

4. LA PIANIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI



4.1. PREMESSA

Uno dei meriti che si sogliono attribuire agli S.P.R. è quello concernente la netta distinzione tra la fase della pianificazione e quella della programmazione, laddove per pianificazione si intende l'esame dell'intervento, la sua scomposizione in attività e la ricerca dei collegamenti logici fra queste ultime, mentre alla programmazione si attribuisce il significato di definizione degli elementi temporali e di risoluzione del reticolo di simulazione.

Chi ha esperienza nel settore, ben sa quanto sia ardua la fase della pianificazione, soprattutto se s'intende operare correttamente al fine di massimizzare l'attendibilità del risultato finale.

Le difficoltà derivano dalla necessità di definire alcune premesse che risultano condizionanti per l'intero processo e richiedono lo sforzo congiunto fra Programmatore ed Utente della programmazione.

In effetti, per una valida impostazione del lavoro, occorre conoscere l'oggetto della programmazione ed il soggetto che la desidera e che la utilizzerà.

Nel caso di opere di Ingegneria Civile, l'oggetto è rappresentato nel Progetto dell'opera, che il Programmatore deve farsi consegnare dal Committente per analizzarlo nelle sue varie articolazioni.

L'esame degli allegati grafici consentirà di rendersi conto delle forme e dimensioni dell'opera da realizzare sia nel suo insieme che nei singoli dettagli costruttivi, nonché dei siti e delle circostanze che in diverso modo possono condizionare, in senso positivo o negativo, l'andamento dei lavori.

Lo studio dei computi metrici e della stima dei lavori permetterà di avere una visione delle quantità delle varie categorie di lavoro nonché degli importi occorrenti per la realizzazione dell'intervento.

L'esame del C.S.A. e dell'elenco prezzi darà, infine, conto degli oneri connessi con il contratto e con l'esecuzione delle predette categorie di lavoro.

Si è stimato che il 10% circa dei vantaggi conseguibili con la programmazione derivi proprio dalla necessità di questa analisi approfondita preventiva del lavoro da compiere e quindi dall'assunzione della consapevolezza di tutte le implicazioni connesse con la realizzazione dell'opera.

4.2. SCOMPOSIZIONE IN ATTIVITA'

Successivamente si procede alla scomposizione del progetto nelle diverse attività che ne costituiscono l'insieme.

Il problema di stabilire il tipo di attività ed il livello di scomposizione è forse uno dei più ardui nel contesto dell'operazione pianificazione e da una sua

corretta impostazione dipende buona parte dell'attendibilità dei risultati conseguibili e della loro proficua utilizzabilità.

Il livello di scomposizione più opportuno è essenzialmente funzione della prevista utilizzazione dei risultati dell'analisi reticolare ed in particolare dell'organismo o della persona che deve utilizzarli.

Sovente nella pianificazione si preferisce procedere per successive approssimazioni, partendo da un livello di scomposizione non elevato, per pervenire successivamente a livelli più spinti laddove se ne ravvisasse la necessità.

4.3. CORRELAZIONI FRA ATTIVITA'

Ultimata tale suddivisione, occorre ricercare le relazioni logiche che intercorrono fra le varie attività, relazioni che possono classificarsi in :

a. relazioni di precedenza: un'attività A deve essere completata affinché possano iniziare altre attività X;

b. relazioni di sequenzialità: un'attività A non può iniziare se non dopo il completamento di altre attività Y;

c. relazioni di contemporaneità: un'attività A può svolgersi contemporaneamente ad altre attività Z.

Queste relazioni nascono da vincoli che possono essere di varia natura:

-vincoli tecnici: sono quelli che hanno origine da rapporti prettamente tecnici fra attività, ad esempio l'attività pilastri piano terra non può iniziare se prima non è completata quella di fondazioni pilastri piano terra, oppure l'attività disarmo di solette non può iniziare se non dopo il completamento dell'attività maturazione getto soletta, e così via;

-vincoli operativi: sono quelli imposti da condizioni di operatività, di organizzazione, come ad esempio quelli relativi agli approvvigionamenti; l'attività sagomatura armature per c.a. deve essere preceduta dalla approvvigionamento armature etc.;

-vincoli di risorse: riguardano le attività che richiedono, per la loro esecuzione, lo stesso tipo di risorse ed in quantità complessivamente superiore alla loro disponibilità. Tali attività non possono essere svolte contemporaneamente; ad esempio le attività scavo per la fondazione dei muri di sostegno fra le sezioni X_1 e X_2 e scavo per la fondazione dei muri di sostegno sezioni Y_1 e Y_2 non possono procedere nello stesso arco temporale se si dispone di un solo escavatore;

-vincoli economici: sono quelli che traggono origine da particolari esigenze di natura economica della struttura operativa;

-vincoli contrattuali: sono quelli che il contratto può imporre sotto forma di scadenze precise fissate per la definizione di fasi parziali dell'intera opera o di attività particolari, per esigenze, questa volta, del Committente;

-vincoli ambientali: sono quelli imposti dall'ambiente nel cui contesto si deve realizzare l'opera; ad esempio l'attività scavo di sbancamento deve

svolgersi in periodi favorevoli dal punto di vista climatico, periodi che sono generalmente caratteristici delle varie zone.

