

# LA PROGRAMMAZIONE DEI LAVORI

Le attività organizzative del cantiere riguardano la gestione di quattro elementi:

**1. Tempi**

**2. Costi**

**3. Qualità**

**4. Risorse**

propriamente dette:        -manodopera  
   -materiali  
   -mezzi d'opera

altre                                -prestazioni di terzi  
   -subappalti

a cui può aggiungersi, anche per la sua attualità normativa, la

**5. Sicurezza.**

In particolare, la gestione dei parametri costi e tempi è determinante per

**adempiere agli obblighi contrattuali** assunti dall'impresa nei confronti della committenza

**ottimizzare la gestione delle risorse** e quindi la produttività dell'impresa stessa.

E' allora essenziale procedere ad una attenta **programmazione** dei lavori utilizzando efficaci rappresentazioni grafiche.

## IL DIAGRAMMA DI GANTT

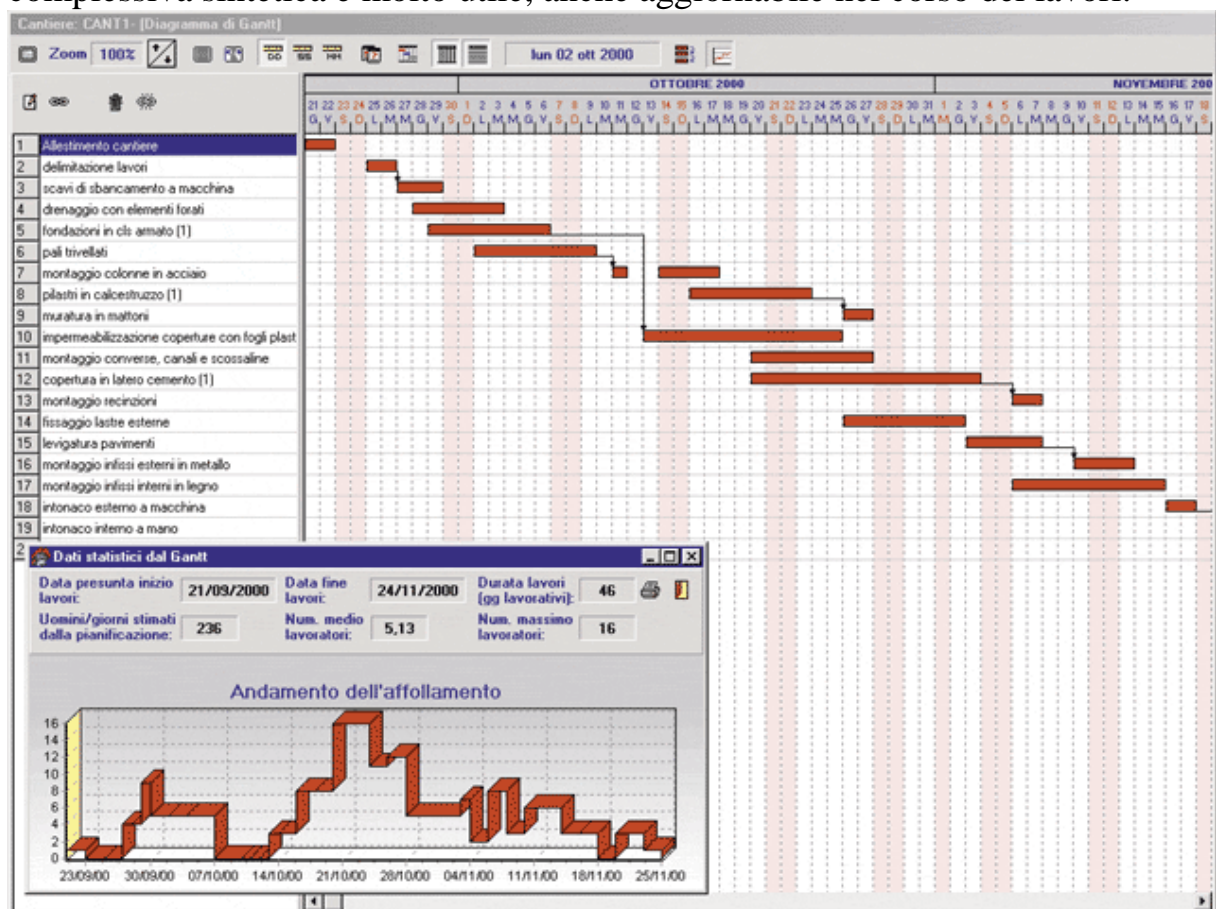
Si può fare ricorso all'uso di **diagrammi attività/tempi**, detti alla **Gantt** (dal nome dell'ingegnere americano che lo ideò agli inizi del '900) o **diagrammi a barre**, che consentono di visualizzare con grande immediatezza l'intero svolgimento dei lavori e di evidenziare le fasi lavorative che si sovrappongono.

