PROJECT SCHEDULING: ESERCIZI

A) ESEGUIRE L'ANALISI TEMPISTICA DEL SEGUENTE PROGETTO:

UN'AZIENDA DECIDE DI SOSTITUIRE UNA PRESSA CON UN TIPO PIU' MODERNO. LA VECCHIA PRESSA VIENE TRASFERITA IN PREVISIONE DI UNA EVENTUALE FUTURA UTILIZZAZIONE IN UN LOCALE ADIBITO A DEPOSITO CHE PERTANTO DEVE ESSERE SVUOTATO. ALLO SCOPO DI NON INTERROMPERE LA PRODUZIONE DURANTE IL PERIODO DI TRASFERIMENTO, E' NECESSARIO COSTITUIRE UNO STOCK DI PEZZI.

NATURALMENTE ALTRE OPERAZIONI SONO NECESSARIE COME LA CONVERSIONE DI VECCHI APPARATI DI ALIMENTAZIONE, L'INSTALLAZIONE DI NUOVI APPARATI AUSILIARI E COSI VIA.

1a FASE. CONSISTE NELL'INDIVIDUAZIONE DELLE ATTIVITA' COINVOLTE IN QUESTO PROCESSO DI SOSTITUZIONE

CODICE	ATTIVITA'	TEMPO
A	SGOMBERO LOCALI FUORI USO	6
B	PREPARAZIONE SITO NUOVA PRESSA	8
C	SPOSTAMENTO VECCHIA PRESSA	1
D	INSTALLAZIONE NUOVA PRESSA	2
E	CONSEGNA NUOVA PRESSA	8
F	MESSA A PUNTO E CONTROLLI PRELIMINARI	13
G	CONVERSIONE VECCHI APPARATI	13
H	CONSEGNA E INSTALLAZIONE APPARATI AUSILIARI DI BASE	21
I	CONSEGNA ED INSTALLAZIONE APPARATI AUSILIARI FINALI	39
L	ACCUMULAZIONE SCORTE	2

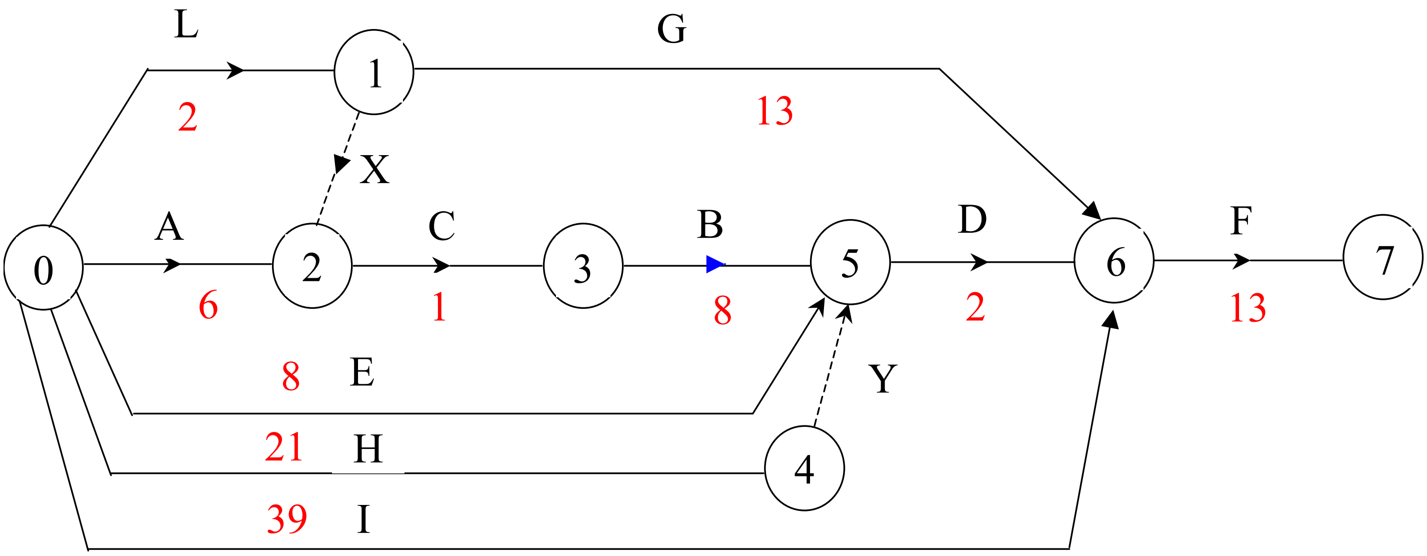
PROJECT SCHEDULING: ESERCIZI

A)CONTINUAZIONE

<u>2a FASE.</u> SI INDIVIDUANO LE PRECEDENZE TRA LE VARIE ATTIVITA'. ESSE SONO:

A, L, < C; C < B; B, E, H < D; D, G ,I < F; L < G.

<u>3a FASE.</u> SI COSTRUISCE IL DIAGRAMMA RETICOLARE



SI VEDE COME SIA STATO NECESSARIO INTRODURRE UN NODO FITTIZIO 4 E DUE ATTIVITA' FITTIZIE X E Y.

<u>4a FASE.</u>

(i) CALCOLO t_i (FASE DI CALCOLO IN AVANTI)

$t_0 = 0$

$t_1 = 2$

$t_2 = \max\{2, 6\} = 6$

$t_3 = t_2 + t_{23} = 6 + 1 = 7$

$t_4 = 21$

$t_5 = \max\{t_3 + t_{35}, t_0 + t_{05}, t_4 + t_{45}\} = \max\{15, 8, 21\} = 21$

$t_6 = \max\{t_5 + t_{56}, t_0 + t_{06}, t_1 + t_{16}\} = \max\{23, 39, 15\} = 39$

$t_7 = t_6 + t_{67} = 52$

PROJECT SCHEDULING: ESERCIZI

A) CONTINUAZIONE

(ii) CALCOLO T_i (FASE DI CALCOLO ALL'INDIETRO)

$T_7 = 52$

$T_6 = T_7 - t_{67} = 39$

$T_5 = T_6 - t_{56} = 37$

$T_4 = T_5 - t_{45} = 37$

$T_3 = T_5 - t_{35} = 29$

$T_2 = T_3 - t_{23} = 28$

$T_1 = \min\{(T_2 - t_{12}), (T_6 - t_{16})\} = \min\{28, 26\} = 26$

$T_0 = \min\{T_1 - t_{01}, T_2 - t_{02}, T_4 - t_{04}, T_5 - t_{05}, T_6 - t_{06}\} =$

$= \min\{24, 22, 16, 29, 0\} = 0$

5a FASE CALCOLIAMO I TEMPI DI SLITTAMENTO NEI NODI

NODI	$(T_i - t_i)$
0	0
1	24
2	22
3	22
4	16
5	16
6	0
7	0

SI VEDE CHE ESISTE UN SOLO PERCORSO CRITICO INDIVIDUATO DALLA CATENA (0, 6, 7), CHE E' ANCHE QUELLA DI LUNGHEZZA MASSIMA TRA IL NODO 0 E IL NODO 7.