4.4. REDAZIONE DEL RETICOLO

Individuati tali vincoli, il passo successivo consiste nella traduzione degli stessi in una struttura reticolare; si tratta di una operazione che può risultare, a volte, complessa, soprattutto se le attività coinvolte sono numerose, o se sono particolarmente complicate le relazioni fra le stesse intercorrenti.

Spesso, nella costruzione del reticolo si procede per gradi, cioè per successivi livelli.

Possono seguirsi due criteri:

-costruire sottoreticoli da collegare successivamente assieme;

-costruire preliminarmente un reticolo parziale contenente le attività più importanti, introducendo dopo e in modo opportuno le rimanenti.

In ogni caso l'interattività del software oggi disponibile riduce di molto la complessità del problema.

5. PARAMETRI TEMPORALI



5.1. LA DURATA DELLE ATTIVITA'

Si è detto che un reticolo è un grafo valutato, cioè un grafo nei cui nodi o nei cui archi sono depositate alcune informazioni o valutazioni.

Tali informazioni possono essere di diverso tipo; alle attività possono associarsi la durata di realizzazione, la quantità e il tipo di risorse necessarie, i costi di realizzazione; agli eventi scadenze prefissate oppure, in certi modelli, particolari modi di comportamento.

L'assegnazione più comune e sempre necessaria è quella di una durata per ciascuna attività: la durata verrà espressa in unità temporali (ora, giorno, mese etc.) e correlata all'attività cui si riferisce tramite l'analisi delle modalità esecutive e le risorse dislocate.

A seconda del significato attribuito alla durata, il modello reticolare si diversifica nelle sue metodologie risolutive ed in ciò consistono le differenze fra certi sistemi, come ad esempio il P.E.R.T. ed il C.P.M..

Un'attività può essere realizzata secondo diversi sistemi operativi, ad esempio uno scavo può essere eseguito a mano o con mezzo meccanico, un approvvigionamento di calcestruzzo può effettuarsi confezionando l'impasto, a piè d'opera a mano o con betoniera ovvero acquistando il calcestruzzo in un impianto di betonaggio e trasportandolo con autobetoniera sul luogo d'impiego.

Ed ancora, a parità di sistema operativo, un'attività può essere svolta utilizzando nell'unità di tempo una quantità di risorse diverse.

Ritornando agli esempi precedenti, per lo scavo a mano può impiegarsi un operaio, due, tre etc., per quello con mezzo meccanico un escavatore, due e così via.

Chiaramente la durata dell'attività è funzione sia del sistema operativo che della quantità di risorse; in sintesi:

$$D_i = f(S, R) \quad (1)$$

ove S rappresenta il sistema operativo ed R le risorse.

Se fissiamo S , scegliendo le modalità esecutive, ed R , attribuendo una certa quantità di risorse all'attività, la durata D_i resta univocamente definita e può essere considerata come un parametro numericamente attribuibile all'attività.

Si dice, in questo caso, che la durata si considera come una caratteristica deterministica dell'attività e si risolve il reticolo in base a questo presupposto (risoluzione deterministica a durate costanti).

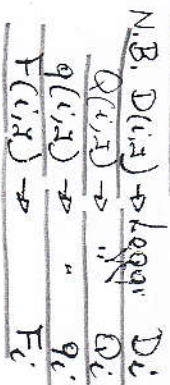
Se invece si analizzano le diverse combinazioni di S ed R che consentono la realizzazione dell'attività, al posto dell'individuazione di un punto particolare della [1], si può esplicitare, per punti, la funzione stessa, nel senso che ad ogni coppia S, R corrisponde una D_i (ma non viceversa).

Ad una attività allora non si associa un valore di durata, ma una funzione durata, pur sempre deterministicamente individuabile, e in tal modo si risolve il reticolo (risoluzione deterministica con durate variabili, così come praticato dal C.P.M.).

Infine, ritornando alla posizione della scelta di un determinato sistema operativo e della assegnazione di una prefissata quantità di risorse, si riconosce che il legame funzionale fra D_i ed S ed R è comunque oggetto di stima; si

ammette allora l'ipotesi più realistica secondo la quale D_{ij} è una variabile aleatoria e di conseguenza per il reticolo si richiedono risoluzioni particolari (risoluzioni probabilistiche con durata considerata come variabile aleatoria così come accade con il P.E.R.T.).

5.2. LA STIMA DELLE DURATE



Nell'ambito della risoluzione deterministica del reticolo a durate costanti, ed è il caso che si sta qui trattando, è stato detto che la durata di un'attività è concepita come una caratteristica della stessa, da stimare attraverso opportune analisi, numericamente definibile.

In base alla [1], per procedere alla stima delle durate, occorre per ogni attività definire il sistema operativo S_0 e il livello di risorse R_0 da dislocare.

Su queste premesse si deve successivamente definire il legame $D(i,j) = f(S,R)$ per $S = S_0$ ed $R = R_0$.

Per la maggior parte delle attività, in maniera esplicita può ammettersi che il predetto legame funzionale sia:

$$D(i,j) = q(i,j)/q(i,j) \quad F(i,j) \quad [2]$$

per cui, il compito del programmatore è quello di ricavare $D(i,j)$ dai valori $q(i,j)$, $q(i,j)$ ed $F(i,j)$ attribuibili all'attività $i-j$.

