Luigi Ottaiano

PROJECT MANAGEMENT

CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

Collana Formazione

Revisioni e aggiornamenti	
Impianto	31 01 2016

CeSAF
Centro Studi e Alta Formazione Maestri del Lavoro d'Italia
Sede principale: c/o ITE Terra di Lavoro Via Ceccano – 81100 Caserta
Email: segreteriacesaf@maestridellavoro.it – Home page: www.maestridellavoro.it
Sede Napoli: c/o Promos Via G. Porzio – Centro Direzionale Is. B3 III Piano 80143 Napoli

MUDITEC
MUSEO DINAMICO
DELLA TECNOLOGIA
"ADRIANO OLIVETTI"

Stampato presso il
MUDITEC
Museo Dinamico della Tecnologia
''Adriano Olivetti''
Caserta

Febbraio 2016

Luigi Ottaiano

PROJECT MANAGEMENT
CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

CeSAF
Maestri del Lavoro d'Italia

Prefazione

L'autore è stato insignito nel 1999, dal Presidente della Repubblica, della onorificenza al Merito del Lavoro, e nel 2013 del Cavalierato al merito della Repubblica.

Ha svolto la propria attività lavorativa, per 45 anni, nel settore delle grandi opere pubbliche, dove, più che in altri settori, è stata sentita la necessità di introdurre tecniche di programmazione.

Per oltre 20 anni è stato direttore del controllo di gestione di grandi imprese, e durante questo periodo ha implementato e sviluppato tecniche avanzate di programmazione impegnandosi nella loro divulgazione aziendale sia con pubblicazioni che con corsi dedicati.

Per onorare il titolo di Maestro del Lavoro è stato associato al CeSAF Maestri del Lavoro d'Italia con l'impegno di divulgare la propria esperienza lavorativa alle giovani leve che si affacciano al mondo del lavoro.

Lo scopo di questa pubblicazione, a loro dedicata, è quello di introdurli in una realtà operativa basata sulla riconosciuta utilità della programmazione per la realizzazione di progetti.

Un settore, quello della programmazione dei lavori, che per pigrizia mentale e preoccupazione di dover affrontare ignote difficoltà, limita il numero di coloro che ne fanno un efficace strumento di lavoro.

Pertanto, allo scopo di introdurre lo studente alla programmazione dei lavori, l'autore nel proporre le tecniche più interessanti, ha inteso sfrondare i concetti di tutte le complicazioni teorico-matematiche che in genere accompagnano i testi tecnici, per proporre un complesso di concetti semplici e immediatamente assimilabili.

Introduzione

Il cronoprogramma è la rappresentazione grafica di una serie di eventi di qualsiasi tipo, redatto con l'intento di ottimizzare i tempi del progetto generale, con l'occhio rivolto a tutte le problematiche attinenti alla sua realizzazione di cui le principali sono di ordine contrattualistico, economico e antinfortunistico.

Non tenendo conto delle componenti del cronoprogramma, se fossimo incaricati della sua esecuzione senza alcun limite al carico dei costi, certamente, ci orienteremmo ad eseguire il progetto nel più breve tempo possibile, viceversa se il vincolo fosse di tipo economico privilegeremmo le componenti di natura economico-finanziaria.

Il punto di equilibrio tra i due casi estremi, unitamente alla presa in carico delle altre problematiche presenti nella redazione di un cronoprogramma, è determinato da una serie di compromessi attraverso i quali ci verrà consentito di individuare ed adottare la soluzione migliore per la pianificazione delle esigenze emerse, compatibilmente con le effettive possibilità di applicarla.

In ultima analisi possiamo dire che la redazione di un cronoprogramma verte ad affermare, nell'esecuzione di un progetto, la realizzazione del maggior profitto dalle risorse messe in campo con il minor sforzo possibile per il conseguimento del risultato.

Indipendentemente dalla esperienza che certamente è alla base per l'ottenimento di buoni risultati, tanto più attendibili quanto più essa è matura e qualificata, negli ultimi decenni sono state sviluppate tecniche di programmazione che per la loro facilità di uso e rigorosità di esecuzione si sono imposte all'attenzione dei tecnici e vengono, oggi, abitualmente utilizzate nella programmazione di progetti di qualsiasi complessità e dimensione.

In questo testo, pertanto, adotteremo, le più usate tecniche di programmazione mirate alla redazione di cronoprogrammi, e per la platea alla quale si rivolge, saranno presentate nel modo più semplice possibile, e integrate da quelle nozioni, soprattutto di tipo contabile e amministrativo, che spesso sfuggono alla comprensione di chi non ha seguito studi specifici sull'argomento.

Indice

1. COS'E' IL CRONOPPROGRAMMA pag. 1
Generalità del cronoprogramma 1
Forme del cronoprogramma 1
Diagramma di Gantt 2
Diagramma Pert 2

2. LE FASI DI REALIZZAZIONE DI UN PROGETTO 5
Scomposizione e organizzazione del progetto Work, Product, Resource e Organization Breakdown Structure (WBS, PBS, RBS, OBS) 5

3. GLI ACCADIMENTI GESTIONALI 9
Progettazione 9
Adempimenti burocratici 9
Logistica 11
Approvvigionamento e gestione delle risorse 11
Approvvigionamenti 11
Risorse umane 13
Amministrazione 14
Applicazione e controllo dei sistemi di sicurezza 15
Gestione della qualità 18
Collaudi 19

4. FINALITA' DEL CRONOPROGRAMMA 21
Cronoprogramma contrattuale 21
Cronoprogramma operativo 21
Tempistica delle lavorazioni 21
Concomitanza delle lavorazioni 21
Ottimizzazione dell'approvvigionamento delle risorse 22
Manodopera 22
Materiali 22
Mezzi d'opera 22
Trasporti 23
Gestione economico finanziaria 23
5. IL CRONOPROGRAMMA NELLA NORMATIVA DEI LAVORI PUBBLICI 25

6. GLI ELEMENTI DI COMPOSIZIONE DEL CRONOPROGRAMMA 31
La stima economica 31
Costi fissi, semi-variabili e variabili 35
Costo unitario 35
Costi di investimento e costi di gestione 35
Costi diretti e indiretti 35
Scomposizione dell'opera 36
La tempistica 37

7. LE CONCOMITANZE 43
I costi della sicurezza 44
I documenti della sicurezza: DUVRI, DVR, POS, PSC 45

8. I LEGAMI LOGICI (DIPENDENZE O PREDECESSORI) 47

9. IL PERCORSO CRITICO CPM (Critical Path Method) 49

10. LIVELLAMENTO DELLE RISORSE 51
11. LE AVVERSITÀ ATMOSFERICHE 55

12. METODOLOGIE E STRUMENTI PER LA REDAZIONE DI UN CRONOPROGRAMMA 59
Metodologie 59
Strumenti 59

Indice delle figure

Fig. 1 - Esempio di un diagramma di Gantt per realizzare il cronoprogramma	pag.	1
Fig. 2 – Esempio di diagramma Pert		3
Fig. 3 - Organization Breakdown Structure riferita a parte della gestione di una commessa per un'opera pubblica		6
Fig. 4 - Esempio di struttura ad albero WBS		8
Fig. 5 - Gestione delle risorse umane – Attività		13
Fig. 6 - Esempio di calcolo di incidenza della mano d'opera		26
Fig. 7 - Esempio di calcolo uomini/giorno		28
Fig. 8 - Esempio di analisi di prezzo		32
Fig. 9 - Esempio elenco prezzi		33
Fig. 10 - Esempio di computo metrico estimativo		34
Fig. 11 – Tabella di suddivisione dell'opera		36
Fig. 12.a.b.c - Cronoprogramma		38
Fig. 13 – Esempio di collegamento tra lavorazioni		47
Fig. 14 – Tabella delle interdipendenze		48
Fig. 15– Esempio di percorso critico		49
Fig. 16a – Costi settimanali della manodopera (risorsa non livellata)		52
Fig. 16b – Costi progressivi della manodopera (risorsa non livellata)		52
Fig. 17a - Costi settimanali della manodopera (risorsa livellata)		53
Fig. 17b - Costi progressivi della manodopera (risorsa livellata)		53
Fig. 18a – Tabella A1 – Istogramma climatico ambientale n° 1: favorevole		56
Fig. 18b – Tabella A2 – Istogramma climatico ambientale n° 2: normale		56
Fig. 18c – Tabella A3 – Istogramma climatico ambientale n° 3: sfavorevole		56
Fig. 19 – Tabella B – Relazione tra le categorie d'opera e le ipotesi di condizione climatica		57

1. COS'E' IL CRONOPPROGRAMMA

Generalità del cronoprogramma

Il cronoprogramma è un elaborato, prevalentemente di tipo grafico, adottato per la pianificazione di una serie di attività. Di queste, ne rappresenta lo sviluppo temporale, imposto o scelto, con un'articolazione che comprende tutte le fasi di realizzazione di un'opera e di attuazione di un qualsiasi accadimento gestionale, e pur essendo finalizzato principalmente alla rappresentazione della tempistica delle lavorazioni, la buona redazione di un cronoprogramma rappresenta la base per la corretta gestione economica e finanziaria dell'operazione cui si riferisce. Infatti, esso, oltre ad essere di riferimento e confronto con i consuntivi di produzione, è propedeutico allo sviluppo di altre attività quali:

- gestione delle risorse (personale, materiali, mezzi d'opera);
- pianificazione della sicurezza;
- gestione degli ordini;
- valutazione del rendimento atteso;
- valutazione del BEP (Break event point = punto di pareggio) economico e finanziario.

Il cronoprogramma generalmente è applicato nelle produzioni per commesse e in particolare nel settore delle costruzioni di qualsiasi tipo (edili, industriali, navali, telecomunicazioni, ecc.) dove questo elaborato è obbligatorio per tutti i progetti esecutivi di un'opera e costituisce parte integrante del contratto.

Forme del cronoprogramma

Poiché la finalità principale del cronoprogramma è quella previsionale del compiere una serie di attività, gli elementi minimi indispensabili per il raggiungimento di questo scopo sono, per ciascuna fase di lavoro, le indicazioni di inizio e durata che consentono di tenere evidenza dell'andamento temporale previsto.

Questo modello, il più elementare di quelli che si possono redigere, restituisce il seguente schema grafico:

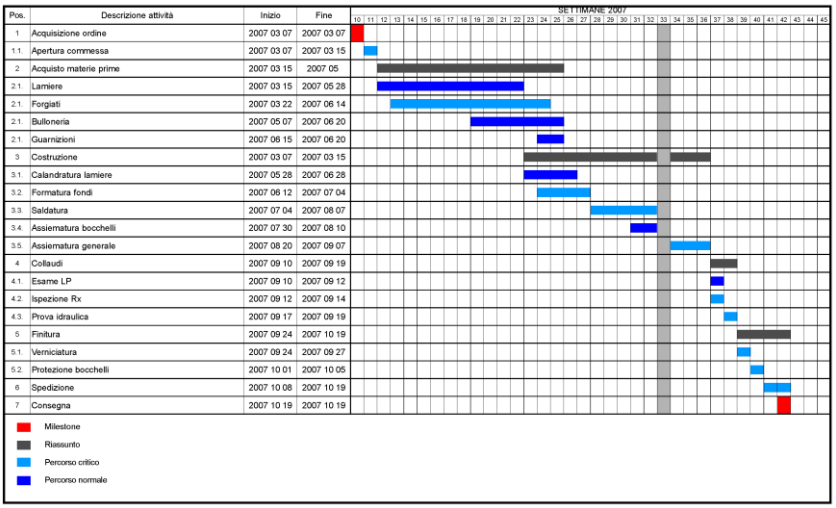


Fig. 1 - Esempio di un diagramma di Gantt per realizzare il cronoprogramma

dove sono indicate le lavorazioni e per ciascuna di esse il periodo (giornaliero, settimanale, mensile) di inizio e la durata (numero dei periodi).

Sul piano operativo per la predisposizione del cronoprogramma dei lavori può essere usato un **diagramma di tipo lineare (Gantt)** di cui la forma semplificata è quella sopra rappresentata, che consente una facile ed immediata individuazione delle varie voci e dei relativi tempi di esecuzione dei lavori stessi; questo tipo di schema permette anche di visualizzare, in modo indicativo, le varie sovrapposizioni delle fasi di lavoro.

Nel caso di appalti più complessi, viene usato un **diagramma Pert**, generato con l'uso del computer, che consente un'esatta individuazione dei tempi, delle fasi e delle interferenze tra le varie lavorazioni.

La piena e corretta utilizzazione di questo strumento consente alla stazione appaltante, al direttore dei lavori, all'impresa esecutrice e alle figure preposte per la predisposizione delle misure antinfortunistiche di verificare prontamente tempi e durata delle varie fasi di lavoro, interferenze ed eventuali ritardi sull'andamento delle opere e di provvedere tempestivamente al recupero dei tempi contrattuali.

Diagramma di Gantt

Questo tipo di elaborato, come abbiamo visto, è costituito da una griglia con i periodi riportati sulle ascisse (ogni colonna equivale ad un periodo: ora, giorno, settimana, mese, anno) ed i tipi di lavorazioni riportati sulle ordinate; l'incrocio dei due valori permette di individuare, in funzione della lavorazione, la quantità di periodi necessari per la sua esecuzione.

Questo diagramma può essere preparato, in modo molto diretto, a mano utilizzando delle griglie in bianco prestampate e colorando le varie strisce dei giorni corrispondenti ad ogni lavorazione oppure tramite computer (con il quale si possono successivamente apportare modifiche).

I vantaggi di questo tipo di diagramma sono rappresentati:

a) dalla **facilità con cui può essere approntato e modificato**, anche negli uffici di cantiere, dagli stessi tecnici che lo utilizzano come riferimento delle varie fasi di realizzazione dell'opera;

b) dalla **semplicità di lettura** che consente un immediato riconoscimento visivo delle singole fasi di lavoro e della loro durata.

I limiti di questo strumento, nella forma semplificata, sono costituiti dai seguenti punti:

a) la possibilità di un **uso appropriato solamente per lavori di piccola entità** (un eccessivo numero di fasi porterebbe ad un'estensione eccessiva della griglia di riferimento);

b) una notevole **approssimazione nello stabilire la durata** delle varie fasi in funzione della mano d'opera impiegata (spesso questo tipo di valutazione viene fatto in modo molto generico).

Diagramma Pert

Il Pert (*Programme Evaluation and Review Technique*) è un metodo di programmazione utilizzato per la valutazione dei

tempi e delle concatenazioni delle varie fasi di lavoro legate alla realizzazione di un'opera.

Questo tipo di diagramma presuppone l'utilizzo di un computer per l'elaborazione dei vari elementi riportati nei grafici finali.

La caratteristica del Pert, rispetto ad altre tecniche di programmazione, consiste nella possibilità di valutare, soltanto da un punto di vista probabilistico, le **concatenazioni previste per ogni fase di lavoro** ed i tempi necessari per la realizzazione.

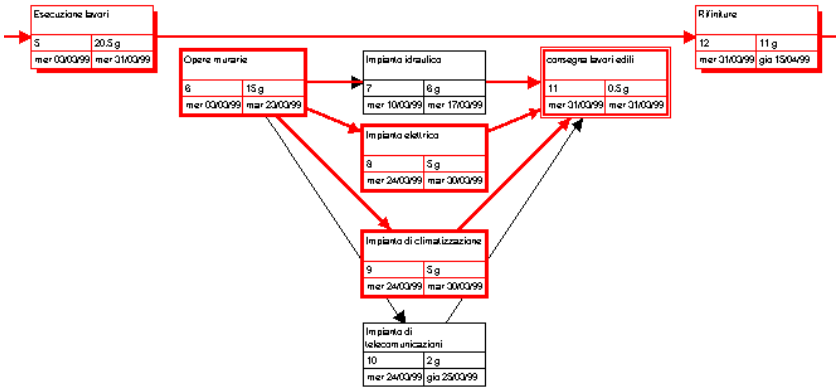


Fig. 2 – Esempio di diagramma Pert

La veste grafica di questo tipo di elaborazione è costituita da un reticolo o diagramma a frecce nel quale ogni evento viene individuato e legato agli altri da segmenti orientati ed il cui verso stabilisce l'ordine di precedenza di ciascun evento; la regola costante è che tutte le attività che confluiscono in un "nodo" debbano essere completate prima di iniziare qualunque altra attività che parta dallo stesso nodo.

In corrispondenza di ogni evento o nodo vengono indicati tre valori:

a) il **tempo assoluto (in giorni) stimato per l'esecuzione del lavoro** a cui il nodo si riferisce;

b) il numero (in giorni) totale, a partire dal giorno di inizio e sommato a tutti i tempi dei nodi precedenti (nell'ipotesi di durata minima del lavoro riportato nel nodo);

c) il **numero totale (in giorni)**, a partire dal giorno di inizio e sommato a tutti i tempi dei nodi precedenti (**nell'ipotesi di durata massima** del lavoro riportato nel nodo).

Dalla accuratezza e dal dettaglio dei dati immessi, si possono ottenere elaborati in cui sono elencati:

1) il numero di individuazione dei **nodi e brevi** descrizioni dei lavori di ciascun nodo;
2) il **tempo previsto** per l'esecuzione di ogni singolo lavoro;
3) la **durata minima** di esecuzione di ogni lavoro;
4) la **durata massima** di esecuzione di ogni lavoro;
5) **l'esecutore di ogni lavoro** (impresa o altro);
6) il **numero di lavoratori** previsti per tale lavoro;
7) eventuali vincoli, ritardi e note per l'individuazione del **percorso critico**.

All'interno del diagramma reticolare con i nodi ed i versi di sequenza di ciascun nodo viene riportato (sulla base delle note inserite) il percorso critico che individua la sequenza principale dei vari lavori o fasi più importanti senza la cui esecuzione non possono essere svolte tutte le opere successive.

È evidente che questo tipo di strumento costituisce, dal punto di vista sia della quantificazione dei tempi che del tipo di

interrelazioni tra le varie sequenze, un supporto di notevole importanza per l'organizzazione della fase esecutiva vera e propria.

Anche in questo caso, comunque, esistono dei limiti che sono rappresentati:

a) dalla **possibilità di modificare lo schema finale utilizzando esclusivamente dei computer**;

b) dalla **necessità di un'esatta corrispondenza tra i dati inseriti nel computer e quelli reali** (quantità di mano d'opera, mezzi, disponibilità dei materiali, ecc.).

Oggi, con l'ausilio dei computer i due sistemi praticamente si equivalgono o meglio possono essere rappresentati entrambi poiché i dati di immissione sono per la quasi totalità identici.

2. LE FASI DI REALIZZAZIONE DI UN PROGETTO

Le fasi di realizzazione sono rappresentate dalla scomposizione del processo produttivo che dà luogo a successivi dettagli fino alle lavorazioni più minute. La suddivisione di opere gradatamente più complesse prevede più fasi e più livelli di sottofasi il cui insieme costituisce la WBS (Work Breakdown Structure) dell'opera medesima.

Maggiormente viene dettagliato il processo produttivo più agevole e precisa è la costruzione del cronoprogramma ed il suo controllo.

Scomposizione e organizzazione del progetto Work, Product, Resource e Organization Breakdown Structure (WBS, PBS, RBS, OBS)

Un progetto è l'insieme delle relazioni gerarchiche tra le diverse parti che lo compongono (singole lavorazioni, parti di opera, organizzazioni e risorse, ecc.). La scomposizione può essere finalizzata a differenti scopi, tra i quali:

- fornire una rappresentazione sintetica ed esauriente del progetto ai fini contrattuali;
- pianificare i tempi, i costi e l'utilizzo delle risorse di un progetto;
- definire i costi generali del progetto ed i tempi, per l'elaborazione dell'offerta;
- individuare gli elementi d'opera da esaminare con l'analisi dei rischi;
- individuare le interfacce organizzative;
- definire le responsabilità relative alle diverse parti o sottoprogetti.

La "WBS" è una fondamentale tecnica di management messa a punto negli Stati Uniti che presenta il progetto secondo una scomposizione sistematica in parti di uguale livello di definizione. È in sostanza un diagramma a blocchi o organigramma rispetto al quale sono maggiormente specificate le funzioni di correlazione tra i diversi livelli gerarchici ed in cui possono venire definiti anche i tempi ed i costi relativi alle singole operazioni.

La WBS è costituita da una serie di caselle che individuano le parti del progetto e da linee di congiunzione che stabiliscono una relazione gerarchica tra le caselle. Al vertice del diagramma sta generalmente una sola casella, che può prendere nome di *master*. La WBS, pertanto, non è altro che una forma immediata di rappresentazione della struttura di un progetto e costituisce in genere il supporto per analisi successive più specifiche (ad esempi analisi delle criticità degli elementi d'opera).

Il punto chiave di una WBS è la sua completezza: un diagramma incompleto in alcune delle sue parti può essere equivoco per chi lo legge.

Una variante della WBS, che si basa sugli stessi presupposti, è costituito dalla PBS (*Product Breakdown Structure*), in cui ad essere scomposto non è il processo progettuale, cioè l'insieme

delle azioni che permettono di sviluppare il progetto, ma il prodotto di queste azioni cioè, generalmente, l'opera edilizia.