PROJECT SCHEDULING: ESERCIZI

A) CONTINUAZIONE

PER COMPLETARE L'ANALISI ESAMINIAMO LE SINGOLE ATTIVITA':

(i, j)	$EF_{ij} = t_i + t_{ij}$	T_j	T_j - EF_{ij}
0 – 1	2	26	24
0 – 2	6	28	22
0 – 5	8	37	29
0 – 4	21	37	16
0 – 6	39	39	0
1 – 2	2	28	26
1 – 6	15	39	24
2 – 3	7	29	22
3 – 5	15	37	22
4 – 5	21	37	16
5 – 6	23	39	16
6 – 7	52	52	0

DALLA TABELLA EMERGE CHE LE UNICHE ATTIVITA' CRITICHE SONO: (0, 6) E (6, 7). ESSE INDIVIDUANO IL PERCORSO CRITICO.

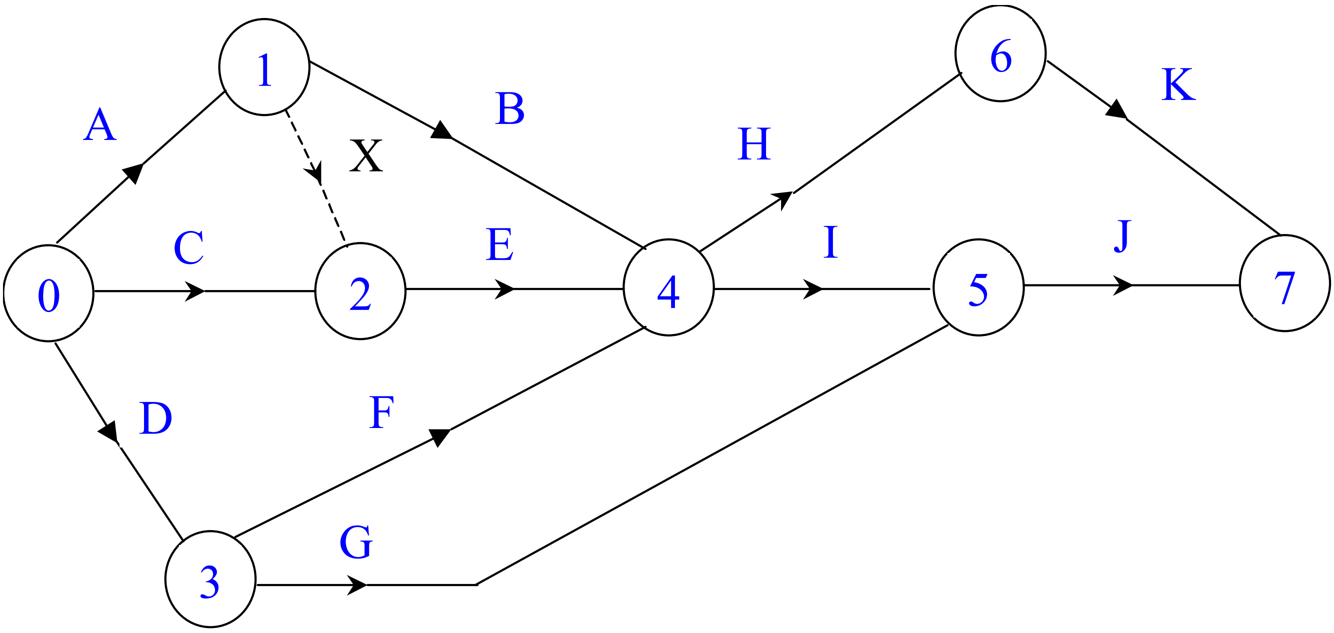
GLI ALTRI SLITTAMENTI RAPPRESENTANO I RITARDI AMMISSIBILI SUI TEMPI DI ESECUZIONE DELLE DIVERSE ATTIVITA'.

PROJECT SCHEDULING: ESERCIZI

B) UN PROGETTO PREVEDE UNDICI ATTIVITA' LE CUI RELAZIONI DI PRECEDENZA SONO LE SEGUENTI:

A, C < E; D < F, G; E, B, F < H, I; I, G < J; H < K; A < B.

TRACCIARE IL CORRISPONDENTE DIAGRAMMA RETICOLARE.



<u>OSSERVAZIONE.</u> UNA GUIDA AL DISEGNO DEL GRAFO E' L'ANALISI PREVENTIVA DI TUTTE LE PRECEDENZE.

NEL CASO IN ESAME SI PUO' OSSERVARE CHE:

(i) A, C, D POSSONO PARTIRE INDIPENDENTE;

(ii) DAL NODO TERMINALE DI D POSSONO PARTIRE F, G E DAL NODO TERMINALE DI A PUO' PARTIRE B

(iii) NE CONSEGUE CHE DAL NODO TERMINALE DI C PUO' PARTIRE E.

A QUESTO PUNTO TUTTO CONSEGUE AGEVOLMENTE.

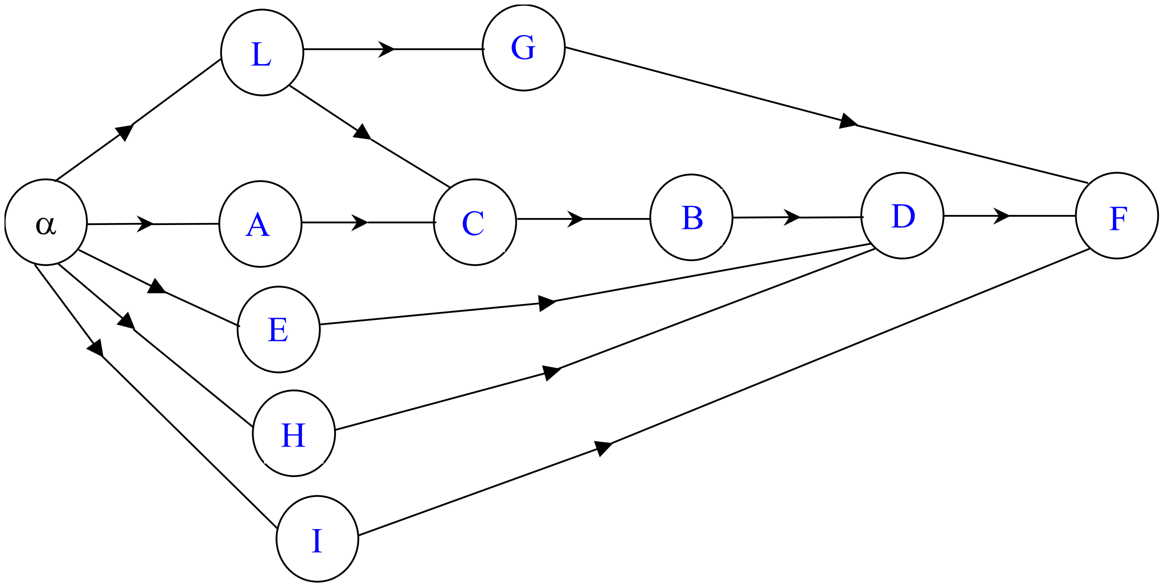
PROJECT SCHEDULING: ESERCIZI

C) TRASFORMARE I DIAGRAMMI RETICOLARI PRECEDENTI IN GRAFI ORIENTATI CON ATTIVITA' SUI NODI.

