



POLITECNICO DI TORINO  
FACOLTÀ DI ARCHITETTURA  
Corso di laurea magistrale in ARCHITETTURA COSTRUZIONE CITTÀ

Tesi di laurea magistrale

Strumenti di supporto alla gestione dei progetti:  
l'applicazione dell'Earned Value Method a un caso studio

RELATORE

Chiar.ma. Prof. Elena Fregonara

CORRELATORI

Prof. Arch. Massimo Crotti

Prof. Ing. Stefano Pisu

CANDIDATO

Federica Cencioni

Anno Accademico 2017/2018

# Indice

## Introduzione

### 1. Project Management e il processo realizzativo del Progetto di Architettura

#### 1.1 Il Project Management nel settore delle costruzioni

##### 1.1.1 Il processo edilizio

#### 1.2 Un approccio sistemico alla gestione dei progetti

##### 1.2.1 Il modello organizzativo del progetto

##### 1.2.2 Il Project Construction Management

#### 1.3 La Pianificazione di progetto: obiettivi e studi di fattibilità

##### 1.3.1 Output di avvio di progetto: il Project Charter

#### 1.4 La Programmazione di progetto

##### 1.4.1 Le tecniche di programmazione fisica e temporale

##### 1.4.2 Le tecniche di programmazione economica

### 2. Esecuzione e controllo del processo edilizio

#### 2.1 Introduzione

#### 2.2 Normative di riferimento per la realizzazione di un manufatto edilizio

#### 2.3 Il Processo di Monitoraggio e controllo: verifica dell'avanzamento della produzione

##### 2.3.1 Valutazione dell'avanzamento fisico, temporale e economico di progetto

- 2.4 Il Metodo Earned Value
  - 2.4.1 Metriche di progetto attraverso il metodo Earned Value
- 2.5 Analisi degli scostamenti attraverso il metodo Earned Value
- 2.6 Riprogrammazione del completamento di progetto
- 2.7 Verifica dell'esecuzione di progetto a livello finanziario
- 3. Analisi di un progetto di edilizia pubblica. Il caso studio Centro benessere e sportivo ad Ostana
  - 3.1 Introduzione
  - 3.2 Il progetto di realizzazione di un Centro benessere e sport indoor
    - 3.2.1 Inquadramento dell'area di intervento
    - 3.2.2 Il progetto
    - 3.2.3 Ambito di progetto
  - 3.3 Le attività di progetto
    - 3.3.1 Tecnica di scomposizione di progetto: la Work Breakdown Structure
    - 3.3.2 Tecnica di schedulazione temporale: il diagramma di Gantt
    - 3.3.3 Tecnica reticolare: il cammino critico
    - 3.3.4 Pianificazione economica di progetto
  - 3.4 Gestione e controllo delle attività del progetto architettonico
    - 3.4.1 Lo stato di avanzamento lavori

3.4.2 Il controllo di progetto attraverso il metodo Earned Value

3.5 La formulazione di un nuovo piano di progetto

Conclusioni

Bibliografia

Allegati di progetto

Documenti di progetto

## Introduzione

Uno degli obiettivi principali del presente lavoro di tesi, consiste nell'indagare, in merito alla disciplina di stampo manageriale, il Project Management. Lo studio delle capacità di applicazione degli approcci metodologici e delle tecniche è posto in relazione con il progetto di architettura e con la disciplina estimativa attraverso precisi strumenti di pianificazione delle attività, di programmazione economica, monitoraggio e controllo dei costi all'interno di tutte le fasi tipiche del processo di progettazione. Un affondo particolare viene dedicato all'Earned Value Method o Metodo del valore guadagnato, che rappresenta uno dei sistemi più avanzati di controllo e monitoraggio dell'avanzamento di un progetto.

Il Project Management è una metodologia di gestione e controllo, la cui natura di tipo sistemico, si fonda su una visione di insieme di componenti alla base del processo di un progetto, integrati fra loro e orientati all'acquisizione di risultati, sulla base di una coordinazione di tempi di esecuzione e controllo dei costi. L'applicazione di tale metodica è posta nei confronti dell'ambito del settore delle costruzioni e del progetto architettonico, in cui ha già dimostrato, la sua validità e efficacia nel contesto estero per poi inserirsi negli ultimi decenni anche nella realtà italiana.

Lo sviluppo della disciplina del Project Management si può collocare verso la fine dell'Ottocento e gli anni Quaranta del Novecento, quando nasce il bisogno di gestire il cambiamento derivante dalla comparsa della società industriale e la formazione di grandi aziende con la conseguente necessità di assecondare i nuovi ritmi di produzione di prodotti in serie. Successivamente applicata anche come supporto decisionale e organizzativo di commesse militari e grandi opere nel settore delle costruzioni, era riconosciuta come il miglior metodo per avere un lavoro ben organizzato che permettesse di coordinare reparti di diverse competenze e specializzazioni. È solo negli anni Sessanta che si formalizzano i sistemi di Project Management come li conosciamo oggi e la sua adozione diventa massima anche nel settore dell'edilizia, che per natura

risulta essere un ambito multidisciplinare in cui è richiesta la gestione di molteplici attività e risorse di varia natura.

Il campo internazionale è sempre stato incline all'utilizzo delle tecniche di Project Management nel settore delle costruzioni, che nel caso dell'Italia, la necessità di adottarle e rivedere il sistema gestionale e organizzativo delle imprese edili, è stato soprattutto dettato dal doversi adattare ai cambiamenti dovuti alla globalizzazione del mercato immobiliare. Ciò va a scontrarsi con le tradizioni del settore delle costruzioni che vedono la necessità di slegare il processo edilizio dallo svolgimento tradizionale, secondo cui la gestione del progetto è affrontata attraverso una sequenza rigida di azioni che la allontanano dal concepirla come un sistema in cui è possibile gestire contemporaneamente più fattori di un processo. Perciò la normativa italiana ha ricorso all'assunzione all'interno della legislazione di alcuni aspetti della disciplina di natura anglosassone del Project, mutuata all'interno del nostro ordinamento con dovute correzioni: è il caso per esempio della Legge quadro in Materia di Lavori Pubblici n.109/1994.

