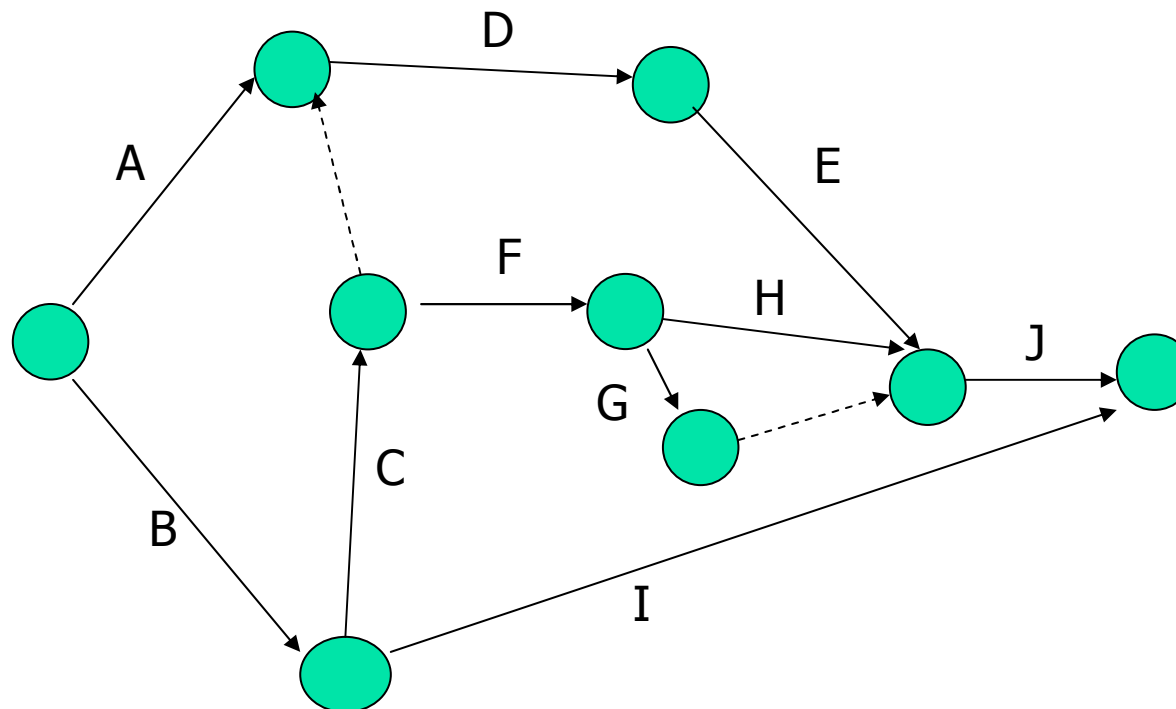
# Ruta crítica - Algoritmo

- Ejemplo: Determine la ruta crítica para el siguiente cuadro de actividades:

Actividad	antecedentes	Tiempo
A	--	3
B	--	5
C	B	3
D	A, C	4
E	D	8
F	C	2
G	F	4
H	F	2
I	B	5
J	H,E,G	3