Sull'asse orizzontale (se si vuole, delle ascisse) sono disposti i tempi espressi in giorni, settimane o mesi in relazione al frazionamento temporale più adeguato al lavoro che deve svolgersi.

Sull'asse verticale (se si vuole delle ordinate) sono indicate le attività lavorative per come organizzate in attività elementari dalla WBS (Work Breakdown Structure) già effettuata.

In corrispondenza di ciascuna attività, partendo dalla data di inizio, si genera una **barra** che termina in corrispondenza della data di ultimazione della medesima attività.

Dalla costruzione di tutte le barre delle attività lavorative si otterrà una rappresentazione dell'intero lavoro dislocata nel tempo, che offrirà una visione complessiva sintetica e molto utile, anche aggiornabile nel corso dei lavori.

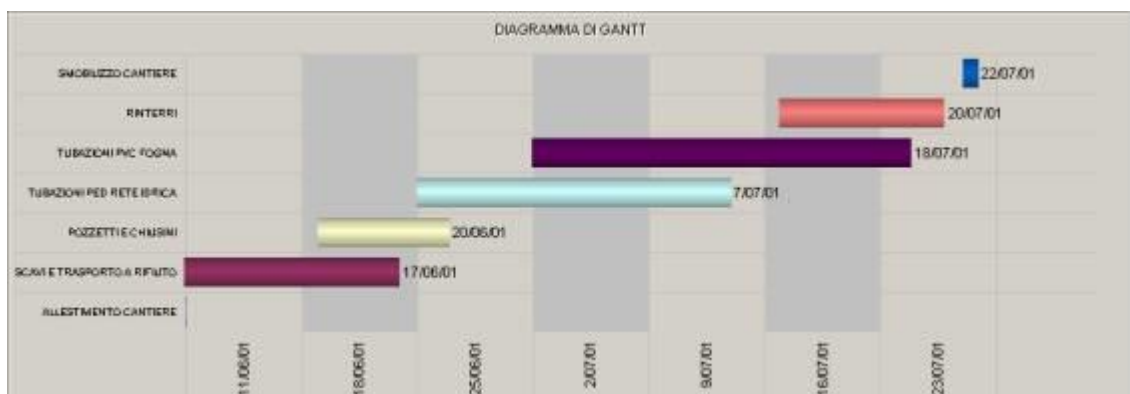


Numerose sono le possibilità di elaborare i grafici per rendere visibili una quantità di informazioni sempre maggiore ovvero per evidenziare aspetti che ci interessano maggiormente in relazione al punto di vista rispetto al quale si svolge l'elaborazione.

Un esempio è rappresentato dal diagramma, sottostante al Gantt, relativo all'Andamento dell'affollamento, riportato nella figura precedente.

Potremo essere interessati a dar risalto all'aspetto economico, a tenere sempre ben visibile il valore percentuale sul totale dei lavori (economico o di entità), a evidenziare il tema della manodopera o altro ancora.

Tale effetti si potranno ottenere in vario modo: agendo sullo spessore delle barre, sui loro colori, introducendo cifre o parole nelle barre o sulle barre e in altri modi ancora.