A seguito di tale introduzione, la metodologia di gestione e coordinamento interdisciplinare del progetto è stata recentemente introdotta con un aggiornamento dal Codice degli Appalti D.Lgs. 50/2016, in cui la figura italiana Responsabile Unico del Procedimento, il RUP, ha assorbito le mansioni del Project Manager, data l'assenza di una figura professionale con una dovuta formazione nel campo del Project Management, certificata da parte degli organismi accreditati in conformità alla norma UNI 11648:2016, *"Attività professionali non regolamentate - Project Manager - Definizione dei requisiti di conoscenza, abilità e competenza"*.

Prospettandosi per il futuro la possibilità di rendere la metodologia gestionale una scelta essenziale per la redazione e la gestione di progetti, nella prima parte della tesi si sono voluti sottolineare i concetti fondamentali che illustrano

la correlazione tra gli strumenti e le tecniche di management e il tradizionale iter del processo edile, largamente trattati dall'ampia manualistica del settore: a partire dal significato attribuito al *processo edilizio*, riconosciuto come una sequenza coordinata di fasi che coinvolgono lo stadio di pianificazione generale dell'opera e l'attuazione degli interventi programmati, modificando il campo tradizionale di natura tecnico-costruttiva per estendere i confini di azione alle fasi di manutenzione e di gestione, sino al significato che viene attribuito al termine *progetto*, non più identificato attraverso la descrizione di elaborati grafici, che limita l'espressione alla sola fase progettuale, bensì come un'iniziativa temporanea che nasce per soddisfare bisogni esplicitati sotto forma di obiettivi chiari e definiti, che servono per realizzare risultati raggiungibili, correlati ai tre parametri tempo, costo e qualità.

Secondo l'accezione moderna che ci viene restituita dal testo riconosciuto come modello di riferimento internazionale, A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide), il Project Management fornisce un modello di processi e metodologie che servono per gestire un progetto, riconosciuti nelle fasi di Avvio, Pianificazione, Esecuzione, Monitoraggio e Controllo, Chiusura. Queste fasi sono comprese all'interno di quello che è definito Ciclo di vita del progetto o Project Life Cycle, uno dei pilastri su cui si fondano teorie e pratiche del Project Management, che trovano relazione con il progetto di architettura e con la disciplina estimativa attraverso precisi strumenti di pianificazione delle attività, programmazione economica, monitoraggio e controllo dei costi. La ripartizione del processo di attuazione di un progetto è la medesima anche nel caso della metodica applicata specificatamente al settore delle costruzioni, il Project Construction Management, finalizzata a definire e controllare i flussi di gestione dei processi di progettazione e di costruzione, al fine di affrontare in maniera rigorosa il percorso di creazione di un'opera dalla sua concezione fino alla realizzazione, contribuendo a perseguire il rispetto dei tempi di costruzione, ottimizzazione dei costi di realiz-

zazione e a garantire il livello di qualità dell'intervento, secondo le richieste del committente.

È infatti a partire dalla stessa sequenza di fasi che si sono voluti strutturano i primi due capitoli di tesi, restituendo l'associazione delle teorie e strumenti del Project con il contesto della produzione edilizia, per comprendere come meglio gestire e coordinare un ambiente così complesso in cui la carenza rivolta al coordinamento delle fasi può essere interpretabile come una delle cause principali di scostamento.

Di rilevante importanza è la fase di *Avvio* e di *Pianificazione*, in cui risiede la concettualizzazione dell'opera e in cui risiede la prima valutazione di progetto che supporta la decisione sull'eventualità e sulla convenienza ad avviarlo. Gli strumenti di cui ci si serve per il supporto alla definizione degli obiettivi sono lo Studio di Fattibilità, che considera gli aspetti di ordine tecnico-economico attraverso procedure di calcolo parametrico dei costi diretti e totali, e la Verifica di Fattibilità economico-finanziaria, utile per assistere il committente nello stabilire la programmazione degli aspetti economici e temporali e per l'inquadramento generale dell'opera prima dell'inizio della progettazione.

Il raffinamento delle attività svolte durante la fase di pianificazione si ha con la programmazione di tutti i dettagli necessari per l'esecuzione del progetto, allo scopo di raggiungere gli obiettivi nel rispetto dei vincoli di tempo, costo e qualità. Tale attività è supportata da una serie di strumenti grafici che permettono di gestire e seguire in maniera costante l'avanzamento di progetto consentendo di essere flessibili agli eventuali cambiamenti e criticità e permettono di ridefinire quanto programmato, secondo mutazione delle condizioni del contesto.

La raccolta di dati e il modello di documento utilizzato per redigere il piano di azione del progetto e seguirne l'avanzamento è definito all'interno del Project Management Plan, che sancisce l'avvio formale dell'opera che guida l'esecuzione e il controllo, attraverso gli obiettivi e i traguardi intermedi esplicitati.

La definizione delle attività di progetto viene poi esplicitata all'interno della Work Breakdown Structure (WBS), una scomposizione strutturata del progetto, che si sviluppa tramite l'individuazione di sotto-obiettivi e attività definite ad un livello di dettaglio sempre maggiore.

Attraverso il medesimo strumento, l'Organizational Breakdown Structure (OBS), viene effettuata una decomposizione gerarchica dell'organizzazione di progetto, al fine di individuare i responsabili di ogni lavorazione. L'intersezione delle attività e dei compiti da svolgere inclusi nella WBS con le unità organizzative della OBS viene operata attraverso una matrice bidimensionale, la Responsibility Assignment Matrix (RAM).