(i) IL PRIMO GRAFO DEFINITO DA:

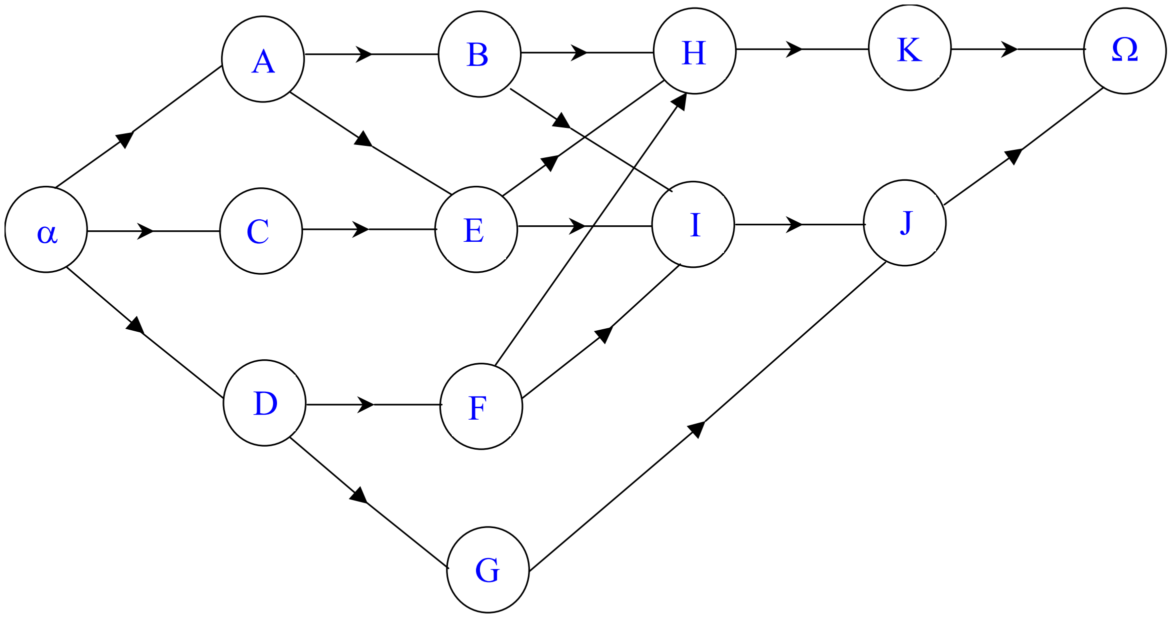
A, L < C; C < B; B, E, H < D; D, G, I < F; L < G;

DIVENTA IL SEGUENTE:



(ii) IL SECONDO GRAFO DEFINITO DA: A, C, < E; D < F, G; E, B, F < H, I; I, G, < J; H < K; A < B;

DIVENTA IL SEGUENTE:



α E Ω SONO ATTIVITA' FITTIZIE, IN MODO DA AVERE PER COMODITA' UN SOLO NODO INIZIALE E UN SOLO NODO FINALE:

PROJECT SCHEDULING: ESERCIZI

D)UN PROGETTO RICHIEDE L'ESECUZIONE DI SETTE ATTIVITA' LE CUI RELAZIONI TEMPO-COSTO SONO DEL TIPO:

$$c_{ij} = k_{ij} - h_{ij}\, t_{ij}, \qquad a_{ij} \leq t_{ij} \leq b_{ij}$$

I DATI DEL PROBLEMA SONO I SEGUENTI:

ATTIVITA'	A	B	C	D	E	F	G
a	5	9	5	4	4	6	7
b	10	16	9	8	9	10	13
h	3	2	6	4	7	4	8

LE RELAZIONI DI PRECEDENZA SONO:

A < B; A, C < E; A, C < F; D, E, < G

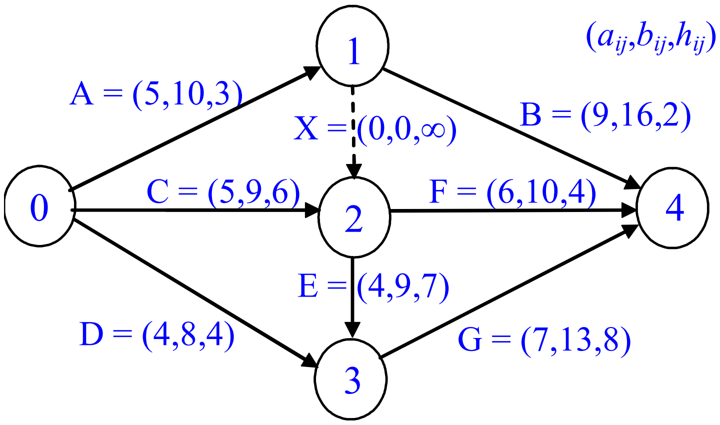
SI CHIEDE DI DETERMINARE LA RELAZIONE ESISTENTE TRA IL TEMPO MINIMO DI COMPLETAMENTO DEL PROGETTO ED IL COSTO MINIMO CORRISPONDENTE.

IL PROBLEMA E' TROVARE LA FUNZIONE $f(\lambda)$. SE PONIAMO

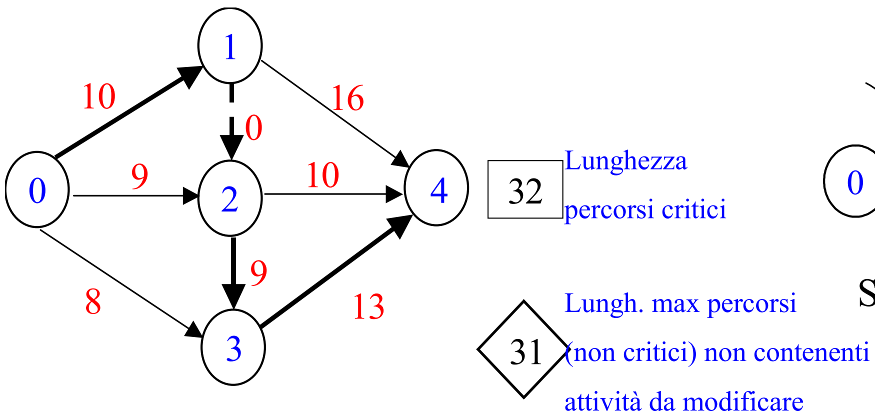
$$g(\lambda) = f(\lambda) - f(\lambda_M)$$

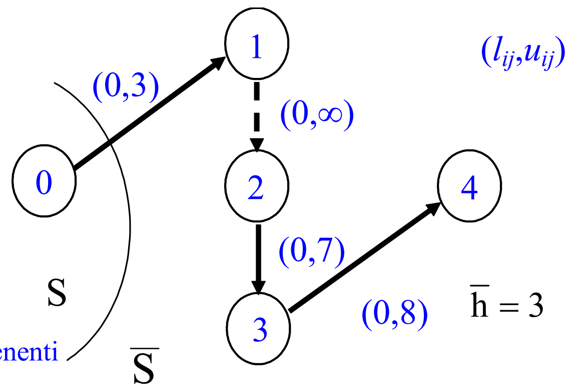
ALLORA IL PROBLEMA SI RIDUCE A TROVARE LA FUNZIONE $g(\lambda)$ CHE MISURA SOLO GLI INCREMENTI DI COSTO RISPETTO AL VALORE MINIMO $f(\lambda_M)$; SI HA CIOE' $g(\lambda_M) = 0$.