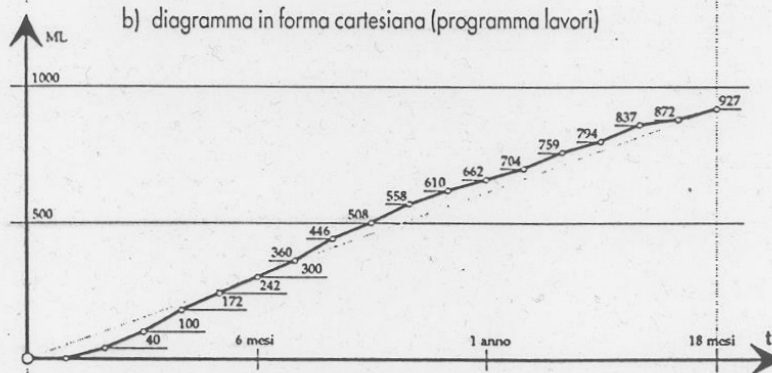




a) forma tipica del diagramma a barre, integrato dagli elementi economici (in milioni di lire).

CATEGORIE DI LAVORO	1° anno												2° anno (6 mesi)						Totali per categoria	%	
	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	11'	12'	1'	2'	3'	4'	5'	6'			
Impianto cantiere Picchettamento	//	//																	//	//	
Strutture-murature Impermeabilizzazione		40	60	70	70	50	50	50	12										402	43.4	
Impianti idrosan., termici, elettrici						8	10	10	10	10					10	10	10	15	93	10.0	
Pavim. Rivesim. Op. pietra. Intonaci								20	30	30	30	30	20	20					180	19.4	
Opere in legno e in ferro				2				6	10	10	10	10	10						58	6.3	
Finiture torie e sistemaz. esterne												12	12	12	15	15	15	15	20	116	12.5
Opere da pittore															10	10	18	20	20	78	8.4
Totali per mese	//	40	60	72	70	58	60	86	62	50	52	52	42	55	35	43	35	55	927	100.0	
Percentuali	//	4.3	6.5	7.8	7.5	6.3	6.5	9.3	6.7	5.4	5.6	5.6	4.5	5.9	3.8	4.6	3.8	5.9	100.0	Totali	

b) diagramma in forma cartesiana (programma lavori)



— erogazioni ipotizzate, secondo il diagramma di Gantt

- - - erogazione costante (ideale)

Di norma la linea ipotizzata non deve avere forte scostamento da quella ideale.

c) programma lavori in forma semplificata di tabella

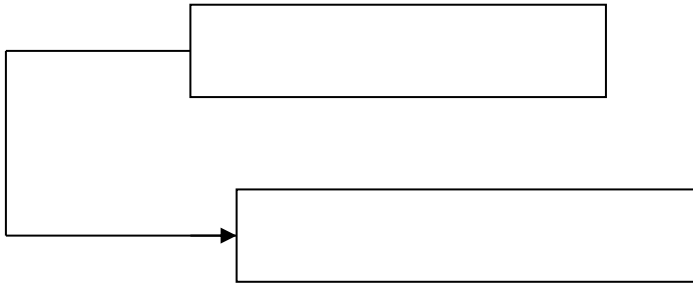
Mese	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'	18'
Importi progressivi	//	40	100	172	242	300	360	446	508	558	610	662	704	759	794	837	872	927