La programmazione dei tempi delle attività è restituita al diagramma di Gantt e alle tecniche reticolari, il Program Evaluation and Review Technique (PERT) e il Critical Path Method (CPM), che definiscono la successione temporale e le dipendenze tra le attività, con l'individuazione delle attività critiche. A supporto della programmazione economica, che va integrata a quella temporale, ci si avvale di un ulteriore organigramma, la Cost Breakdown Structure (CBS) necessaria per la realizzazione del budget che avviene secondo l'intersezione fra la destrutturazione delle attività la destrutturazione dei costi.

Un approccio operativo per le pratiche di Project Management è anche quello di identificare un quadro economico-finanziario di progetto basato sul Cash Flow o flussi di cassa che monitora i costi e i ricavi in un determinato intervallo di tempo e permettono il controllo di una eventuale situazione di disallineamento negativo fra entrate e uscite.

Nel secondo capitolo si analizza la fase di *Esecuzione* e il processo di realizzazione di un'opera architettonica secondo le fasi classiche del processo di costruzione.

Il momento che sancisce il passaggio dalla programmazione alla fase di realizzazione di un manufatto viene descritto secondo le fasi tradizionali del processo edilizio italiano che si riconoscono nella successione schematizzata:

progettazione-appalto-costruzione.

Un breve approfondimento è perciò dedicato alla trattazione in materia dei lavori pubblici, considerato un aspetto essenziale per fornire e individuare le tecniche e gli strumenti adottati nel settore edile e nella metodica del Project Management per gestire e coordinare l'avanzamento della produzione.

La fase di esecuzione, riconosciuta come uno dei processi più impegnativi del ciclo di vita del progetto, vede la concretizzazione degli obiettivi programmati in precedenza, attraverso la realizzazione delle attività. All'interno di tale fase è dimostrabile la qualità e la rispondenza ai requisiti previsti nel Project Management Plan sia a livello economico sia temporale sviluppato a preventivo mediante l'azione del *Monitoraggio e Controllo*.

La misurazione delle prestazioni di progetto molto spesso veniva operata attraverso un controllo separato dell'avanzamento dei tempi e dei costi pianificati, il che si traducevano in un'azione inefficace che comportava una scorretta valutazione del reale avanzamento di progetto.

A fonte di innumerevoli errori sulla base di tale valutazione, tale mancanza è stata sopperita con il Metodo dell'Earned Value o metodo del valore guadagnato: la sua operatività si basa sull'integrazione delle metriche di costo del progetto, schedulazione e ambito in un unico sistema di misurazione allo stato attuale dell'opera contro la sua baseline di riferimento e fornisce stime del costo del progetto e della durata al completamento. Questo metodo semplice ma di grande efficacia permette di osservare le prestazioni e misurare i livelli di ogni singola attività, ad ogni data di rilevazione, per fornire il primo segnale di scostamenti con quanto programmato e attuare una riprogrammazione a finire dei tempi e dei costi di progetto.

Il terzo e ultimo capitolo è dedicato all'applicazione della metodologia gestionale su un caso studio di progettazione architettonica di modeste dimensioni, concepito e programmato secondo procedure, norme e fasi tradizionali della legislazione italiana in materia di lavori pubblici.

L'opera in questione, il Centro benessere e sport indoor, sorge nella piccola realtà del comune di Ostana, concepita all'interno di un programma di sviluppo delle comunità alpine e riqualificazione del patrimonio architettonico.

La scelta è ricaduta su tale progetto poiché l'obiettivo è quello di sperimentare l'applicazione dell'Earned Value Method attraverso una lettura ex post del processo di realizzazione, che per differenti cause ha subito un forte ritardo nelle opere di esecuzione e per tale motivo ancora non è stato ultimato.

Se ne ripropone dunque un'analisi e riprogrammazione del processo evolutivo, sulla base delle tecniche fornite dalla disciplina del Project Management al fine di indagare le cause e i ritardi che hanno compromesso il processo di costruzione.

Per soddisfare tale esigenza ci si è avvalsi dello strumento di gestione, il sistema informatico Microsoft Project versione 2016, con il quale si è cercato di evidenziare come la metodica del Project Management possa garantire vantaggi nella gestione e nel controllo di un progetto.

Al fine di dimostrare tali benefici, si è proceduto alla ricostruzione delle fasi lavorative secondo la loro schedulazione temporale e economica cercando di ripercorrere gli eventi che hanno costituito i maggiori scostamenti rispetto alle previsioni iniziali. Grazie all'applicazione del metodo dell'Earned Value, che introduce un controllo integrato della dimensione temporale nei consuntivi economici di progetto, si è in grado di restituire il reale valore guadagnato sulla base delle attività completate sino alla data di sospensione dei lavori, per attuare interventi di riprogrammazione rispetto ai piani di gestione manageriale e finanziaria.

# 1 Project Management e il processo realizzativo del Progetto di Architettura

## 1.1 Il Project Management nel settore delle costruzioni

Il progetto è un concetto da sempre ricorrente all'interno dei più differenti ambiti lavorativi, a cui, secondo quanto determinato dalla disciplina del Project Management, viene riconosciuto il significato intrinseco di gestione e controllo della realizzazione di attività a carattere progettuale. Applicato secondo un approccio di tipo sistemico, è ritenuto essere un processo congeniale al raggiungimento degli obiettivi applicabile a qualsiasi ambito, il che porta a mutare la visione classica che si ha del progetto, considerandolo come un sistema complesso di progettazione multidisciplinare e integrata.

Il ragionare secondo il pensiero sistemico è proprio della disciplina del Project Management, che negli ultimi anni ha instaurato una forte interazione con il settore delle costruzioni per la gestione delle peculiarità che contraddistinguono questo campo. Infatti il processo edilizio si caratterizza di sistemi organizzativi complessi in cui vengono impiegate quantità considerevoli di risorse a carattere economico, materiale e umano, per cui risulta evidente la difficoltà di integrare differenti aspetti, specializzazioni e responsabilità con attenzione alla gestione ed al coordinamento multidisciplinare in tutte le fasi di realizzazione di un manufatto edilizio. Adottare una buona organizzazione e un controllo di progetto permette di migliorare la corretta gestione del processo realizzativo traducendola in un risparmio di costi e un migliore utilizzo di tempi e risorse, che a loro volta comportano un miglioramento della qualità e contenimento del budget.