WBS e PBS sono spesso integrate in quanto una serve a specificare l'altra, facendone emergere eventuali carenze. La simbologia da utilizzarsi per la redazione di una PBS è differente in quanto le caselle che rappresentano prodotti sono ellittiche mentre quelle che rappresentano azioni rettangolari. Questa distinzione si rende necessaria quando WBS e PBS sono sovrapposte mentre può essere trascurata quando sono presentate separatamente.

Le principali caratteristiche dello strumento riguardano la sua struttura, il sistema di codificazione, il numero di livelli ed il livello di dettaglio.

Un livello di definizione maggiore può prevedere anche l'individuazione delle responsabilità e quindi l'indicazione del nome del responsabile per ogni singola lavorazione. In questo caso alla WBS può essere affiancato un altro strumento, detto OBS (*Organization Breakdown Structure*), in cui alle diverse fasi del progetto vengono associate le persone o le entità responsabili, distinguendo eventualmente per le funzioni da espletare (pianificazione, decisione, verifica, ecc.).

Risorse di cantiere	Committente	Project Manager	Ufficio Tecnico	Capo Commessa	Programmazione
Predisposizione docum. di gara	D				
Analisi di fattibilità		D - V	P - S	PR	
Programma dei lavori		D - V	V - C		P - S
Verifiche requisiti		V	V		
Offerta fornitori e subappaltatori		D	V - C		

Fig. 3 - Organization Breakdown Structure riferita a parte della gestione di una commessa per un'opera pubblica.
D=decide; C=coordina; V= valuta e/o verifica; P=progetta; PR=propone; S=sintetizza con procedure.

Per realizzare una OBS è necessaria una conoscenza precisa delle risorse umane e materiali effettivamente disponibili per il progetto in esame. Per questa può essere utile rappresentare le risorse disponibili mediante un diagramma detto RBS (*Resource Breakdown Structure*), strutturato secondo le medesime regole della WBS.

La **struttura** di un WBS (o PBS) può essere orizzontale o verticale, a seconda dello spazio disponibile per la rappresentazione. Si può anche decidere di utilizzare la struttura verticale solo a partire da un certo livello del diagramma.

Il **sistema di codificazione** che può essere numerico, alfabetico o alfanumerico, serve per rendere identificabili in maniera chiara ed univoca tutti gli elementi del diagramma e consentire quindi richiami in altre parti del documento.

Il **numero di livelli** in cui può essere articolato un diagramma WBS (o PBS) è funzione del grado di scomposizione del progetto e quindi del grado di complessità della commessa, definito in base ad un'analisi preliminare dei rischi. Il numero di livelli comunque è generalmente non superiore a tre o quattro in quanto diagrammi troppo lunghi risultano di non immediata comprensione e richiedono troppo spazio per la rappresentazione (una corretta dimensione del diagramma è quella che può essere contenuta all'interno di un foglio di formato A4). Quando si rende necessario un numero maggiore di livelli, si può dividere il progetto in più sottoprogetti da trattare in diagrammi distinti. È necessario, a questo proposito, che i sottoprogetti siano tra di loro autonomi; una suddivisione utile può attuarsi in corrispondenza delle diverse parti dell'opera affidate in subappalto.

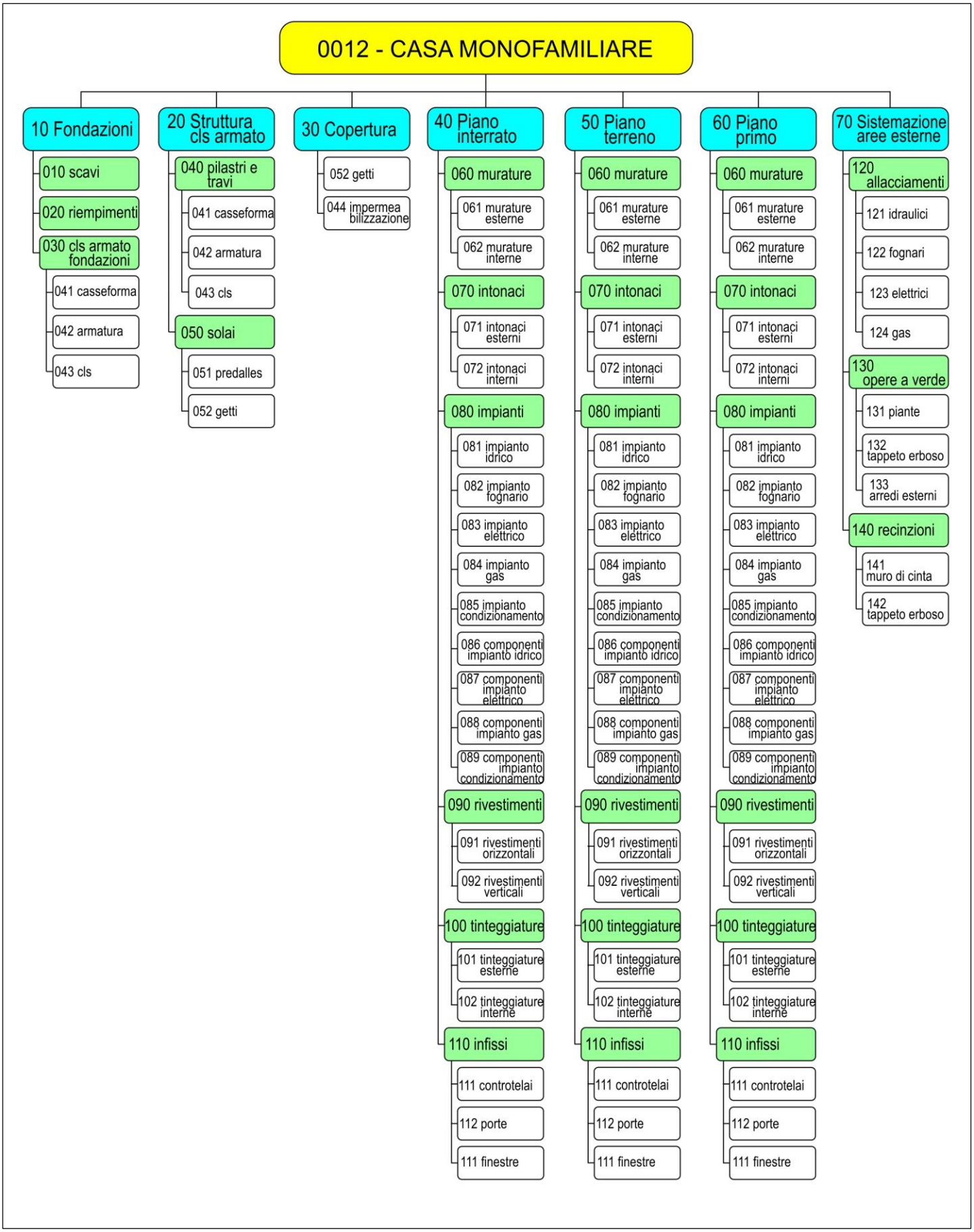
Il rischio principale connesso alla predisposizione di WBS tipo è quello di renderle troppo ampie, così da facilitare un'involuzione del processo con un'eccessiva produzione di documenti. Per evitare questi rischi occorre studiare un sistema di codifica che preventivamente tenga conto delle esigenze di ciascun livello organizzativo, esigenze che vanno evidenziate nella OBS (Organization Breakdown Structure).

L'utilizzo di una WBS può essere facilmente dedotto da quanto sopra specificato. Per quanto riguarda la scelta delle funzioni di scomposizione gerarchica del progetto, si può scegliere tra una delle seguenti:

- fase lavorativa o progettuale;
- collocazione spaziale delle opere, lotti esecutivi (es. prog. A-prog. B / prog. A, parte Nord -prog. A parte Sud...);
- discipline interessate (ad es. in base al comfort termico, acustico, resistenza meccanica...);
- durata dell'operazione;
- responsabilità;
- grado di conoscenza dell'attività;
- livello di criticità;
- squadre di lavoro coinvolte;
- subappaltatori;
- tecnologia impiegata;
- altro.

Probabilmente il principale problema connesso all'uso della WBS risiede nel fatto di non mostrare e talvolta di dissimulare le interazioni esistenti tra le diverse parti in cui viene scomposto, ad un dato livello, il progetto. Si tratta comunque di un limite insito nella natura dello strumento (in particolare la struttura ad albero) e di cui quindi si deve essere consci sin dal principio.

A completamento di quanto sopra esposto, di seguito viene proposta la struttura WBS di una piccola costruzione


0012 - CASA MONOFAMILIARE
10 Fondazioni
010 scavi
020 riempimenti
030 cls armato fondazioni
041 casseforma
042 armatura
043 cls
20 Struttura cls armato
040 pilastri e travi
041 casseforma
042 armatura
043 cls
050 solai
051 predalles
052 getti
30 Copertura
052 getti
044 impermea bilizzazione
40 Piano interrato
060 murature
061 murature esterne
062 murature interne
070 intonaci
071 intonaci esterni
072 intonaci interni
080 impianti
081 impianto idrico
082 impianto fognario
083 impianto elettrico
084 impianto gas
085 impianto condizionamento
086 componenti impianto idrico
087 componenti impianto elettrico
088 componenti impianto gas
089 componenti impianto condizionamento
090 rivestimenti
091 rivestimenti orizzontali
092 rivestimenti verticali
100 tinteggiature
101 tinteggiature esterne
102 tinteggiature interne
110 infissi
111 controtelai
112 porte
111 finestre
50 Piano terreno
60 Piano primo
70 Sistemazione aree esterne
120 allacciamenti
121 idraulici
122 fognari
123 elettrici
124 gas
130 opere a verde
131 piante
132 tappeto erboso
133 arredi esterni
140 recinzioni
141 muro di cinta
142 tappeto erboso

3. GLI ACCADIMENTI GESTIONALI

Gli accadimenti gestionali fanno riferimento a tutte le attività collaterali al processo produttivo.

Di queste attività alcune sono indispensabili affinché il processo produttivo possa essere avviato, ad esempio la progettazione, altre, affinché possa essere realizzato. Di seguito vengono descritte le principali.

Progettazione

Senza progetto non si esegue un'opera, a volte anch'esso ha un costo elevato per l'impiego di personale specializzato di alto costo. Questi già prima della costruzione dell'opera è redatto secondo tre livelli di definizione:

Il Progetto Preliminare: stabilisce i profili e le caratteristiche più significative degli elaborati dei successivi livelli di progettazione, in funzione delle dimensioni economiche e della tipologia dell'intervento.

Il Progetto Definitivo, redatto sulla base delle indicazioni del Progetto Preliminare approvato e di quanto emerge in sede di Conferenza di Servizi, contiene tutti gli elementi per il rilascio della concessione edilizia, dell'accertamento di conformità urbanistica o di un altro atto equivalente.

Il Progetto Esecutivo ha carattere ingegneristico e definisce in ogni particolare architettonico, strutturale ed impiantistico l'intervento da realizzare (è redatto nel pieno rispetto del Progetto Definitivo).

Ma il progetto non riguarda solo la parte propedeutica dell'opera. Esso va costantemente monitorato e aggiornato soprattutto nei dettagli con il **progetto costruttivo**. Le grandi opere di costruzioni prevedono, infatti, nell'ambito del cantiere, un ufficio tecnico che si confronta stabilmente con il progettista affinché il progetto sia eseguito secondo gli intenti progettuali e con le modifiche progettuali introdotte del committente fino ad avere a lavori ultimati i disegni cosiddetti ''as built'' (come eseguito). Questi sono i disegni che descrivono l'opera come è stata effettivamente costruita, a seguito di modifiche progettuali in corso d'opera o di difformità fra progetto e realizzazione.

La necessità di modificare il progetto esecutivo con uno costruttivo (che può anche ricalcare completamente l'esecutivo) deriva tipicamente da esigenze di cantiere, nel corso del quale il progetto esecutivo elaborato dal progettista può risultare inattuabile o eccessivamente oneroso o potrebbe determinare ritardi di realizzazione. Ad esempio durante la costruzione di un impianto industriale la realizzazione simultanea di diverse opere (edifici o sistemi adiacenti) può impedire temporaneamente o definitivamente l'accesso dei macchinari di costruzione previsti in fase di progetto.

Adempimenti burocratici

Ogni azione che viene svolta nel settore del lavoro richiede l'adempimento di una procedura burocratica. Nel settore delle costruzioni sono previsti una miriade di adempimenti di cui i seguenti solo per avviare un cantiere di lavoro:

- Comunicazione di inizio lavori
- Comunicazione nominativo dell'incaricato della sicurezza
- Coordinamento e cooperazione tra le diverse Imprese/Lavoratori autonomi/Committente della sicurezza e la salute sui luoghi di lavoro
- Piano di sicurezza e coordinamento (PSC)
- Piano operativo di sicurezza (POS)
- Piano sostitutivo del piano di sicurezza e di coordinamento (PSS).
  Solo per appalti pubblici:

- DUVRI (Documento Unico di Valutazione dei Rischi da Interferenze)
- Consultazione dei Rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza
- (RLS) sul piano di sicurezza e coordinamento e sul piano operativo di sicurezza
- Verifica dell'idoneità tecnico professionale e della regolarità contributiva delle imprese e dei lavoratori autonomi
- Trasmissione della documentazione della verifica tecnico professionale e della contributiva al Comune
- Clausole di tracciabilità dei flussi finanziari
- Comunicazione dei conti correnti dedicati
- Verifica dell'esistenza di reti aeree ed interrate di gas, energia elettrica, acqua ed altri servizi

E' evidente che solo per dare risposta a questi adempimenti occorre programmare una serie di interventi che prevedono l'impiego di personale qualificato il cui costo grava sul ricavato dell'opera. Senza contare che in corso d'opera occorre esperire, tra gli altri, i seguenti adempimenti:

- Richiesta allacciamento energia elettrica, acqua fognatura, telefono per l'impianto di cantiere
- Richiesta verifica linee e livellette
- Richiesta occupazione suolo pubblico
- Piano di lavoro per demolizione o rimozione dell'amianto
- Verifica della qualificazione delle imprese e dei lavoratori autonomi operanti in ambienti sospetti di inquinamento o confinanti
- Richiesta di autorizzazione in deroga ai limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno
- Dichiarazione di conformità dell'impianto elettrico di cantiere e di messa a terra
- Denuncia impianti di messa a terra ed installazioni contro le scariche atmosferiche per l'impianto di cantiere
- Documentazione altre macchine di cantiere (sega circolare, macchine movimento terra, accessori di sollevamento, estintori, battipalo, autopompa, DPI vari)
- Denuncia di installazione gru e richiesta di verifica periodica
- Documento di controllo iniziale ad ogni montaggio
- Verifica periodica di catene e funi
- Piano di coordinamento di gru interferenti
- Denuncia lavori in cemento armato
- Nomina collaudatore opere in cemento armato
- Nomina del certificatore energetico
- Documentazione del ponteggio
- Piano di Montaggio, Uso e Smontaggio del ponteggio (PIMUS)
- Verifica armature degli scavi
- Cartello di cantiere
- Cartelli e segnaletica nei cantieri stradali
- Cartelli
- Registro degli infortuni
- Libro Paga - Libro Unico del Lavoro
- Denuncia dei subappalti
- Denuncia IVA
- SISTRI (Sistema di tracciabilità dei rifiuti)
- Registro di carico e scarico dei rifiuti
- Formulario di identificazione dei rifiuti
- Trasporto dei propri rifiuti non pericolosi
- Dispositivi di protezione individuale
- Installazione igienico assistenziali di cantiere
- Primo soccorso

- Scheda carburante
- Gestione dell’emergenza, del primo soccorso e lotta antincendio
- Prevenzione incendi
- Polizza assicurativa RCO /RCT
- Denuncia inizio lavori o variazione di rischio all’INAIL
- Verifica congruità dell’incidenza della manodopera
- Gestione terre e rocce da scavo.

Logistica

La logistica è l'insieme delle attività organizzative, gestionali e strategiche che governano nell'azienda i flussi di materiali e delle relative informazioni dalle origini presso i fornitori fino alla consegna dei prodotti finiti e in quanto scienza dell'organizzazione, della progettazione e dell'attività tecnica riguarda i requisiti, la definizione, la fornitura e le risorse necessarie a supportare obiettivi, piani ed operazioni".

Essa è ‘’un’arte’’ così antica che già Gaio Giulio Cesare istituì la figura del logista tra gli ufficiali in servizio nelle sue legioni, in qualità di responsabile degli approvvigionamenti.

L’identificazione della logistica come attività esclusivamente militare (logistica militare) rimane valida fino alla seconda guerra mondiale con l’operazione Overlord in Normandia quando la scala globale del conflitto portò ad uno sforzo logistico mai sostenuto fino ad allora . Nel Dopoguerra il concetto cominciò a essere ampliato e venne esteso anche al settore economico e industriale.

Il cantiere moderno deve essere dotato di un servizio in grado di gestire:

Il trasporto dei materiali da un luogo all'altro nei tempi previsti, in modo efficiente e al minor costo possibile.

La movimentazione di grandi quantità di materiali sfusi, generalmente materie prime, tipo cemento, inerti, ecc.

Il governo di tutte le attività volte ad assicurare la corretta acquisizione, movimentazione e gestione dei materiali al fine di garantire il costante e tempestivo rifornimento alla produzione.

Pianificare, attuare e controllare il flusso delle materie prime, dei semilavorati e dei prodotti finiti, e dei relativi flussi di informazioni, dal luogo di origine al luogo di consumo, in modo da renderlo il più possibile efficiente e conforme alle esigenze dell’utilizzatore.

Predisporre e gestire tutti i servizi relativi al vitto all’alloggio e al trasporto del personale in modo puntuale e confortevole.

Questa attività già di per sé va a giustificare un cronoprogramma che sebbene venga redatto separatamente sia ad integrazione di quello dei lavori.

Approvvigionamento e gestione delle risorse

L’approvvigionamento e la gestione delle risorse riveste un ruolo molto importante nella gestione di un cantiere , pertanto, oltre quanto già descritto per alcune di esse nel capitolo riguardante la logistica, si ritiene approfondire con maggior dettaglio quanto attiene la gestione sia degli approvvigionamenti sia delle ‘’Risorse umane’’.

Approvvigionamenti

La gestione degli approvvigionamenti ha lo scopo di permettere al cantiere di affrontare il processo dell'acquisizione delle risorse esterne ottenendo il migliore risultato non solo in termini di prezzi ma anche di qualità e servizio della fornitura. Le funzioni tradizionali degli acquisti vanno quindi integrate con strumenti che consentono di attuare negoziazioni e verifiche sulle forniture, assicurando il controllo dell'intero processo.

Il sistema deve garantire la disponibilità delle informazioni di input provenienti dalle procedure di pianificazione ed il trattamento di tutte le altre esigenze di acquisto.

Gli strumenti di richiesta di acquisto e di offerta devono permettere di tracciare e gestire i fabbisogni e di individuare il fornitore ottimale per gli ordini chiusi.

Nella gestione degli acquisti per la produzione il sistema deve mettere a disposizione il trattamento degli ordini aperti e dei programmi di consegna in modo da consentire la completa integrazione del processo nella catena di fornitura (supply chain). Tutte le azioni devono essere sottoposte ad un modello di autorizzazione dei livelli di firma che l'azienda definisce attraverso le parametrizzazioni del flusso di lavoro (work flow).

Le funzioni di controllo e di qualità devono permettere di valutare il livello di servizio e l'affidabilità dei fornitori per determinare i punteggi di valutazione (rating) da considerare nelle future scelte di fornitura.

Per conoscere i fabbisogni operativi degli approvvigionamenti si devono ricevere le richieste dalla pianificazione che mette in evidenza le necessità espresse in fase di previsione (budget) onde procedere all'assegnazione degli acquisti ai fornitori che rispondono ai requisiti richiesti. Nella gestione quotidiana il riferimento del budget permette di verificare l'andamento degli acquisti e delle spese, comprese quelle per investimento.

La completa integrazione dei processi di approvvigionamento deve permettere il contatto diretto con la procedura amministrativa e finanziaria orientata alla moderna e completa gestione aziendale, oltre che all'adempimento di tutti gli obblighi fiscali.

Il sistema, quindi, deve essere in grado di adeguarsi alle diverse realtà aziendali, fornendo contemporaneamente un riferimento per l'ottimizzazione dei flussi organizzativi.

Le funzioni del sistema devono coprire le esigenze di analisi e controllo dei dati aziendali, attraverso opzioni di simulazione e riclassificazione. per una completa gestione della contabilità analitica.

Il sistema deve integrare e raccogliere automaticamente le informazioni da tutte le aree aziendali, consentendo la formazione e la gestione del budget dei costi, l'analisi degli scostamenti e delle principali cause di varianza.

Il puntuale e costante monitoraggio dei costi oltre alla verifica del loro scostamento deve consentire di intervenire in maniera efficace sulle cause delle discrepanze, fornendo, in tal modo, un valido strumento di controllo e gestione.