Il termine $q(i,j)$, quantità di produzione da effettuare per ritenere completata l'attività $i-j$, deriva dall'analisi del progetto (elaborati grafici e computi); si tratta cioè di una stima già operata dal progettista.

Il termine $q(i,j)$ produzione unitaria (nell'unità di tempo) realizzabile, dipende essenzialmente dall'insieme

delle condizioni operative S_0 e dal dislocamento di risorse R_0 prefissati.

L'individuazione di S_0 ed R_0 deve basarsi su:

- esperienze precedentemente maturate (dal programmatore e da altri interlocutori dello stesso) in operazioni similari e condizioni generali e particolari paragonabili;
- vincoli progettuali, in termini tecnici e/o temporali;
- coordinamento di esigenze dei diretti responsabili della esecuzione, qualora tali figure siano già delineate.

Occorre considerare che la $q(i,j)$ si trae, in genere, dalla seguente relazione:

$$q(i,j) = q_0(i,j) \cdot \eta \quad [3]$$

nella quale $q_0(i,j)$ rappresenta la produzione teoricamente realizzabile in funzione di S_0 ed R_0 mentre η rappresenta un fattore di rendimento, cosiddetto globale, attribuibile all'attività ed è così esplicitabile:

$$\eta = \eta_c \cdot \eta_s \cdot \eta_{mo} \cdot \eta_{el} \quad [4]$$

η_c = fattore di rendimento generale del cantiere, la cui entità dipende dalla struttura operativa che andrà ad impiegarsi ed alle sue capacità di organizzazione;

η_s = fattore di saturazione, riferibile al grado di saturazione di uomini e macchine per limiti fisici degli stessi;

η_{mo} = fattore di rendimento della mano d'opera; particolari zone di produzione possono suggerire di adottare delle diminuzioni di produttività prevista per ridotta specializzazione della mano d'opera locale o altro;

η_a = fattore climatico, derivante dalla considerazione che condizioni climatiche avverse possono ridurre la produttività di uomini e mezzi.

Soltanto l'esperienza acquisita o la sensibilità dell'estimatore nell'interpretare correttamente dati forniti

da esperti consulenti possono consentire una valutazione numerica di questi η e conseguentemente di $q(i,j)$.

Il termine $P(i,j)$ si è voluto introdurre nella (2) per sintetizzare in esso l'insieme di tutti quei fattori che in un modo o nell'altro possono influire sulla produzione, anche se tecnicamente ad essa estranei. Sulla base delle precedenti considerazioni il programmatore giunge alla determinazione delle $D(i,j)$.

Se dovessero insorgere perplessità circa l'attendibilità delle stime operate per alcune attività, converrà procedere ugualmente nello sviluppare la programmazione perché il risultato, che comunque si conseguirà, indicherà quanta importanza le predette attività hanno nel condizionare il programma. Si valuterà allora se sarà il caso o meno di approfondire le indagini per perfezionare le stime sulle cui attendibilità erano sorte perplessità. Non va taciuto che l'utilizzazione della metodologia esposta per la determinazione delle $D(i,j)$ deve essere considerata solo come una guida all'analisi temporale delle attività; non bisogna incorrere nell'equivoco di considerare la (2), la (3) e la (4) come formule da applicare automaticamente, anche perché questa operazione risulterebbe oltremodo artificiosa.

C'è ancora da considerare che, generalmente, la realizzazione delle attività comporta l'esecuzione di produzioni tipologicamente differenziate, per cui non risulta così immediata una valutazione quantitativa della $q(i,j)$ del sistema produttivo complessivo. Esistono invece attività che, per propria natura, sfuggono completamente alla logica della metodologia esposta, come, ad esempio, le attività di attesa, di progettazione, di approvazione etc..

Infine, alle attività fittizie ovviamente corrisponde $D(i,j) = 0$.

ATTENZIONE

"SALTO" DA PAG. 54 A PAG. 42

7. RISOLUZIONE DI RETICOLI R(AN)



7.1. TEMPI CARATTERISTICI DELLE ATTIVITÀ.

TEMPO DI INIZIO AL PIU' PRESTO

Il tempo di inizio al più presto di una generica attività s rappresenta il minimo numero di unità temporali prima che sia trascorso il quale l'attività stessa non può iniziare, perché non sono state completate tutte le attività precedenti.

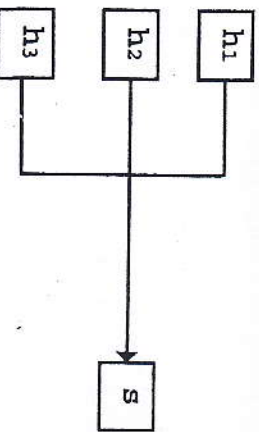
Ne segue che:

$$TIP(s) = \max [TIP(h) + D(h)]$$

ove si intende che il massimo va ricercato fra le attività h precedenti la s (Fig. 32).

Una volta fissato il TIP della o delle attività che non sono precedute da alcuna attività (attività iniziali), l'algoritmo permette il calcolo dei TIP di tutte le altre attività, purché condotto seguendo l'ordine h, s .

Fig. 32



TEMPO DI FINE AL PIU' PRESTO

E' il minimo numero di unità temporali prima che sia trascorso il quale non può essere completata l'attività.