Nel nostro Paese, come anche nello scenario internazionale, la crescita del mercato delle costruzioni ha sviluppato nel campo delle imprese edili una più celere domanda di prodotti da realizzare, di maggiore qualità, secondo tempistiche ristrette e con minori costi di produzione all'interno di un ambiente sempre più competitivo in cui si innesca una notevole concorrenza fra gli

operatori, che ha portato al bisogno di adottare strumenti efficaci per gestire il cambiamento. Si è sentita l'esigenza di innovare e approfondire gli aspetti tecnici, organizzativi e economici attraverso la gestione dei programmi e progetti, sia per quanto riguarda lo sviluppo interno dell'opera sia per interloquire e gestire gli attori che competono alla realizzazione del progetto come il committente, che esso sia pubblico o privato, studi di progettazione, imprese costruttrici, sia per raggiungere un determinato risultato, sviluppando in un arco temporale preventivamente individuato, le attività che concorrono alla sua realizzazione.

L'approccio del Project Management risulta per questo essere uno strumento fondamentale per interpretare e gestire un contesto di questo tipo, tanto dinamico e mutabile che necessita di tecniche e metodologie ben definite. Impostare dall'inizio un progetto secondo l'approccio organizzativo e gestionale permette di non incorrere in problemi che possono investire il progetto già dalla fase preliminare, permette di individuare figure professionali che abbiano sviluppate capacità gestionali, pianificare e controllare la correlazione tra l'avanzamento temporale e economico di progetto rispetto al programma e i corrispettivi flussi economici e finanziari, attuare strategie in grado di mantenere come traguardo il raggiungimento degli obiettivi prestabiliti al fine di condurre progetti di architettura complessi al successo (Fig.1.1).

Ad oggi, le strutture professionali italiane risultano ancora non del tutto familiari alle richieste tecniche che un progetto multidisciplinare richiede secondo l'applicazione della metodologia del Project Management, per cui vista la necessità di adattarsi ai cambiamenti, si è ricorso all'assunzione all'interno della legislazione italiana di alcuni aspetti della disciplina di natura anglosassone del Project, mutuata all'interno del nostro ordinamento con dovute correzioni. Analizzando brevemente l'exkursus storico della legislazione italiana in materia di lavori pubblici, prima dell'emanazione della legge Quadro n.109/1994, norma essenziale ai fini dell'introduzione delle tecniche di natura gestionale e del pensare verso una progettazione integrata, in Italia si era abbastanza distanti dal concepire una programmazione e un controllo di progetto in quanto ci si avvaleva della legge n.143/1949, "*Testo unico della tariffa degli onorari per le prestazioni professionali dell'ingegnere e dell'architetto*", per stabilire