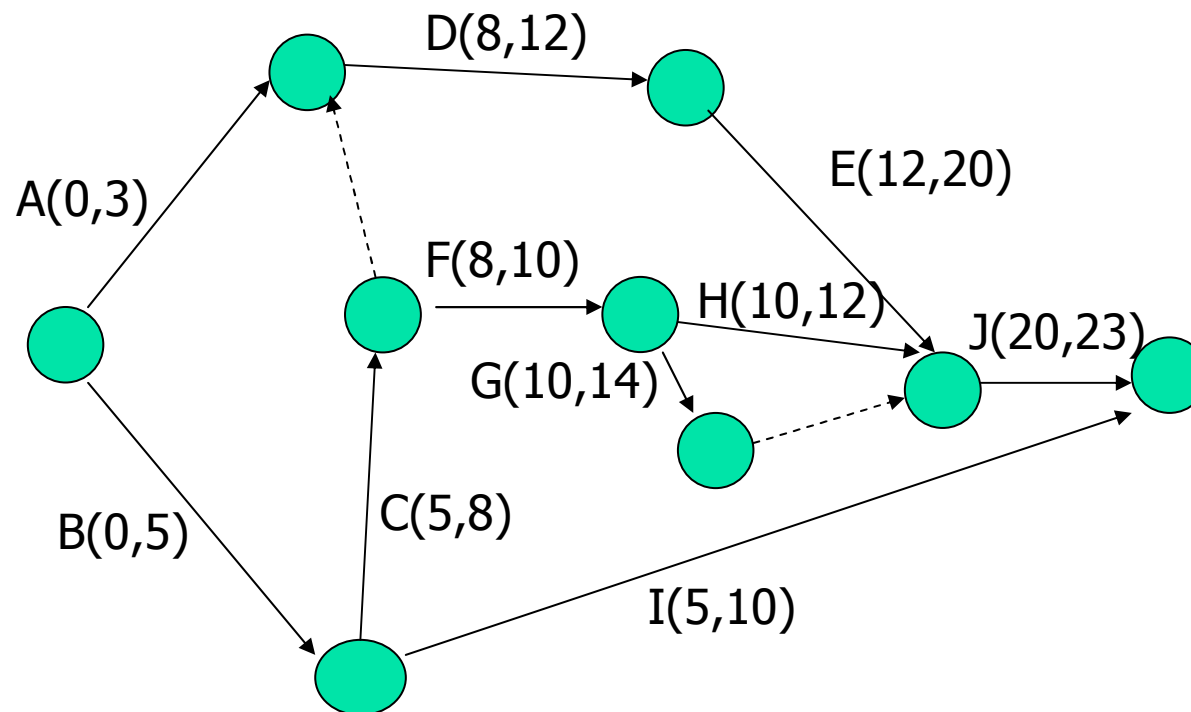
# Ruta crítica - Algoritmo

1) Construir la red de actividades



# Ruta crítica - Algoritmo

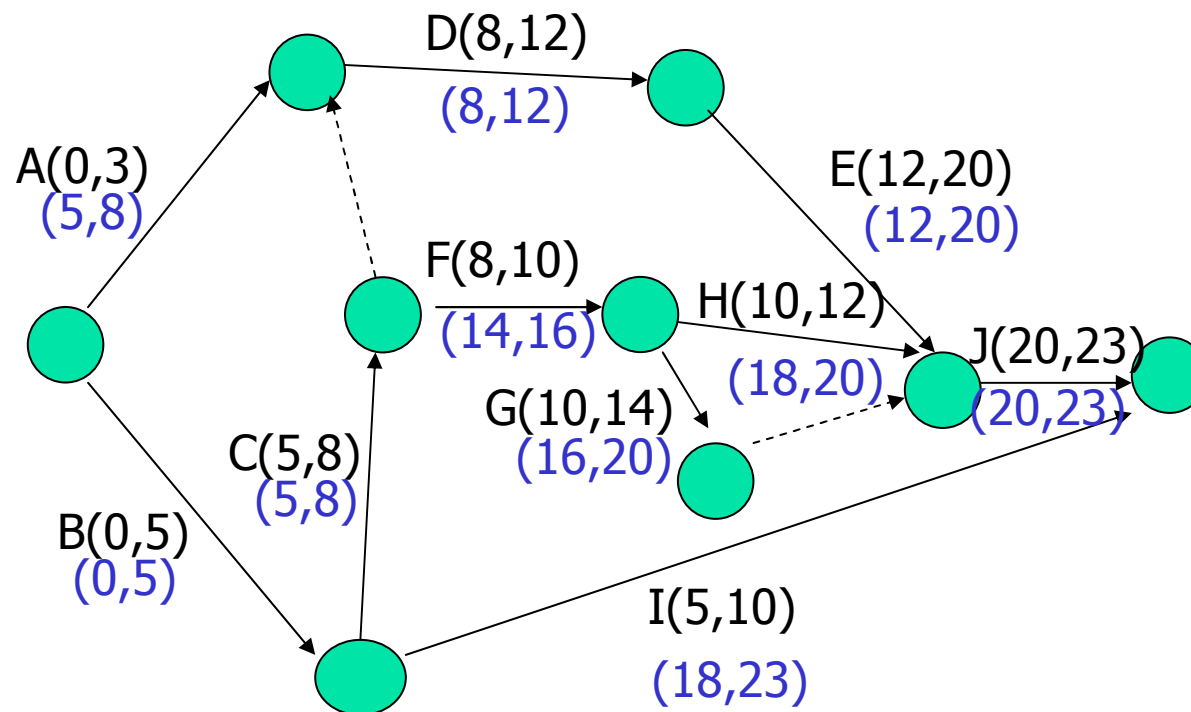
## 2) Regla de Avance



Tiempo de termino del proyecto 23

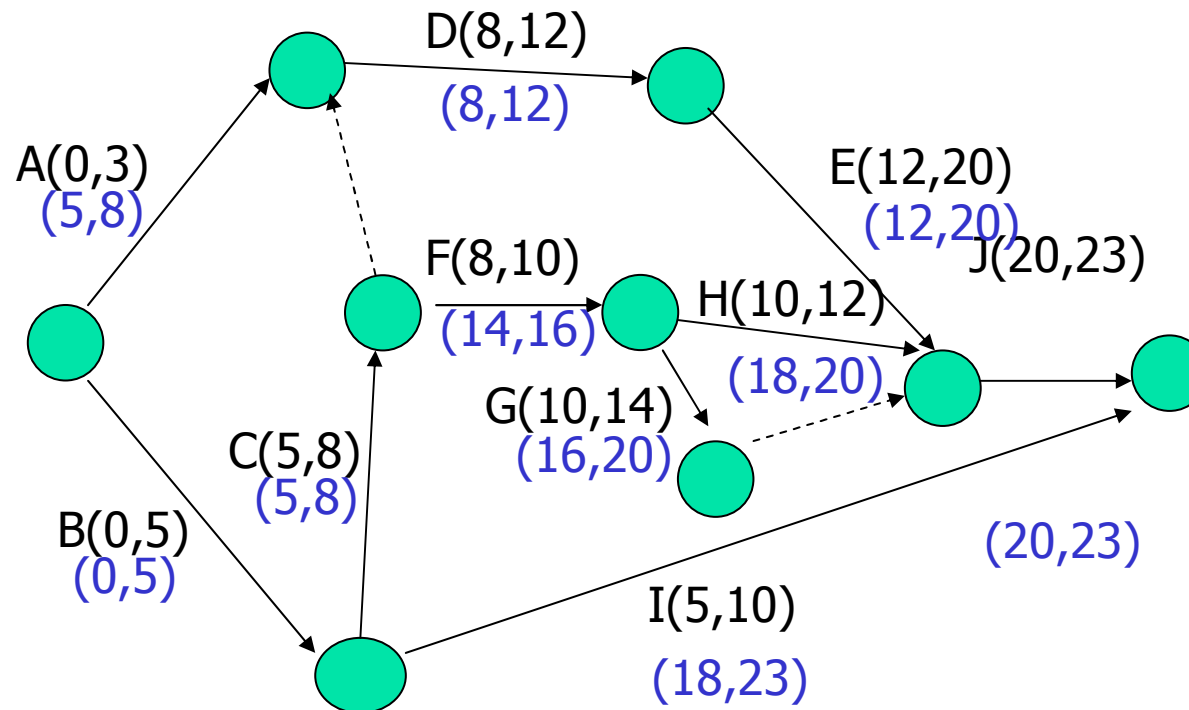
# Ruta crítica - Algoritmo

## 3) Regla de retroceso



# Ruta crítica - Algoritmo

## 4) Determinación de las Holgas



La ruta crítica es B-C-D-E-J



# PERT- Estimación del tiempo

---

- Es una técnica usada para estimar la duración de un proyecto cuando hay un alto grado de incertidumbre acerca de la estimación individual de la duración de las actividades
- Los tiempos de duración de una actividad pocas veces se conocen con una precisión de 100%
- PERT supone que la duración de una actividad es una variable aleatoria con distribución beta





# PERT- Estimación del tiempo

---

Así el tiempo estimado  $(t) = (a + 4m + b)/6$

Con desviación estándar  $= (b-a)/6$

Donde :

a= tiempo más optimista

b = tiempo más pesimista

m= tiempo más probable.



# PERT- Estimación del tiempo

---

## Supuestos:

- La ruta crítica crítica puede ser determinada usando la media de las duraciones de las actividades (tiempo estimado)
- La duración del proyecto es determinado por la duración de las actividades en la ruta crítica
- El tiempo de cada actividad es independiente de la duración de otra actividad (v.a. independiente)



# PERT- Estimación del tiempo

---

- Existen suficientes actividades en la ruta crítica de forma que la distribución del tiempo de todo el proyecto se aproxima a una distribución normal con

Media = suma de medias de las actividades en la ruta crítica

Varianza = suma de varianzas de las actividades de la ruta crítica

- En caso que existan varias rutas críticas se elige la de mayor varianza.