## I legami logici

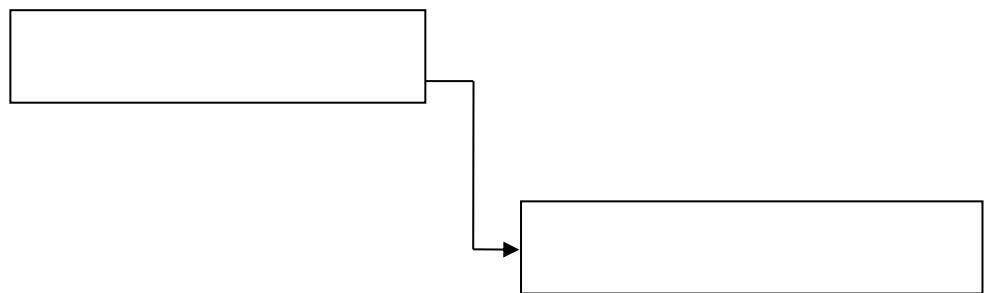
Un metodo molto usato dai software per la programmazione dei lavori e il MPM (Metra Potential Method) che aggiunge alla leggibilità tipica delle rappresentazioni alla Gantt una più elevata flessibilità d'uso dovuta alla presenza dei Legami Logici (questi ultimi sono invece tipici dei reticoli a nodi e frecce PERT) dovuti essenzialmente a ragioni di fattibilità tecnica (ad esempio, il getto non potrà iniziare se non dopo la formazione dei casseri).

Le attività o sottoattività dovranno essere collegate da legami (spezzate di collegamento tra le barre) che potranno essere:

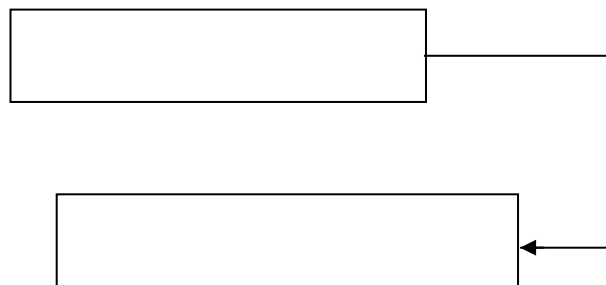
inizio-inizio, allorché la seconda attività potrà essere avviata solo dopo che sia iniziata la prima;



fine-inizio, quando la seconda attività può iniziare solo dopo il completamento della precedente;



fine-fine, quando la seconda attività finirà solo dopo che è finita la precedente



## IL METODO P.E.R.T.

Una modalità di rappresentazione ancora più utile è quella del **P.E.R.T.** (Program Evaluation and Review Technique), utilizzata per la prima volta per la gestione di programmi missilistici statunitensi alla fine degli anni '50, ovvero del **C.P.M.** (Critical Path Method – Metodo del cammino o percorso critico).

Tali rappresentazioni si basano sull'uso dei grafi o diagrammi reticolari, strutturati in nodi e archi orientati.

Per la rappresentazione di un PERT dovrà procedersi a:

- individuazione delle attività
- organizzazione di esse in sequenza logica
- valutazione delle durate delle singole attività
- costruzione del diagramma reticolare
- individuazione del percorso critico (CPM)
- eventuale rielaborazione per ottimizzare il processo

Le attività possono essere individuate facendo ricorso alla **WBS** (Work Breakdown Structure), che, si ricorda, consiste nella scomposizione delle attività in **attività elementari**.

L'organizzazione in sequenza dipende da vincoli logici e tecnici come, ad esempio, la impossibilità di cominciare una attività prima che sia conclusa un'altra.

Con riguardo alla individuazione della durata delle singole attività (da utilizzare in sede di PERT, ma anche, più in generale, per calcolare la durata in qualsiasi sede ci occorra),

fissati i valori **normali** sulla base di valori standard tabellati (temperi) e i valori **ottimistico** e **pessimistico** sulla base delle specificità del nostro cantiere:

- n** normale
- a** ottimistico
- b** pessimistico

e assunta l'ipotesi di una distribuzione di probabilità di tipo  $\beta$  con valore modale  $n$ , limiti  $a$  e  $b$  e devianza standard

$$\sigma = (b - a)/6$$

il valore medio della durata risulterà pari a

$$m = (a + 4n + b) / 6.$$

Tale procedura di individuazione del valore della durata è, ovviamente, utilizzabile anche in sede di programmazione alla Gantt.