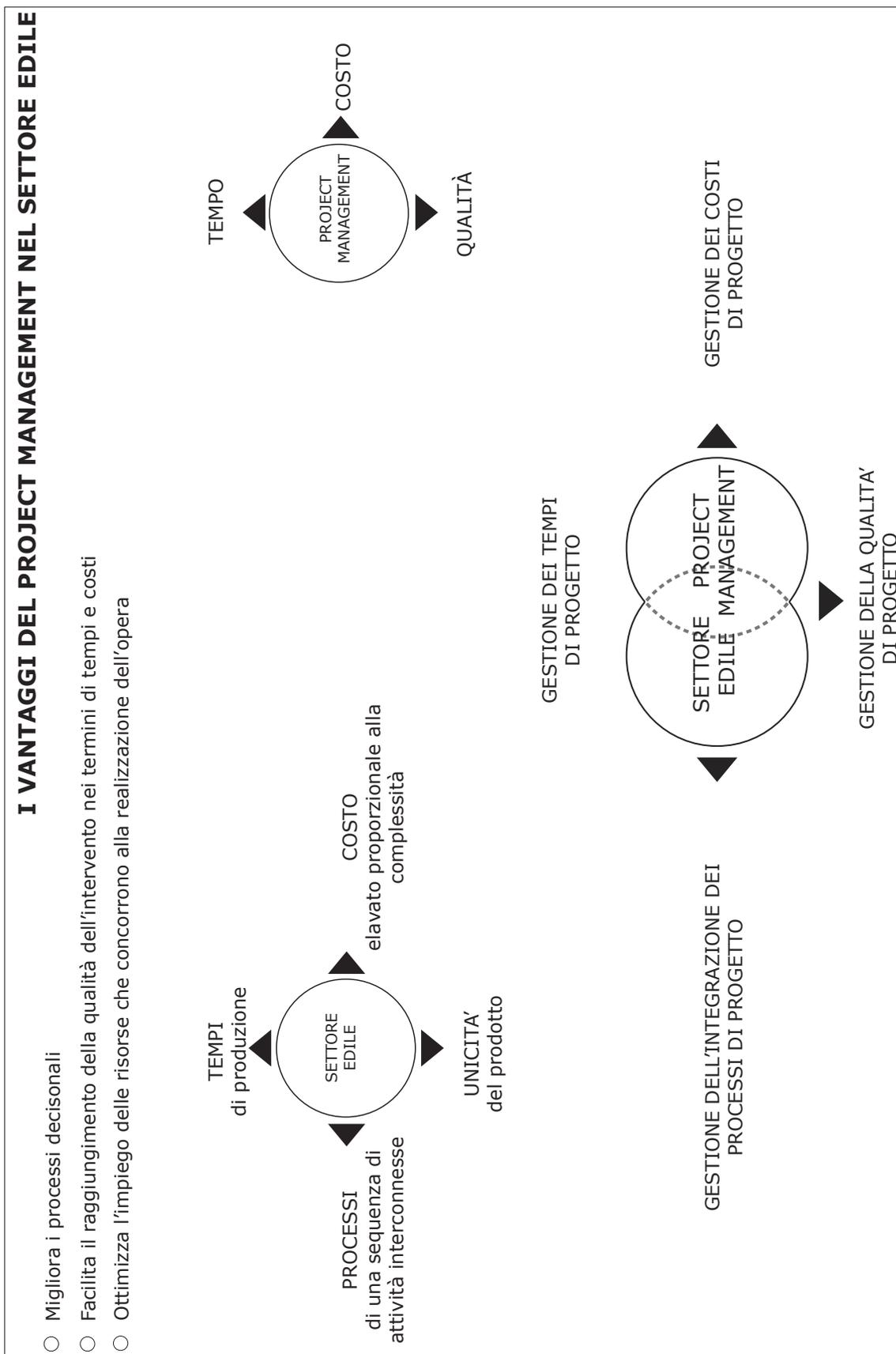


Figura 1.1 - I vantaggi del Project Management nel settore edile

le fasi delle progettazione attraverso le parcelle professionali di architetti e ingegneri. Il testo di tale legge n.143/1949 « *ha carattere nazionale e serve a stabilire gli onorari professionali spettanti agli ingegneri e agli architetti* », piuttosto che definire chiarimenti circa i contenuti riguardanti la progettazione. Si stabiliva la prestazione del professionista per l'esecuzione delle opere mediante un elenco di punti che riportano varie funzioni da conseguire, in cui il progettista fissava degli accordi fiduciari piuttosto semplici con la committenza privata e anche pubblica. Da tale testo si deduce che il progettista si esentava dal redigere un progetto esecutivo preciso o la compilazione di capitolati e specifiche esaurienti e di computi metrici estimativi, che diveniva no di conseguenza responsabilità dell'impresa costruttrice<sup>1</sup>.

A seguito dell'introduzione della Legge Quadro n.109/94 o Legge Merloni (abrogata), la normativa italiana si avvicinava agli orientamenti normativi europei tenendo conto delle tecniche di Project Management e progettazione integrata. All'interno della Legge Quadro si stabiliva una distinzione di responsabilità e diritti della pubblica amministrazione e una specifica sui professionisti e le imprese di costruzione ammessi all'appalto pubblico. Si rendeva obbligatorio alle Pubbliche Amministrazioni di elaborare la Programmazione Triennale dei lavori pubblici, con l'elenco dei lavori e il piano finanziario complessivo per ogni settore, le priorità dell'intervento e i tempi di attuazione delle lavorazioni<sup>2</sup>.

Tale legge voleva essere una guida necessaria, sulla base di quanto proposto dal regolamento normativo inerente alle attività di progettazione nelle fasi preliminare, definitiva ed esecutiva, per garantire che l'operato fosse portato a termine e concepito congruentemente alle finalità relative al progetto e alla qualità richiesta per il soddisfacimento dei requisiti definitivi secondo il quadro normativo nazionale e europeo.

---

<sup>1</sup> Il concetto è illustrato nella Legge 2 marzo 1949 n.143, "Testo unico della tariffa degli onorari per le prestazioni professionali dell'ingegnere e dell'architetto", con gli aggiornamenti disposti con D.M. 21 agosto 1958, D.M. 25 febbraio 1965, D.M. 18 novembre 1971, D.M. 13 aprile 1976, D.M. 29 giugno 1981 e D.M. 11 giugno 1987.

<sup>2</sup> Il concetto è illustrato nella Legge 11 febbraio 1994 n.109, "Legge Quadro in materia di lavori pubblici", Art.14: La programmazione dei lavori pubblici.

È in questa maniera che si è orientata la committenza pubblica verso un cambio di mentalità che ha portato a considerare la metodologia applicata alla gestione e al coordinamento interdisciplinare del progetto come fattore fondamentale per la buona riuscita qualitativa di un'opera nei tempi stabiliti ed entro i costi preventivati.

Conseguentemente a questo, all'interno del Codice degli appalti, D.Lgs. 50/2016, la definizione della figura italiana nell'ambito del procedimento amministrativo, il RUP, Responsabile Unico del Procedimento ha inglobato la figura e parte delle mansioni proprie del Project Manager, grazie a un aggiornamento apportato alla linea guida n.3/2016 da parte dell'Anac - Autorità nazionale Anticorruzione - a cui è stata demandata l'autonoma adozione di atti a carattere generale finalizzati a offrire indicazioni interpretative e operative agli operatori del settore, come stazioni appaltanti, imprese esecutrici, organismi di attestazione [...], nell'ottica di perseguire gli obiettivi di semplificazione, standardizzazione delle procedure, trasparenza ed efficienza dell'azione amministrativa, apertura della concorrenza, garanzia dell'affidabilità degli esecutori, riduzione del contenzioso<sup>3</sup>.

La linea guida n.3, *"Nomina, ruolo e compiti del responsabile unico del procedimento per l'affidamento di appalti e concessioni"*, prevede un aggiornamento della figura del RUP, a cui viene richiesta, in caso di appalti di particolare complessità, anche la qualifica di Project Manager oltre agli altri requisiti professionali<sup>4</sup>. A conferma che il RUP possieda le capacità tali da ricoprire il ruolo di Project Manager, e quindi abbia ricevuto una adeguata formazione in

---

<sup>3</sup> Il concetto è illustrato nel testo ANAC, *"Linee guida attuative del nuovo Codice degli Appalti. Nomina, ruolo e compiti del responsabile unico del procedimento per l'affidamento di appalto e concessioni"*.