Risulta ovviamente:

$$TFP(s) = TIP(s) + D(s)$$

e pertanto la precedente espressione per il calcolo del TIP assume la forma

$$TIP(s) = \max [TFP(h)]$$

TEMPO DI FINE AL PIU' TARDI

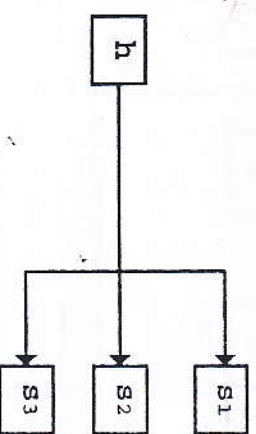
Il tempo di fine al più tardi di una generica attività h è il massimo numero di unità temporali entro il quale l'attività deve essere completata per non causare ritardi nel completamento dell'intero progetto rispetto al limite prefissato.

Risulta pertanto:

$$TFT(h) = \min [TFT(s) - D(s)]$$

ove il minimo va ricercato operando fra tutte le attività s che seguono immediatamente la h (Fig. 33).

Fig. 33



Fissato il TFT della o delle attività che non sono precedenti ad alcuna attività, (attività finali) l'algoritmo

permette il calcolo dei TPT di tutte le altre attività purché sia condotto seguendo l'ordine s, h .

TEMPO DI INIZIO AL PIU' TARDI

Rappresenta il massimo numero di unità temporali entro il quale deve iniziare la generica attività h per non causare ritardi nel completamento dell'intero progetto. E pertanto

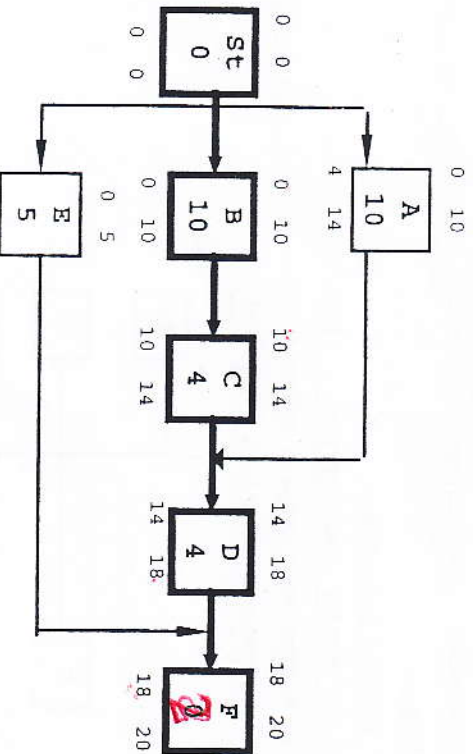
$$TIT(h) = TPT(h) - D(h)$$

La precedente espressione del TPT(h) può quindi essere posta sotto la forma

$$TPT(h) = \min [TIT(s)]$$

Al fine di una migliore comprensione di quanto esposto, si prenda in considerazione l'intervento simulato dal reticolo di Fig. 34 e si calcolino i tempi caratteristici delle attività.

Fig. 34



13 18

TEMPI DI INIZIO E FINE AL PIU' PRESTO PER IL RETICOLO DI FIG. 34

Attività ST

$$TIP(ST) = 0$$

$$TPT(ST) = 0 + 0 = 0$$

Attività A

$$TIP(A) = TPT(ST) = 0$$

$$TPT(A) = TIP(A) + D(A) = 0 + 10 = 10$$

Attività B

$$TIP(B) = TPT(ST) = 0$$

$$TPT(B) = TIP(B) + D(B) = 0 + 10 = 10$$

Attività C

$$TIP(C) = TPT(B) = 10$$

$$TPT(C) = TIP(C) + D(C) = 10 + 4 = 14$$

Attività D

$$TIP(D) = \max [TPT(A), TPT(C)] = \max [10, 14] = 14$$

$$TPT(D) = TIP(D) + D(D) = 14 + 4 = 18$$

Attività E

$$TIP(E) = TPT(ST) = 0$$

$$TPT(E) = TIP(E) + D(E) = 0 + 5 = 5$$

Attività F

$$TIP(F) = \max [TPT(D), TPT(E)] = \max [18, 5] = 18$$

$$TPT(F) = TIP(F) + D(F) = 18 + 2 = 20$$

TEMPI DI INIZIO E FINE AL PIU' TARDI PER IL RETICOLO DI FIG. 34

Attività F

$$TPT(F) = 20$$

$$TIT(F) = TPT(F) - D(F) = 20 - 2 = 18$$

Attività E

$$\begin{aligned} \text{TFT(E)} &= \text{TIT(F)} = 18 \\ \text{TIT(E)} &= \text{TFT(E)} - \text{D(E)} = 18 - 5 = 13 \end{aligned}$$

Attività D

$$\begin{aligned} \text{TFT(D)} &= \text{TIT(F)} = 18 \\ \text{TIT(D)} &= \text{TFT(D)} - \text{D(D)} = 18 - 4 = 14 \end{aligned}$$

Attività C

$$\begin{aligned} \text{TFT(C)} &= \text{TIT(D)} = 14 \\ \text{TIT(C)} &= \text{TFT(C)} - \text{D(C)} = 14 - 4 = 10 \end{aligned}$$