Utilizzando il PERT *orientato attività*, in cui a ciascun nodo corrisponde *l'evento* inizio o fine e a ciascun arco una *attività*, si indicheranno accanto a ciascuna attività tre tempi:

- il tempo per la realizzazione della singola attività (**durata**)
- il tempo cumulato con le precedenti o **tempo minimo**
- il **tempo massimo** ottenuto ripercorrendo a ritroso il diagramma e sottraendo di volta in volta le durate.

La differenza tra il tempo massimo e il tempo minimo, in corrispondenza di ciascuna attività, individuerà lo **scorrimento**.

Le attività per le quali risulterà uno **scorrimento pari a zero** si diranno **critiche** e la loro connessione costituirà il **percorso critico**. Tale percorso individuerà il tempo massimo per lo svolgimento dell'intero lavoro, ma anche **l'insieme delle attività per la cui esecuzione non sarà ammesso alcun ritardo se si vuole rispettare il tempo totale fissato**.



Le **attività non critiche** ammetteranno, invece, un tempo maggiore di quello minimo necessario per il loro svolgimento (scorrimento) e, pertanto, su di esse si potranno operare opportune modifiche gestionali (ad esempio: diminuzione della manodopera o dei mezzi d'opera).

Il PERT consente la ottimizzazione dei tempi e conseguentemente dei costi; è infatti del tutto evidente la ricaduta sui costi della dislocazione di maggiori o minori risorse nel tempo. Consente inoltre una migliore gestione di quelle attività per le quali vi è un certo contributo dovuto ad avvenimenti esterni e a grandezze aleatorie.

Il percorso critico:

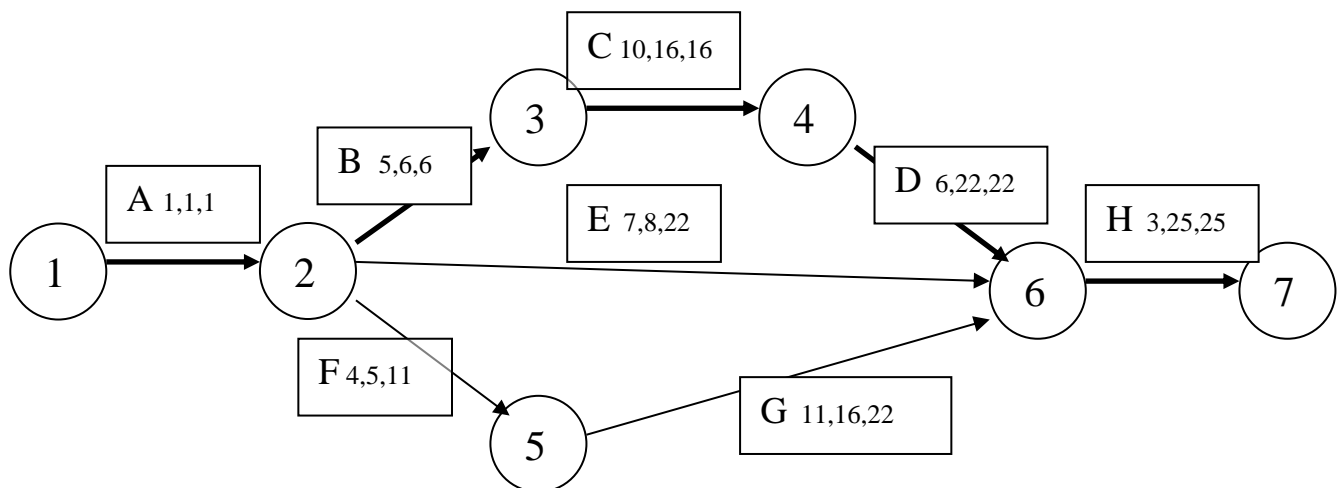
- permette di agire sulle attività per ridurre il tempo totale, con l'intesa di evitare di dar luogo ad altre attività critiche;
- può fissare scadenze intermedie che devono essere rispettare (consente di fissare meglio le responsabilità);
- nel caso di ritardi o incidenti, consente di valutare immediatamente i rimedi possibili per il recupero dei tempi;
- fornisce indicazioni alle varie maestranze per prepararsi per tempo ai loro interventi.

