



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO
MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA LA TOMA DE DECISIONES



04 mayo 2020

Nombres: Leer como se implementa el programa

Instrucciones: Resuelva en equipos de 2 integrantes según corresponda. Entregue su hoja de respuestas.

St. Adolf's Hospital es un hospital privado que inició sus servicios hace 30 años. Judy Kramer, directora ejecutiva del consejo directivo de St. Adolf's, emprendió una evaluación estratégica del paquete de servicios del hospital para identificar las brechas en la capacidad para ofrecer servicio de calidad superior. El estudio reveló una brecha en la capacidad del hospital para ofrecer el nivel de servicio que requiere la comunidad, en especial debido a la falta de espacio en camas y las instalaciones del laboratorio, pequeñas e ineficientes. Sin embargo, la ampliación en el edificio que ocupa actualmente es imposible.

Con el propósito de atender mejor al público en el condado Benjamin, el consejo directivo de St. Adolf's Hospital ha decidido trasladarse de Christofer a Northville. El traslado a Northville implicará construir un nuevo hospital y equiparlo para hacerlo funcional. Judy Kramer debe prepararse para una audiencia, que está prevista para la semana siguiente, en la que expondrá el proyecto propuesto ante el Consejo de Hospitales de la Región Central de Ohio (COHB). En esta audiencia se discutirán los detalles específicos de todo el proyecto, que incluyen las estimaciones de tiempo y costo hasta su terminación.

Con la ayuda de su equipo, Kramer ha elaborado una propuesta que consta de 11 actividades principales para el proyecto. A cada miembro del equipo se le asignó la responsabilidad de ciertas actividades y Kramer asumirá la responsabilidad total como gerente de proyecto. El equipo también ha especificado los predecesores inmediatos correspondientes a cada actividad (las actividades que deberán completarse para que la actividad en cuestión pueda comenzar), como se muestra en la tabla siguiente:

Actividad	Descripción	Antecedente inmediato(s)	Responsabilidad
A	Seleccionar personal administrativo y médico	—	Johnson
B	Seleccionar el lugar y realizar un levantamiento topográfico del mismo	—	Taylor
C	Seleccionar el equipo	A	Adams
D	Preparar los planos definitivos de construcción y distribución física	B	Taylor
E	Llevar los servicios públicos al predio	B	Burton
F	Entrevistar candidatos para ocupar las plazas de enfermería, personal de apoyo, mantenimiento y seguridad	A	Johnson
G	Comprar equipo y supervisar la entrega del mismo	C	Adams
H	Construir el hospital	D	Taylor
I	Desarrollar un sistema de información	A	Simmons
J	Instalar el equipo	E, G, H	Adams
K	Capacitar al personal de enfermería y de apoyo	F, I, J	Johnson



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO
METODOS CUANTITATIVOS PARA LA TOMA DE DECISIONES



Actividad	Tiempo normal (NT)	Costo normal (NC)	Tiempo al considerar la compresión (CT)	Costo debido a la compresión (CC)
A	12	\$ 12,000	11	\$ 13,000
B	9	50,000	7	64,000
C	10	4,000	5	7,000
D	10	16,000	8	20,000
E	24	120,000	14	200,000
F	10	10,000	6	16,000
G	35	500,000	25	530,000
H	40	1,200,000	35	1,260,000
I	15	40,000	10	52,500
J	4	10,000	1	13,000
K	6	30,000	5	34,000

El objetivo del análisis de costos es determinar el programa del proyecto que minimice los costos totales del mismo. Suponga que los costos indirectos del proyecto son de \$8,000 por semana. Suponga también que, a partir de la semana 65, el Consejo de Hospitales de la Región Central de Ohio impusiera a St. Adolf's un costo de penalización de \$20,000 por semana si el hospital no estuviera aún en condiciones de funcionar. Calcule el tiempo y costo que resulta de aplicar el Programa de Costo Mínimo.

Programa de Costo Mínimo

La duración mínima posible del proyecto se calcula usando los tiempos de compresión de cada actividad para efectos de programación. Sin embargo, el costo de dicho programa podría resultar prohibitivo. A los gerentes les interesa más minimizar los costos de los proyectos para no rebasar los presupuestos. En la determinación del programa de costo mínimo, se empieza con el programa de tiempo normal y se comprimen las actividades a lo largo de la ruta crítica, cuya longitud es igual a la del proyecto. Es necesario determinar cuánto se puede añadir en términos de costos debidos a la compresión, sin rebasar el monto de los ahorros obtenidos por concepto de costos indirectos y penalización. El procedimiento incluye los siguientes pasos:

1. Determinar la(s) ruta(s) crítica(s) del proyecto.
2. Buscar la o las actividades incluidas en la(s) ruta(s) crítica(s) que tengan el costo debido a la compresión más bajo por semana.
3. Reducir el tiempo correspondiente a esta actividad hasta que: (a) ya no sea posible reducirlo más; (b) otra ruta se convierta en la ruta crítica, o bien; (c) el incremento de los costos directos sea mayor que el monto de los ahorros que se obtienen de acortar el proyecto. Si existe más de una ruta crítica, es posible que los tiempos correspondientes a una actividad, dentro de cada una de esas rutas, tengan que reducirse simultáneamente.
4. Repetir este procedimiento hasta que el incremento de los costos directos sea mayor que los ahorros generados por el acortamiento del proyecto.