PROJECT SCHEDULING: ESERCIZI

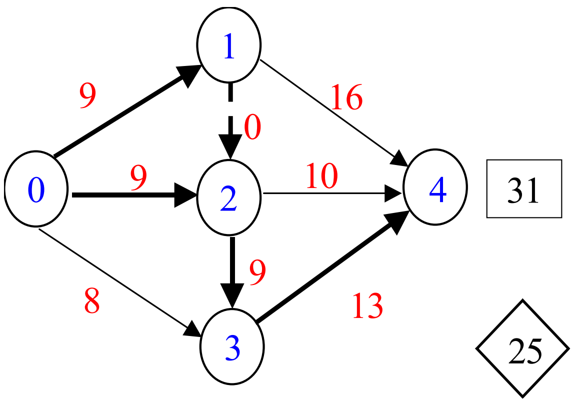


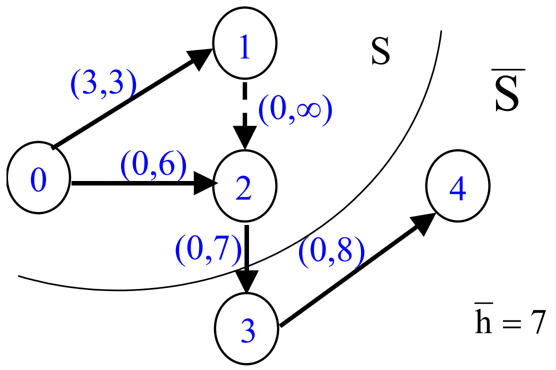
Analisi tempi Critical path problem	$\Delta t = \min\{\Delta 1, \Delta 2\}$ $\Delta c = \bar{h} \cdot \Delta t$	**Massimo flusso sulla sottorete critica**





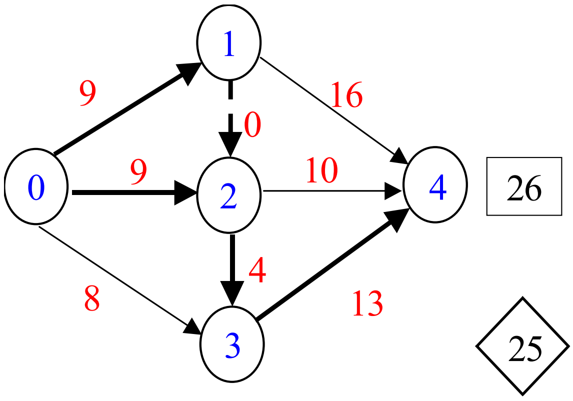
$$\Delta t = \min\{5,\ 1\} = 1$$
$$\Delta c = 3 \cdot 1 = 3$$

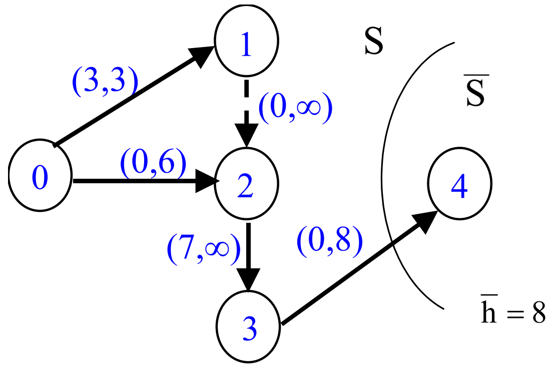




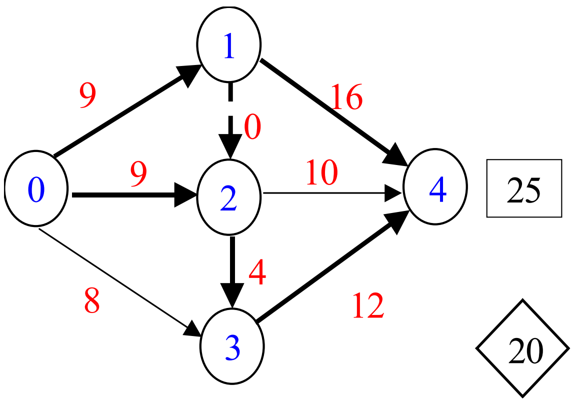
$$\Delta t = \min\{5,\ 6\} = 5$$
$$\Delta c = 7 \cdot 5 = 35$$

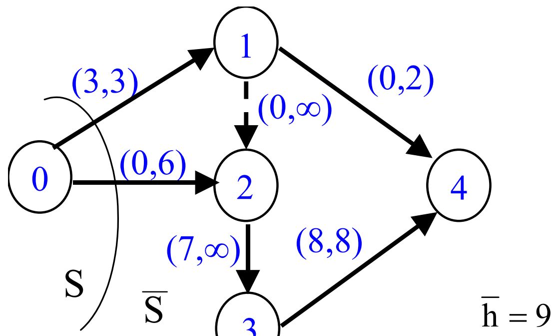
PROJECT SCHEDULING: ESERCIZI



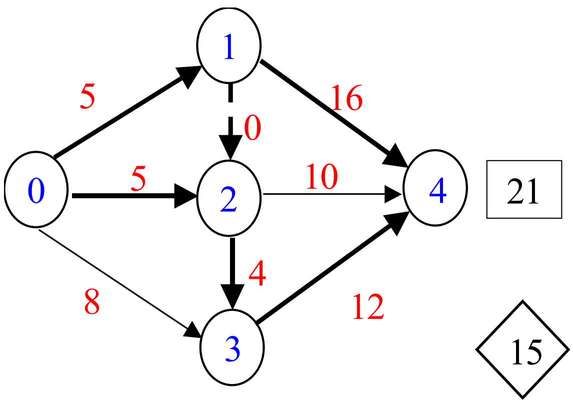


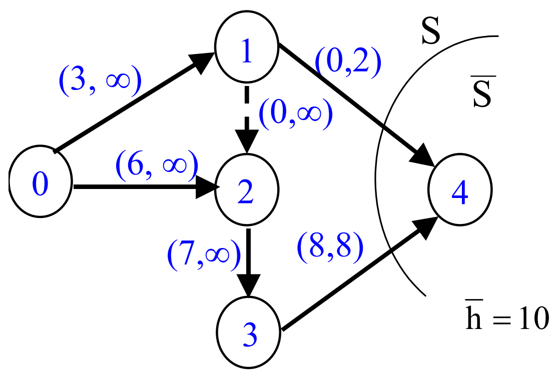
$$\Delta t = \min\{6, 1\} = 1$$
$$\Delta c = 8 \cdot 1 = 8$$





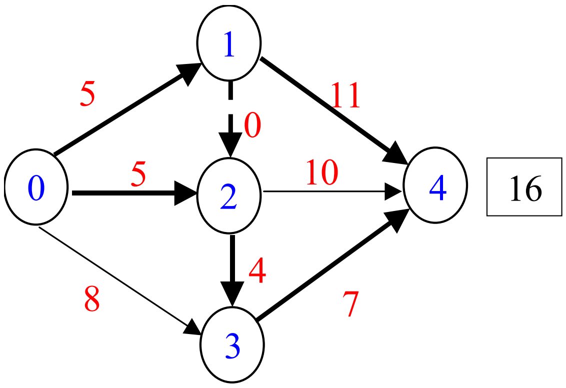
$$\Delta t = \min\{4, 5\} = 4$$
$$\Delta c = 9 \cdot 4 = 36$$