## ESEMPIO DI RETICOLO PERT

Ci poniamo nell'ipotesi di avere da eseguire otto attività (contrassegnate con le lettere dalla A alla H) per le quali sono note le dipendenze e le durate:

attività	dipendenza	durata	tempo min.	tempo max	Scorr.(TM-Tm)	critico
A	-	1	1	1		SI
B	A	5	6	6		SI
C	B	10	16	16		SI
D	C	6	22	22		SI
E	A	7	8	22	14	
F	A	4	5	11	6	
G	F	11	16	22	6	
H	D, E, G	3	25	25		SI

Potremo costruire il reticolo PERT nel quale, dopo aver trascritto con numeri gli eventi fine e inizio nei cerchi e le attività con lettere sugli archi orientati e con la loro durata, individueremo i due tempi, minimo e massimo per ciascuna attività e potremo riconoscere il percorso critico come insieme delle attività critiche.

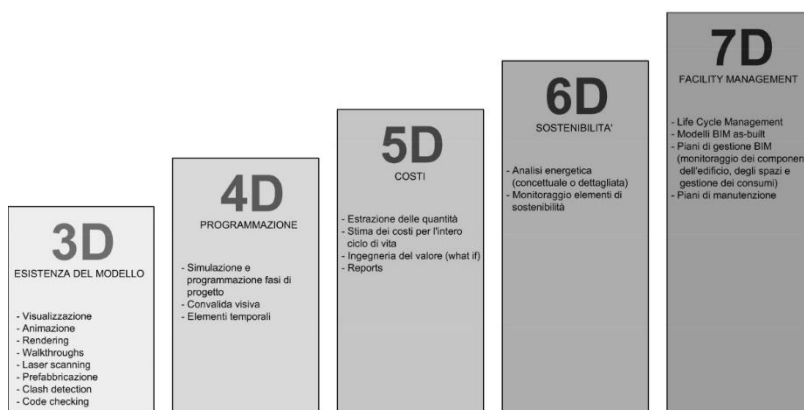


## PROGRAMMAZIONE LAVORI E BIM

Per le ragioni già esposte, il controllo dello svolgimento dei lavori secondo sequenze prestabilite costituisce una attività determinante per il cantiere edile. E' dunque indispensabile conoscere i metodi della programmazione lavori e acquisire abilità nella definizione delle durate delle singole attività lavorative, delle sequenze, delle precedenze, delle problematiche legate alle interferenze.

Nell'approccio BIM siffatte caratteristiche devono esprimersi come attributi dei componenti e sistemi edilizi in sede di modellazione, allo scopo di puntare ad ottenere una formulazione del modello che, considerando tutti gli aspetti coinvolti, consenta una organica e coerente conduzione del processo costruttivo e, più complessivamente, del processo edilizio.

Tale attività, con riguardo al tema della programmazione dei lavori, si sostanzia in quella che si definisce quarta dimensione – 4D – del modello BIM e partecipa a dar corpo al governo in tempo reale delle alternative di progetto – in questo caso con riguardo agli aspetti della progressione nel tempo delle lavorazioni – nella logica dell'**ingegneria delle alternative** (*Optioneering*). In tal senso, siffatto approccio si pone, con altri passaggi della logica BIM, come contributo essenziale ad eliminare i limiti del processo costruttivo edilizio dovuti all'assenza delle attività di prototipazione e standardizzazione.



Per altro verso, la disponibilità dei dati sulla programmazione dei lavori nel modello consente il loro utilizzo in sede di cantiere anche mediante l'estrazione di rappresentazioni realistiche assai utili per la gestione del processo costruttivo (in tal senso, alcuni software consentono notevoli possibilità – si veda, ad esempio, Navisworks della Autodesk).