El programa de costo mínimo es empleado frecuentemente en la gestión de proyectos, incluidos los de TI, desde líderes de proyecto, hasta gerentes y directores, por los beneficios que representan para la organización.

Para poder implementar el programa de costo mínimo es necesario obtener el costo de intensificación.

El costo de identificación (CI) es el costo derivado por unidad de tiempo de acelerar una actividad y llevarla a su mínimo tiempo. Siempre es un cociente positivo o cero en su defecto, pues tiempos de entrega más cortos implica mayor cantidad de recursos.

$$CI = \frac{CC - NC}{NT - CT}$$

Donde:

CI = Costo de Intensificación

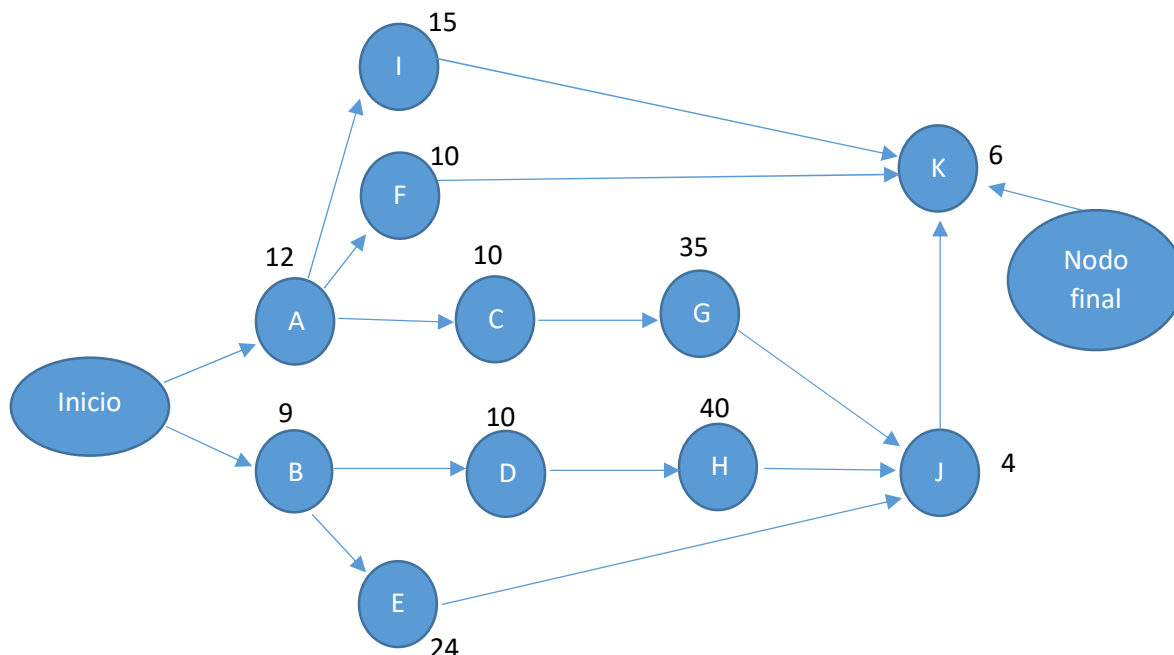
CC = Crash Cost = Costo de acelerar una actividad

NC = Normal Cost = Costo normal de una actividad

NT = Normal Time = Tiempo normal de una actividad

CT = Crash Time = Menor tiempo en que se puede realizar una actividad

Para resolver este problema, lo primero es identificar como está integrada su red y conocer el costo total y el tiempo del proyecto, así:





INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO
METODOS CUANTITATIVOS PARA LA TOMA DE DECISIONES



Ruta	Tiempo (semanas)
AIK	33
AFK	28
ACGJK	67
BDHJK	69
BEJK	43

El proyecto se concluiría en 69 semanas. Con los datos que se citan (Leer planteamiento: “Suponga que los costos indirectos del proyecto son de \$8,000 por semana. Suponga también que, a partir de la semana 65, el Consejo de Hospitales de la Región Central de Ohio impusiera a St. Adolf’s un costo de penalización de \$20,000 por semana si el hospital no estuviera aún en condiciones de funcionar”), obtenemos.

$$\text{Costo total del proyecto} = \sum \text{costos normales} + \text{costos indirectos} + \text{penalización}$$

$$\text{Costo total del proyecto} = \sum 1,992,000 + 8,000(69) + 20,000(4)$$

$$\text{Costo total del proyecto} = 2,624,000$$

$$\text{Proyecto} = 2,624,000 @ 69 \text{ semanas}$$

El uso del programa de costo mínimo, permite realizar un proyecto más rápido y con un menor costo.