Un vero quadro di controllo, in effetti, che deve fornire tempestivamente e puntualmente tutte le informazioni sull'andamento delle forniture arrivando alla interazione e alla disponibilità di servizi e di scambio di documenti.

In ultima analisi, lo scopo del processo di approvvigionamento è quello di garantire la disponibilità delle risorse necessarie sia alla produzione che al funzionamento del cantiere alle migliori condizioni economiche ed operative.

Il sistema di gestione degli approvvigionamenti deve quindi essere messo in condizione di conseguire i seguenti minimi risultati:

Integrazione del processo di acquisto con tutte le fonti di fabbisogno e con il controllo dei modelli di budget.

Massima attenzione al soddisfacimento sincronizzato dei fabbisogni produttivi al fine di evitare fermi di produzione per carenza di materiali.

Riduzione dei carichi di lavoro e degli errori nella gestione delle relazioni con i fornitori.

Possibilità di valutazioni monetarie e non monetarie dei fornitori per scelte consapevoli.

Controllo della conformità delle azioni di acquisto rispetto alla politica aziendale ed alle prerogative di autorizzazione di ogni attore.

Attribuzione ad ogni ordine del codice del centro di costo a cui la scorta è destinata.

Continuo confronto e controllo con i budget approvati.

Risorse umane

La funzione organizzativa ha il compito di disegnare il modello strutturale dell'impresa.

Pertanto la funzione organizzativa investe orizzontalmente tutte le altre funzioni e definisce:

- i centri decisionali, di controllo ed esecutivi da istituire nell'azienda;
- l"autorità e le responsabilità da attribuire a ciascuno di essi;
- la struttura formale dei rapporti tra i vari centri e dei compiti;
- le procedure di decisione, di informazione e di esecuzione necessarie per l'ordinato svolgimento della gestione;
- la politica delle ricompense e gli altri provvedimenti adottati dal management per influenzare il comportamento dei dipendenti e indirizzarlo verso determinati obiettivi.

La struttura organizzativa corrisponde a tutto ciò che nell'organizzazione appartiene alla rete di relazioni interne tra le sue singole componenti, ossia:

- le relazioni tra la componente personale e quella materiale dell'organizzazione;
- il sistema dei ruoli e dei livelli decisionali;
- la distribuzione delle autorità e delle responsabilità.

Oltre all'organizzazione delle risorse umane e necessaria anche una efficace ed efficiente gestione delle spese. Infatti, attualmente, il capitale umano è un elemento centrale per determinare il successo di ogni attività aziendale e pertanto deve essere alimentato e "cresciuto" con cura all'interno dell'organizzazione. La gestione delle risorse umane si articola in diverse fasi e comprende molteplici attività come:

- la programmazione delle risorse umane necessarie (che associa quantitativamente, qualitativamente e temporalmente alle attività in essere e future le risorse umane necessarie);
- il reclutamento (che tiene conto delle caratteristiche, delle capacità, delle conoscenze professionali e dell'esperienza del fattore umano);
- la selezione (l'insieme di procedure per individuare tra il personale disponibile all'assunzione quello più idoneo);
- la formazione (attività continua che permette di mantenere e migliorare il livello professionale e umano);
- la programmazione dei percorsi di carriera (affinché le risorse umane siano adeguatamente integrate nelle relative attività aziendali) e organizzativa (evidenziando le posizioni necessarie alla sopravvivenza dell'azienda, le posizioni che si possono gestire in caso di risorse umane disponibili, le posizioni che si potrebbero gestire disponendo di risorse superiori a quelle disponibili).

La figura successiva mette in evidenza le attività che vengono svolte all'interno della gestione delle risorse umane.

Attività		Dettagli
Conduzione del personale	⇨	Problemi di organizzazione, coordinamento e motivazione
Programmazione del personale	⇨	Reclutamento, selezione, addestramento, valutazione e sviluppo
Amministrazione del personale	⇨	Paghe, contributi, fondo d'indennità e licenziamento, libri obbligatori, norme sulla sicurezza, ecc.
Relazioni industriali	⇨	Rapporti con le rappresentanze sindacali interne e territoriali
Fornitura dei servizi per il personale	⇨	Vitto, alloggio, trasporti

Fig. 5 - Gestione delle risorse umane – Attività

Amministrazione

L'amministrazione indica, in senso stretto, una specifica attività aziendale (e la funzione aziendale che se ne occupa) e si occupa di tutto ciò che riguarda

la contabilità e i relativi adempimenti per lo più di natura economica, sui fatti della gestione aziendale, al fine di costituire la memoria dell'organizzazione.

Pertanto, l'attività amministrativa svolta nei cantieri con un proprio ufficio amministrativo si occupa di gestire le attività contabili e la rendicontazione delle spese sia a supporto della gestione dei progetti sia per quanto riguarda le informazioni economico finanziarie di propria pertinenza al trasferimento di esse alla sede dell'azienda per il loro inserimento nel contesto più ampio della contabilità generale aziendale (Co.Ge.);

Le informazioni economico finanziarie sono costituite dall'insieme di dati contabili ed extracontabili raggruppati in modo omogeneo che devono essere elaborati in modo organizzato, riclassificati in base alle esigenze aziendali e/o agli obblighi di legge e controllati.

Con riferimento alle informazioni contabili le attività che fanno capo alla funzione amministrativa sono:

- la rilevazione dei dati di natura contabile;
- la gestione delle procedure amministrativo-contabile;
- la produzione di informazioni economico-finanziarie;
- il controllo continuo degli output di ogni singola fase precedente.

Gli strumenti utilizzati nella funzione amministrativa sono:

- i sistemi di rilevazione dei fatti aziendali;
- la contabilità generale;
- il bilancio di esercizio.

Le informazioni rilevate ed elaborate nel corso dell'attività di amministrazione costituiscono un input per le decisioni manageriali.

Compito, dell'ufficio amministrativo di cantiere, come abbiamo visto, è quello di registrare tutti i fatti amministrativi intercorsi tra il cantiere e l'ambiente esterno. Queste registrazioni rivestono tre aspetti: la ''Contabilità Generale (Co.Ge.)'', la ''Contabilità analitica'' la ''Contabilità industriale''.

Contabilità Generale (Co.Ge.)

I dati rilevati per la ''Contabilità generale'' sono solo quelli accertati (documentati secondo rigide regole formali), sono sintetici e sono storici (fatti avvenuti).

Contabilità analitica

Dettaglia i soli dati di contabilità generale con indicazione della tipologia del costo e della destinazione.

Contabilità industriale (Co.In.)

Questo tipo di contabilità registra solo fatti di gestione interna. I dati rilevati possono essere analitici, riclassificando costi e ricavi rilevati dalla contabilità generale, possono derivare da previsioni o essere predeterminati, sono attuali (anche perché non si aspetta l'accertamento della contabilità generale).

La differenziazione segnalata è molto importante, perché come abbiamo evidenziato la contabilità generale registra operazioni che intercorrono tra azienda ed esterno; non mantiene alcuna traccia dell'utilizzo a cui vengono indirizzati , ad esempio, le materie prime, i beni, i servizi acquistati. La classica rilevazione di fatti di questo tipo (fattura fornitore o fattura passiva) prevede: una riga fornitore, una riga IVA, una riga materiali, o beni, o servizi. Non è sua competenza sapere a chi sono andati quei materiali, o beni o servizi, né come sono stati utilizzati.

Qui entra in gioco la contabilità analitica la cui funzione primaria è quella di dettagliare maggiormente quanto registrato con la contabilità generale, con l'indicazione della destinazione.

Rilevare i costi secondo destinazione rappresenta la fondamentale differenza (ma è più giusto dire integrazione) con la contabilità generale, che

rileva invece solo per natura. Oggi la tecnica di rilevazione analitica è ampiamente consolidata e strettamente interconnessa con la contabilità generale, anche a livello di sistema informativo.

Ma in questo passo avanti nella gestione aziendale manca ancora un tassello fondamentale, la tempestività.

Conoscere in dettaglio i costi da addebitare ad una unità produttiva, o macchina, o centro di lavoro, è utile, per il futuro, ad esempio per il prossimo budget, ma non serve alla gestione quotidiana, se tali informazioni non sono sufficientemente attuali.

Il problema della contabilità analitica, diretta emanazione della generale, è che non fornisce alcuna informazione finché il fatto non è accertato.

In altri termini: per la gestione interna sono più utili dati approssimati e tempestivi piuttosto che dati esatti avuti con ritardo. Il ritardo può impedire di correggere in tempo una situazione interna non favorevole provocando seri danni all'azienda nel suo complesso.

Qui entra in gioco la contabilità industriale, che, pur acquisendo tutta la massa possibile di informazioni dalla contabilità analitica e generale, ne crea e gestisce di proprie, approssimate, ma tempestive, quindi effettivamente utili alla gestione interna.

Applicazione e controllo dei sistemi di sicurezza

Il D. Lgs. 81/2008 e ss. mm. e ii. riunisce in un unico testo le norme esistenti in materia di sicurezza e salute sui luoghi di lavoro. Tale decreto si occupa della tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori sui luoghi di lavoro e si applica:

• Alla persona sotto ogni aspetto: salute, sicurezza, dignità, tenendo conto della provenienza geografica e del genere;

• Al lavoro, in qualunque forma svolto, in tutti i settori, sia pubblici che privati, cui siano adibiti lavoratori dipendenti o ad essi equiparati. Riconosce il principio dell'effettività della tutela: diritto di tutti coloro che operano negli ambienti di lavoro, qualunque sia il rapporto o contratto di lavoro.

Ciò implica altresì un'effettività di doveri e l'esercizio di fatto dei poteri direttivi, esercizio che stabilisce che le posizioni di garanzia relative ai soggetti (D.Lgs. 81/08 art. 2, c. 1 lett. b), d), e) gravano su colui il quale, pur sprovvisto di regolare investitura, eserciti in concreto i poteri giuridici riferiti a Datore di Lavoro (DL), Dirigenti e Preposti (D.

Lgs. 81/2008 art. 299).

In questa sede si vuole dare solo un orientamento al problema mettendo in evidenza la strutture del servizio di sicurezza e i ruoli svolti dai singoli preposti.

Definizione e principali obblighi del datore di lavoro/dirigente

(dal D. Lgs. 81/2008 artt. 2 e 18)

Il Datore di Lavoro (DL) (il titolare del rapporto di lavoro con il lavoratore o il soggetto che ha la responsabilità dell'organizzazione o dell'unità produttiva in quanto esercita i poteri decisionali e di spesa. Nelle Pubbliche Amministrazioni è il Dirigente al quale spettano i poteri di gestione, ovvero il funzionario non avente qualifica dirigenziale nei soli casi nei quali sia preposto a un ufficio avente autonomia gestionale, individuato dall'organo di vertice della singola amministrazione, e dotato di poteri decisionali e di spesa. In caso di omessa individuazione o di individuazione non conforme ai criteri sopra indicati, il DL coincide con l'organo di vertice medesimo) deve:

• nominare il Medico Competente;
• designare preventivamente i lavoratori incaricati dell'attuazione delle misure di prevenzione incendi e lotta antincendio, di evacuazione dai luoghi di lavoro in caso di pericolo grave ed immediato, di salvataggio di primo soccorso e, comunque, di gestione dell'emergenza;
• nell'affidare i compiti ai lavoratori, tenere conto delle capacità e delle condizioni degli stessi in rapporto alla loro salute e alla sicurezza;

- fornire ai lavoratori i necessari e idonei dispositivi di protezione individuale;
- prendere misure appropriate affinché solo i lavoratori che abbiano ricevuto breve dispensa informativa in materia di salute e sicurezza sul lavoro, documento interno redatto ai fini della prova di cui all'avviso D.D.A. rep. n. 1861 prot. n. 32625 del 27/11/12 adeguate istruzioni e specifico addestramento accedano alle zone che li espongono ad un rischio grave e specifico;
- richiedere l'osservanza, da parte di tutti i lavoratori, delle norme vigenti e di tutte le disposizioni aziendali in materia di sicurezza, di igiene del lavoro e di uso dei Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) e dei Dispositivi di Protezione Collettiva (DPC) messi a loro disposizione;
- inviare i lavoratori alla visita medica entro le scadenze della Sorveglianza Sanitaria Obbligatoria (SSO);
- adempiere agli obblighi di informazione, formazione, addestramento;
- adottare le misure necessarie ai fini della prevenzione incendi e dell'evacuazione dei luoghi di lavoro;
- consegnare al Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza (RLS), su richiesta di questi e per l'espletamento delle sue funzioni, copia del DVR (art. 17 e art. 53);
- nelle azienda con più di 15 lavoratori, indire, direttamente o tramite il SPP, una riunione con cadenza minima annuale;
- aggiorna le misure di prevenzione in relazione ai mutamenti organizzativi e produttivi che hanno rilevanza ai fini della sicurezza;
- fornire al servizio di Prevenzione e protezione ed al medico competente informazioni in merito a:
  - natura dei rischi
  - organizzazione del lavoro, programmazione e attuazione delle misure
  - preventive e protettive
  - descrizione degli impianti e dei processi produttivi
  - i dati relativi alle malattie professionali
  - provvedimenti adottati da organi di vigilanza.
  - breve dispensa informativa in materia di salute e sicurezza sul lavoro documento interno redatto ai fini della prova di cui all'avviso D.D.A. rep. n. 1861 prot. n. 32625 del 27/11/12.

Definizione e principali obblighi del preposto (dal D. Lgs. 81/2008 artt. 2 e 19)

Il preposto (persona che in ragione delle competenze professionali e nei limiti dei poteri gerarchici e funzionali adeguati alla natura dell'incarico conferitogli, sovrintende all'attività lavorativa e garantisce l'attuazione delle direttive ricevute, controllandone la corretta esecuzione da parte dei lavoratori ed esercitando un funzionale potere di iniziativa), è tenuto a:

- sovrintendere e vigilare sulla osservanza da parte dei singoli lavoratori dei loro obblighi di legge, nonché delle disposizioni aziendali in materia di salute e sicurezza sul lavoro, sull'uso dei mezzi di protezione collettivi e dei dispositivi di protezione individuale messi a loro disposizione e, in caso di inosservanza informare i loro superiori diretti;
- verificare che soltanto i lavoratori che hanno ricevuto adeguate istruzioni accedano alle zone che li espongono ad un rischio grave e specifico;
- richiedere l'osservanza delle misure per il controllo delle situazioni di rischio in caso di emergenza;
- informare il più presto possibile i lavoratori esposti al rischio di un pericolo grave ed immediato;
- astenersi dal richiedere ai lavoratori di riprendere la loro attività in una situazione di lavoro in cui persista un pericolo grave ed immediato;
- segnalare tempestivamente al datore di lavoro o al dirigente sia le deficienze dei mezzi e delle attrezzature che dei dispositivi di protezione;
- frequentare gli appositi corsi di formazione.

Definizione e principali obblighi dei lavoratori e soggetti equiparati (dal D. Lgs. 81/2008 artt. 2 e 20)

I lavoratori (persone che indipendentemente dalla tipologia contrattuale svolgono attività lavorativa nell'ambito di un'organizzazione di un datore di lavoro pubblico o privato, con o senza retribuzione, anche al solo fine di apprendere un mestiere, arte, professione, equiparati ai lavoratori) si prendono cura della propria salute e sicurezza e di quella della altre persone presenti sul luogo di lavoro pertanto:

- osservano le disposizioni e istruzioni impartite dal datore di lavoro, dirigenti e preposti in merito alla protezione collettiva ed individuale;
- utilizzano correttamente macchinari, attrezzature, sostanze, preparati pericolosi, mezzi di trasporto e dispositivi di sicurezza;
- utilizzano in modo appropriato i D.P.I. (dispositivi di protezione individuale, quali cuffie, guanti, maschere, scarpe, ecc.);
- breve dispensa informativa in materia di salute e sicurezza sul lavoro documento interno redatto ai fini della prova di cui all'avviso D.D.A. rep. n. 1861 prot. n. 32625 del 27/11/12
- segnalano immediatamente al datore di lavoro, dirigente o preposto le deficienze delle apparecchiature, dei DPI e condizioni di pericolo, si adoperano per eliminare o ridurre situazioni di pericolo grave e incombente dandone notizia al RLS;
- non rimuovono o modificano senza autorizzazione i dispositivi di sicurezza;
- non compiono di propria iniziativa operazioni non di loro competenza che possono compromettere la sicurezza propria e di altri lavoratori;
- partecipano ai programmi di formazione e addestramento organizzati dal DL;
- si sottopongono ai controlli sanitari se sono previsti dal D. Lgs. 81/08 o disposti dal Medico Competente (MC).

I lavoratori che svolgono attività in regime di appalto o subappalto devono esporre la tessera di riconoscimento corredata di foto, dati anagrafici e nome del DL. Tale obbligo grava anche in capo ai lavoratori autonomi che esercitano attività nel medesimo luogo.

Definizione, struttura e compiti del servizio di prevenzione e protezione (dal D. Lgs. 81/2008 artt. 2, 31, 32, 33)

Il Servizio di Prevenzione e Protezione (SPP) dai rischi è l'insieme delle persone, sistemi e mezzi esterni o interni all'azienda, finalizzati all'attività di prevenzione e protezione dai rischi professionali per i lavoratori. Il SPP è organizzato dal DL, gli addetti ed i responsabili del SPP devono possedere le capacità e i requisiti professionali richiesti dalla legge (e frequentare i corsi di formazione previsti), essere in numero sufficiente rispetto alle caratteristiche dell'azienda e disporre di mezzi e tempi adeguati per lo svolgimento dei compiti loro assegnati. Il SPP deve:

- individuare i fattori di rischio, valutare i rischi e individuare le misure per la sicurezza e la salubrità degli ambienti di lavoro, nel rispetto della normativa vigente;
- elaborare, per quanto di propria competenza, le misure preventive e protettive previste dal documento di valutazione dei rischi;
- elaborare le procedure di sicurezza per le varie attività aziendali;
- proporre programmi di informazione e formazione dei lavoratori;
- partecipare alle consultazioni in materia di salute e sicurezza sul lavoro, nonché alla riunione periodica;
- fornire le informazioni dovute ai lavoratori.

Definizione e compiti del responsabile del servizio di protezione e prevenzione (dal D. Lgs. 81/2008 artt. 2, 31, 32, 33)

Il responsabile del servizio di prevenzione e protezione (RSPP) è una persona in possesso delle capacità e dei requisiti professionali individuati dalla legge e adeguati alla natura dei rischi presenti sul luogo di lavoro e relativi alle attività lavorative. Il RSPP viene designato dal DL per coordinare il Servizio

di Prevenzione e Protezione dai Rischi e per assicurare l'adempimento dei compiti dello stesso SPP.

Definizione e compiti del rappresentante dei lavoratori per la sicurezza (dal D. Lgs. 81/2008 artt. 2, 47, 50)

Il Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza (RSL) è una persona eletta o designata per rappresentare i lavoratori per quanto concerne gli aspetti della salute e breve dispensa informativa in materia di salute e sicurezza sul lavoro 9 documento interno redatto ai fini della prova di cui all'avviso D.D.A. rep. n. 1861 prot. n. 32625 del 27/11/12 della sicurezza durante il lavoro; in sede di contrattazione collettiva se ne stabiliscono tempo, strumenti per esercitare i compiti, il numero e le modalità di designazione. In ogni caso il numero minimo è: 1 rappresentante fino a 200 lavoratori, 3 rappresentanti da 201 a 1000 lavoratori, 6 rappresentanti oltre i 1000 lavoratori. Nel computo del numero dei lavoratori non sono conteggiati gli studenti, ai sensi dell'art. 4, comma 1, lettera c del D. Lgs. 81/2008. Le sue attribuzioni sono:

- accedere ai luoghi in cui si svolgono le attività;
- essere consultato preventivamente e tempestivamente in ordine alla valutazione dei rischi, individuazione, programmazione, realizzazione e verifica della prevenzione;
- essere consultato sulla designazione del responsabile e degli addetti a: servizio di prevenzione e protezione, prevenzione incendi, pronto soccorso ed evacuazione dei lavoratori e del medico competente;
- essere consultato in merito alla organizzazione della formazione dei lavoratori incaricati all'attività di lotta antincendio, pronto soccorso ed evacuazione;
- ricevere le informazioni e la documentazione legata alla valutazione dei rischi e le relative misure di prevenzione nonché quelle inerenti le sostanze e preparati pericolosi, le macchine, gli impianti, l'organizzazione e gli ambienti di lavoro, gli infortuni e le malattie professionali;
- ricevere le informazioni provenienti dai servizi di vigilanza;
- ricevere una formazione adeguata;
- promuovere l'elaborazione, individuazione e attuazione delle misure di prevenzione idonee a tutelare la salute e l'integrità fisica dei lavoratori;
- formulare osservazioni in occasione di visite e verifiche effettuate dalle autorità competenti, dalle quali è, di norma, sentito;
- partecipare alla riunione periodica;
- avvertire il responsabile d'azienda dei rischi individuati nel corso della sua attività;
- fare ricorso alle autorità competenti qualora ritenga che le misure di prevenzione e protezione adottate non siano idonee a garantire la sicurezza e la salute durante il lavoro.