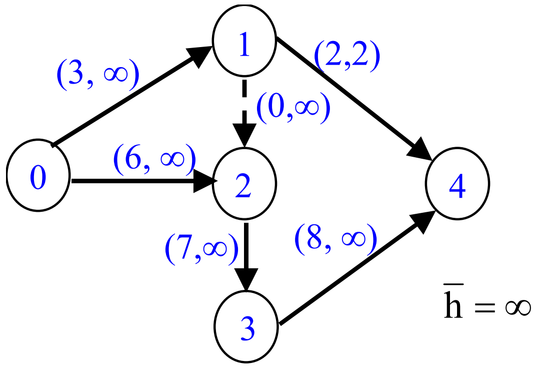




$$\Delta t = \min\{5, 5\} = 4$$
$$\Delta c = 10 \cdot 5 = 50$$

PROJECT SCHEDULING: ESERCIZI





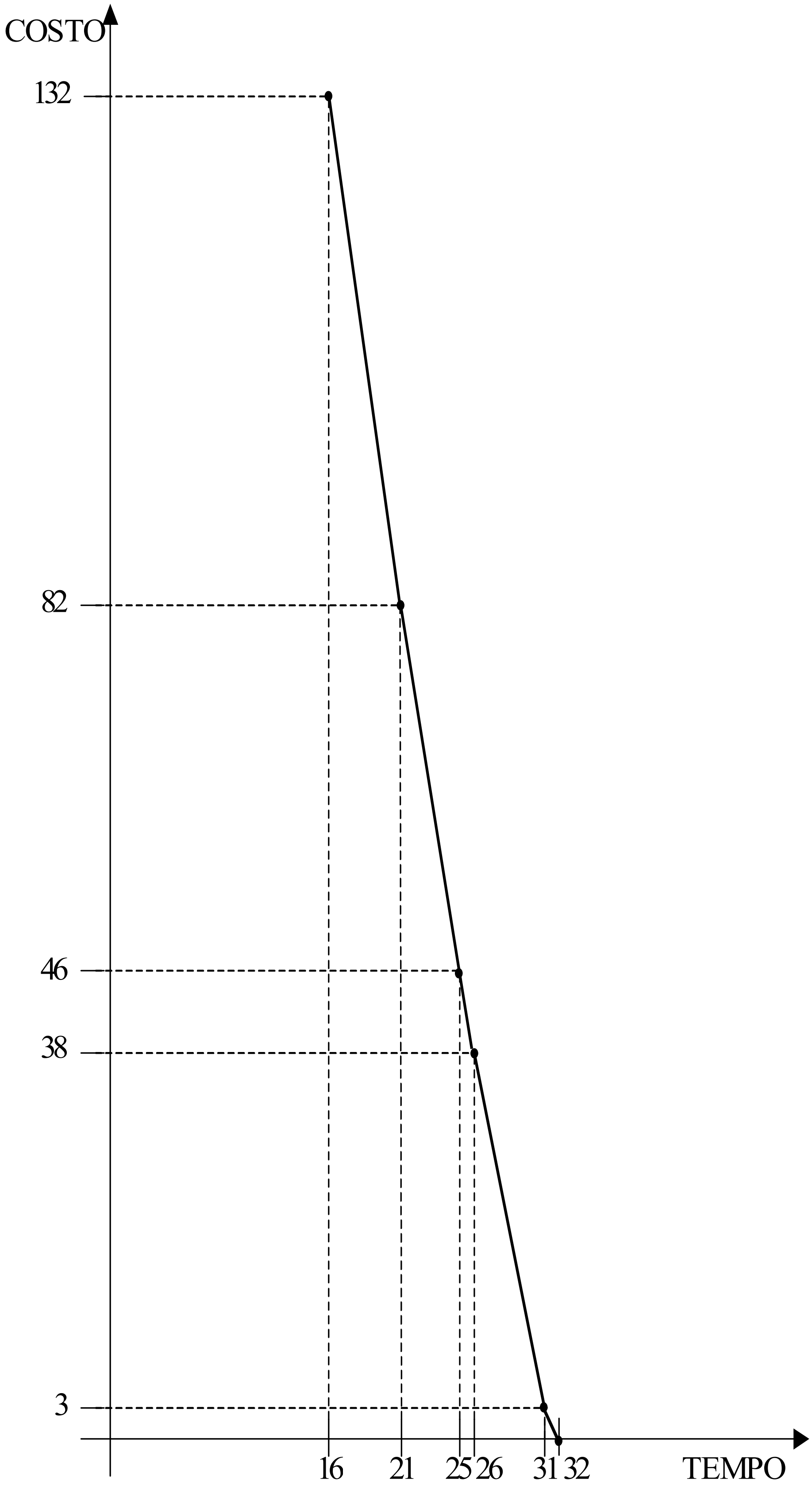
$\overline{h} = \infty$

STOP

$$c_{TOT} = 3 + 7 \cdot 5 + 8 + 9 \cdot 4 + 10 \cdot 5 = 132$$

PROJECT SCHEDULING: ESERCIZI

D)CONTINUAZIONE



ALTRI ESERCIZI SUL PROJECT SCHEDULING

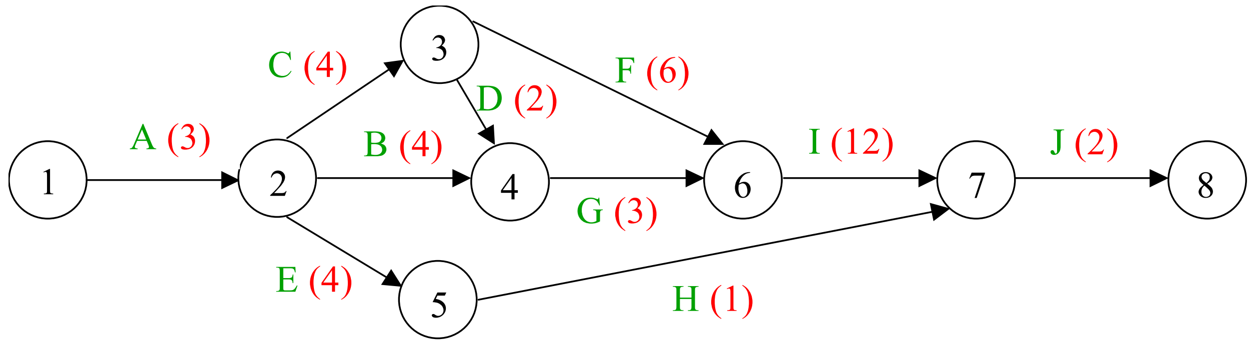
ESERCIZIO A)

Una compagnia ha vinto una commessa per la rivitalizzazione del lago Moose attraverso una tecnica di ossigenazione dell'acqua che riesce a combattere l'inquinamento. L'ossigenazione di un lago e' un progetto assai complesso descritto dalla seguente tabella

ATTIVITA'	DESCRIZIONE	DURATA (Settimane)	ATTIVITA' PRECEDENTI
A	Organizzazione dell'amministrazione	3	-
B	Assunzione del personale	4	A
C	Approvvigionamento materiali	4	A
D	Trasporto materiali	2	C
E	Organizzazione team di misura	4	A
F	Pianificazione	6	C
G	Montaggio attrezzature	3	B, D
H	Valutazione del piano	1	E
I	Ossigenazione	12	F, G
J	Misura e valutazione	2	I, H

1) Costruire il grafo del progetto utilizzando sia la rappresentazione con attività sugli archi sia quella con attività sui nodi;
2) Calcolare i tempi minimi ed i tempi massimi di raggiungimento dei nodi;
3) Calcolare i tempi di slittamento delle varie attività;
4) Indicare il (i) percorso (i) critico (i);
5) Indicare qual'e' il tempo minimo di completamento del progetto nell'ipotesi che le durate siano quelle indicate nella tabella e la massima riduzione del tempo suddetto qualora la durata dell'attività F possa essere ridotta fino ad un valore minimo di 4 settimane ($a_F = 4$). Indicare anche il corrispondente aumento minimo del costo del progetto sapendo che la relazione tempo-costo e' lineare ed il corrispondente coefficiente unitario $h_F = 3$.