Ahora calcularemos los CI de todas las actividades.

Actividad	NT (semanas)	NC	CT (semanas)	CC	CI
A	12	\$ 12,000.00	11	\$ 13,000.00	\$ 1,000.00
B	9	\$ 50,000.00	7	\$ 64,000.00	\$ 7,000.00
C	10	\$ 4,000.00	5	\$ 7,000.00	\$ 600.00
D	10	\$ 16,000.00	8	\$ 20,000.00	\$ 2,000.00
E	24	\$ 120,000.00	14	\$ 200,000.00	\$ 8,000.00
F	10	\$ 10,000.00	6	\$ 16,000.00	\$ 1,500.00
G	35	\$ 500,000.00	25	\$ 530,000.00	\$ 3,000.00
H	40	\$ 1,200,000.00	35	\$ 1,260,000.00	\$ 12,000.00
I	15	\$ 40,000.00	10	\$ 52,500.00	\$ 2,500.00
J	4	\$ 10,000.00	1	\$ 13,000.00	\$ 1,000.00
K	6	\$ 30,000.00	5	\$ 34,000.00	\$ 4,000.00



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO
METODOS CUANTITATIVOS PARA LA TOMA DE DECISIONES



Iteración 1:

- a) Identificar la ruta crítica.

Ruta	Tiempo (semanas)
AIK	33
AFK	28
ACGJK	67
BDHJK	69
BEJK	43

Ruta crítica = 69 semanas

- b) Identificar la actividad de la ruta crítica con menor CI.

Actividad	NT (semanas)	NC	CT (semanas)	CC	CI
B	9	\$ 50,000.00	7	\$ 64,000.00	\$ 7,000.00
D	10	\$ 16,000.00	8	\$ 20,000.00	\$ 2,000.00
H	40	\$ 1,200,000.00	35	\$ 1,260,000.00	\$ 12,000.00
J	4	\$ 10,000.00	1	\$ 13,000.00	\$ 1,000.00
K	6	\$ 30,000.00	5	\$ 34,000.00	\$ 4,000.00

Actividad J.

- c) Reducir el tiempo correspondiente a esta actividad hasta que (a) ya no sea posible reducirlo más; (b) otra ruta se convierta en la ruta crítica, o bien; (c) el incremento de los costos directos sea mayor que el monto de los ahorros que se obtienen de acortar el proyecto

J se puede reducir: $4 - 1 = 3$ semanas

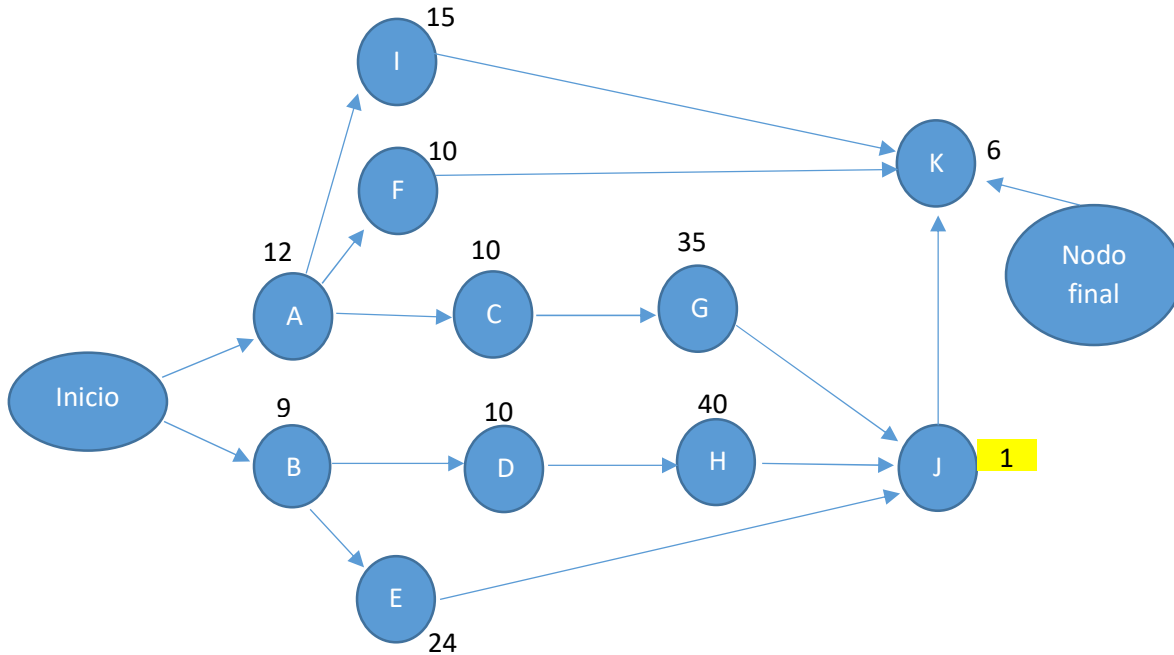
Ahorro = Reducción máxima(Costos Indirectos + Penalización – CI)