Gestione della qualità

I sistemi di gestione della qualità sono stati introdotti di recente all'interno delle realtà produttive per il conseguimento, il mantenimento e il controllo degli standard qualitativi programmati dalla politica della qualità dell'azienda produttrice o richiesti dal committente. Un reale impegno per la qualità del prodotto e del servizio trasforma la cultura aziendale perché, conseguentemente, i dipendenti comprendono e si uniformano alla richiesta di miglioramento continuo.

Il sistema qualità standardizzato il funzione della normativa ISO 9001:2008 si basa su otto principi di gestione della qualità:

- Focalizzazione sul cliente
- Leadership
- Coinvolgimento delle persone
- Approccio al processo

- Approccio al sistema
- Miglioramento continuo
- Decisionalità basata sui fatti
- Relazioni con i fornitori reciprocamente proficue

Un sistema di gestione della qualità mira a che le organizzazioni sviluppino e migliorino la performance. La certificazione ISO 9001:2008 permette di dimostrare alti livelli di qualità del servizio quando ci si candida per l'affidamento di un contratto ed un certificato ISO 9001:2008 valido mostra che l'organizzazione segue principi di gestione della qualità riconosciuti a livello internazionale.

In genere l'intero processo di certificazione conseguente la valutazione delle lacune rispetto allo standard QMS ISO 9001 per identificare la preparazione dell'organizzazione viene affidato a società specializzate che devono essere in grado di soddisfare le necessità legate alla qualità e che offrono anche corsi per tutti i livelli di abilità e consapevolezza.

Collaudi

Il termine collaudo nell'ambito dell'ingegneria, si riferisce ad una serie di operazioni messe in atto al fine di verificare il corretto funzionamento di un'opera di prima che questa venga destinata all'utilizzo.

Le operazioni di collaudo differiscono a seconda dell'opera da collaudare (che può essere ad esempio un edificio, un veicolo, una sonda spaziale, un impianto chimico o un circuito elettronico). In genere durante il collaudo si misura la risposta dell'opera progettata a delle condizioni che sono identiche o maggiorate o che simulano le condizioni reali alle quali si prevede che l'opera sarà sottoposta durante il suo funzionamento.

Nel campo delle costruzioni vi sono tre principali tipologie di collaudo alle quali le opere vengono sottoposte: collaudo in corso d'opera, collaudo definitivo e collaudo statico

Collaudo in corso d'opera

Il collaudo in corso d'opera ha l'obiettivo principale di verificare e certificare i lavori nel corso della loro esecuzione, al fine di consentire alla Stazione appaltante il dovuto controllo sull'andamento dei lavori e soprattutto di verificare quelle lavorazioni che non risultano più ispezionabili a lavori ultimati.

Collaudo finale

Si tratta del collaudo per antonomasia. Prima di rilasciare il prodotto finito per la consegna al cliente, si valuta che esso abbia le caratteristiche in termini di funzioni e prestazioni prestabilite (capitolato, disegno, norma, scheda tecnica, ecc). Può essere svolto sulla totalità dei pezzi (100%) oppure mediante campionamento per ogni lotto oppure a campione su lotti diversi. Nella produzione di macchine o attrezzature è tipico (oppure imposto dalle direttive applicabili) che il collaudo sia per ciascun esemplare (matricola).

Collaudo statico

Nel caso di strutture portanti di edifici o infrastrutture, viene svolto il cosiddetto collaudo statico, in cui si possono effettuare delle prove di carico, che hanno lo scopo di verificare la stabilità strutturale dell'opera costruita.

In Italia l'obbligatorietà del collaudo statico è regolamentata dalla Legge n.1086 del 5/11/1971.

Il collaudo statico è una parte del collaudo generale tecnico amministrativo dell'opera e riguarda il giudizio sul comportamento e le prestazioni delle parti strutturali dell'opera che svolgono funzione portante.

Esso si rende necessario per tutte le costruzioni in conglomerato cementizio e metalliche e a tutte le parti strutturali delle opere che svolgono funzione portante e che interessano la sicurezza dell'opera medesima e di conseguenza la pubblica incolumità, indipendentemente dal sistema costruttivo e dal materiale impiegato.

Il collaudo statico di un edificio consiste in un attento e scrupoloso controllo della struttura con particolare attenzione agli elementi costitutivi di maggiore rilevanza dal punto di vista statico e da una verifica della struttura nel suo comportamento di insieme. È facoltà del collaudatore in relazione alla propria esperienza ed alla tipologia dell'opera, utilizzare tutti i mezzi di indagine ritenuti più opportuni a formarsi il convincimento della collaudabilità statica dell'opera stessa. Fermo restando quanto detto, la legislazione vigente fissa per il collaudatore degli obblighi formali e sostanziali, in relazione alle verifiche da svolgersi (art. 67 del DPR 380/01).

L'esecuzione dei collaudi è un onere dell'impresa che ha un peso notevole sui costi di cantiere e devono essere tenuti in conto nella formulazione dell'offerta, sia per gli aspetti diretti che per quelli indotti come ad esempio il rallentamento o il fermo dei lavori.

4. FINALITA' DEL CRONOPROGRAMMA

La elaborazione del cronoprogramma, in genere a cura della impresa appaltatrice, obbliga questa a rispettare i tempi parziali e complessivi in esso esposti con l'obiettivo di conciliare i termini contrattuali concordati tra impresa appaltatrice e committente con le attese economiche dell'imprenditore. Le finalità del cronoprogramma sono diverse, ma in pratica sono tre quelle a cui si deve rivolgere maggiore attenzione: contrattuale, operativa, economica.

Cronoprogramma contrattuale

Il cronoprogramma viene assunto come impegno contrattuale da parte dell'impresa affidataria dell'esecuzione dell'opera. È compito del direttore operativo (Direzione dei lavori) curare l'aggiornamento del cronoprogramma generale e particolareggiato e segnalare al direttore dei lavori eventuali difformità. Pertanto, il cronoprogramma, obbliga l'impresa appaltatrice a rispettare i tempi parziali e complessivi in esso esposti con l'obiettivo di conciliare i termini contrattuali concordati tra essa impresa appaltatrice e il committente con le proprie attese economiche.

Cronoprogramma operativo

Operativamente il cronoprogramma consente il controllo di una serie di fenomeni: tra questi i principali sono:

- Tempistica delle lavorazioni
- Concomitanza delle lavorazioni
- Ottimizzazione degli approvvigionamenti delle risorse.

Tempistica delle lavorazioni

Ai fini di un efficace controllo, vengono redatti più cronoprogramma, uno previsionale (budget) e gli altri a consuntivo periodico che messi a costante confronto evidenziano le discordanze temporali tra i due tipi, notificando la necessità di adozione di misure atte a rimettere in carreggiata, nei tempi concordati, la produzione.

La differenza delle tempistiche tra i due elaborati si riscontra spesso nelle lavorazioni inconsuete per l'impresa, la quale deve ipotizzare una tempistica su basi teoriche o per indicazioni date da terze parti. Fatto sta che a quel prezzo con quella tempistica i costi di produzione non consentono slittamenti, e pertanto è indispensabile mettere in campo tutte le capacità dell'impresa per rientrare nei tempi. In mancanza si va incontro ad una perdita parziale certa, scaturita in genere dal non aver saputo valutare l'incidenza della risorsa manodopera.

Concomitanza delle lavorazioni

Un altro aspetto operativo molto importante del cronoprogramma è quello legato alla salvaguardia della salute e della sicurezza dei lavoratori (D.lgs 494/96 – attuazione direttiva 92/57/Cee concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili) soprattutto per quello che riguarda le concomitanze.

Queste rappresentano quegli eventi lavorativi che per esigenze soprattutto di gestione delle risorse, per quanto inauspicabili, vengono a manifestarsi nello stesso luogo e nello stesso tempo e che vengono rilevate dalla semplice lettura del cronoprogramma. A questo aspetto verrà dedicato più spazio nel paragrafo dedicato alle concomitanze.

Ottimizzazione dell'approvvigionamento delle risorse

Un cronoprogramma ben progettato è di ausilio alla ottimizzazione dei costi per l'impiego delle risorse:

- manodopera
- materiali
- mezzi d'opera
- trasporti

Una prima indicazione in merito alla gestione delle risorse è stata data nei paragrafi dedicati alla logistica e agli approvvigionamenti, in questa sede si vuole dare un maggior riscontro per quanto attiene la tempistica previsionale.

Manodopera

In genere il problema non si pone per il personale non qualificato che è facilmente reperibile e immediatamente utilizzabile. La difficoltà risulta evidente quando è necessario assumere personale con particolari qualifiche, dal tecnico specializzato in particolari lavorazioni a quello destinato alla conduzione di particolari attrezzature, al capocantiere o direttore di cantiere specializzati in quel tipo di opera.

E' in questa fase che si fa la prima distinzione di lavorazioni da fare in proprio e lavorazioni da affidare in subappalto.

In genere, quando non disponibile da altri cantieri, si predilige l'assume del personale che è adatto al tipo di specializzazione dell'impresa e che può essere utilizzato su più insediamenti aziendali. In seconda battuta si procede all'assunzione del personale con qualifiche per lavorazioni specializzate che non rientrano nel ''core business'' dell'impresa, ma che hanno una durata tale da giustificare l'assunzione di quel personale (tra l'altro se disponibile).

In caso di prestazioni di breve durata si preferisce affidare quella lavorazione in subappalto (negli appalti di opere pubbliche vi sono limiti all'affidamento dei lavori in subappalto).

Materiali

Con un cronoprogramma alla mano si semplificano le operazioni di ordinativi per acquisto merce, sapendo in precedenza la tipologia, l'epoca e il luogo di utilizzo. Lo si immagini per un'impresa che ha in funzione contemporaneamente più cantieri. Si ha la libertà di ordinare merci tenendo conto di più fattori oltre quello temporale. In periodi di particolari contingenze, per esempio quando il prezzo sale, è conveniente ordinare oggi a prezzo prefissato per una necessità che avrò fra tre mesi, oppure con prezzi in discesa (abitualmente sinonimo di abbondanza di merce) ordinare il giorno primo per il giorno dopo, e così via.

Soprattutto per i semilavorati le imprese si pongono l'obiettivo o di produrre o di commercializzare quanto più possibile all'interno dell'azienda stessa. Imprese di grandi dimensioni specializzate in lavori autostradali o in edilizia industrializzata, spesso hanno partecipazioni in stabilimenti di prefabbricazione, o in agenzie di commercializzazione di materiali edili.

Mezzi d'opera

Anche per i mezzi d'opera la conoscenza della durata e l'epoca di impiego dà la possibilità di scelta tra il noleggio e l'acquisto, e con tempo a disposizione rispetto a all'epoca di impiego si può visionare un mercato ampio in estensione e abbondante in quantità, tale da offrire la possibilità di acquistare macchinari in buono stato d'uso che in funzione della durata di impiego richiesta potrebbe costare addirittura al di sotto del nolo. Il vantaggio a volte non si manifesta nel cantiere in corso, ma in quelli successivi, quando l'ammortamento del cespite è risibile. A proposito dei mezzi d'opera, molte imprese nel formulare il prezzo d'appalto non tengono conto del costo di ammortamento del cespite di loro proprietà in quanto già fiscalmente ammortizzato. Anche per i mezzi d'opera

alcune imprese ad alta specializzazione tendono o a costruire in proprio i propri macchinari o ad acquisire partecipazioni in stabilimenti di produzione. Io stesso ho lavorato in una grande impresa di trivellazioni che era proprietaria di uno stabilimento di produzione di trivelle e grossi macchinari di perforazione.

Trasporti

La possibilità di organizzare per tempo un trasporto magari di tipo eccezionale rende l'operazione mediamente più vantaggiosa, e quando l'impresa è così grande perché precludere la possibilità di utilizzare mezzi in proprio magari fondando o partecipando un'impresa di trasporti in proprio?

Le imprese che cercano di fare quanto più possibile in proprio, sono state spesso criticate da quegli esperti di finanza aziendale che hanno cercato o cercano di spostare il core business della società dal contesto industriale a quello finanziario, magari utilizzando i fondi venuti dall'attività industriale dalla quale vogliono allontanarsi. Per questo motivo, molte imprese si sono improvvisate ''general contractor'' affidando il complesso dei lavori a terzi e mantenendo, a loro dire, la sola capacità progettuale all'interno dell'azienda. Nel tempo, persa la capacità del fare, di programmare e organizzare le risorse proprie, e l'intervenuta incapacità progettuale derivante dalla mancata applicazione in proprio di questa presunta progettualità, le imprese sono destinate al fallimento in quanto incapaci di fare. Diventano schiave da una parte di chi appalta il lavoro al prezzo più basso possibile, dall'altra di chi esegue il lavoro al prezzo più alto possibile che certamente non dà all'appaltatore nessun margine, avendo egli stesso praticato al committente un prezzo che il suo stesso subappaltatore non sarebbe, a volte, anche senza alcuno sconto, in grado di praticare.

Gestione economico finanziaria

Un cronoprogramma è un buon cronoprogramma se i dati forniti sono completi e formulati in modo corretto.

Partendo da questo presupposto, il cronoprogramma è alla base del business plan, quel documento che sintetizza i contenuti e le caratteristiche di un progetto imprenditoriale che viene utilizzato sia per la pianificazione e gestione aziendale che per la comunicazione esterna, in particolare verso potenziali finanziatori o investitori a cui l'impresa si rivolge.

Quindi il documento se ben fatto non è solo quel foglio quadrettato con le barre da consegnare al committente, ma utilizzato per i fini già enumerati è anche il documento di riferimento per la documentazione da produrre ad una banca per ottenere un démarrage, quel contratto bancario con il quale una banca corrisponde al cliente, una somma in denaro o costituisce una disponibilità in conto corrente per consentirgli l'avvio della costruzione, con la restituzione della somma in percentuale sugli importi degli stati di avanzamento dei lavori (SAL).

5. IL CRONOPROGRAMMA NELLA NORMATIVA DEI LAVORI PUBBLICI

Di recente (per recente in questo testo si intende un'epoca che rispetto alla costituzione della Repubblica Italiana è abbastanza vicina a noi) sono state introdotte regole che impongono la redazione di un cronoprogramma per l'esecuzione di opere pubbliche.

In particolare Il DPR 5 ottobre 2010 n.207 (Regolamento di esecuzione del Codice dei contratti pubblici) stabilisce:

All'art. Art. 33 (ex art.35 DPR 554/99) che sono componenti del progetto esecutivo:

- Il quadro di incidenza della manodopera (Lettera f) (ex art.35 lettera f) DPR 554/99)
- il cronoprogramma (Lettera h) (ex art.35 lettera h) DPR 554/99).

All'art. 40 comma 3 (ex art. 42 comma 3 DPR 554/99) che nel calcolo del tempo contrattuale deve tenersi conto della prevedibile incidenza dei giorni di andamento stagionale sfavorevole.

All'art. 137 - comma 1 lettera f) (ex art. 110 lettera f) DPR 554/99) che il cronoprogramma è parte integrante del contratto.

La determinazione n° 37/2000 del 26 luglio 2000 dell'Autorità per la Vigilanza sui Lavori Pubblici (G.U.n° 221 del 21 settembre 2000), ai sensi del DPR n°554/99 specifica le linee guida per la determinazione dell'incidenza della manodopera .

il calcolo dell'incidenza percentuale della quantità di manodopera (%IMO) avviene rapportando per ogni singola lavorazione il costo della manodopera (MO) al prezzo unitario (P) della stessa lavorazione: %IMO = MO/P

dove

MO = P – (U+Sg+S+M+N+T)

MO = Costo della manodopera

P = Prezzo di applicazione

U = Utile

Sg = Spese generali dell'impresa

S = Spese per la sicurezza

M= Costo dei materiali

N = Costo dei noli

T = Costo dei trasporti

Di seguito è inserita la tabella che la determinazione pone ad esempio del calcolo di incidenza della mano d'opera.

CALCOLO DELL'INCIDENZA PERCENTUALE DELLA QUANTITA' DI MANO D'OPERA PER CATEGORIA DI LAVORAZIONE E DELL'INDICE DELLA SICUREZZA

N° PROGRESSIVO	COSTO DI COSTRUZIONE				SPESE GENERALI ED UTILI		SICUREZZA	MATERIALI			NOLI E TRASPORTI						MANO D'OPERA	
	Rif. Elenco Prezzi Unitari	Prezzo di applicazione	Quantità	Prezzo per quantità	Utili	Spese generali	Spese della sicurezza	Materiali	Quantità	Prezzo per quantità	Noli	Quantità	Prezzo per quantità	Trasporti	Quantità	Prezzo per quantità	Costo della mano d'opera	Incidenza percentuale della quantità di mano d'opera
		P	Q	PQ=P*Q	QU=Q*(P-P/1,10)	QSG=Q(P-U)/1,14	QS=Q[(P-U-SG)-(P-U-SG)/(1+IS)]	M	Q	MQ	N	Q	NQ	T	Q	TQ	MOQ	MOQ/PQ
1	Art.23	295.000	1.150	339.250.000	30.840.909	37.874.801	9.883.864	167.106	1.150	192.171.900	4.977	1.150	5.723.291	-	1.150	-	62.755.235	18,50%
2	Art.45	56.900	12.500	711.250.000	64.659.091	79.405.901	20.721.882	-	12.500	-	12.690	12.500	158.619.888	-	12.500	-	387.843.239	54,53%
3	Art.152	71.200	2.837	201.994.400	18.363.127	22.551.209	5.884.997	17.260	2.837	48.966.620	8.455	2.837	23.985.601	-	2.837	-	82.242.846	40,72%
4	Art.123	27.850	451	12.560.350	1.141.850	1.402.272	365.939	12.540	451	5.655.540	4.254	451	1.918.554	-	451	-	2.076.195	16,53%
5	Art.143	132.560	1.983	262.866.480	23.896.953	29.347.135	7.658.472	59.515	1.983	118.018.245	21.100	1.983	41.841.300	-	1.983	-	42.104.375	16,02%
6	Art.75	1.421.530	555	788.949.150	71.722.650	88.080.447	22.985.604	526.000	555	291.930.000	156.325	555	86.760.375	-	555	-	227.470.073	28,83%
7	Art.52	522.480	83	43.365.840	3.942.349	4.841.481	1.263.440	225.123	83	18.685.209	82.487	83	6.846.421	-	83	-	7.786.939	17,96%
8	Art.55	2.410	1.232	2.969.120	269.920	331.481	86.504		1.232	-	23	1.232	28.336	950	1.232	1.170.400	1.082.480	36,46%
9	Art.42	127.570	101	12.884.570	1.171.325	1.438.469	375.385	68.240	101	6.892.240	10.255	101	1.035.755	-	101	-	1.971.397	15,30%
10	Art.61	13.240	354	4.686.960	426.087	523.265	136.552	6.625	354	2.345.250	1.216	354	430.464	-	354	-	825.342	17,61%
11	Art.28	5.480	551	3.019.480	274.498	337.103	87.971	2.285	551	1.259.035	810	551	446.310	-	551	-	614.563	20,35%
12	Art.41	22.660	863	19.555.580	1.777.780	2.183.239	569.741	2.743	863	2.367.209	2.584	863	2.229.992	1.920	863	1.656.960	8.770.659	44,85%
13	Art.54	85.690	9.876	846.274.440	76.934.040	94.480.400	24.655.745		9.876	-	3.587	9.876	35.425.212	15.200	9.876	150.115.200	464.663.843	54,91%
14	Art.73	111.260	6.213	691.258.380	62.841.671	77.173.982	20.139.437	42.540	6.213	264.301.020	9.563	6.213	59.414.919	-	6.213	-	207.387.351	30,00%
15	Art.11	289.550	757	219.189.350	19.926.305	24.470.900	6.385.962	146.463	757	110.872.491	25.478	757	19.286.846	-	757	-	38.246.846	17,45%
16	Art.21	45.360	4.846	219.814.560	19.983.142	24.540.700	6.404.178	17.825	4.846	86.379.950	1.580	4.846	7.656.680	-	4.846	-	74.849.910	34,05%
17	Art.54	57.890	7.555	437.358.950	39.759.905	48.827.953	12.742.215	30.122	7.555	227.571.710	1.250	7.555	9.443.750	-	7.555	-	99.013.417	22,64%
18	Art.40	32.550	924	30.076.200	2.734.200	3.357.789	876.254	13.540	924	12.510.960	3.866	924	3.572.184	-	924	-	7.024.813	23,36%
19	Art.44	12.550	6.213	77.973.150	7.088.468	8.705.136	2.271.705	5.535	6.213	34.388.955	1.412	6.213	8.772.756	-	6.213	-	16.746.129	21,48%
20	Art.74	12.300	857	10.541.100	958.282	1.176.837	307.109	3.746	857	3.210.322	1.298	857	1.112.386	-	857	-	3.776.164	35,82%
21	Art.56	8.750	513	4.488.750	408.068	501.136		3.488	513	1.789.344	1.500	513	769.500	-	513	-	1.020.701	22,74%
22	Art.50	12.480	6.646	82.942.080	7.540.189	9.259.881	2.416.472	6.045	6.646	40.175.070	860	6.646	5.715.560	-	6.646	-	17.834.907	21,50%
23	Art.48	17.900	2.556	45.752.400	4.159.309	5.107.923	1.332.971	3.555	2.556	9.086.580	3.874	2.556	9.901.944	-	2.556	-	16.163.672	35,33%
24	Art.72	227.850	123	28.025.550	2.547.777	3.128.849	816.509	97.515	123	11.994.345	27.482	123	3.380.286	-	123	-	6.157.783	21,97%
25	Art.125	564.720	355	200.475.600	18.225.055	22.381.646	5.840.748	218.500	355	77.567.500	43.254	355	15.355.170	-	355	-	61.105.482	30,48%
26	Art.98	46.580	224	10.433.920	948.538	1.164.871	303.987	17.526	224	3.925.824	3.452	224	773.248	-	224	-	3.317.452	31,79%
				5.307.956.360	482.541.487	592.594.809	154.513.643	2,911%	29,62%	1.572.065.319			510.446.728	9,617%		152.942.560	1.842.851.814	34,719%
					9,09%	11,16%	2,91%			29,62%			9,62%			2,88%	34,72%	100,00%
COSTO AL NETTO DEGLI UTILI E SG				4.232.820.064			3,65%			37,14%			12,06%			3,61%	43,54%	100,00%
E DELLA SICUREZZA				4.078.306.421						38,55%			12,52%			3,75%	45,19%	100,00%

COSTO DI COSTRUZIONE (C):	5.307.956.360
SPESE COMPLESSIVE DELLA SICUREZZA (SCS):	L. 201.277.705

INCIDENZA MEDIA della sicurezza sul costo di costruzione (IS):	**3,792%**

Fig. 6 - Esempio di calcolo di incidenza della mano d'opera

Come si può vedere, concorrono al calcolo di incidenza della manodopera quegli elementi che sono alla base dell'analisi prezzi che in dettaglio si vedrà nel paragrafo ad esso dedicato.