1)



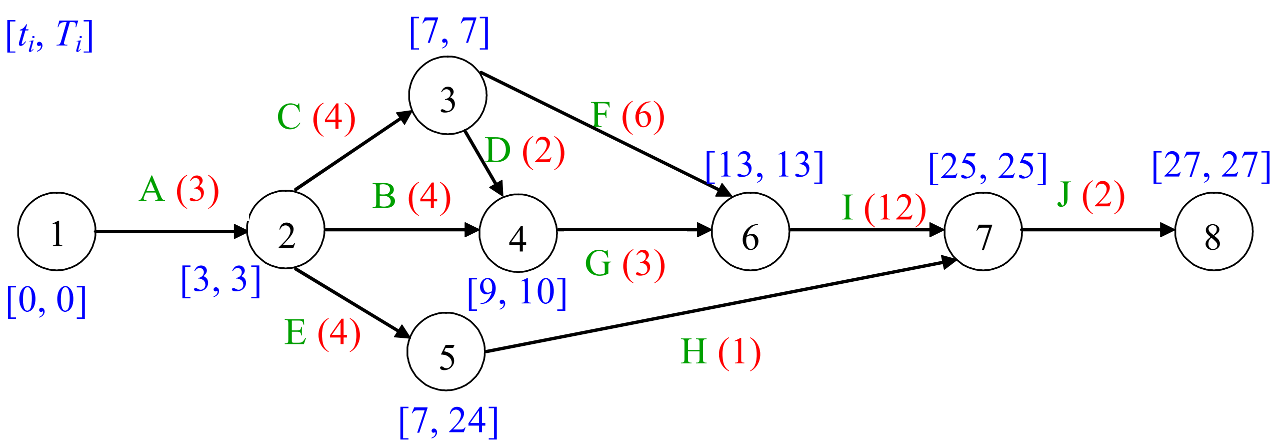
2)

$$t_i = \max_{k<i} \{t_k + t_{ki}\}$$

$t_1 = 0$
$t_2 = 3$
$t_3 = 3{+}4 = 7$
$t_4 = \max\ \{3{+}4;\ 7{+}2\} = 9$
$t_5 = 3{+}4 = 7$
$t_6 = \max\ \{7{+}6;\ 9{+}3\} = 13$
$t_7 = \max\ \{7{+}1;\ 13{+}12\} = 25$
$t_8 = 25{+}2 = 27$

$$T_i = \min_{k>i} \{T_k - t_{ik}\}$$

$T_8 = t_8 = 27$
$T_7 = 27 - 2 = 25$
$T_6 = 25 - 12 = 13$
$T_5 = 25 - 1 = 24$
$T_4 = 13 - 3 = 10$
$T_3 = \min\ \{13 - 6;\ 10 - 2\} = 7$
$T_2 = \min\ \{24 - 4;\ 10 - 4;\ 7 - 4\} = 3$
$T_1 = 3 - 3 = 0$



3, 4)

NODI	t_i	T_i	$T_i - t_i$
1	0	0	0
2	3	3	0
3	7	7	0
4	9	10	1
5	7	24	17
6	13	13	0
7	25	25	0
8	27	27	0

ATTIVITA'	$EF_{ij} = t_i + t_{ij}$	T_j	$T_j - EF_{ij}$
A	3	3	0
B	7	10	3
C	7	7	0
D	9	10	1
E	7	24	17
F	13	13	0
G	12	13	1
H	8	25	17
I	25	25	0
J	27	27	0

PERCORSI CRITICI

$$1 \xrightarrow{A} 2 \xrightarrow{C} 3 \xrightarrow{F} 6 \xrightarrow{I} 7 \xrightarrow{J} 8$$

5) MASSIMA RIDUZIONE DI t_8, NOTO CHE $a_F = 4$

$$\Delta t^*_8 = \max\{\Delta t_8 \mid \Delta t_8 \leq 6 - 4;\ (t_8 - \Delta t_8) \geq l_\alpha,\ \forall \alpha\colon F \notin I_\alpha\}$$

$$I_\alpha = \{(i, j) \mid i, j \in C_\alpha\}$$

$\Delta t^*_8 = 1$

$t_8 = 26$

$\Delta z = 3 \cdot 1 = 3$

$$\left.\begin{array}{l} 1 \xrightarrow{A} 2 \xrightarrow{C} 3 \xrightarrow{F} 6 \xrightarrow{I} 7 \xrightarrow{J} 8 \\ 1 \xrightarrow{A} 2 \xrightarrow{C} 3 \xrightarrow{D} 4 \xrightarrow{G} 6 \xrightarrow{I} 7 \xrightarrow{J} 8 \end{array}\right\} \text{PERCORSI CRITICI}$$

ESERCIZIO B)

Si debba sostituire la vecchia caldaia a gasolio di un impianto di riscaldamento con una nuova caldaia a gas, dotata di centralina di regolazione automatica. Il progetto puo' essere suddiviso in attività fra le quali esistono vincoli di precedenza del tipo F.S. (Finish to Start); una attività vincolata da precedenza può iniziare solo se tutte le attività vincolanti (precedenti) sono state completate. Le attività sono elencate nella tabella seguente:

NOME	DESCRIZIONE	DURATA	ATTIVITA' PRECEDENTI
A	Sconnessione vecchia caldaia e tubi	4 gg	-
B	Smontaggio quadri elettrici	1 g	-
C	Ordinazione nuova caldaia	40 gg	-
D	Ordinazione elettrovalvole	10 gg	-
E	Ordinazione centralina automatica	30 gg	-
F	Asporto vecchia caldaia	2 gg	A
G	Opere edili (base, finestre, ecc.)	8 gg	B, F
H	Montaggio quadri elettrici	2 gg	G
I	Montaggio nuova caldaia	3 gg	C, G
L	Montaggio tubi ed elettrovalvole	3 gg	D, I
M	Montaggio collegamento centralina	1 g	E, L
N	Collegamento impianto gas	11 gg	G
O	Collaudo	1 g	H, M, N

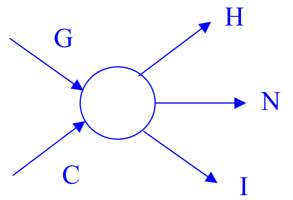
1) Si determini il reticolo che rappresenta il progetto;
2) Si esprima in termini di PL il problema della determinazione del tempo minimo di completamento;
3) Si determini il tempo minimo di completemento con il metodo più conveniente;
4) Si determinino i tempi minimi e massimi di raggiungimento dei nodi;
5) Si indichino i cammini critici, e conseguentemente le attività critiche, e si riportino gli slittamenti di eventi e attività;
6) Considerando che l'esecuzione di almeno una tra le attività A e B comporti la disattivazione dell'impianto di riscaldamento, determinare la minima durata del periodo di inattività dell'impianto.
7) Supponendo di poter modificare la durata di tutte le attività con relazione tempo-costo lineare con coefficiente h, calcolare la massima riduzione di costo del progetto, compatibile, con il tempo di esecuzione del progetto calcolato al punto 3).

1)

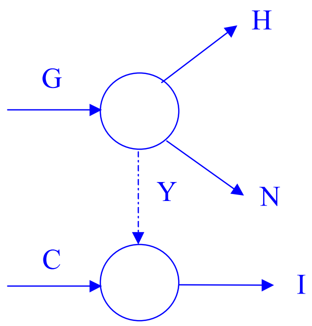
(i) LE ATTIVITA’ A, B, C, D, E NON SONO PRECEDUTE DA ALCUN’ALTRA ATTIVITA’ E’ PERCIO’ VENGONO DETTE INIZIALI. ESSE PERTANTO VENGONO ASSEGNATE AL MEDESIMO NODO INIZIALE CHE RAPPRESENTA L’EVENTO DI INIZIO DEL PROGETTO.