<sup>4</sup> Il Responsabile del Procedimento viene nominato per l'attuazione di ogni singolo intervento previsto dal programma triennale dei lavori pubblici, per le fasi della progettazione, affidamento e esecuzione dell'opera; inoltre svolge attività di vigilanza sulla corretta esecuzione dei contratti. All'interno del D.P.R 554/99 art.7, comma 4, si definisce come « *il responsabile del procedimento è un tecnico in possesso di titolo di studio adeguato alla natura dell'intervento da realizzare, abilitato all'esercizio della professione o, quando l'abilitazione non sia prevista dalle norme vigenti, è un funzionario con idonea professionalità, e con anzianità di servizio in ruolo non inferiore a cinque anni. Il responsabile del procedimento può svolgere per uno o più interventi anche le funzioni di progettista o di direttore dei lavori* ».

materia di Project Management, deve attestare la formazione attraverso la certificazione rilasciata dagli organismi accreditati in conformità alla norma UNI 11648:2016, "Attività professionali non regolamentate - Project Manager - Definizione dei requisiti di conoscenza, abilità e competenza", con cui viene introdotto nel quadro nazionale il ruolo di Project Manager come figura professionale riconosciuta, la quale a sua volta si rifà alla norma UNI ISO 21500, "Guida alla gestione progetti (Project Management)" (Fig.1.2).

Il Project Manager, secondo il PMBOK® Guide, il principale standard internazionale del Project Management, è definito « *the person assigned by the performing organization to achieve the project objectives. The role of a project manager is distinct from a functional manager or operations manager. Typically the functional manager is focused on providing management oversight for an administrative area, and operations managers are responsible for a facet of the core business*<sup>5</sup> ». In termini generali il Project Manager è il responsabile del completamento della performance di progetto e della qualità, di cui tiene sotto controllo gli elementi e i vincoli stabiliti, che solitamente riguardano il tempo, il budget, le risorse coinvolte. I compiti richiesti al Project Manager prevedono che esso abbia competenze interdisciplinari, che comprendano skills tecnico professionali, manageriali e relazionali, il che lo porta ad assumere la figura di coordinatore degli attori coinvolti nel progetto e i compiti a essi assegnati, per monitorare e controllare che ognuno di questi venga svolto nella maniera prestabilita e più appropriata, al fine di portare a compimento il progetto a lui affidato nei termini dei fondamentali parametri alla base del Project Management, tempo, costo e qualità restando in linea con gli obiettivi del committente. A seguito dell'estensione del campo legislativo si prospetta per il futuro la possibilità di dotare le imprese edili di buoni strumenti di management, di modo da rendere la metodologia gestionale una scelta essenziale per la redazione di progetti e la direzione dei lavori per l'esecuzione delle opere, in particolare pubbliche.

---

<sup>5</sup> PMI, *PMIBOK® Guide: A Guide to the Project Management Body of Knowledge*, Fourth Edition, 2008, p.13.

### 1.1.1 Il processo edilizio

Il processo edilizio è da sempre riconosciuto come una « *sequenza organizzata di fasi operative che portano dal rilevamento di esigenze al loro soddisfacimento in termini di produzione edilizia*<sup>6</sup> ».

La sequenza coordinata di fasi coinvolge lo stadio di pianificazione generale dell'opera sino all'attuazione degli interventi programmati, riconoscendo questo susseguirsi di fasi come la concretizzazione di un bene mediante la costruzione di un manufatto per il soddisfacimento dei bisogni dell'uomo e della collettività. Il campo tradizionale all'interno del quale si articola il processo edilizio ha sempre individuato attività di natura tecnica-costruttiva, fin quando l'estensione del campo, da qualche decennio ad oggi, ha modificato i confini di azione considerando parte integrante del processo edilizio le fasi di manutenzione e di gestione, l'adeguamento tecnologico e funzionale di un manufatto nonché il reperimento di risorse finanziarie per la costruzione del bene.

In questa maniera è aumentata la complessità del processo edilizio, che vede il coinvolgimento di nuove fasi e di attori con differenti ruoli: lo svolgimento risulta essere meno lineare e la sua durata si estende per un lungo arco temporale non definibile a priori. Sintetizzando l'articolarsi di tali fasi e dei molteplici passaggi, la creazione di un manufatto edilizio si articola secondo un ciclo di vita composto da tre macro processi:

- 1) il processo di concezione del manufatto: prevede la programmazione generale e la pianificazione degli interventi, la programmazione tecnico-finanziaria (analisi di mercato) e la progettazione architettonica;
- 2) il processo costruttivo: prevede l'affidamento dei lavori dopo il quale si procede all'esecuzione;
- 3) il processo di esercizio: prevede il collaudo, la gestione e la manutenzione a seguito della conclusione dell'esecuzione dei lavori.

---

<sup>6</sup> Norma UNI 7867 - Edilizia. Terminologia per requisiti e prestazioni. Nozioni di requisito e di prestazione.

L'articolato processo del prodotto edilizio e del suo ciclo di vita risulta molto diverso da tutti gli altri prodotti industriali, il che lo rende per alcuni aspetti una disciplina da interpretare e analizzare a sé.

Sono molteplici le peculiarità che portano il processo edilizio ad essere considerato tale:

- temporaneità: la durata del progetto si estende per un tempo limitato, ha un determinato inizio e una fine, quest'ultima sicura nel momento in cui vengono conseguiti tutti gli obiettivi prefissati nella fase di pianificazione;
- unicità: ogni progetto presenta delle sue proprie caratteristiche che non possono essere standardizzate e quindi irripetibili per altri processi costruttivi;
- elaborazione progressiva: lo sviluppo del progetto è organizzato attraverso molteplici processi che sono una sequenza di attività interconnesse;
- tempi di produzione: possono coprire lunghi archi di tempo per la complessità del prodotto e delle risorse e materiali da impiegare per la costruzione;
- ammontare monetario: i costi sono elevati proporzionalmente alla complessità del progetto.