Ahorro = $3(8,000 + 20,000 - 1,000)$

Ahorro = 81,000

Como el ahorro fue positivo se sigue iterando, en caso de ser negativo no conviene seguir reduciendo porque habría que invertir una mayor cantidad de recursos, salvo que el proyecto lo amerite.

Aplicando la reducción a la actividad J.



Iteración 2:

a) Identificar la ruta crítica.

Ruta	Iteración 1. Tiempo (semanas)	Iteración 2. Tiempo (semanas)
AIK	33	33
AFK	28	28
ACGJK	67	64
BDHJK	69	66
BEJK	43	40

Ruta crítica = 66 semanas

b) Identificar la actividad de la ruta crítica con menor CI.
J no se elije porque ya se iteró.

Actividad	NT (semanas)	NC	CT (semanas)	CC	CI
B	9	\$ 50,000.00	7	\$ 64,000.00	\$ 7,000.00
D	10	\$ 16,000.00	8	\$ 20,000.00	\$ 2,000.00
H	40	\$ 1,200,000.00	35	\$ 1,260,000.00	\$ 12,000.00
J	4	\$ 10,000.00	1	\$ 13,000.00	\$ 1,000.00
K	6	\$ 30,000.00	5	\$ 34,000.00	\$ 4,000.00



Actividad D.

- c) Reducir el tiempo correspondiente a esta actividad hasta que (a) ya no sea posible reducirlo más; (b) otra ruta se convierta en la ruta crítica, o bien; (c) el incremento de los costos directos sea mayor que el monto de los ahorros que se obtienen de acortar el proyecto

D se puede reducir: $10 - 8 = 2$ semanas

Ahorro = Reducción máxima(Costos Indirectos + Penalización – CI)

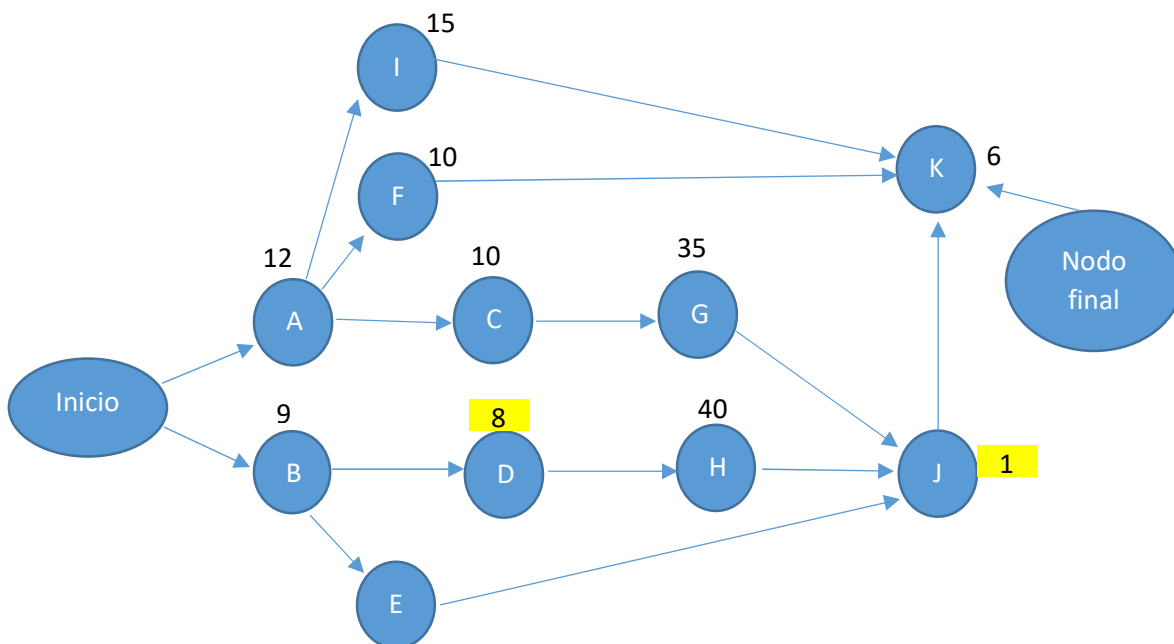
Ahorro = $1(8,000 + 20,000 - 2,000) + 1(8,000 - 2,000)$