Infatti, per ciascun articolo concorrono al computo: Costo dei materiali, costo dei noli, costo dei trasporti, costo della manodopera, costi per la sicurezza, e infine le spese generali e gli utili per l'impresa.

E' evidente che se per ogni voce di prezzo viene fornita anche la propria analisi diventa elementare poter risalire ad una notevole quantità di dati ivi compresi quelli relativi al costo percentuale della mano d'opera.

Infine, Il DLgs 14 agosto 1996 n. 494 (Attuazione della «Direttiva 92/57» CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili) modificato dal DLgs 19 novembre 1999 n. 528 all'Art 2 lettera f-bis) definisce il termine uomini-giorno: entità presunta del cantiere rappresentata dalla somma delle giornate lavorative prestate dai lavoratori, anche autonomi, previste per la realizzazione dell'opera.

Anche per il calcolo di questo elemento di seguito è riportato un esempio tabellare con i criteri che portano al valore in questione.

Realizzazione di una casa monofamiliare

CODICE WBS								FASI															
A	B	C	D	E	F	G	H	C	D	E	F	340.518	340.518	340.518	340.518	31%	105.248	-	4.576	572	278	98
cliente	tipologia opera	commessa	macroattività	attività	subattività	componente	elemento	progetto	macroattività	attività	subattività	progetto	macroattività	attività	subattività	% M.O.	costo M.O.	NUMERO OPERAI	ORE OPERAIO	UOMINI GIORNO	GIORNATE DI LAVORO SQUADRA	SETTIMANE
003	005	012						Casa monofamiliare				340.518										
003	005	012	10						Fondazioni				22.036									
003	005	012	10	010	010					Scavi				9.200	9.200	20%	1.840	2	80	10	5	1
003	005	012	10	020	020					Riempimenti				6.133	6.133	30%	1.840	2	80	10	5	1
003	005	012	10	030						Cemento armato fondazioni				6.703			-		-	-		-
003	005	012	10	030	041						casseforme				2.760	40%	1.104	2	48	6	3	1
003	005	012	10	030	042						armatura				2.103	35%	736	2	32	4	2	1
003	005	012	10	030	043						cls				1.840	20%	368	2	16	2	1	1
003	005	012	20						Struttura cls armato				71.760				-		-	-		-
003	005	012	20	040						Pilastri e travi				35.880			-		-	-		-
003	005	012	20	040	041						casseforme				11.040	40%	4.416	2	192	24	12	3
003	005	012	20	040	042						armatura				13.800	32%	4.416	2	192	24	12	3
003	005	012	20	040	043						cls				11.040	20%	2.208	2	96	12	6	2
003	005	012	20	050						solai				32.200			-		-	-		-
003	005	012	20	050	051						predalles				29.440	20%	5.888	4	256	32	8	2
003	005	012	20	050	052						getti				2.760	40%	1.104	2	48	6	3	1
003	005	012	30						Copertura					3.680			-		-	-		-
003	005	012	30	000	052						getti				920	40%	368	2	16	2	1	1
003	005	012	30	000	044						impermeabilizzazione				2.760	40%	1.104	2	48	6	3	1
003	005	012	40						Piano interrato				68.972				-		-	-		-
003	005	012	40	060						murature				13.493			-		-	-		-
003	005	012	40	060	061						murature esterne				7.360	30%	2.208	2	96	12	6	2
003	005	012	60	110	112						porte				1.840	20%	368	2	16	2	1	1
003	005	012	60	110	113						finestre				1.840	20%	368	2	16	2	1	1
003	005	012	70						Sistemazione aree esterne				39.805				-		-	-		-
003	005	012	70	120						Allacciamenti				6.440			-		-	-		-
003	005	012	70	120	121						allacciamenti idrici				1.227	30%	368	2	16	2	1	1
003	005	012	70	120	122						allacciamenti fognari				2.760	40%	1.104	2	48	6	3	1
003	005	012	70	120	123						allacciamenti elettrici				1.227	30%	368	2	16	2	1	1
003	005	012	70	120	124						allacciamenti gas				1.227	30%	368	2	16	2	1	1
003	005	012	70	130						Opere a verde				13.003			-		-	-		-
003	005	012	70	130	131						piante				4.907	15%	736	2	32	4	2	1
003	005	012	70	130	132						tappeto erboso				4.416	25%	1.104	2	48	6	3	1
003	005	012	70	130	133						arredo per esterni				3.680	10%	368	2	16	2	1	1
003	005	012	70	140						Recinzioni				20.363			-		-	-		-
003	005	012	70	140	141						muro di cinta				15.947	30%	4.784	2	208	26	13	3
003	005	012	70	140	142						cancelli				4.416	25%	1.104	2	48	6	3	1
												340.518	340.518	340.518	340.518	31%	105.248		4.576	572	278	98

COSTO MEDIO ORARIO M.O.	23
ORE MANODOPERA	4.576
ORE LAVORATIVE GIORNALIERE	8
GIORNATE LAVORATIVE	572
Tempo previsto giorni	196
UOMINI /GIORNO	3

Fig. 7 – Esempio di calcolo uomini giorno

Come è facile rilevare, nel concetto, questa tabella non è altro che la precedente che termina con la percentuale di manodopera, integrata dai valori aggiuntivi ottenuti conoscendo il costo orario medio della manodopera stessa.

Dal prodotto della percentuale d'incidenza della manodopera per l'importo della corrispondente fase della WBS si procede al:

Calcolo degli uomini giorno

Calcolo della squadra giorno

Calcolo delle giornate lavorative per uomo e per squadra.

La sommatoria dell'ultimo termine di tutte le fasi dà il totale delle ore-uomo e ore-squadra per eseguire l'opera, mentre dal posizionamento logico della stringa temporale di ciascuna fase sul cronoprogramma si ottiene il tempo complessivo di esecuzione dell'opera.

6. GLI ELEMENTI DI COMPOSIZIONE DEL CRONOPROGRAMMA

Dopo aver visto cosa è un cronoprogramma ed analizzato molti aspetti la cui conoscenza aiuta ad ottimizzarlo, adesso passiamo all'illustrazione della sua composizione che avviene attraverso tre fasi principali:

- la stima economica
- la scomposizione dell'opera in fasi e sottofasi (WBS)
- la tempistica.

Questi argomenti in parte già trattati nelle pagine precedenti, vanno ripresi per la loro pratica applicazione.

La stima economica

Il costruttore di opere pubbliche o il produttore per commesse di una sola cosa possono essere certi: del ricavo (se vengono pagati); per quanto attiene ai costi, invece, l'operazione diventa più complessa perché le basi su cui si fondano le previsioni spesso sono incerte se non, in alcuni casi, fantasiose.

L'acquisizione di una commessa è subordinata alla conoscenza prima della propria azienda, dei sui costi generali di gestione, dell'efficienza delle proprie strutture, della percentuale di lavori sul complesso dell'opera che l'impresa è in grado di affrontare con capacità e competenza. Oggi non esiste un imprenditore che abbia una struttura in grado di fare tutto quello che viene ordinato dal committente, né i committenti sono in grado di affidare lavori parziali per tipo di specializzazione. E' evidente che più alta è la percentuale di lavori che l'impresa è in grado di curare direttamente, più profitto può trarne o eventualmente può trasformare il maggior profitto in un prezzo migliore per il committente con la possibilità di aumentare i requisiti di acquisizione dell'appalto.

Ma non è sempre detto che il miglior prezzo offerto per realizzare il migliore lavoro possibile sia il miglior prezzo, ci sarà sempre un pirata, un imprenditore senza scrupoli, un costruttore improvvisato che potrà fare un prezzo più basso senza alcuna attenzione né all'economicità dell'affare né alla corretta gestione del personale, né all'acquisizione di materiali consoni al lavoro che in teoria dovrebbe fare.

Questi sono quelli che mettono in crisi le amministrazioni committenti, perché poi in fondo non hanno nulla da perdere e abbandonano il lavoro non appena si è esaurito il motivo per cui lo hanno acquisito.

Pertanto, è buona prassi non cedere alle tentazioni di fare prezzi che poi non si è in grado di praticare, tenendo anche conto degli imprevisti che possono nascere. Certo, si dirà, belle parole, ma come fare allora per acquisire il lavoro? A questa domanda si può solo ribattere che nessun lavoro preso in perdita abbia fatto la felicità del costruttore.

Pertanto, un buon cronoprogramma, è basato sulla conoscenza delle lavorazioni che si andranno a fare, e per questo motivo, per ogni prezzo, e per ogni operazione che non prevede un corrispettivo e che non rientri nei costi generali, di cui comunque bisogna averne cognizione, si redigerà un'analisi di prezzo. In essa andranno indicati le risorse utilizzate, il loro costo, le quantità necessarie per la loro realizzazione unitaria e la percentuale sul costo della singola voce elementare di prezzo per ogni tipologia riferita a:

Mano d'opera
Materiali
Noli e attrezzature
Trasporti

Inoltre la voce di prezzo rappresenta il livello minimo di suddivisione dell'opera. Gli schemi sono noti e standardizzati, e di seguito ne viene riportato uno di uso corrente nei rapporti tra costruttore e committente.

E03.001a – C: Getto di conglomerato cementizio preconfezionato a dosaggio con cemento 32.5 R, eseguito secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, lo spargimento, la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera eseguita a perfetta regola di arte, esclusi i soli ponteggi, le casseforme, e ferro di armatura, per magrone di sottofondazione con dosaggio 150 Kg/mc:

Descrizione	U.M.	Costo	Quantità	Importo	% su b)	% su c)
Operaio IV livello	h	19,40	0,15	2,91		
Operaio specializzato	h	18,59	0,15	2,7885		
Operaio qualificato	h	17,51	0,15	2,6265		
Operaio comune	h	16,10	0,3	4,83		
A) Squadra Manodopera	h	**17,55**	**0,75**	**13,155**	**22,92%**	**18,12%**
B) Materiali: Cls 150 kg/mc	mc	**35,63**	**1**	**35,63**	**62,09%**	**49,08%**
C) Noli: Getto da autobetoniera	mc	**2,48**	**1**	**2,48**	**4,32%**	**3,42%**
D) Trasporti: Autobetoniera	Km/mc	**0,39**	**11**	**4,29**	**7,48%**	**5,91%**
a) 1° Totale costo	**mc**			**55,56**	**96,81%**	**76,53%**
Oneri per la sicurezza	%	3,30%		1,83	3,19%	2,53%
b) Costo diretto per l'impresa	**mc**			**57,39**	**100,00%**	**79,05%**
Spese Generali e utili dell'impresa	mc	26,50%		15,21	26,50%	20,95%
c) Costo alla Stazione Appaltante	**mc**			**72,60**	**126,50%**	**100,00%**
Costo al netto degli oreri di sicurezza				**70,76**	**123,31%**	**97,47%**

Fig. 8 - Esempio di analisi di prezzo

Da quest'analisi di prezzo si rilevano tutti i dati che hanno concorso alla sua formazione.

L'attenzione va immediatamente posta sulla composizione della squadra di manodopera. E' evidente che sia la sua composizione, sia la tempistica legata all'operazione che si deve svolgere, scaturiscono dall'esperienza e dalla organizzazione del lavoro che nel tempo l'impresa ha saputo sviluppare.

Quando non si è in grado di redigere questo documento, si può fare riferimento alle analisi dei prezzi ad opera dei provveditorati alla opere pubbliche o a quelli regionali. In questo caso la tempistica è stabilita da un terzo ed è importante che nel corso dei lavori venga continuamente monitorata, in quanto, per non incorrere in una perdita certa, quei tempi devono essere rispettati.

Per quanto attiene alla voci relative ai materiali, ai noli e ai trasporti, dipende ovviamente dalla capacità dell'imprenditore, o nel caso di grandi imprese, del proprio ufficio acquisti, ottenere un prezzo congruo sia in valore che in qualità.

Ma per correntezza di discorso, e solo al fine di redigere il cronoprogramma, stabiliamo che le analisi comunque ottenute siano corrette.

Ci siamo finora dedicati all'analisi del prezzo, il documento successivo cui occorre far riferimento è l'elenco prezzi che raggruppa in ordine prestabilito e codificato i prezzi risultanti dalle analisi e di cui, per ogni prezzo, similmente all'analisi, nella parte descrittiva, saranno indicate in dettaglio le caratteristiche oltre al prezzo determinato dall'analisi come risulta dall'esempio proposto:

Elenco prezzi unitari				
Codice tariffa	**Descrizione sintetica**	**Descrizione estesa**	**U.M.**	**Prezzo €**
E03.001a - C	Conglomerato cementizio fornito e posto in opera per oper ... me, e ferro di armatura, con i seguenti dosaggi: 150 kg/m	Conglomerato cementizio fornito e posto in opera per opere non strutturali, a dosaggio con cemento 32.5 R, eseguito secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera eseguita a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, le casseforme, e ferro di armatura, con i seguenti dosaggi: 150 kg/m	m	70,76
E03.002b - C	Conglomerato cementizio fornito e posto in opera, a resis ... 1 (di cui alla norma UNI 9858) in fondazione: Rck 30 N/mm	Conglomerato cementizio fornito e posto in opera, a resistenza caratteristica e conforme alla norma UNI 9858; dimensione massima degli inerti pari a 30 mm, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida); eseguito secondo le prescrizioni tecniche del Capitolato Speciale di Appalto, compresa la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, cassaforme, e ferro di armatura, compresi eventuali additivi: - con ottenimento della Classe di esposizione 1 (di cui alla norma UNI 9858) in fondazione: Rck 30 N/mm	m	84,79
E03.003b - C	Conglomerato cementizio fornito e posto in opera, a resis ... 1 (di cui alla norma UNI 9858) in elevazione: Rck 30 N/mm	Conglomerato cementizio fornito e posto in opera, a resistenza caratteristica e conforme alla norma UNI 9858; dimensione massima degli inerti pari a 30 mm, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida); eseguito secondo le prescrizioni tecniche del Capitolato Speciale di Appalto, compresa la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, cassaforme, e ferro di armatura, compresi eventuali additivi: - con ottenimento della Classe di esposizione 1 (di cui alla norma UNI 9858) in elevazione: Rck 30 N/mm	m	90,69

Fig. 9 - Esempio elenco prezzi

Poiché, dall'analisi dei prezzi, della manodopera conosciamo il costo e l'impegno temporale cui la squadra è sottoposta, dal computo metrico estimativo che è l'insieme dei prodotti di ciascuna quantità rilevata per il corrispondente prezzo, ricaviamo anche la quantità cui il prezzo si riferisce come può rilevarsi dallo schema seguente:

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI par.ug.	lung.	larg.	H/peso	Quantità	IMPORTI unitario	TOTALE
	RIPORTO							
	Impianto di depurazione di San Giovanni a Teduccio - Collegamento a Napoli Est (SpCat 1) Collettore a gravità di collegamento del depuratore San Giovanni a Teduccio al sistema Pollena (Cat 1)							
1 R.01.020.020 .a	Scavo a sezione obbligata eseguito in zona ampia compresi profilatura delle pareti e carico su mezzo di trasporto: scavo fino a 2 m							
	scavo		336,00	2,500	4,868	4'089,12		
	SOMMANO m³					4'089,12	6,85	28'010,47
2 E.01.030.060 .a	Sovrapprezzo allo scavo per l'esecuzione in presenza d'acqua (falda in quota di scavo), compreso l'onere della canalizzazione provvisoria ed il prosciugamento con pompa elettrica ad immersione, nonché per scavo a campione							
	scavo	2,00	336,00	2,500	4,847	8'142,96		
	SOMMANO m³					8'142,96	17,53	142'746,09
3 U.05.010.050 .a	Disfacimento di pavimentazione in conglomerato bituminoso, pietrischetto bitumato, asfalto compresso o colato, eseguita con mezzi meccanici compreso l'allontanamento del materiale ... to entro 5 km di distanza; con misurazione del volume in opera Disfacimento di pavimentazione in conglomerato bituminoso							
	disfacimento pavimentazione		336,00	2,500	0,500 -0,178	420,00 -0,18		
	Sommano positivi m³ Sommano negativi m³					420,00 -0,18		
	SOMMANO m³					419,82	14,40	6'045,41

Fig. 10 - Esempio di computo metrico estimativo

Possiamo, ora, imbastire, per ogni lavorazione, una barra sul cronoprogramma di cui al momento conosciamo la durata, resta solo da stabilire l'epoca di inizio della lavorazione.

Per un corretto posizionamento della barra sul diagramma di Gantt dobbiamo, inoltre, individuare la lavorazione in esame in quali parti d'opera è prevista, e questo lo ricaveremo dalla WBS, di cui già abbiamo acquisito i concetti e che più avanti approfondiremo. Se ad esempio, in un fabbricato, abbiamo una lavorazione relativa all'impianto idrico, questa verrà segmentata per piano e probabilmente non avrà una continuità in quanto non si potrà intervenire fino a quando le strutture di ciascun piano non saranno completate. Però, poiché una certa continuità dovremo averla, per evitare di avere del personale fermo, probabilmente attenderemo la fine della costruzione di tutte le strutture portanti e il posizionamento dei tramezzi prima di costruire i vari impianti idraulici per piano.

A conclusione di questo paragrafo che riveste particolare importanza e sul quale l'approfondimento non è mai sufficiente, è il caso di chiarire che le spese generali, di cui si fa riferimento nell'analisi di prezzo, rappresentano la remunerazione del lavoro delle persone non direttamente impegnate nella produzione ed il prezzo d'uso del capitale fisso (oneri finanziari), mentre l'utile attiene alla remunerazione all'imprenditore per il solo coordinamento dei fattori della produzione e a volte per la sua stessa attività manuale e/o intellettuale svolta nell'ambito della propria impresa.

Pertanto, un costo è un flusso economico uscente, associato ad una transazione economica. Per un bene indica in particolare quanto denaro è servito per produrre tale bene. Il costo di un bene, inteso come costo per la sua produzione, è quindi distinto dal prezzo che rappresenta invece il valore di vendita del bene.

In questa sede anche se può sembrare non pertinente con l'oggetto del tema, poiché questo testo è indirizzato a studenti di istituti tecnici che probabilmente non avranno un interesse direttamente connesso ai problemi economici di esecuzione di una commessa (cosa che nella vita pratica riveste un'importanza a volte preminente) si reputa opportuno approfondire il concetto di costo proprio per le ripercussioni che il costo dell'opera potrà determinare nella politica di rappresentazione del cronoprogramma.

Costi fissi, semi-variabili e variabili

I costi fissi sono costi che non variano proporzionalmente al crescere del volume della produzione. Il comportamento di tali costi è quindi indipendente dai livelli di produzione. Tipici esempi di costi fissi sono i canoni di locazione, lo stipendio degli impiegati, le assicurazioni.

I costi semi variabili sono costi il cui comportamento è in parte influenzato dai livelli della produzione: una quota del costo si presenta comunque anche in assenza di produzione mentre l'altra quota ha ragione d'essere e varia solo in funzione del variare della produzione. Esempi di costi semi variabili sono l'energia elettrica, alcuni costi di manutenzione, costi di logistica.