Attività B

$$\begin{aligned} \text{TFT(B)} &= \text{TIT(C)} = 10 \\ \text{TIT(B)} &= \text{TFT(B)} - \text{D(B)} = 10 - 10 = 0 \end{aligned}$$

Attività A

$$\begin{aligned} \text{TFT(A)} &= \text{TIT(D)} = 14 \\ \text{TIT(A)} &= \text{TFT(A)} - \text{D(A)} = 14 - 10 = 4 \end{aligned}$$

Attività ST

$$\begin{aligned} \text{TFT(ST)} &= \text{MIN} [\text{TIT(A)}, \text{TIT(B)}, \text{TIT(E)}] = \text{MIN} [4, 0, 13] = 0 \\ \text{TIT(ST)} &= \text{TFT(ST)} - \text{D(ST)} = 0 - 0 = 0 \end{aligned}$$

7.2. CARATTERISTICHE TEMPORALI DELLE ATTIVITÀ.

Una volta individuato per ciascuna attività i tempi di inizio e fine al più presto e al più tardi, si determinano:

TEMPO DISPONIBILE

Il tempo disponibile per una generica attività s rappresenta il massimo intervallo temporale disponibile per lo svolgimento della stessa, in funzione dell'organizzazione prevista e della scadenza per l'ultimazione dei lavori. Si determina come:

$$\text{TD}(s) = \text{TFT}(s) - \text{TIP}(s)$$

e cioè presupponendo che l'attività possa finire al più tardi ed iniziare al più presto.

SLITTAMENTO TOTALE

Lo slittamento totale di una generica attività s è dato dalla differenza fra il tempo disponibile TD e la durata prevista D .

$$\text{ST}(s) = \text{TD}(s) - D(s)$$

Se il tempo disponibile risulta maggiore della durata $\text{TD} > D$, lo slittamento è positivo $\text{ST} > 0$ e l'attività si dice acritica.

Se il tempo disponibile risulta uguale alla durata, $\text{TD} = D$, lo slittamento è nullo $\text{ST} = 0$ e l'attività si dice critica.

Se il tempo disponibile risulta minore della durata, $\text{TD} < D$, lo slittamento risulta negativo $\text{ST} < 0$ e l'attività si dice ipercritica.

Per un'attività acritica, il tempo di cui si dispone è superiore a quello previsto per il completamento, per cui, in

PERCORSI CRITICI E IPERCITRICI

Poichè il tempo di fine al più presto dell'ultima attività, e cioè il tempo di completamento dell'intero progetto, viene calcolato ed è funzione dell'organizzazione del lavoro e delle durate previste, mentre il tempo di fine al più tardi, è un vincolo posto dall'esterno e quindi indipendente dal reticolo, può risultare:

$TFP < TFT$ - ciò significa che si ha a disposizione, per il completamento del progetto, un tempo TFT maggiore di quello minimo necessario.

In un reticolo ove si verifichi tale circostanza saranno presenti soltanto attività acritiche;

$TFP = TFT$ - il tempo minimo di completamento coincide con quello a disposizione; nel reticolo esistono attività acritiche e critiche. Queste ultime formeranno almeno un percorso continuo che dalla prima attività procede fino all'ultima, detto percorso critico;

$TFP > TFT$ - l'organizzazione prevista per l'esecuzione e l'entità delle risorse dislocate non consente di completare entro il tempo contrattuale. Nel reticolo saranno presenti attività acritiche, critiche e ipercritiche, queste ultime formanti almeno un percorso ipercritico caratterizzato da $ST < 0$.

Nel primo caso, $TFP < TFT$, il responsabile della gestione del lavoro può scegliere, se lo ritiene conveniente in base ad un'analisi economica, di ridurre le risorse da

destinare a certe attività, e quindi aumentarne la durata prevista, in modo da riportare $TFP = TFT$

Nel terzo caso invece è necessario, se l'obiettivo è quello del rispetto del termine TFT , contrarre la durata delle attività ipercritiche e pertanto aumentare per queste la previsione di dislocazione di risorse, tanto quanto basta per ottenere almeno $TFP = TFT$

7.3. SCHEDULAZIONE

La procedura di schedulazione consiste ovviamente anche in questi reticoli nell'assegnare alle attività un tempo di inizio TI e conseguentemente un tempo di fine TF , che devono soddisfare i vincoli:

$$TIP \leq TI \leq TIT$$

$$TFP \leq TF \leq TFT$$

ciascuno dei quali comprende implicitamente l'altro e inoltre

$$TI(s) \geq \max [TF(n)]$$

essendo h la generica attività confluyente in s .

Valgono qui le stesse considerazioni svolte nel paragrafo 6.4., come ad esempio la caratterizzazione della soluzione ASAP tramite la posizione $TI(s) = TIP(s)$ ed ALAP con la $TI(s) = TIT(s)$.

tal senso, l'esecuzione dell'attività non desta eccessiva preoccupazione.

Se l'attività è invece critica, risultando $TD = D$, essa deve necessariamente iniziare al più presto e qualsiasi ritardo si ripercuote fino all'ultima attività, per cui non è possibile rispettare la scadenza contrattuale.