Ahorro = 32,000

Observar que sólo se aplica la penalización a la semana 65, la 64 no tiene penalización, por eso se dividieron las dos semanas de D.

Como el ahorro fue positivo se sigue iterando, en caso de ser negativo no conviene seguir reduciendo porque habría que invertir una mayor cantidad de recursos, salvo que el proyecto lo amerite.

Aplicando la reducción a la actividad D.





INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO
MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA LA TOMA DE DECISIONES



Iteración 3:

a) Identificar la ruta crítica.

Ruta	Iteración 1. Tiempo (semanas)	Iteración 2. Tiempo (semanas)	Iteración 3. Tiempo (semanas)
AIK	33	33	33
AFK	28	28	28
ACGJK	67	64	64
BDHJK	69	66	64
BEJK	43	40	40

Rutas críticas = 64 semanas

b) Identificar la actividad de la ruta crítica con menor CI.

Ahora son dos rutas.

Actividad	NT (semanas)	NC	CT (semanas)	CC	CI
A	12	\$ 12,000.00	11	\$ 13,000.00	\$ 1,000.00
C	10	\$ 4,000.00	5	\$ 7,000.00	\$ 600.00
G	35	\$ 500,000.00	25	\$ 530,000.00	\$ 3,000.00
J	4	\$ 10,000.00	1	\$ 13,000.00	\$ 1,000.00
K	6	\$ 30,000.00	5	\$ 34,000.00	\$ 4,000.00

Actividad	NT (semanas)	NC	CT (semanas)	CC	CI
B	9	\$ 50,000.00	7	\$ 64,000.00	\$ 7,000.00
D	10	\$ 16,000.00	8	\$ 20,000.00	\$ 2,000.00
H	40	\$ 1,200,000.00	35	\$ 1,260,000.00	\$ 12,000.00
J	4	\$ 10,000.00	1	\$ 13,000.00	\$ 1,000.00
K	6	\$ 30,000.00	5	\$ 34,000.00	\$ 4,000.00

Hay que buscar la combinación de menor costo de las actividades no iteradas. Como tienen que ser de manera simultánea, las combinaciones se obtienen de las dos trayectorias.

AB	AH	AK
CB	CH	CK
GB	GH	GK
KB	KH	K

La de menor costo se obtiene sumando los CI de las combinaciones identificadas.

\$ 8,000.00	\$ 13,000.00	\$ 5,000.00
\$ 7,600.00	\$ 12,600.00	\$ 4,600.00
\$ 10,000.00	\$ 15,000.00	\$ 7,000.00
\$ 11,000.00	\$ 16,000.00	\$ 4,000.00



Para este caso es la actividad K.

- c) Reducir el tiempo correspondiente a esta actividad hasta que (a) ya no sea posible reducirlo más; (b) otra ruta se convierta en la ruta crítica, o bien; (c) el incremento de los costos directos sea mayor que el monto de los ahorros que se obtienen de acortar el proyecto