I costi variabili sono costi direttamente influenzati dai livelli della produzione. Questa tipologia di costi non esiste in assenza di produzione e varia al variare dei livelli della produzione. Esempio principale di costi variabili sono le materie prime.

Costo unitario

Il costo unitario è il costo medio di ogni singola unità prodotta come abbiamo visto nell'analisi di prezzo, ovvero è dato dalla divisione fra costo totale e quantità di lavorazione. All'aumentare della produzione, se il costo totale non varia, il costo unitario diminuirà e viceversa.

Costi di investimento e costi di gestione

I costi iniziali d'impresa rappresentano i costi o capitali di investimento iniziale cioè i fondi necessari all'avvio dell'attività. I costi di gestione o costi operativi sono quelli sostenuti per il funzionamento dell'impresa non direttamente connessi alla produzione. Tra questi rientrano i costi fissi quali gli stipendi dei dipendenti, i costi semi variabili quali costi di manutenzione e logistica.

Costi diretti e indiretti

Per costo diretto si intende un costo imputabile in maniera certa ed univoca ad un solo oggetto di prodotto ed hanno una relazione diretta con l'oggetto di costo considerato e quindi nelle analisi dei prezzi possono essere attribuiti unicamente ad esso (es. costi per Materia Prima "mattone" - Oggetto di costo Prodotto "muro di mattoni"); si riferiscono, pertanto, a beni o risorse di produzione direttamente attribuibili al processo di lavorazione.

I costi indiretti invece sono riconducibili a più oggetti di costo; per questa classe di costi manca una relazione specifica con l'oggetto di costo considerato. Si tratta cioè di costi comuni a più oggetti di costo (es. i costi delle funzioni generali come amministrazione e contabilità, segreteria, direzione, di gestione del magazzino, di pulizia). I costi indiretti possono, comunque, quando possibili, essere allocati ai vari oggetti di costo da cui scaturiscono. Le tecniche di ripartizione più utilizzate nella prassi fanno riferimento al calcolo di parametri quali il coefficiente di allocazione e il coefficiente di ripartizione.

Scomposizione dell'opera

Già il concetto di WBS è stato affrontato nei capitoli precedenti ed abbiamo illustrato i criteri di scomposizione dell'opera, in questa fase diamo una valenza più pratica al concetto.

La prima operazione da svolgere è individuare a livello di opera gli elementi che danno l'indirizzo alla sua suddivisione. Per esemplificare abbiamo ipotizzato la costruzione di una casa monofamiliare.

Nell'esempio è riportata la suddivisione dell'opera:

	COMMITTENTE	003	CLENTE A		
	TIPOLOGIA OPERA	005	EDILIZIA ABITATIVA		
	COMMESSA	012	CASA MONOFAMILIARE (oggetto del contratto)		
COD	MACROATTIVITA'	COD	ATTIVITA'	COD	SUBATTIVITA'
	DENOMINAZIONE		DENOMINAZIONE		DENOMINAZIONE
10	Fondazioni	010	Scavi	041	casseforme
20	Struttura cls armato	020	Riempimenti	042	armatura
30	Copertura	030	Cemento armato	043	cls
40	Piano interrato	040	Pilastri e travi	044	impermeabilizzazione
50	Piano terreno	050	solai	051	predalles
60	Piano primo	060	murature	052	getti
70	Sistemazione aree esterne	070	intonaci	061	murature esterne
		080	impianti	062	murature interne
		090	rivestimenti	071	intonaci esterni
		100	tinteggiature	072	intonaci interni
		110	Infissi	081	Impianto idrico
		120	Allacciamenti	082	Impianto fognario
		130	Opere a verde	083	Impianto elettrico
		140	Recinzioni	084	Impianto gas
				085	Impianto condizionamento
				086	componenti impianto idrico
				087	componenti impianto elettrico
				088	componenti impianto gas
				089	componenti impianto condiz.
				091	rivestimenti orizzontali
				092	rivestimenti verticali
				101	tinteggiature esterne
				102	tinteggiature interne
				111	controtelai
				112	porte
				113	finestre
				121	allacciamenti idrici
				122	allacciamenti fognari
				123	allacciamenti elettrici
				124	allacciamenti gas
				131	piante
				132	tappeto erboso
				133	arredo per esterni
				141	muro di cinta
				142	cancelli

Fig. 11 – Tabella di suddivisione dell'opera

Nell'intestazione sono indicati i codici attribuiti al committente, alla tipologia d'opera, alla commessa (esecuzione del contratto di appalto).

Pertanto, tutte le commesse affidate dal cliente A avranno codice committente 003, tutti i lavori di edilizia abitativa avranno codice 005, mentre la commessa 012 dà un riferimento univoco al lavoro appaltato dal committente 003 per un intervento di edilizia abitativa il cui codice è 005.

A seguire, il codice per identificare la macro attività fondazioni della commessa 012, sarà 012.10. il codice per individuare l'attività cemento armato della macro attività fondazioni della commessa 012, sarà 012.10.030, mentre il codice per individuare l'attività cemento armato della macro attività 20 struttura in cls della commessa 012, sarà 012.20.030. Quindi il codice dell'attività 030 cemento armato sarà sempre 030 indipendentemente dalla macro attività alla quale si riferisce. Analogo ragionamento vale per le sub attività. Il livello sottostante alle sub attività è relativo ai prezzi di cui ciascuno avrà il suo codice univoco indipendentemente dalla sub attività nella quale sarà collocato. Uno schema di applicazione di codifica è riportato nella fig. 7 (esempio del calcolo uomini/giorno).

Specularmente, la composizione delle risorse necessarie a realizzare l'opera ne determina il valore per successivi raggruppamenti :
La voce di prezzo;
Il costo delle sottolavorazioni e soprastanti lavorazioni;
Il costo della parte di opera;
il costo dell'opera.

Il criterio di scomposizione fisico dell'opera è preferibilmente quello ricavato dal CME (Computo Metrico Estimativo) quando questo suddivide contabilmente l'opera in fasi (parte di opera, lavorazione, sotto lavorazione, prezzo) e ne costituisce anche la struttura WBS.
Quindi quando si redige il computo metrico estimativo è buona norma attenersi a queste regole, altrimenti formulare un cronoprogramma diventa oltremodo complesso in quanto occorrerà procedere ad una riclassificazione del CME che potrebbe essere non agevole se non addirittura impossibile

La tempistica

Come abbiamo appreso la tempistica è rappresentata, per ogni componente elementare della scomposizione dell'opera, dal termine temporale di inizio (periodo o data), dalla durata di realizzazione di ciascun componente ed è condizionata dal concorso di più circostanze di cui le principali sono:

Il quadro di incidenza della manodopera e la corrispondente composizione delle squadre tipo e numero di squadre per ogni lavorazione.

Le esigenze di tipo economico finanziario.

L' approvvigionamento e la gestione delle risorse.

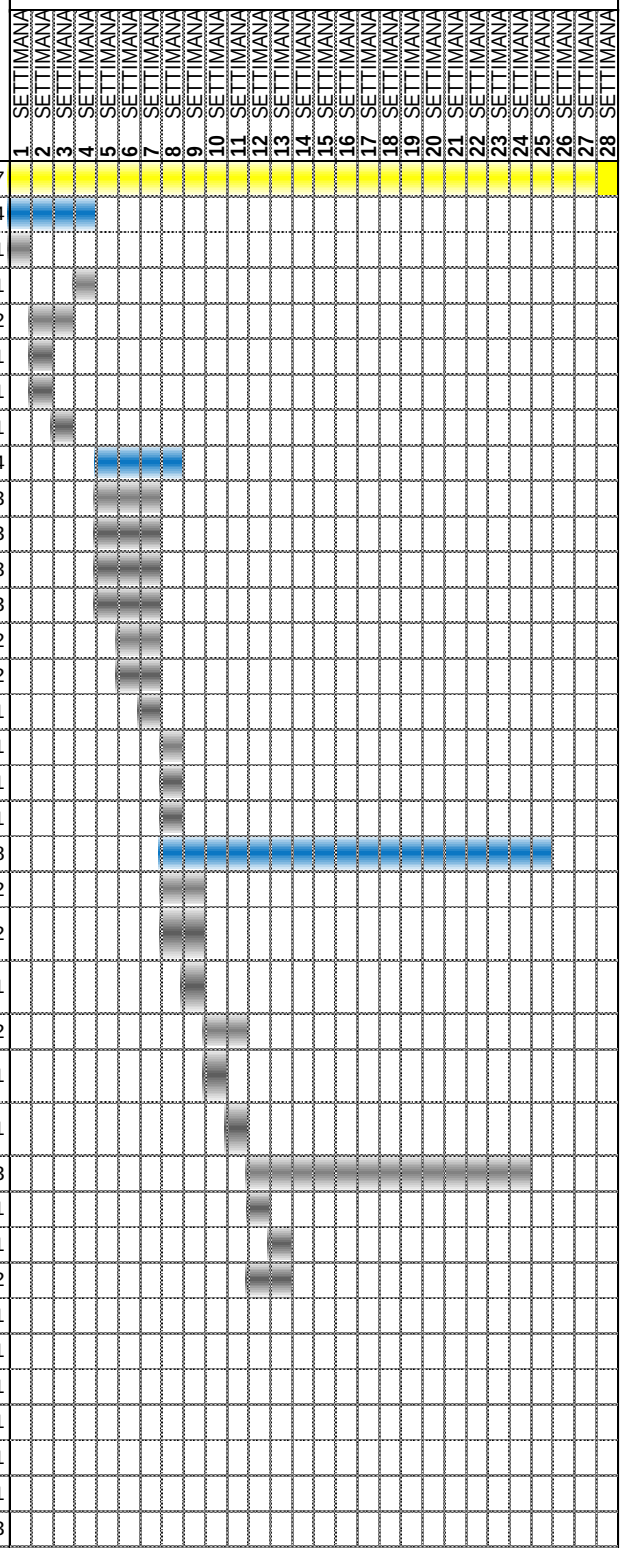
Il tempo necessario per considerare conclusa, anche se terminata, una operazione rispetto alla successiva.

La concomitanza di esecuzione di lavorazioni diverse nello stesso luogo e nello stesso tempo che hanno riflessi sulla sicurezza. I controlli di qualità, le avversità atmosferiche.

Il calcolo delle giornate lavorative per uomo e per squadra è stato visto nel paragrafo ''Il cronoprogramma nella normativa dei lavori pubblici'' che è pari alla sommatoria delle giornate lavorative occorrenti per ciascuna sub attività, mentre dal posizionamento logico della stringa temporale di ciascuna fase sul cronoprogramma si ottiene il tempo complessivo di esecuzione dell'opera.

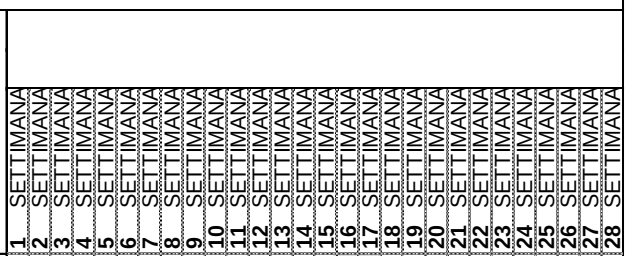
Realizzazione di una casa monofamiliare

	CODICE WBS					FASI				PERIODI			PERIODI ATTIVITA'
A	B	C	D	E	F	C	D	E	F				
cliente	tipologia opera	commessa/progetto	macroattività	attività	subattività	progetto	macroattività	attività	subattività	DA	AL	N.	
003	005	012				Casa monofamiliare				1	27	27	27
003	005	012	10				Fondazioni			1	4	4	4
003	005	012	10	010	010			Scavi		1	1	1	1
003	005	012	10	020	020			Riempimenti		4	4	1	1
003	005	012	10	030				Cemento armato fc		2	3	2	2
003	005	012	10	030	041				casseforme	2	2	1	1
003	005	012	10	030	042				armatura	2	2	1	1
003	005	012	10	030	043				cls	3	3	1	1
003	005	012	20				Struttura cls armato			5	8	4	4
003	005	012	20	040				Pilastri e travi		5	7	3	3
003	005	012	20	040	041				casseforme	5	7	3	3
003	005	012	20	040	042				armatura	5	7	3	3
003	005	012	20	040	043				cls	5	7	3	3
003	005	012	20	050				solai		6	7	2	2
003	005	012	20	050	051				predalles	6	7	2	2
003	005	012	20	050	052				getti	7	7	1	1
003	005	012	30				Copertura			8	8	1	1
003	005	012	30	000	052				getti	8	8	1	1
003	005	012	30	000	044				impermeabiliz	8	8	1	1
003	005	012	40				Piano interrato			8	25	18	18
003	005	012	40	060				murature		8	9	2	2
003	005	012	40	060	061				murature esterne	8	9	2	2
003	005	012	40	060	062				murature interne	9	9	1	1
003	005	012	40	070				intonaci		10	11	2	2
003	005	012	40	070	71				intonaci esterni	10	10	1	1
003	005	012	40	070	72				intonaci interni	11	11	1	1
003	005	012	40	080				impianti		12	24	13	13
003	005	012	40	080	081				Impianto idric	12	12	1	1
003	005	012	40	080	082				Impianto fogr	13	13	1	1
003	005	012	40	080	083				Impianto elett	12	13	2	2
003	005	012	40	080	084				Impianto gas	14	14	1	1
003	005	012	40	080	085				Impianto con	15	15	1	1
003	005	012	40	080	086				componenti i	24	24	1	1
003	005	012	40	080	087				componenti i	24	24	1	1
003	005	012	40	080	088				componenti i	24	24	1	1
003	005	012	40	080	089				componenti i	24	24	1	1
003	005	012	40	090				rivestimenti		16	18	3	3



Realizzazione di una casa monofamiliare

	CODICE WBS					FASI				PERIODI			PERIODI ATTIVITA'
A	B	C	D	E	F	C	D	E	F				
cliente	tipologia opera	commessa/progetto	macroattività	attività	subattività	progetto	macroattività	attività	subattività	DA	AL	N.	
003	005	012	40	090	091				rivestimenti c	16	17	2	2
003	005	012	40	090	092				rivestimenti v	18	18	1	1
003	005	012	40	100				tinteggiature		23	26	4	4
003	005	012	40	100	101				tinteggiature	26	26	1	1
003	005	012	40	100	102				tinteggiature	23	23	1	1
003	005	012	40	110				Infissi		12	25	14	14
003	005	012	40	110	111				controtelai	12	12	1	1
003	005	012	40	110	112				porte	25	25	1	1
003	005	012	40	110	113				finestre	25	25	1	1
003	005	012	50				Piano terreno			10	26	17	17
003	005	012	50	060				murature		10	11	2	2
003	005	012	50	060	061				murature esterne	10	11	2	2
003	005	012	50	060	062				murature interne	11	11	1	1
003	005	012	50	070				intonaci		12	13	2	2
003	005	012	50	070	71				intonaci esterni	12	12	1	1
003	005	012	50	070	72				intonaci interni	13	13	1	1
003	005	012	50	080				impianti		14	25	12	12
003	005	012	50	080	081				Impianto idric	14	14	1	1
003	005	012	50	080	082				Impianto fogr	15	15	1	1
003	005	012	50	080	083				Impianto elett	14	15	2	2
003	005	012	50	080	084				Impianto gas	16	16	1	1
003	005	012	50	080	085				Impianto con	17	17	1	1
003	005	012	50	080	086				componenti i	25	25	1	1
003	005	012	50	080	087				componenti i	25	25	1	1
003	005	012	50	080	088				componenti i	25	25	1	1
003	005	012	50	080	089				componenti i	25	25	1	1
003	005	012	50	090				rivestimenti		19	21	3	3
003	005	012	50	090	091				rivestimenti c	19	20	2	2
003	005	012	50	090	092				rivestimenti v	21	21	1	1
003	005	012	50	100				tinteggiature		24	27	4	4
003	005	012	50	100	101				tinteggiature	27	27	1	1
003	005	012	50	100	102				tinteggiature	24	24	1	1
003	005	012	50	110				Infissi		12	26	15	15
003	005	012	50	110	111				controtelai	12	12	1	1
003	005	012	50	110	112				porte	26	26	1	1
003	005	012	50	110	113				finestre	26	26	1	1
003	005	012	60				Piano primo			12	27	16	16
003	005	012	60	060				murature		12	13	2	2



Realizzazione di una casa monofamiliare

	CODICE WBS					FASI				PERIODI			PERIODI ATTIVITA'
A	B	C	D	E	F	C	D	E	F				
cliente	tipologia opera	commessa/progetto	macroattività	attività	subattività	progetto	macroattività	attività	subattività	DAL	AL	N.	
003	005	012	60	060	061				murature esterne	12	13	2	2
003	005	012	60	060	062				murature interne	13	13	1	1
003	005	012	60	070				intonaci		14	15	2	2
003	005	012	60	070	71				intonaci esterni	14	14	1	1
003	005	012	60	070	72				intonaci interni	15	15	1	1
003	005	012	60	080				impianti		16	26	11	11
003	005	012	60	080	081				Impianto idric	16	16	1	1
003	005	012	60	080	082				Impianto fogr	17	17	1	1
003	005	012	60	080	083				Impianto elett	16	17	2	2
003	005	012	60	080	084				Impianto gas	18	18	1	1
003	005	012	60	080	085				Impianto con	19	19	1	1
003	005	012	60	080	086				componenti i	26	26	1	1
003	005	012	60	080	087				componenti i	26	26	1	1
003	005	012	60	080	088				componenti i	26	26	1	1
003	005	012	60	080	089				componenti i	26	26	1	1
003	005	012	60	090				rivestimenti		22	24	3	3
003	005	012	60	090	091				rivestimenti c	22	23	2	2
003	005	012	60	090	092				rivestimenti v	24	24	1	1
003	005	012	60	100				tinteggiature		25	28	4	4
003	005	012	60	100	101				tinteggiature	28	28	1	1
003	005	012	60	100	102				tinteggiature	25	25	1	1
003	005	012	60	110				Infissi		12	27	16	16
003	005	012	60	110	111				controtelai	12	12	1	1
003	005	012	60	110	112				porte	27	27	1	1
003	005	012	60	110	113				finestre	27	27	1	1
003	005	012	70						Sistemazione aree ester	4	21	18	18
003	005	012	70	120				Allacciamenti		16	17	2	2
003	005	012	70	120	121				allacciamenti	16	17	2	2
003	005	012	70	120	122				allacciamenti	14	16	3	3
003	005	012	70	120	123				allacciamenti	16	17	2	2
003	005	012	70	120	124				allacciamenti	16	17	2	2
003	005	012	70	130				Opere a verde		18	21	4	4
003	005	012	70	130	131				piante	18	18	1	1
003	005	012	70	130	132				tappeto erbo	19	20	2	2
003	005	012	70	130	133				arredo per e	21	21	1	1
003	005	012	70	140				Recinzioni		4	8	5	5
003	005	012	70	140	141				muro di cinta	4	7	4	4
003	005	012	70	140	142				cancelli	8	8	1	1

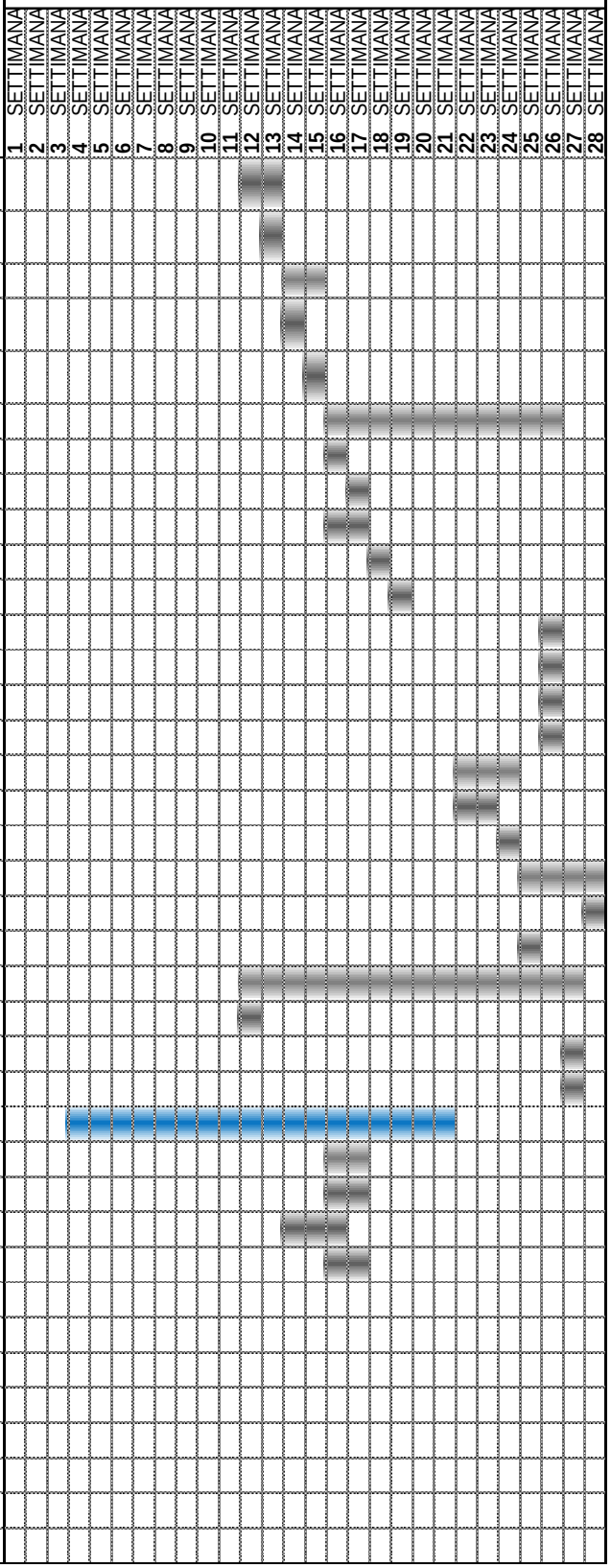


Fig. 12.a.b.c - Cronoprogramma

Sulle pagine precedenti abbiamo disteso il cronoprogramma della costruzione che abbiamo ipotizzato.