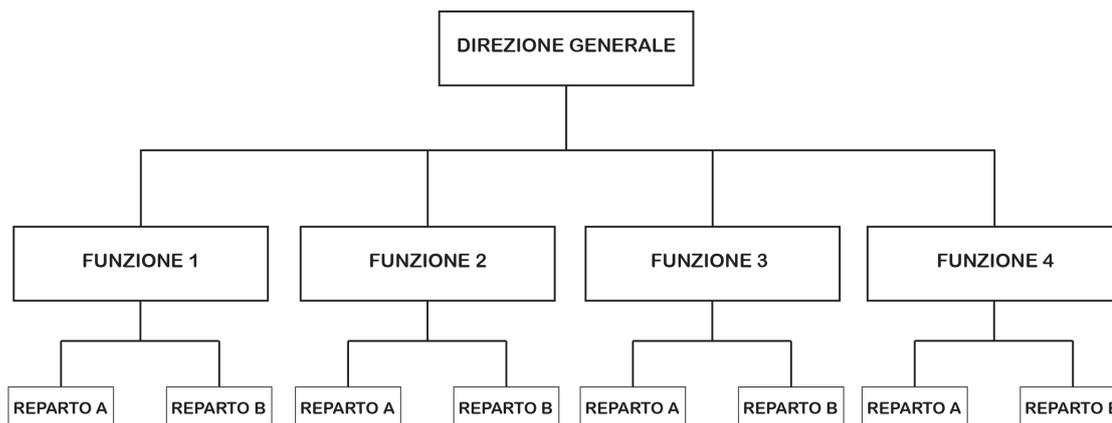
Le modalità con cui la progettazione edilizia per la realizzazione di una commessa ha inizio, sono fissate secondo procedure e norme di natura tecnica, organizzativa e amministrativa che fissano le regole attraverso le quali il processo si svolge, concordato tra il committente e i partecipanti. L'iter classico è quello di ideazione-progettazione-appalto-costruzione, in cui il committente, pubblico o privato, stipula un contratto con cui affida ad un'impresa l'esecuzione dei lavori che se ne prende carico e avvia il processo di realizzazione.

Nel nostro Paese, il settore edilizio è composto perlopiù da piccole e medie imprese, che rispetto alla realtà estera si presentano più deboli in termini economici e meno avanzate a livello di struttura tecnico-operativa.

Di risposta la loro organizzazione interna rimane legata a una struttura di tipo gerarchico o piramidale, fondando il lavoro su uno sviluppo "verticale" che prevede l'istituzione di uno o più livelli intermedi tra chi detiene il potere direttivo e quello esecutivo, per cui ogni membro dell'organizzazione risponde a un'unica posizione superiore alla quale compete la massima autorità. Date le caratteristiche di questa struttura, la sua applicazione è ammissibile solo per

produzioni seriali, per cui è facile prevedere eventuali difformità dalla normale routine e quindi disporre di una rapida trasmissione degli ordini.

Figura 1.2 - Struttura organizzativa di tipo gerarchico



Fonte: elaborazione dell'autrice dal testo Allodi D., Project management per l'architettura, Edilizia, 2008, p.41

Questo carattere distintivo del settore edilizio italiano ha frenato notevolmente il radicamento del Project Management nel nostro Paese, penalizzando le aziende che lavorano "per commessa"<sup>7</sup> che trovano difficoltà nell'adottare questo tipo di organizzazione tradizionale.

La produzione non affatto ripetitiva innesca la gestione simultanea di numerose decisioni, da prendere con il coinvolgimento di diverse risorse all'interno del processo. « *Il modello organizzativo che lega gli operatori, i ruoli e le responsabilità e l'organizzazione di impresa si distingue secondo due realtà: quella della sede, composta da personale stabile con responsabilità direttive e gestionali e quella di cantiere, formata da operatori che occupano ruoli relativi alla realizzazione di una specifica opera.*

*La sua struttura organizzativa si articola secondo una componente stabile e*

---

<sup>7</sup> Nel campo dell'ingegneria gestionale, lavorare per commessa intende un incarico affidato a strutture organizzative o a singole persone, che prevede la realizzazione di uno specifico prodotto o servizio, secondo una produzione non ripetitiva caratterizzata da una quantità ben determinata di risorse, finanziarie, umane e materiali.

*una variabile, la prima relativa a una serie di funzioni stabilmente presidiate da responsabili funzionali e una componente variabile, relativa a un certo numero di responsabili di commessa che variano a seconda delle commesse in corso di realizzazione<sup>8</sup> ».*

Per questo in un organigramma di tipo gerarchico si è reso necessario aggiungere una linea di riferimento che rende « *la struttura "a matrice", permettendo l'integrazione delle caratteristiche della struttura funzionale e dell'organizzazione per progetti per divenire un modello organizzativo elastico adatto a seguire i mutamenti del sistema<sup>9</sup> ».* In un'organizzazione Project-Oriented le risorse sono ridistribuite sulla base dei progetti e rispondono al Project Manager del determinato settore. In questa struttura le conoscenze e competenze del personale possono essere condivise tra i dipartimenti funzionali e il team di progetto, in base alle esigenze. Fanno sempre capo a un Project Manager e ai manager funzionali, che in base al tipo di organizzazione a matrice, possono avere più o meno potere decisionale. Esistono tre tipologie di questa organizzazione:

- matrice debole: il ruolo del Project Manager è quello di coordinatore e le sue decisioni devono essere esaminate dai manager funzionali;
- matrice equilibrata: il Project Manager non ha autorità assoluta sul progetto e il potere è condiviso con i manager funzionali delle risorse;
- matrice forte: segue il profilo dell'organizzazione Project-Oriented in cui il Project Manager ha un considerevole livello di autorità e potere decisionale nell'organizzazione e sulla gestione delle risorse.