K se puede reducir: $6 - 5 = 1$ semana

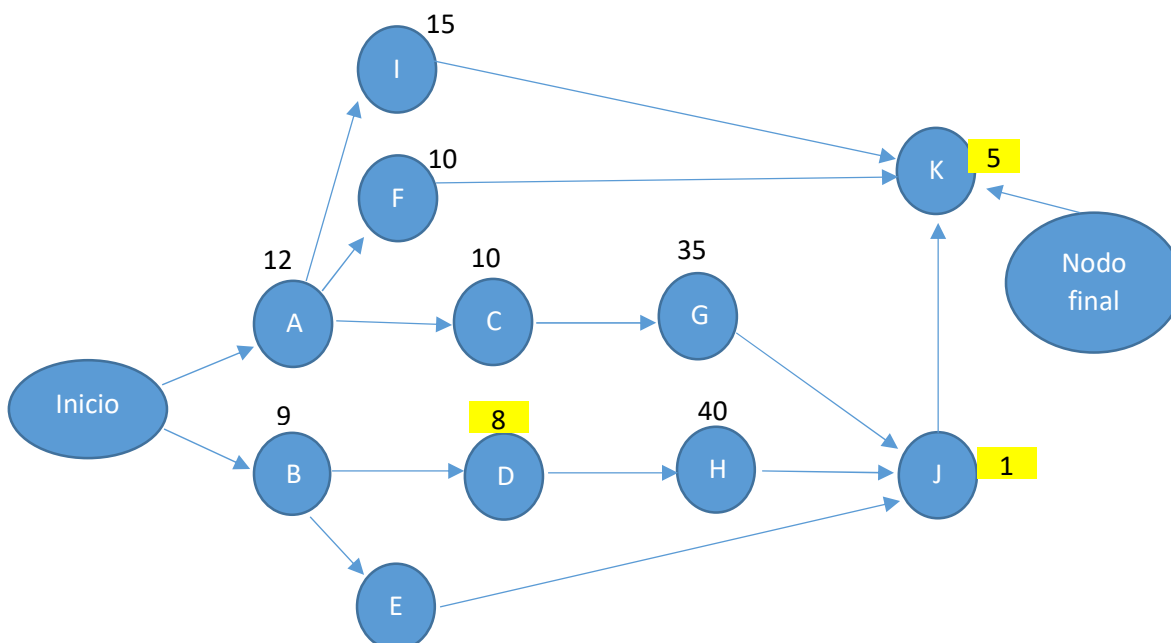
Ahorro = Reducción máxima(Costos Indirectos + Penalización – CI)

Ahorro = $1(8,000 - 4,000)$

Ahorro = 4,000

Como el ahorro fue positivo se sigue iterando, en caso de ser negativo no conviene seguir reduciendo porque habría que invertir una mayor cantidad de recursos, salvo que el proyecto lo amerite.

Aplicando la reducción a la actividad K.





INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO
MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA LA TOMA DE DECISIONES



Iteración 4:

a) Identificar la ruta crítica.

Ruta	Iteración 1. Tiempo (semanas)	Iteración 2. Tiempo (semanas)	Iteración 3. Tiempo (semanas)	Iteración 4. Tiempo (semanas)
AIK	33	33	33	32
AFK	28	28	28	27
ACGJK	67	64	64	63
BDHJK	69	66	64	63
BEJK	43	40	40	39

Rutas críticas = 63 semanas

b) Identificar la actividad de la ruta crítica con menor CI.
 Siguen siendo dos rutas.

Actividad	NT (semanas)	NC	CT (semanas)	CC	CI
A	12	\$ 12,000.00	11	\$ 13,000.00	\$ 1,000.00
C	10	\$ 4,000.00	5	\$ 7,000.00	\$ 600.00
G	35	\$ 500,000.00	25	\$ 530,000.00	\$ 3,000.00
J	4	\$ 10,000.00	1	\$ 13,000.00	\$ 1,000.00
K	6	\$ 30,000.00	5	\$ 34,000.00	\$ 4,000.00

Actividad	NT (semanas)	NC	CT (semanas)	CC	CI
B	9	\$ 50,000.00	7	\$ 64,000.00	\$ 7,000.00
D	10	\$ 16,000.00	8	\$ 20,000.00	\$ 2,000.00
H	40	\$ 1,200,000.00	35	\$ 1,260,000.00	\$ 12,000.00
J	4	\$ 10,000.00	1	\$ 13,000.00	\$ 1,000.00
K	6	\$ 30,000.00	5	\$ 34,000.00	\$ 4,000.00

Hay que buscar la combinación de menor costo de las actividades no iteradas. Como tienen que ser de manera simultánea, las combinaciones se obtienen de las dos trayectorias.

AB AH
 CB CH
 GB GH

La de menor costo se obtiene sumando los CI de las combinaciones identificadas.

\$ 8,000.00 \$ 13,000.00
 \$ 7,600.00 \$ 12,600.00
 \$ 10,000.00 \$ 15,000.00

Para este caso es la combinación de actividades CB.



- c) Reducir el tiempo correspondiente a esta actividad hasta que (a) ya no sea posible reducirlo más; (b) otra ruta se convierta en la ruta crítica, o bien; (c) el incremento de los costos directos sea mayor que el monto de los ahorros que se obtienen de acortar el proyecto

C se puede reducir: $10 - 5 = 5$ semanas

B se puede reducir: $9 - 7 = 2$ semanas

Como se tienen que reducir de manera simultánea, lo máximo que se pueden reducir equivale a la de menor tiempo de reducción.