Nella parte riassuntiva del prospetto calcolo uomini/giorni di fig. 7 risultano 572 giornate lavorative/uomo, mentre per effetto di più lavorazioni effettuate contemporaneamente, come si evince dal cronoprogramma il tempo di esecuzione complessivo dei lavori è pari a 196 giorni (circa 28 settimane per 7 giorni lavorativi, corrispondenti a circa 39 settimane per 5 giorni lavorativi); con la media di impiego giornaliero di 3 operai.

Nel paragrafo dedicato al livellamento delle risorse vedremo come organizzare il lavoro al fine di ottenere il miglior rendimento.

7. LE CONCOMITANZE

Denominate anche sovrapposizioni, interferenze, ecc. si manifestano quando lavorazioni di tipo diverso vengono a trovarsi sul cronoprogramma nello stesso luogo e nello stesso tempo. Queste situazioni, non da evitarsi ma, da escludere categoricamente, sono regolamentate dalle norme sulla sicurezza. Quando operazioni diverse devono essere necessariamente condotte simultaneamente vanno individuati i corretti sistemi di sincronismo per l'adozione di misure di sicurezza specificatamente dedicate.

Come si rileva dal cronoprogramma vi sono una serie di concomitanze che vanno analizzate sia per valutare se temporalmente le attività interessate possono essere eseguite in differita, o, nella indispensabilità di eseguirle contemporaneamente, quali criteri di sicurezza adottare, dettagliando all'occorrenza meglio le attività per rendere il cronoprogramma più intellegibile dal punto di vista della sicurezza.

Dal punto di vista, poi, della concomitanza spaziale delle lavorazioni occorre avere una cognizione di dettaglio anche delle sotto lavorazioni e dell'influenza che ha una lavorazione sull'altra contemporanea, questo soprattutto ai fini antinfortunistici, ma anche dal punto di vista di ottimizzazione delle risorse con particolare riferimento all'apporto di manodopera e di uso di mezzi d'opera affinché non si creino delle soste di precedenza nelle lavorazioni rendendo inoperose entrambe le squadre interessate.

La valutazione dei rischi da interferenze sul lavoro è un capitolo della normativa in materia di sicurezza, ampiamente trattato, dibattuto, controverso e più volte rivisto.

Le interferenze spesso si presentano nel momento in cui più operatori afferenti ad aziende diverse, prestano la loro opera (contestualmente o meno) sullo stesso luogo di lavoro; è quindi il caso in cui diverse realtà lavorative con ragioni sociali e datori di lavoro differenti, lavorano nello stesso sito, nello stesso momento, o anche in alcuni casi in successione se comunque gli effetti del lavoro di chi precede possono ricadere in qualche modo su chi interviene successivamente.

È presumibile quindi che ogni prestatore d'opera apporti dei rischi sul luogo di lavoro, connessi con la propria attività specifica, e che questi rischi, sommati a quelli eventualmente apportati dagli altri attori, possano in qualche modo generare delle sovrapposizioni con un aumento del livello di rischio ed una diversa tipologia di pericolo presente sul sito.

Gli aspetti normativi che regolamentano questo tipo di situazioni vengono trattati nell'art 26 del Testo Unico : "Obblighi connessi ai contratti d'appalto o d'opera o di somministrazione"; in tal senso si precisa che per "contratti di appalto" si intente la relazione tra un committente (pubblico o privato) ed un'impresa terza che riceve l'incarico per specifiche attività; nel "contatto d'opera" le attività definite dal contratto vengono svolte da un prestatore d'opera autonomo o dal titolare di una ditta individuale mentre nei "contratti di somministrazione" il fornitore assicura prestazioni periodiche o continuative di cose o servizi.

In tutte queste tipologie di rapporto di lavoro quindi, sempre definite da un contratto tra le parti, esistono una committenza ed un contraente con rispettivi specifici oneri e responsabilità ascrivibili a entrambi i soggetti. Il datore di

lavoro della committenza ha l'obbligo di verificare che i contraenti siano in possesso dei requisiti tecnico professionali per svolgere l'attività richiesta e si assume l'incarico di definire i rischi da interferenza, come precedentemente descritti, apportati da tutte le imprese e/o dai singoli lavoratori autonomi coinvolti nell'attività.

La valutazione dei rischi da interferenza si definisce con l'elaborazione del Documento Unico di Valutazione dei Rischi Interferenziali (DUVRI), un documento in cui il datore di lavoro che ha la disponibilità giuridica dei luoghi dove si svolge l'appalto, effettua la valutazione dei rischi presenti ed elabora le misure preventive e protettive rivolte ad eliminarli o ridurli al minimo.

È importante sottolineare che non sussiste l'obbligo di elaborazione del DUVRI se il servizio prestato è di natura intellettuale o è una semplice fornitura di materiali ed in ogni caso per tutti i lavori la cui durata non sia superiore ai cinque uomini giorno in un arco temporale di un anno dalla data di inizio dei lavori.

Il DUVRI deve essere invece sempre redatto, anche quindi per attività di durata inferiore ai cinque giorni, nei casi in cui la valutazione del rischio incendio risulti elevato o in tutte le attività svolte in ambienti confinati o in cui vi sia presenza di agenti cancerogeni, mutageni, biologici, di amianto o di atmosfere esplosive, nonché nelle attività che presentino rischi particolari elencate nell'allegato XI del D.Lgs 81/08.

Dall'agosto 2013 inoltre, con l'entrata in vigore del Decreto 69/13, meglio conosciuto come "Decreto del fare" è stata introdotta l'esenzione del documento di valutazione dei rischi interferenziali per le attività considerate a basso rischio infortunistico.

I costi della sicurezza

Un argomento spesso controverso e molto discusso è quello relativo all'imputazione e ai criteri di definizione dei costi per la sicurezza, che come previsto dalla normativa in vigore, devono essere esplicitati all'interno del contatto di appalto da ogni contraente e che devono riassumere l'importo economico derivante da tutti i costi sostenuti per la sicurezza da parte dell'impresa coinvolta, andando a costituire una parte quindi del valore economico complessivo del contratto stesso.

I **documenti della sicurezza: DUVRI, DVR, POS, PSC**

Il DUVRI è il risultato del contributo di più soggetti, in cui ognuno di questi effettua una valutazione dei rischi apportati dalla propria attività in quel particolare contratto di lavoro, il DVR è un documento proprio di una singola azienda, in cui vengono elencati i rischi e le relative misure preventive e protettive, specifiche dell'azienda che lo redige, indipendentemente dall'esistenza di un contratto con altre imprese.

La redazione del DUVRI, di conseguenza, trova ragione di essere ove vi sia una concomitanza di soggetti che lavorano nello stesso ambiente in tutte quelle situazioni in cui vi sia un appalto che non ricada nel campo dell'edilizia.

Nel settore dell'edilizia infatti, come definito dal titolo IV del D.Lgs 81/08, è prevista l'elaborazione di alcuni documenti relativi agli aspetti della sicurezza, con contenuti minimi e caratteristiche che sono specifiche e studiate appositamente per la valutazione dei rischi da interferenze lavorative proprie di questo settore.

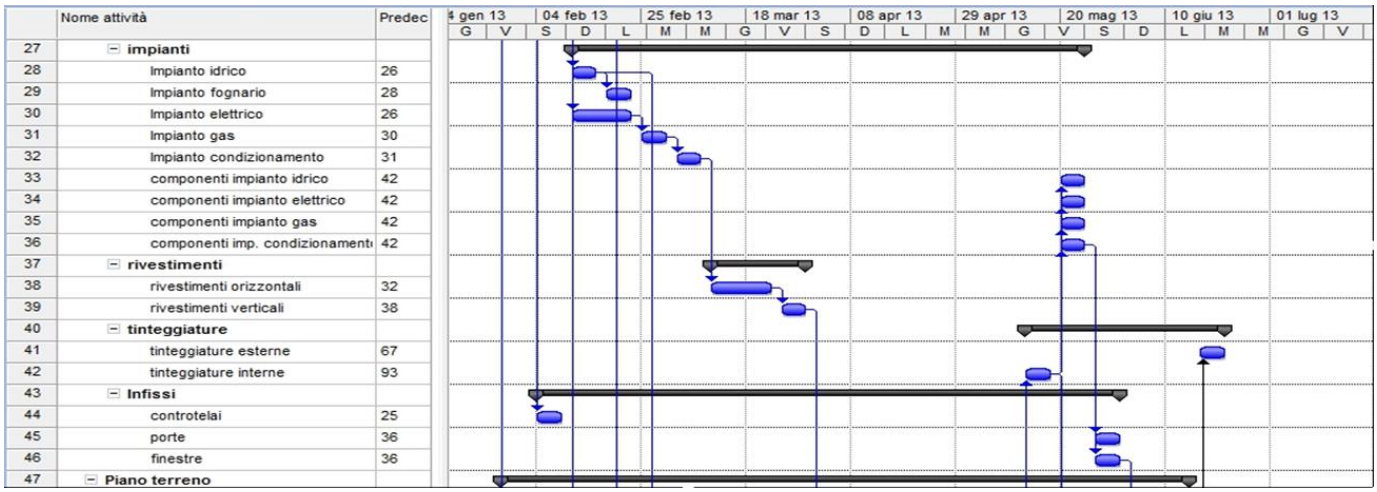
Ogni impresa coinvolte in un cantiere edile ha l'obbligo di redazione del POS (Piano di Sicurezza Operativo), un documento in cui vengono definite le misure di sicurezza rivolte ad eliminare o ridurre al minimo i rischi lavorativi all'interno di un contratto d'opera.

Il coordinamento di tutti i rischi previsti dai singoli POS forniti da ogni impresa, viene definito dal PSC (Piano di Sicurezza e Coordinamento), un documento che deve essere redatto dal Coordinatore per la sicurezza del

cantiere (CSE) e che raccoglie le criticità e le disposizioni in materia di sicurezza, risultanti dall'esame delle informazioni contenute nei POS.

8. I LEGAMI LOGICI (DIPENDENZE O PREDECESSORI)

Molte fasi del cronoprogramma, sono collegate ad una o più fasi precedenti e non possono iniziare se non sono state eseguite, nei termini programmati, le fasi a cui queste sono collegate. Con programmi di ‘’project management’’ tipo ‘’microsoft project’’, i collegamenti possono essere evidenziati in modo automatico.



	Nome attività	Predec
27	impianti	
28	Impianto idrico	26
29	Impianto fognario	28
30	Impianto elettrico	26
31	Impianto gas	30
32	Impianto condizionamento	31
33	componenti impianto idrico	42
34	componenti impianto elettrico	42
35	componenti impianto gas	42
36	componenti imp. condizionamento	42
37	rivestimenti	
38	rivestimenti orizzontali	32
39	rivestimenti verticali	38
40	tinteggiature	
41	tinteggiature esterne	67
42	tinteggiature interne	93
43	Infissi	
44	controtelai	25
45	porte	36
46	finestre	36
47	Piano terreno	

Fig. 13 – Esempio di collegamento tra lavorazioni

Per la redazione di un cronoprogramma che poi possa essere effettivamente da base a da riscontro per la realizzazione dell’opera occorre quindi individuare la interdipendenza delle varie attività, nell’indicare cioè quale operazione dipende da un’altra o da altre, quali possono svolgersi parallelamente, vale a dire contemporaneamente e, viceversa, quale o quali attività potranno avere inizio solo col completamento di quelle che la precedono.

Tenendo in vista la lista delle attività, si analizzerà ciascuna separatamente, chiarendo per ognuna quale attività la precede immediatamente e quale attività la segue immediatamente. Nel primo caso deve essere indicato il requisito indispensabile per poter dare inizio ad una certa operazione, che cioè siano state completate una o più attività che da queste dipendono. Nel secondo caso devono essere indicate le attività che possono intraprendersi in seguito alla terminazione di una certa operazione, avendo quelle, come requisito per il loro inizio, il completamento della operazione in esame.

Talvolta può succedere che sia sufficiente la realizzazione parziale d’una certa operazione per dare inizio ad una parte analoga o anche a tutta quella successiva. Per esempio non è necessario che sia completata tutta la carpenteria e l’armatura della struttura d’una costruzione per iniziare il getto del calcestruzzo.

Prima della costruzione del grafico, quindi, sarà bene riportare in una tabella le interdipendenze riscontrate nella lista delle attività.

Di seguito è riportata una tabella con l’indicazione delle interdipendenze:

s/d	A	B	C	D	E	F	G	H
A	-	x		x				
B			x					
C								x
D					x	x	x	
E								x
F								x
G								x
H								-

Fig. 14 – Tabella delle interdipendenze

La tabella si leggerà verticalmente per quanto riguarda le dipendenze (d): es. C dipende da B, e orizzontalmente per le sequenze (s): es. a D seguono la E, la F e la G.

9. IL PERCORSO CRITICO CPM (Critical path method)

In un cronoprogramma ben progettato le fasi sono collegate tra di loro secondo una schema logico. Il collegamento per una serie di esse è vincolante e il ritardo dell'esecuzione di una fase allunga la durata complessiva dei lavori.

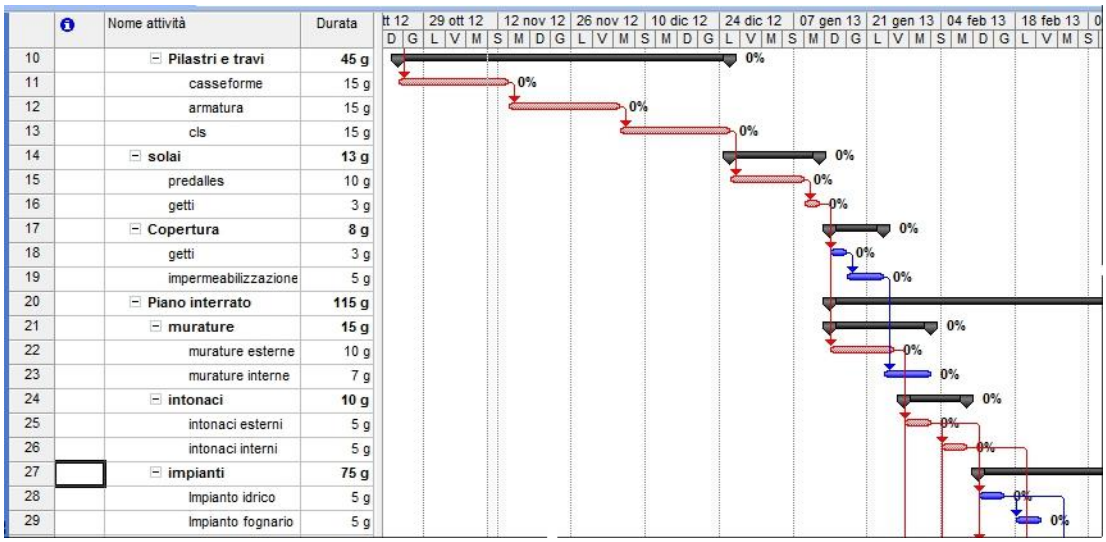


Fig. 15– Esempio di percorso critico

Dall'esame della Fig. 16 rileviamo che sono indicati in rosso i periodi vincolanti, ciò significa che le operazioni a cui si riferiscono non lasciano alcun margine di tempo fra la loro possibile e la loro improrogabile sia data iniziale che finale. La sequenza di attività che possiedono tale requisito che chiameremo critiche, definiscono quello che nel loro insieme nell'intero cronoprogramma viene chiamato percorso critico.

Le attività critiche, pertanto definiscono la durata del progetto, ed evidentemente, se la durata di un'operazione critica, durante lo svolgersi del programma, dovesse superare le previsioni, anche la durata complessiva aumenterà delle stesse unità di tempo del ritardo dell'attività in questione.

Mentre il ritardo di un'attività critica fa aumentare la durata complessiva del progetto, non è detto che un anticipo la faccia diminuire, in quanto potrebbero non essere ancora disponibili le risorse da utilizzare nelle successive.

Per quanto riguarda invece una possibile variazione della durata delle attività non critiche, la durata totale del programma, entro i limiti di disponibilità delle risorse, non subirà alcuna modifica.

E' da notare infine che, per coincidenza di date, possono coesistere più percorsi critici.

10. LIVELLAMENTO DELLE RISORSE

Requisito qualificante nel processo di pianificazione è il bilanciamento delle risorse, in particolare quelle umane che vanno utilizzate a regime costante. Un diverso criterio di utilizzo porterebbe a:

Risorse sovrautilizzate:

Quando le risorse richieste sono superiori alle risorse disponibili si verificano due possibilità:

A) Rispetto dei tempi stabiliti: in questo caso, quant'anche le ore complessive lavorate dovessero in teoria non variare, per realizzare il prodotto nei termini contrattuali, occorrerebbe allungare l'orario di lavoro con maggiori costi sia per lavoro straordinario che per attività sussidiarie.

B) Non rispetto dei tempi stabiliti: a lavoro costante (orario normale di lavoro) si allungherebbero i tempi con ripercussioni sulle spese generali e con addebito di penali per ritardata consegna del prodotto.

Risorse sottoutilizzate:

Quando le risorse richieste sono inferiori alle risorse disponibili si verificano maggiori costi per il loro mancato utilizzo (costo sostenuto a fronte di ricavo=0), quindi è necessario stabilire un legame logico tra il tempo di esecuzione delle attività e le risorse che vi sono dedicate.

Pertanto, per ottenere una pianificazione sostenibile, occorre porre attenzione al carico di lavoro su ciascuna risorsa nel tempo e mitigare il rischio di ritardi.

Quando si assegnano le risorse alle attività di progetto può accadere che per alcune di esse, in un dato periodo, venga superato il limite massimo della disponibilità concessa. Questa soglia è, a tutti gli effetti, un vincolo da considerare. Non a caso, un'assenza di gestione dei sovraccarichi di risorsa, in termini di ore lavoro, di quantità fisica o di costo, porta inevitabilmente a un ritardo nel completamento delle attività.

La pianificazione delle risorse deve quindi controllare che mezzi e persone vengano impiegate in modo sostenibile. Oltre a questo, è bene che venga dosata l'intensità di utilizzo delle risorse per agevolare la produttività e facilitare la gestione dei costi. Tuttavia, una buona pianificazione non deve solamente smussare i picchi delle sovrassegnazioni cercando l'uniformità di carico ma anche considerare il problema del sottoutilizzo. Può capitare che, in alcune fasi del progetto, una risorsa non sia impiegata al 100% della sua disponibilità, sebbene venga liquidata come se lo fosse. Una pianificazione bilanciata mediante procedimenti di ''livellamento delle risorse'', migliora l'efficienza del lavoro in relazione ai costi. Per far fronte a queste esigenze è possibile ricorrere alle tecniche di livellamento, in quanto da un lato cercano una soluzione ai sovraccarichi, dall'altro evidenziano sottoutilizzi e regolarizzano l'intensità d'impiego delle risorse.

I metodi per il livellamento del carico possono essere di tipo matematico o di tipo sperimentale. I primi, pur essendo più rigorosi, richiedono grandi quantità di dati e si rendono poco indicati per la risoluzione di situazioni complesse. I metodi sperimentali, consentono una maggiore flessibilità e adattabilità ai problemi del pianificatore e agli specifici criteri della sua pianificazione.

Onde dare un'idea delle procedure da mettere in atto per permettere un corretto livellamento delle risorse, prendiamo visione del nostro cronoprogramma di figura 12, la cui valorizzazione per la risorsa manodopera è riportata nei diagrammi delle figure 16.