Per questo motivo le attività critiche vanno tenute costantemente sotto controllo, onde evitare gli inconvenienti sopradetti.

La presenza in un reticolo di attività ipercritiche, aventi cioè a disposizione un tempo di svolgimento inferiore alla durata preventivata, indica inequivocabilmente l'impossibilità di rispettare la scadenza contrattuale, a meno di non variare l'organizzazione del lavoro (e quindi il reticolo) o ridurre la durata di alcune attività (e ciò può farsi, a volte, aumentando le risorse ad esse destinate).

Completiamo l'esempio precedente calcolando per ciascuna attività i tempi disponibili e gli slittamenti.

TEMPI DISPONIBILI PER IL RETICOLO DI FIG. 34

Attività ST

$$TD(ST) = TFT(ST) - TIP(ST) = 0 - 0 = 0$$

Attività A

$$TD(A) = TFT(A) - TIP(A) = 14 - 0 = 14$$

Attività B

$$TD(B) = TFT(B) - TIP(B) = 10 - 0 = 10$$

Attività C

$$TD(C) = TFT(C) - TIP(C) = 14 - 10 = 4$$

Attività D

$$TD(D) = TFT(D) - TIP(D) = 18 - 14 = 4$$

Attività E

$$TD(E) = TFT(E) - TIP(E) = 18 - 0 = 18$$

Attività F

$$TD(F) = TFT(F) - TIP(F) = 20 - 18 = 2$$

SLITTAMENTI TOTALI PER IL RETICOLO DI FIG. 34

Attività ST

$$ST(ST) = TD(ST) - D(ST) = 0 - 0 = 0$$

Attività A

$$ST(A) = TD(A) - D(A) = 14 - 10 = 4 \text{ acritica}$$

Attività B

$$ST(B) = TD(B) - D(B) = 10 - 10 = 0 \text{ critica}$$

Attività C

$$ST(C) = TD(C) - D(C) = 4 - 4 = 0 \text{ critica}$$

Attività D

$$ST(D) = TD(D) - D(D) = 4 - 4 = 0 \text{ critica}$$

Attività E

$$ST(E) = TD(E) - D(E) = 18 - 5 = 13 \text{ acritica}$$

Attività F

$$ST(F) = TD(F) - D(F) = 2 - 2 = 0 \text{ critica}$$

8. ANALISI E OTTIMIZZAZIONE DELLE RISORSE



PLANNING

La realizzazione di un intervento implica sempre l'impiego di risorse, intendendo con questa dizione genericamente i mezzi che l'esecutore mette a disposizione per l'attuazione delle opere previste, e cioè mano d'opera, macchinari, materiali ovvero, in senso più lato, impegni finanziari.

La risoluzione del reticolo di programmazione consente di esaminare la distribuzione di risorse lungo l'arco temporale previsto per l'esecuzione del progetto e di confrontarla con le proprie disponibilità.

L'analisi della situazione prospettata dal reticolo e le possibilità di manipolazione dello stesso in sede preventiva consentono quell'operazione che va sotto il nome di ottimizzazione delle risorse.

8.1. LE RISORSE ED I DIAGRAMMI DI CARICO.

Come è stato già detto, l'esecuzione del progetto simulato dal reticolo in generale e conseguentemente qualsiasi attività in esso contemplata in particolare richiedono l'utilizzazione di risorse, cioè di mano d'opera, materiali, macchinari. La richiesta di risorse che corrisponde a ciascuna attività è stata implicitamente individuata nell'analisi del progetto in sede di

pianificazione e nella fase di assegnazione di durate, dato che queste ultime sono funzioni dirette delle risorse stesse.

La richiesta si esprime in termini di unità di risorsa per unità di tempo; così ad esempio l'esecuzione della attività sagomatura delle armature, per la quale è stata stimata una durata di cinque giorni, richiede tre unità di mano d'opera, mille chilogrammi di ferro, e una attrezzatura per sagomatura per ognuno dei cinque giorni della sua durata. In totale quindi l'attività ha richiesto 5.000 Kg di ferro, 15 giorni di mano d'opera e l'utilizzazione per 5 giorni della attrezzatura predetta.

In generale, all'attività i sono associate le richieste $r_i(t)$, con $s = 1$ a q , se q in totale sono il tipo di risorse contemplate. Le varie richieste $r_i(t)$ possono considerarsi delle funzioni temporali

$$r_i(t) = f(t)$$

definita come

$$r_i(t) = 0$$

per

$$t < TF_i$$

$$r_i(t) = k_i(t)$$

$$TF_i \leq t \leq TF_i$$

$$r_i(t) = 0$$

"

$$t \geq TF_i$$

con $k_i(t)$ costante o variabile nel tempo.

Sommando le richieste della risorsa s avanzata da tutte le attività del reticolo in periodi di tempo più o meno contemporanei si ottiene la richiesta complessiva

$$R_s = \sum_i r_i(t) = f(t)$$

la cui rappresentazione in un sistema cartesiano t, R_s si chiama diagramma di carico della risorsa s . Il diagramma di carico indica quindi la quantità di risorsa richiesta in un generico intervallo temporale; presupposti per la sua individuazione sono: l'analisi delle risorse e la schedulazione delle attività.