La reducción será de 2 semanas

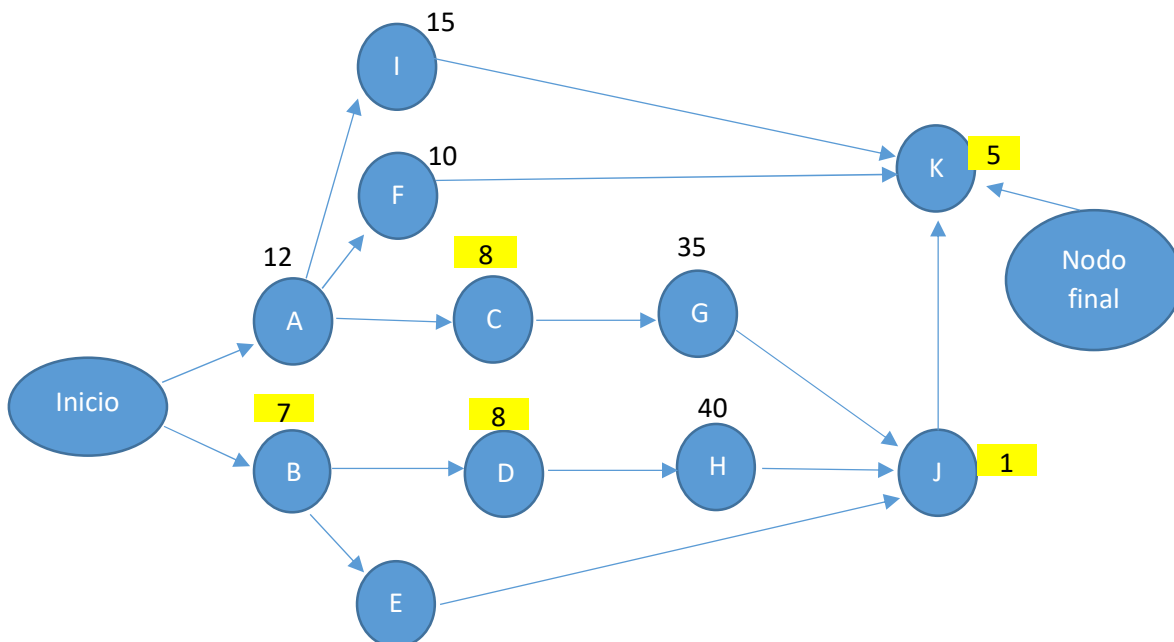
Ahorro = Reducción máxima(Costos Indirectos + Penalización – CI)

Ahorro = $2(8,000 - 7,600)$

Ahorro = 800

Como el ahorro fue positivo se sigue iterando, en caso de ser negativo no conviene seguir reduciendo porque habría que invertir una mayor cantidad de recursos, salvo que el proyecto lo amerite.

Aplicando la reducción a la actividades C y B.





INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO
MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA LA TOMA DE DECISIONES



Iteración 5:

a) Identificar la ruta crítica.

Ruta	Iteración 1. Tiempo (semanas)	Iteración 2. Tiempo (semanas)	Iteración 3. Tiempo (semanas)	Iteración 4. Tiempo (semanas)	Iteración 5. Tiempo (semanas)
AIK	33	33	33	32	32
AFK	28	28	28	27	27
ACGJK	67	64	64	63	61
BDHJK	69	66	64	63	61
BEJK	43	40	40	39	37

Rutas críticas = 61 semanas

b) Identificar la actividad de la ruta crítica con menor CI.
 Siguen siendo dos rutas.

Actividad	NT (semanas)	NC	CT (semanas)	CC	CI
A	12	\$ 12,000.00	11	\$ 13,000.00	\$ 1,000.00
C	10	\$ 4,000.00	5	\$ 7,000.00	\$ 600.00
G	35	\$ 500,000.00	25	\$ 530,000.00	\$ 3,000.00
J	4	\$ 10,000.00	1	\$ 13,000.00	\$ 1,000.00
K	6	\$ 30,000.00	5	\$ 34,000.00	\$ 4,000.00

Actividad	NT (semanas)	NC	CT (semanas)	CC	CI
B	9	\$ 50,000.00	7	\$ 64,000.00	\$ 7,000.00
D	10	\$ 16,000.00	8	\$ 20,000.00	\$ 2,000.00
H	40	\$ 1,200,000.00	35	\$ 1,260,000.00	\$ 12,000.00
J	4	\$ 10,000.00	1	\$ 13,000.00	\$ 1,000.00
K	6	\$ 30,000.00	5	\$ 34,000.00	\$ 4,000.00

Hay que buscar la combinación de menor costo de las actividades no iteradas. Como tienen que ser de manera simultánea, las combinaciones se obtienen de las dos trayectorias.

AH GH

La de menor costo se obtiene sumando los CI de las combinaciones identificadas.