PARIMENTI L’ATTIVITA’ O NON PRECEDE ALCUN’ALTRA ATTIVITA’ E PERCIO’ E’ UN’ATTIVITA’ FINALE ASSEGNATA AL NODO FINALE CHE RAPPRESENTA L’EVENTO DI FINE DEL PROGETTO.

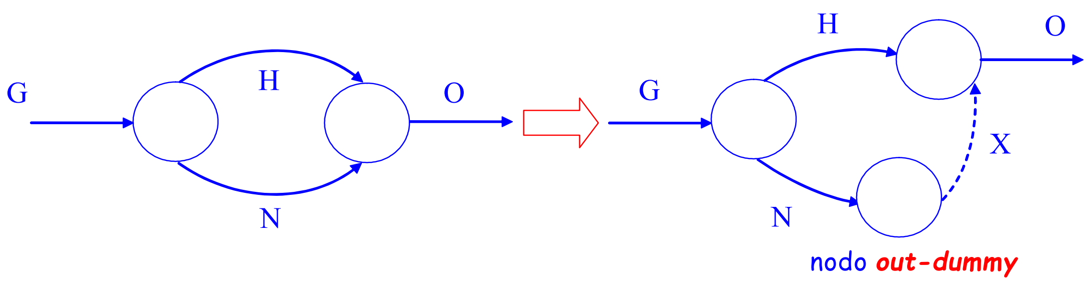
(ii) CI SONO POI TRE ATTIVITA’ H, N, I CHE SONO PRECEDUTE DA G; DI ESSE SOLO I E’ PRECEDUTA ANCHE DA C. IN TAL CASO CONSIDERARE UN SOLO EVENTO CHE SEPARA LA FINE DI C E G E L’INIZIO DI H, N, I SIGNIFICHEREBBE IMPORRE NEI CONFRONTI DI C DELLE PRECEDENZE RISPETTO AD H ED N INESISTENTI



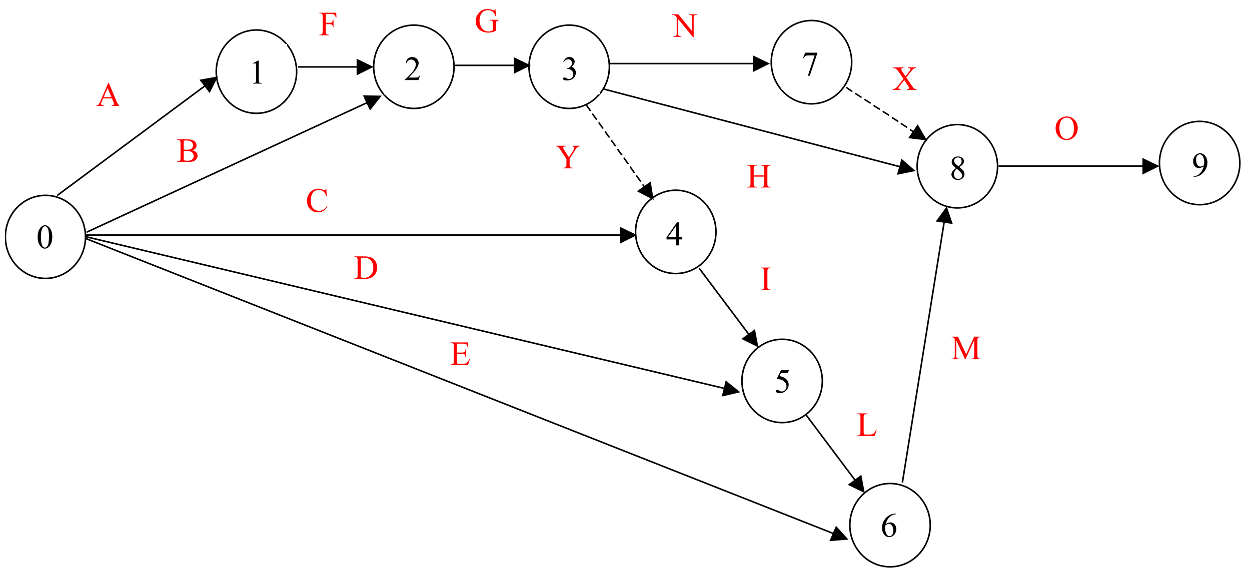
PERTANTO INTRODUCENDO UNA DUMMY ACTIVITY (ATTIVITA’ FITTIZIA) Y SI SUPERA LA DIFFICOLTA’.



(iii) CI SONO POI DUE ATTIVITA’ H, N ENTRAMBE PRECEDUTE DA G E PRECEDENTI O. OCCORRE ALLORA INTRODURRE L’ATTIVITA FITTIZIA X



(iv) COSTRUIAMO LA RETE ENUMERANDO I NODI IN MODO CHE OGNI COPPIA ORDINATA (i, j) RAPPRESENTA UN'ATTIVITA' E $i < j$. L' EVENTO INIZIO DEL PROGETTO (NODO INIZIALE) E' IL NODO 0.



2) LA FORMULAZIONE IN TERMINI DI PL E' LA SEGUENTE: INDICANDO CON t_i IL TEMPO DI ARRIVO AL NODO i SI HA:

$$\min\ (t_9 - t_0)$$

s.t.

$$\begin{array}{ll}
t_1 - t_0 \geq 4; & t_4 - t_0 \geq 40; \\
t_2 - t_0 \geq 1; & t_4 - t_3 \geq 0; \\
t_2 - t_1 \geq 2; & t_5 - t_0 \geq 10; \\
t_3 - t_2 \geq 8; & t_5 - t_4 \geq 3; \\
t_6 - t_0 \geq 30; & t_8 - t_3 \geq 2; \\
t_6 - t_5 \geq 3; & t_8 - t_6 \geq 1; \\
t_7 - t_3 \geq 11; & t_8 - t_7 \geq 0; \\
t_9 - t_8 \geq 1; & t_0 = 0;
\end{array}$$

PUO' ESSERE RISOLTO COL METODO DEL SIMPLESSO. TUTTAVIA LA FORMULAZIONE E' QUELLA DEL DUALE DEL CAMMINO MASSIMO CHE IN UN GRAFO ACICLICO E' UN PROBLEMA POLINOMIALE RISOLVIBILE CON ALGORITMO

SPECIFICO IN $O(m)$ DOVE m E' IL NUMERO DEGLI ARCHI CIOE' DI ATTIVITA'.

3) L'ALGORTIMO SPECIFICO E' INFATTI:

$$
\begin{aligned}
& t'_0 := t_0 := 0; \\
& \text{for } i := 1 \text{ to } 9 \text{ do} \\
& \qquad t'_i := t_i := \max_{(k<i)} \{t_k + t_{ki}\};
\end{aligned}
$$

E t_9 E' IL TEMPO MINIMO DI COMPLETAMENTO DEL PROGETTO.

4) PER CALCOLARE L'AMPIEZZA DEI RITARDI AMMISSIBILI PER OGNI EVENTO CALCOLO I TEMPI MASSIMI (ALG. AL PUNTO 3) PERMETTE OVVIAMENTE DI CALCOLARE I TEMPI MINIMI) CON IL SEGUENTE ALGORITMO:

$$
\begin{aligned}
& T'_9 := T_9 := t_9; \\
& \text{for } i := 8 \text{ downto } 0 \text{ do} \\
& \qquad T'_i := T_i := \min_{(k>i)} \{T_k - t_{ik}\}; \\
& \qquad \text{if } i \text{ is } \textbf{out-dummy} \text{ then } t'_i := \min_{(k>i)} \{t'_k\};
\end{aligned}
$$

N.B.: NODI IN-DUMMY ASSENTI → NON E' NECESSARIA UN'ULTERIORE FASE DI CALCOLO IN AVANTI PER AGGIORNARE I T'_i.