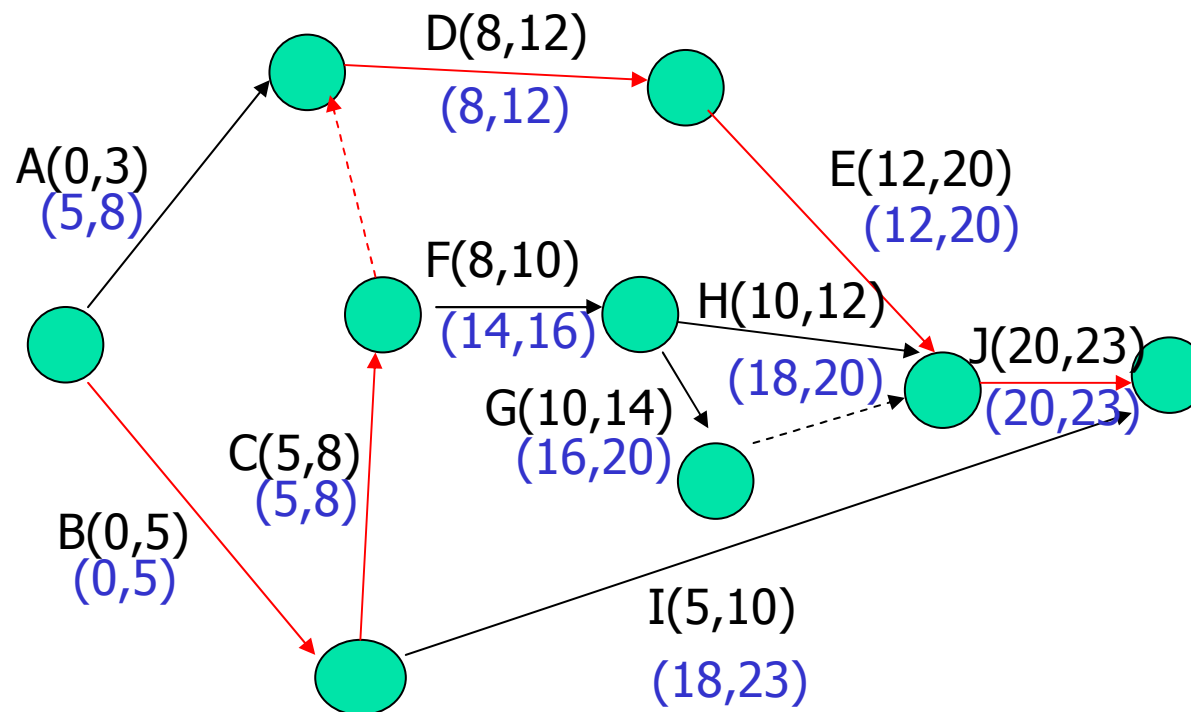
# PERT- Estimación del tiempo

Ejemplo: Determine la ruta crítica correspondiente al cuadro:

Actividad	antecedentes	a	m	b	Tiempo	Desv	var
A	--	1	3	5	3	$2/3$	$4/9$
B	--	3	4.5	9	5	1	1
C	B	2	3	4	3	$1/3$	$1/9$
D	A,C	2	4	6	4	$2/3$	$4/9$
E	D	4	7	16	8	2	4
F	C	1	1.5	5	2	$2/3$	$4/9$
G	F	2.5	3.5	7.5	4	$5/6$	$25/36$
H	F	1	2	3	2	$1/3$	$1/9$
I	B	4	5	6	5	$1/3$	$1/9$
J	H,E,G	1.5	3	5.4	3	$1/2$	$1/4$

# PERT

Se efectúan todos los pasos de CPM



La ruta critica es B-C-D-E-J



# PERT

---

- El tiempo estimado de termino es de 23 semanas
- La ruta critica es B-C-D-E-J
- Si se desea saber cual es la probabilidad de que el proyecto se termine en 25 semanas
- $p(t \leq 25) = ?$
- Primero, se calcula la varianza de las actividades de ruta crítica

$$\begin{aligned}\text{Var}(t) &= \text{var}(B) + \text{var}(C) + \text{var}(D) + \text{Var}(E) + \text{Var}(j) \\ &= 5.8055\end{aligned}$$

$$\text{Desv}(t) = 2.4094$$



# PERT

---

- Luego normalizando, se tiene:  
$$(25-23)/2.4094 = 0.83$$
  - En la tabla de la normal se halla  
$$p(t \leq 25) = p(z \leq 0.83) = 0.7967$$
- Entonces existe una probabilidad de 0.7967 que se termine en 25 semanas