\$ 13,000.00 \$ 15,000.00

Para este caso es la combinación de actividades AH.

c) Reducir el tiempo correspondiente a esta actividad hasta que (a) ya no sea posible reducirlo más; (b) otra ruta se convierta en la ruta crítica, o bien; (c) el incremento



de los costos directos sea mayor que el monto de los ahorros que se obtienen de acortar el proyecto

A se puede reducir: $12 - 11 = 1$ semana

H se puede reducir: $40 - 35 = 5$ semanas

Como se tienen que reducir de manera simultánea, lo máximo que se pueden reducir equivale a la de menor tiempo de reducción.

La reducción será de 1 semana

Ahorro = Reducción máxima(Costos Indirectos + Penalización - CI)

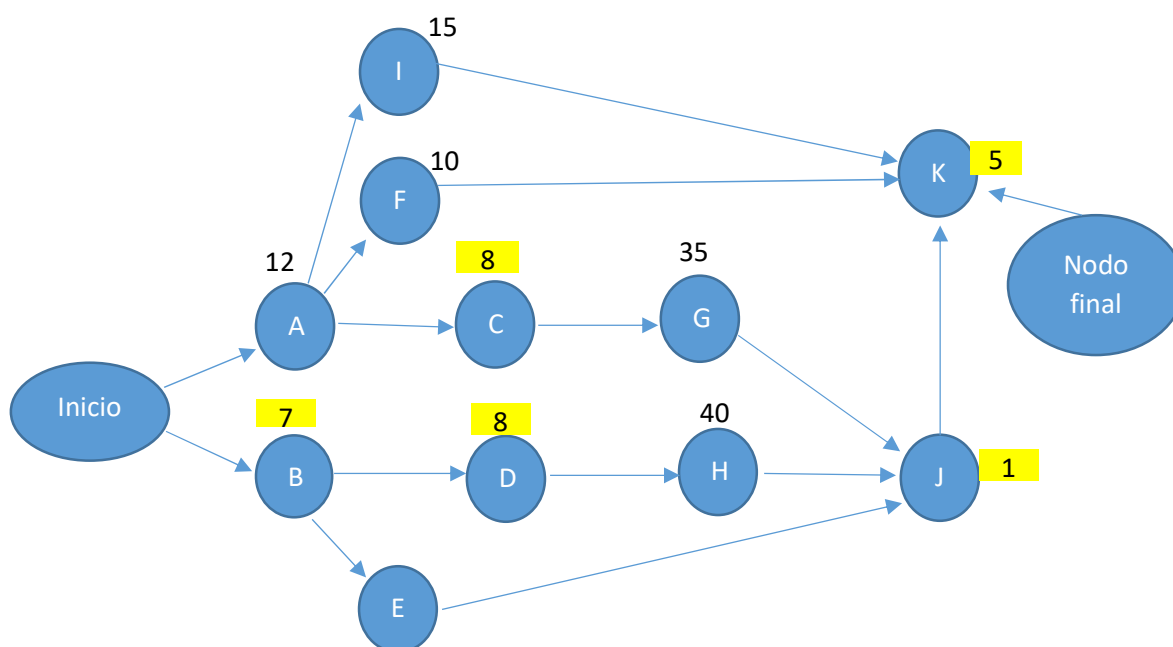
Ahorro = $1(8,000 - 13,000)$

Ahorro = $-5,000$

Ya no se puede aplicar esta reducción porque fue un valor negativo, puede ser cero más no negativo.

Como es negativo no conviene seguir reduciendo porque habría que invertir una mayor cantidad de recursos, salvo que el proyecto lo amerite.

La red se queda tal cual la iteración 4.





Totalizando los ahorros.

$$\begin{aligned} \text{Ahorros totales} &= \sum \text{Ahorros de cada iteración} \\ \text{Ahorros totales} &= 81,000 + 32,000 + 4,000 + 800 \\ \text{Ahorros totales} &= 117,800 \end{aligned}$$

Costo y tiempo total del proyecto después de aplicar programa de costo mínimo.

Se había calculado:

$$\text{Proyecto} = 2,624,000 @ 69 \text{ semanas}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo total del proyecto} &= 2,624,000 - 117,800 \\ \text{Costo total del proyecto} &= 2,506,200 \end{aligned}$$

Y viendo el tiempo de la ruta crítica: 61 semanas.

Comparando ambos valores:

$$\begin{aligned} \text{Proyecto antes de Programa de Costo Mínimo} &= \$ 2,624,000 @ 69 \text{ semanas} \\ \text{Proyecto antes de Programa de Costo Mínimo} &= \$ 2,506,200 @ 61 \text{ semanas} \end{aligned}$$

Se observa la reducción de costo y tiempo. Esto ayuda a las organizaciones a entregar en tiempo y forma y obtener ahorros.