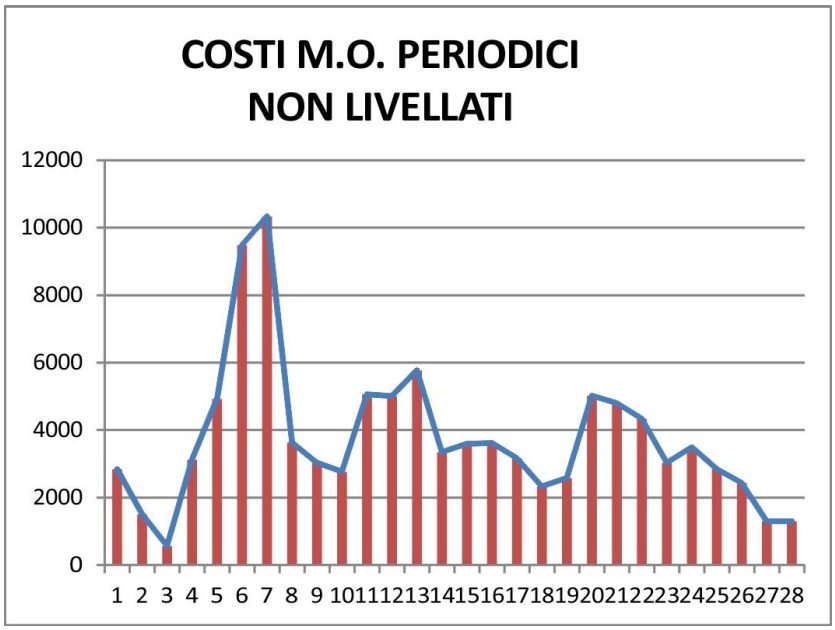


Fig. 16a – Costi settimanali della manodopera (risorsa non livellata)

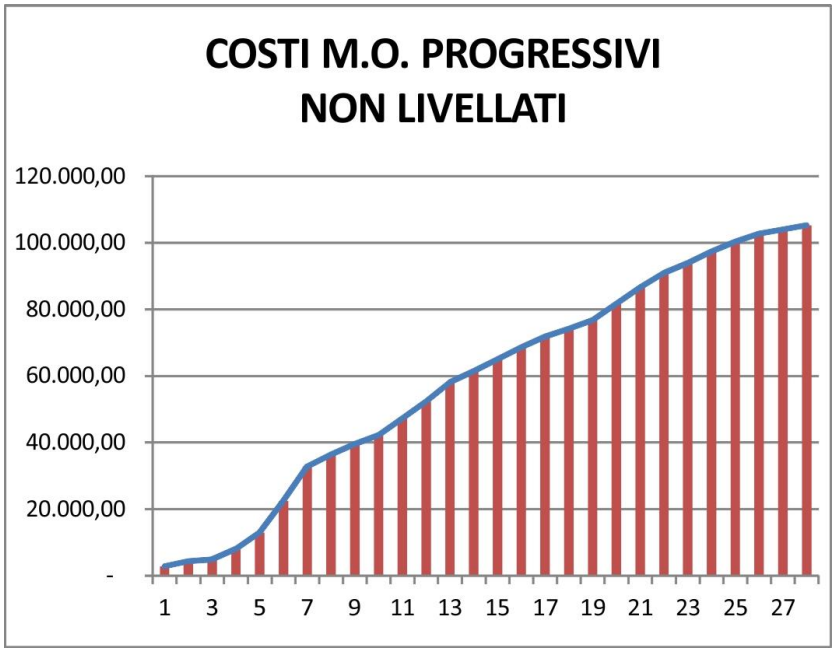


Fig. 16b – Costi progressivi della manodopera (risorsa non livellata)

Come si vede dall'andamento dei grafici la distribuzione molto diversificata dei costi di manodopera nei singoli periodi (settimane) deriva dalla mancata adozione di criteri di livellamento delle risorse.

La stessa distribuzione a seguito delle operazioni di livellamento da i risultati che risultano nei successivi grafici 18

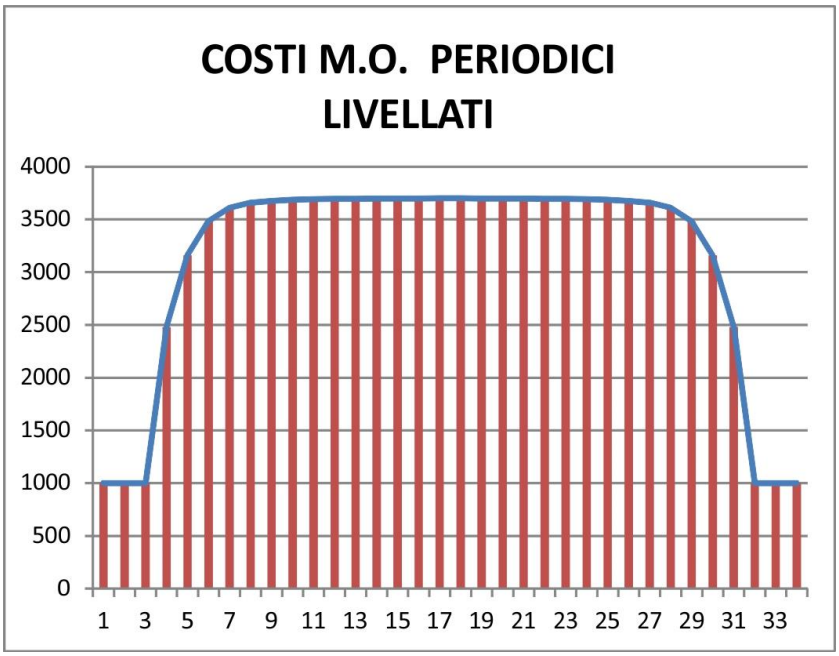


Fig. 17a - *Costi settimanali della manodopera (risorsa livellata)*

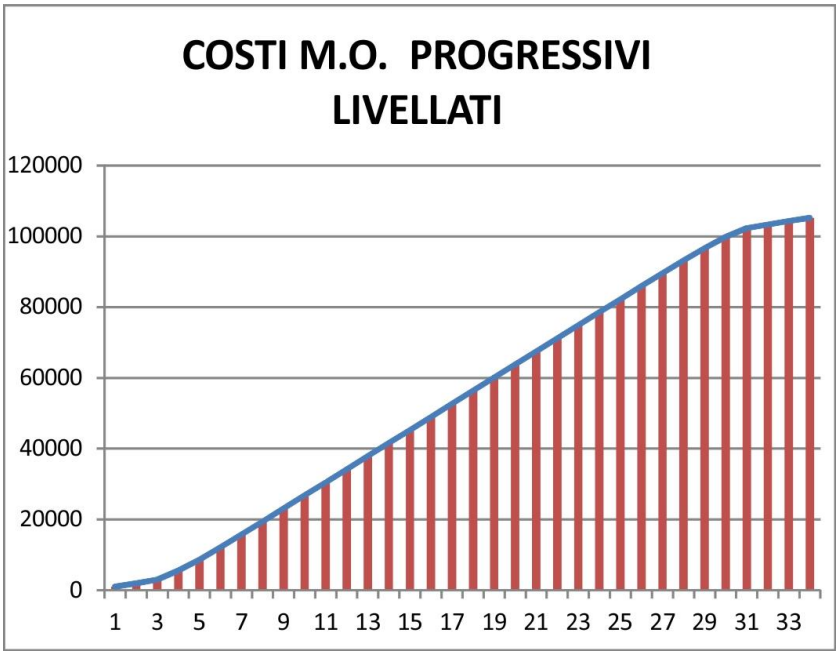


Fig. 17b- *Costi progressivi della manodopera (risorsa livellata)*

Questa volta l'andamento dei grafici restituisce una distribuzione più omogenea dei costi di manodopera nei singoli periodi (settimane), derivante dall' adozione di criteri di livellamento delle risorse.

La distribuzione dei valori è costituita da una fase iniziale di crescita lenta ed una successiva di accelerazione fino a livellarsi a valori costanti che specularmente decrescono a completamento dell'opera.

Nella pratica, la risorsa manodopera deve essere acquisita rapidamente e messa in condizione di operare a regime costante per tutta la durata delle lavorazioni e così come rapidamente viene acquisita, al decrescere delle lavorazioni, rapidamente deve essere spostata su altri siti lavorativi, affinché le previsioni di rendimento dell'opera non vengano alterate.

E' buona norma pertanto, costruito il percorso critico, agire sulle lavorazioni che non investono alcun settore delle criticità, e collocarle sul cronoprogramma con una tempistica di compensazione.

In alcuni casi, però occorre, purtroppo, intervenire sul percorso critico ed allungare i tempi, quando le risorse sono sottodimensionate. A quel punto occorre rivedere i criteri di esecuzione dell'opera, di quali parti subappaltare e quali eseguire in proprio. A tal proposito vale una regola aurea: le lavorazioni che non fanno parte del business core dell'impresa, vanno date in subappalto. I costi sono valutati a misura ed è onere del subappaltatore rispettare i tempi. Per le lavorazioni che fanno parte del ventaglio di specializzazione dell'impresa, si valuta quali possono concorrere a mantenere un utilizzo costante dell'impiego delle risorse, mentre quelle in esubero, che in genere rappresentano i picchi di utilizzo, vanno affidate in subappalto. Ovviamente per il subappalto occorre, nel caso di un'opera pubblica, rispettare le norme previste.

11. LE AVVERSITÀ ATMOSFERICHE

Tra le cause che condizionano il corretto andamento dei lavori sono comprese le avversità atmosferiche che hanno una notevole importanza per i lavori all'aperto, minore in quelli al coperto e minime se non nulle nei lavori sotterranei.

Pertanto, ai fini della determinazione del programma dei lavori, nella normativa del Lavori pubblici, sono ipotizzate tra distinte possibili situazioni:

- condizioni climatiche favorevoli (A1)
- condizioni climatiche normali (A2)
- condizioni climatiche sfavorevoli (A3)

Per ciascuna di tali condizioni si prevede che nell'anno solare, per ciascun mese, si verifichi una produzione differenziata a seconda dell'andamento climatico stagionale, nonché della chiusura cantieri per festività.

Posta pari all'unità la produzione ottimale mensile, si prevede che le variazioni nei singoli mesi possano oscillare dal 15 al 90% di detta produzione, a seconda delle condizioni sopra citate (vedasi istogrammi Tab. A1, A2, A3).

È necessario evidenziare che alla classe climatica A2, definita come normale, si ritiene debbano essere assegnati aprioristicamente tutti i lavori, salvo il ricorso alle classi A1 e A3 in coincidenza di casi prevedibilmente eccezionali. A tale proposito è opportuno sottolineare che per alcune tipologie di lavoro esiste una evidente indipendenza dalle condizioni climatiche esterne, vedi i lavori in galleria, le rifiniture di edifici per uso civile, la messa in opera di macchinari ecc.; pertanto in tali situazioni sarà da prevedere l'andamento corrispondente alla classe climatica A1; per la individuazione delle eccezioni, si è predisposta la tabella B che mette in relazione le 23 categorie d'opera con ipotesi di condizioni climatiche favorevoli, normali, sfavorevoli.

Per quanto attiene al tempo contrattuale utile per dare finiti i lavori, esso può essere facilmente ottenuto dal rapporto esistente tra l'importo globale di ciascuna lavorazione ed il valore definito come produzione ottimale mensile per quella lavorazione e moltiplicando tale rapporto per 1,21; 1,54; 1,74 rispettivamente per le classi climatiche A1, A2, A3.

Risulta subito evidente l'importanza che rivestono le scelte dell'importo ottimale mensile e della classe climatica nella determinazione di tale tempo; per quanto riguarda la seconda si è già detto della tabella B, con l'avvertenza che la classe A3 andrà usata esclusivamente per quei lavori che si svolgono in alta montagna, prevalentemente all'aperto, o nel caso di posa di condotte sottomarine.

Riguardo al valore della produzione mensile ottimale, bisogna considerare che la produzione ottimale è un valore teorico che in nessun mese o per nessuna classe climatica è previsto che venga realizzato, pertanto, esso va rivisto come fattore determinante di una corretta tempistica dei lavori, e di tale fattore l'impresa dovrà tenere conto nella determinazione della propria offerta.

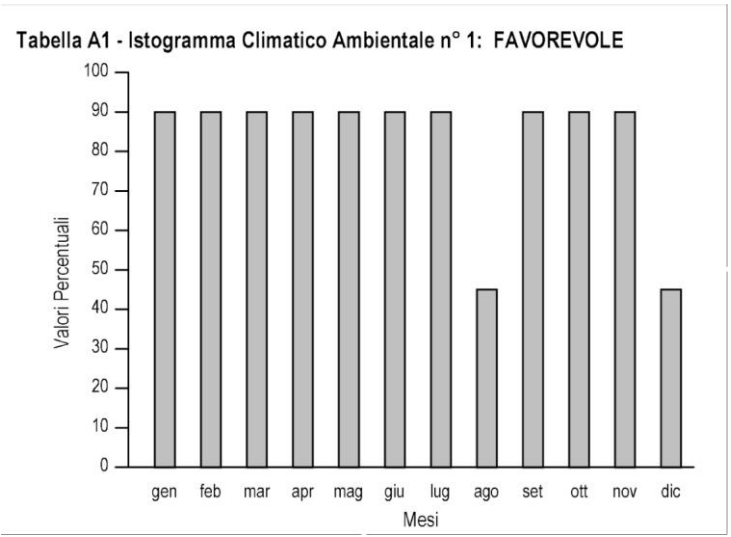


Fig. 18a – Tabella A1 – Istogramma climatico ambientale n° 1: favorevole

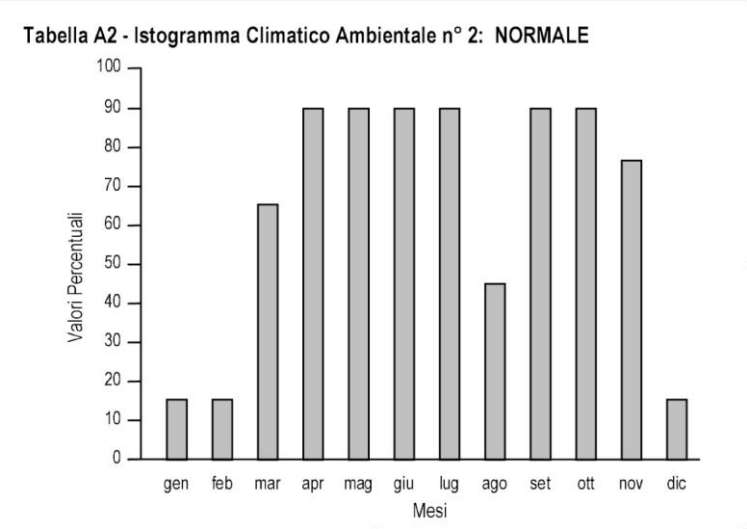


Fig. 18b – Tabella A2 – Istogramma climatico ambientale n° 2: normale

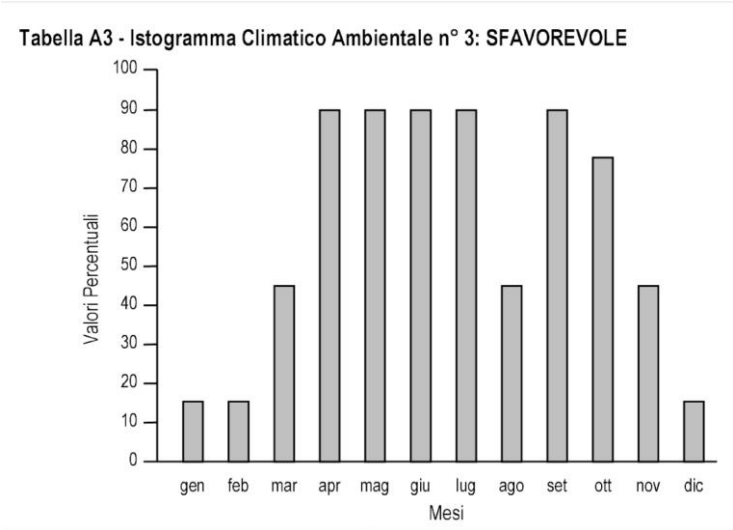


Fig. 18c – Tabella A3 – Istogramma climatico ambientale n° 3: sfavorevole

Tabella B

Relazione tra le categorie d'opera e le ipotesi di condizioni climatiche		favorevole	normale	sfavorevole
1 - Movimenti di materie	Op.str.	A1	A2	A3
2 - Opere d'arte	Op.str.	A1	A2	A3
3 - Lavori in sotterraneo	Op.str.	A1	A1	A1
4 - Lavori div. O mod. ent.	Op.str.	A1	A2	A2
5 - Sovrastruture	Op.str.	A2	A3	A3
6 - Op. varie senza gall.	Op.str.	A1	A2	A3
7 - Op. varie con gall.		A1	A1	A2
8 - Op. edilizie		A1	A1	A2
9 - Argini, canali	Op.idr.	A2	A2	A3
10 - Trav., difese, sist.	Op.idr.	A2	A2	A3
11 - Acqued. con forn. tubi	Op.ig.	A1	A2	A2
12 - Acqued. Senza forn tubi	Op.ig.	A1	A2	A3
13 – Fognature	Op.ig.	A1	A2	A3
14 - Op. maritt., moli, banch.		A1	A2	A3
15 - Op. maritt., dif., foranee, scogl.		A2	A3	A3
16 - Opere maritt., escavazione		A1	A2	A3
17 - Op. in c.a. per edilizia		A1	A2	A3
18 - Op. speciali (linee elettr. esterne)		A1	A2	A3
19 - Imp. igiene sanitari edilizia		A1	A1	A1
20 - Imp. elettr. interni edilizia		A1	A1	A1
21 - Imp. riscaldamento edilizia		A1	A1	A1
22 - Imp. condizionamento edilizia		A1	A1	A1
23 - Imp. ascensori, mont, edilizia		A1	A1	A1

Fig. 19 – Tabella B – Relazione tra le categorie d'opera e le ipotesi di condizione climatica

12. METODOLOGIE E STRUMENTI PER LA REDAZIONE DI UN CRONOPROGRAMMA

Metodologie

Le metodologie per la rappresentazione grafica di un cronoprogramma sono già state ampiamente illustrate nel corso della trattazione: A conclusione dello studio ricordiamo che quelle più applicate sono:

GANTT. E' un diagramma di supporto alla gestione dei progetti, così chiamato in ricordo dell'ingegnere statunitense Henry Laurence Gantt (1861-1919), che lo ideò nel 1917, sul quale non ci dilungheremo avendolo già trattato in tutti i suoi dettagli.

Il PERT (project evaluation and review technique) detta anche stima a tre valori o three-point-estimation è un metodo statistico di determinazione dei tempi delle attività di progetto e come il Gantt può essere applicato anche ai costi. Rispetto alla semplice stima a valore singolo, il metodo presuppone la determinazione di valori di stima ottimale, probabile e pessimistico che risultano più adeguati a valutare tempi e costi di attività di progetto che presentano incertezza o complessità.

Il metodo PERT prese l'avvio dalla esigenza di un sistema avanzato di programmazione per risolvere i numerosi problemi insiti nel programma di progettazione e costruzione dei missili Polaris negli Stati Uniti.

All'applicazione di questo metodo si attribuisce il merito di aver ridotto la durata di esecuzione del progetto di due anni sui cinque previsti.

Il CPM (critical path method) è un metodo per la determinazione della durata minima di un progetto di diretta derivazione del metodo PERT, ma applicabile anche al sistema Gannt. E' basato sulla individuazione delle attività critiche che lo caratterizzano (la sequenza delle attività critiche, dal punto d'inizio al punto di fine del progetto, determinano appunto il percorso critico).

Strumenti

L'affermazione degli strumenti informatici ha molto diffuso l'uso di software adatti o appositamente studiati per la gestione della per la temporizzazione della costruzione di opere. Tra i programmi più usati si annoverano:

Primavera; utilizzato per i grandi progetti e per la gestione aziendale. (è uno strumento che per la sua complessità é destinato agli specialisti del project management).

Microsoft Project; utilizzato per progetti di media complessità (adoperato in genere da specialisti di contabilità tecnica con la supervisione del responsabile della commessa).

Entrambi i programmi prevedono la possibilità di utilizzare le metodologie sopra indicate.

Microsoft Excel: Foglio elettronico generale personalizzabile per la redazione rapida di eventi temporali di piccola entità.

Programma di diagrammazione e graficizzazione statistica: vale quanto detto per il precedente ma con possibilità molto limitate.

E se non si è in possesso degli strumenti illustrati? Significa che l'impresa non ha le dimensioni tali da giustificarne l'acquisto. Niente paura, un buon capomastro, che conosce nei dettagli le lavorazioni che esegue ed abbia la

maturità e l'esperienza per valutarle sia temporalmente che economicamente, con un foglio quadrettato e un lapis, ed eventualmente una squadra e l'immancabile gomma, è in grado di redigere il proprio cronoprogramma.

LABORIS MERITA

CESAF

CENTRO STUDI ED ALTA FORMAZIONE
MAESTRI DEL LAVORO D'ITALIA

Home page: www.maestridellavoro.it
e-mail: segreteriacesaf@maestridellavoro

CeSAF
Centro Studi e Alta Formazione Maestri del Lavoro d'Italia
Sede principale: c/o ITE Terra di Lavoro Via Ceccano – 81100 Caserta
Email: segreteriacesaf@maestridellavoro.it – Home page: www.maestridellavoro.it
Sede Napoli: c/o Promos Via G. Porzio – Centro Direzionale Is. B3 III Piano 80143 Napoli