GLI EVENTI PER CUI $t_i = T_i$ SONO A RITARDO AMMISSIBILE NULLO CIOE' SONO CRITICI. GLI ALTRI PRESENTANO UNO SLITTAMENTO $F_i = T_i - t_i$ NON NULLO.

	i	t_i	T_i	F_i	t'_i	T'_i
	0	0	0	0	0	0
	1	4	26	22	4	26
	2	6	28	22	6	28
	3	14	36	22	14	36
	4	40	40	0	40	40
	5	43	43	0	43	43
	6	46	46	0	46	46
out-dummy	7	25	47	22	47	47
	8	47	47	0	47	47
	9	48	48	0	48	48

5) CAMMINI CHE ATTRAVERSANO SOLO EVENTI CRITICI E CHE SONO FORMATI DA ATTIVITA' CRITICHE SONO CRITICI. L'UNICO CAMMINO CRITICO E'

$$0 \xrightarrow{C} 4 \xrightarrow{I} 5 \xrightarrow{L} 6 \xrightarrow{M} 8 \xrightarrow{O} 9$$

A CUI CORRISPONDONO LE ATTIVITA' C, I, L, M, O.

NELLA SEGUENTE TABELLA SONO RIPORTATI GLI SLITTAMENTI DELLE ATTIVITA'.

Attività **(N_i, N_j)**	t_i (t'_i)	EF_{ij}	LS_{ij}	T_j (T'_j)	$TF_{ij} = T'_j - EF_{ij}$	$FF_{ij} = t'_j - EF_{ij}$	$SF_{ij} = LS_{ij} - T'_i$
A(0, 1)	0	4	22	26	22	0	22
B(0, 2)	0	1	27	28	27	5	27
C(0, 4)	0	40	0	40	0	0	0
D(0, 5)	0	10	33	43	33	33	33
E(0, 6)	0	30	16	46	16	16	16
F(1, 2)	4	6	26	28	22	0	0
G(2, 3)	6	14	28	36	22	0	0
H(3, 8)	14	16	45	47	31	31	9
I(4, 5)	40	43	40	43	0	0	0
L(5, 6)	43	46	43	46	0	0	0
M(6, 8)	46	47	46	47	0	0	0
N(3, 7)	14	25	36	47	22	22	0
O(8, 9)	47	48	47	48	0	0	0
X(7, 8)	25 (47)	25	47	47	22	22	0
Y(3, 4)	14	14	40	40	26	26	4

6) MENTRE LA MINIMA DURATA DEL PROGETTO È PARI A $t_9 = 48$ GIORNI, IL PERIODO DI INATTIVITÀ DELL'IMPIANTO PUÒ ESSERE INFERIORE. IL RELATIVO TEMPO MINIMO DI

INATTIVITÀ SI OTTIENE RITARDANDO AL MASSIMO LE SEGUENTI ATTIVITÀ:

A: Sconnessione vecchia caldaia e tubi;

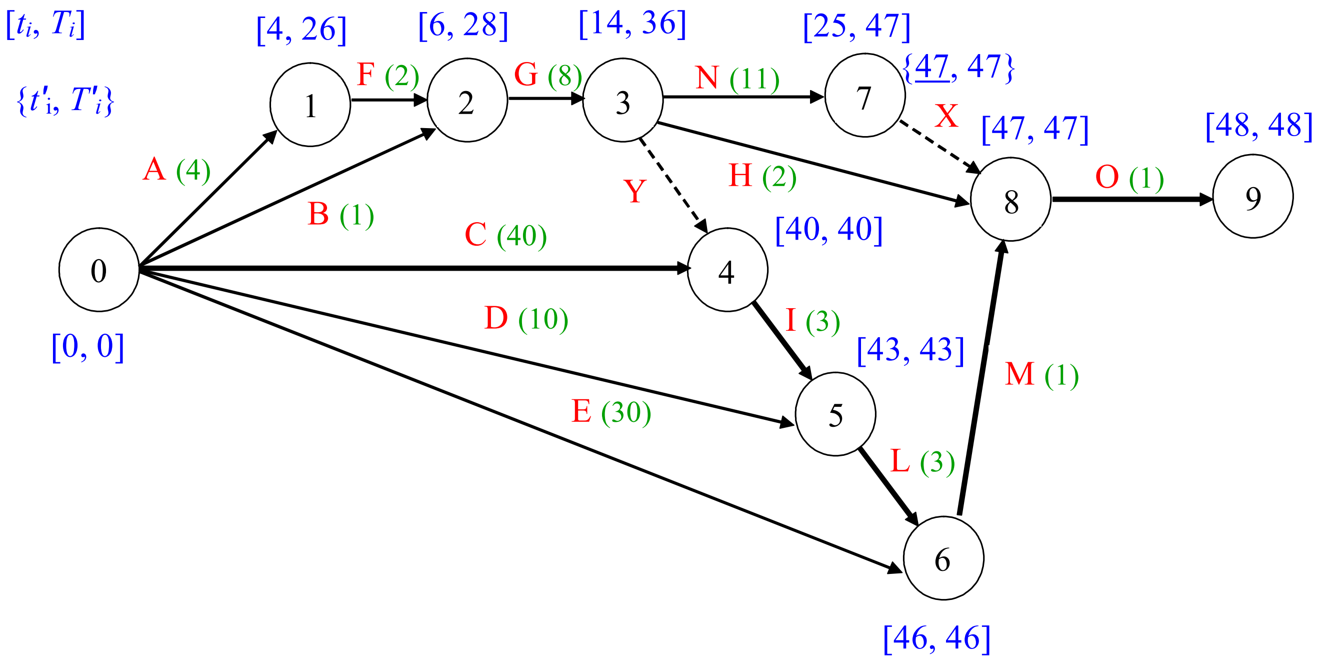
SLITTAMENTO TOTALE, $TF_A = T_1 – (t_0 + t_{01}) = 26 – (0 + 4) = 22$

B: Smontaggio quadri elettrici;

SLITTAMENTO TOTALE, $TF_B = T_2 – (t_0 + t_{02}) = 28 – (0 + 1) = 27$

IL TEMPO MINIMO DI INATTIVITÀ DELL'IMPIANTO È PARI A $t_9 – \min(TF_A\ ;\ TF_B) = 48 – 22 = 26$ GIORNI.

7)



INCREMENTO A DI (26 - 4) $\Rightarrow$ (0, 1, 2, 3, 7, 8, 9)
INCREMENTO B DI (28 - 1) $\Rightarrow$ (0, 2, 3, 7, 8, 9)
INCREMENTO D DI (43 - 10) $\Rightarrow$ (0, 5, 6, 8, 9)
INCREMENTO E DI (46 - 30) $\Rightarrow$ (0, 6, 8, 9)
INCREMENTO H DI ([47 - 36]-2) $\Rightarrow$ (0, 2, 3, 8, 9)

RIDUZIONE DI COSTO

$$\Delta z = [(26\text{-}4) + (28\text{-}1) + (43 - 10) + (46 - 30\ ) + (11 – 2)]\ h$$
$$= [22 + 27 + 33 + 16 + 9]\ h = 107\ h$$