8.2. OBIETTIVI DELL'OTTIMIZZAZIONE.

Una volta noti i parametri che contraddistinguono l'uso delle risorse, si presenta immediatamente il desiderio di correggere quelle situazioni scomode dal punto di vista della domanda.

Inanzi tutto è necessario precisare l'obiettivo che si vuol raggiungere con la ottimizzazione: ad esempio, se esistono limiti nella disponibilità delle risorse ci si può prefissare l'obiettivo di contenere la richiesta entro tale tetto, variando la schedulazione delle attività non critiche, e se ciò non fosse sufficiente, aumentando la durata del progetto.

Non volendo arrivare a quest'ultima soluzione, ci si può impegnare cercando di rendere minimo lo scarto fra la richiesta e la disponibilità.

Altro obiettivo spesso perseguito è quello di avere richieste il più possibile costanti ed il più possibile concentrate nel tempo.

Questi obiettivi non sono generalmente fra loro compatibili, per cui si osserva che non è possibile un'ottimizzazione assoluta ma soltanto una serie di condizioni ottimali.

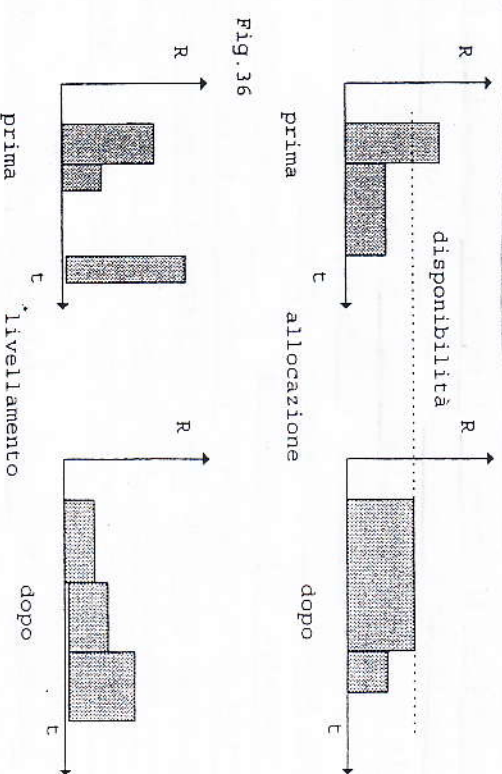
C'è anche da tener presente che l'ottimizzazione di una risorsa probabilmente è una operazione che disturba situazioni invece soddisfacenti per un'altra.

Il problema teorico dell'ottimo, anche se relativo, diventa così complesso che fino ad oggi non si è trovato un algoritmo matematico generale in grado di risolverlo con tempi e costi compatibili con i benefici derivanti.

Si praticano allora, per la risoluzione del problema, procedure basate su regole di tipo euristico (cioè fondate non su ipotesi matematiche o statistiche ma sulla constatazione che la loro applicazione dà risultati accettabili, più o meno ottimali), peraltro gestibili anche con strumenti di elaborazione facilmente accessibili.

Gli obiettivi che più frequentemente si perseguono sono il livellamento e l'allocazione (termini questi derivanti dalle dizioni americane leveling e allocation):

- il livellamento delle risorse consiste nella eliminazione di discontinuità nella richiesta di risorse fra intervalli di tempo successivi, utilizzando i tempi disponibili per le attività acritiche;
- l'allocazione consiste nell'adattamento delle richieste alle disponibilità, Fig. 36.



Chiaramente, non variando nel complesso la richiesta totale della risorsa, l'area del diagramma di carico prima e dopo dell'operazione di ottimizzazione deve rimanere la stessa.

In conclusione:

- ogni problema di risorse coinvolge una schedulazione; il livellamento e l'allocazione sono obiettivi da raggiungere, la schedulazione ne è il mezzo;
- l'integrale del diagramma di carico è un invariante rispetto a tutte le possibili schedulazioni, per cui il risultato della ottimizzazione non consiste in una riduzione della quantità complessiva di risorsa richiesta ma una sua razionale distribuzione nel tempo.

8.3. PROCEDURE DI OTTIMIZZAZIONE

I processi di ottimizzazione possono essere affrontati a due livelli, euristico e analitico.

Nel primo caso si ricorre a procedure di calcolo che consentono di affrontare, dal punto di vista logico, il problema per passi successivi, attraverso l'istituzione di regole di comportamento computazionale, che possono essere scelte in funzione del caso particolare in esame e che si basano, in sostanza, sul concetto di priorità.

Costruita una graduatoria di importanza tecnico-economica delle risorse, si procederà alla ottimizzazione della prima; successivamente si affronterà il problema della seconda ponendosi come vincolo aggiuntivo quello di non sconvolgere l'ottimo precedentemente trovato per la prima risorsa e così via.

Nell'ambito poi di ciascun procedimento di ottimizzazione si analizzano le attività secondo un ordine

1° Nelle scienze ipotetico-deduttive si dice euristico un procedimento non rigoroso che permette di conseguire risultati da verificare analiticamente. La prassi metodologica euristica si struttura attraverso regole, le quali, nel limitare drasticamente il campo della ricerca, non garantiscono che, così operando, non si perdono alcune soluzioni possibili.

costituito (seconda scala di priorità) in base, ad esempio, ai tempi di inizio al più presto, ovvero in base all'entità dello slittamento.

I tipi di procedure che maggiormente vengono impiegati sono due:

- il metodo parallelo, il quale prevede un avanzamento della schedulazione per unità di tempo lungo l'arco del progetto. Tutte le attività che possono iniziare nell'unità presa in considerazione fanno parte di una linea di attesa della quale, in base alle regole di priorità adottate, verranno scelte un certo numero di attività fino a che si raggiunge il livello di disponibilità. Le rimanenti traslano di un'unità temporale e vanno ad inserirsi nella nuova linea d'attesa;

- metodo seriale, in base al quale le attività vengono classificate secondo regole di priorità e la schedulazione procede per attività secondo l'elenco costituito.

Con entrambi i metodi non bisogna ovviamente venir meno ai legami logici del reticolo; pertanto la catena o le catene di attività critiche, aventi schedulazione bloccata, formano con le loro richieste di risorse la situazione di partenza nella dislocazione delle risorse stesse.

Vanno evidenziate, per le facilitazioni che possono offrire in queste operazioni, quelle attività il cui svolgimento può essere discontinuo, cioè che possono essere eseguite non necessariamente tutte in una volta.

L'impostazione analitica del processo rappresenta senza dubbio un approccio più rigoroso al problema di ottimizzazione e conduce a soluzioni, laddove esistono, sicuramente ottimali; richiede però una formulazione non facilmente generalizzabile e spesso da impostare di volta in volta.

volta, e ciò ovviamente ne fa aumentare gli oneri di attuazione.

ATTENZIONE

"SALVO" DA PAG. 90 A PAG. 93

8.4. PROGRAMMAZIONE A RL E RI.

Quando si è parlato della stima delle durate delle attività, si è detto che la prima cosa da stabilire è la dislocazione delle risorse per ciascuna di queste.

Così se la scomposizione del progetto ha portato ad individuare le seguenti attività:

- a. Scavo di sbancamento fra sez. XX
- b. scavo di " fra sez. YY
- c. scavo di " fra sez. ZZ

h. cls fondazione muri AA
i. cls fondazione muri BB
k. cls fondazione muri CC

si è dovuto ipotizzare di assegnare all'attività a un certo numeri di mezzi x_i , alla b x_b e alla c x_c , così come si è immaginato che la h richiede y_h mc di cls/u.t., la i y_i mc cls/u.t., la k y_k mc di cls/u.t..

Se non si pongono altri limiti, la risoluzione del reticolo può portare, a meno della esistenza di vincoli tecnici, alla contemporaneità delle attività a, b, c e a quelle della h e k , cosicchè il numero complessivo per u.t. di mezzi che occorreranno sarà $x_a + x_b + x_c$ per le attività a, b, c ed i quantitativi per u.t. di cls $y_h + y_i + y_k$ per le attività h, i e k almeno nel periodo della loro contemporaneità.

Ciò potrebbe implicare un eccessivo carico nelle risorse, superiore alla disponibilità; un altro modo di procedere è quello di istituire dei vincoli di risorse dettati dalla disponibilità della stessa: se si ipotizza di avere soltanto x mezzi, tali che :

$$x_a + x_b + x_c > x \quad x_a + x_b > x \quad x_a + x_c > x$$

$$x_b + x_c > x \quad \text{ma} \quad x_a < x \quad x_b < x \quad x_c < x$$

si è sicuri che non si supera la disponibilità però, dovendo impedire la contemporaneità fra le attività, occorre introdurre i predetti vincoli di risorsa, stabilendo una priorità fra le attività e imponendo che l'una non inizi se non è terminata l'altra. Discorso analogo vale nel caso di disponibilità limitata nell'approvvigionamento di cls: se si ipotizza che y rappresenta il massimo di cls disponibile nell'u.t. con

$$y_b + y_i + y_k > y \quad y_b + y_i > y \quad y_i + y_k < y$$

$$y_b + y_k > y \quad y_b < y$$

si può in questo caso impedire soltanto la contemporaneità di h con i e k , lasciando invece a queste ultime due la possibilità di svolgersi nello stesso arco temporale, e ciò tramite vincoli di risorsa. Nel primo caso si dice che si è proceduto a risorse illimitate (RI), nel secondo a risorse limitate (RL); nella realtà dei fatti le risorse sono quasi sempre limitate, o meglio una loro limitazione diventa un problema di convenienza economica o meno. Pertanto, quando si procede a risorse illimitate, si dovrà provvedere successivamente ad eliminare eventuali carichi eccezionali, attraverso appunto procedure di schedulazione, così come precedentemente visto.

Da un certo punto di vista potrebbe essere conveniente non porsi limiti all'inizio sulla disponibilità delle risorse, ma ciò renderebbe enormemente complesso la fase di ottimizzazione; viceversa in certi casi si sa a priori della limitatezza di risorse e quindi si vorrebbero introdurre vincoli di precedenza fra le attività coinvolte, con notevoli complicazioni in fase di pianificazione. Ed allora in pratica si cerca una procedura intermedia: per tutte quelle attività che richiedono risorse di tipo specialistico o comunque facilmente gestibili in fase di pianificazione si procede a risorse limitate; per quelle invece che richiedono risorse generiche, necessarie per tante altre attività, si procede a risorse illimitate e si provvede poi con la schedulazione.