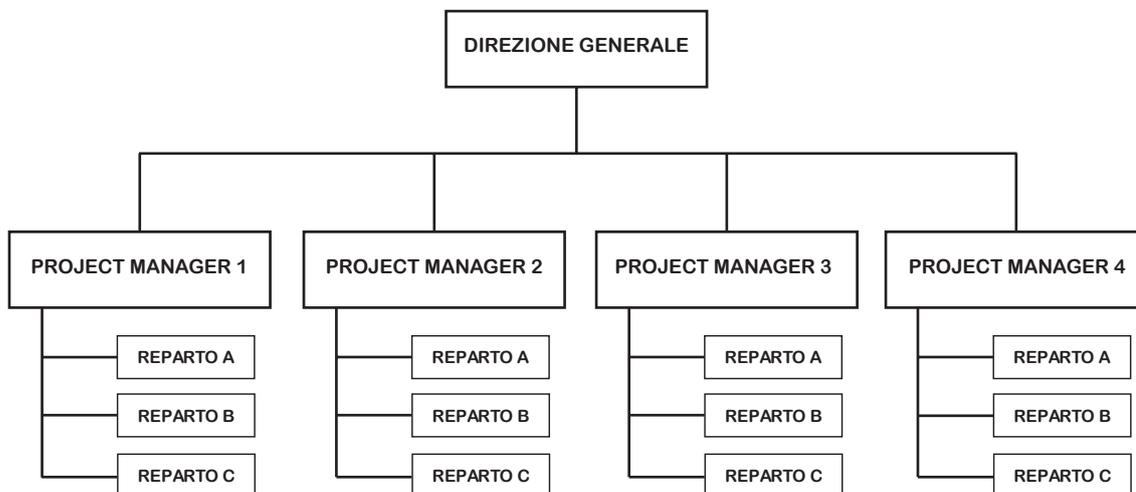
In alcuni casi è possibile dover affrontare una serie di progetti, rivolti ad unico obiettivo di business, che per loro natura vanno gestiti singolarmente al fine di mantenere un controllo e un coordinamento complessivo e che all'interno delle organizzazioni per il Project Management vengono identificate come il Project Portfolio Management. Il responsabile è il Program Manager a cui compete il successo del programma, dipendente dal successo di tutti i progetti che lo compongono.

---

<sup>8</sup> Capaldo G., Volpe A., Project Management. Principi, metodi e applicazioni per il settore delle opere civili, McGraw-Hill, 2012, p.10.

<sup>9</sup> Allodi D., Project management per l'architettura. Definizione degli obiettivi, programmazione, esecuzione, controllo, attori e dinamiche, Edilizia, 2008, p.41.

Figura 1.3 - Struttura organizzativa di tipo Project-Oriented



Fonte: elaborazione dell'autrice dal testo Grigoriadis D. Project management e progettazione architettonica, Roma: DEI, 2009, p.97

Una corretta organizzazione e gestione di controllo dell'avanzamento progettuale è indispensabile ai fini di una buona riuscita del progetto, che specificatamente nel settore dell'edilizia si interfaccia con differenti fattori di natura organizzativa, fattori tecnici e fattori economici dovuti alla complessità del ciclo di vita, l'eterogeneità delle fasi lavorative, i costi di produzione elevati e il contesto dinamico in cui si sviluppa. A questo si associa una frequente possibilità di incorrere in rischi tecnici e finanziari, dovuti agli slittamenti delle lavorazioni, e alle conseguenti perdite economiche, causate sia dall'ambiente circostante sia da errori umani, di cui bisogna sempre tener conto e mai sottovalutare in quanto sono i soggetti realizzatori di un progetto.

Tali peculiarità trovano riscontro negli elementi che contraddistinguono la classica definizione di progetto secondo Russel D. Archibald: « *un'impresa complessa, unica e di durata determinata, rivolta al raggiungimento di un obiettivo chiaro e predefinito mediante un processo continuo di pianificazione e controllo di risorse differenziate e con vincoli interdipendenti di costi, tempi e qualità* ».

## 1.2 Un approccio sistemico alla gestione dei progetti

Il Project Management, approccio per la gestione e il controllo di progetto, si affermò alla fine dell'Ottocento e gli anni quaranta del Novecento, quando nacque il bisogno da parte delle aziende di gestire il cambiamento conseguente alla comparsa della società industriale. La necessità di assecondare i nuovi ritmi di produzione di prodotti in serie fece apprezzare maggiormente i vantaggi di gestire la produzione secondo il lavoro organizzato per progetti, comprendere quanto fosse importante riuscire a far lavorare in modo coordinato fra loro reparti con diverse competenze e specializzazioni, verso il raggiungimento di un obiettivo comune.

Ma l'applicazione di una metodologia di controllo dell'avanzamento e gestione degli aspetti che caratterizzano un progetto aveva avuto origine già in antichità, quando vennero realizzate le prime grandi opere architettoniche come le Piramidi di Giza, intorno al 2500 a.C., ancora ad oggi un esempio insuperato di capacità organizzativa e logistica. Collocandoci parecchi migliaia di anni in avanti, l'ingegnere industriale statunitense Frederick Taylor (1856-1915), iniziò nei primi anni del 1900 i suoi studi circa la ricerca dei metodi per il miglioramento dell'efficienza nella produzione, dimostrando che per raggiungere un obiettivo di progetto bisognava migliorare il processo utilizzato per raggiungerlo e non incrementare solamente il lavoro delle risorse per più tempo. Nello stesso periodo, nel 1917, l'ingegnere meccanico Henry Laurence Gantt (1861-1919), studiò la maniera per ottimizzare la sequenza dei lavori necessari per la costruzione di una flotta navale durante la prima guerra mondiale. Dalla sua ricerca nacquero i grafici di Gantt, in uso ancora all'interno del moderno Project Management, in cui si rappresenta l'attività in termini di durata e di disposizione cronologica, con individuazione delle milestone, eventi intermedi di rilevante importanza all'interno del progetto.

Negli anni '40, per commesse di natura militare, vennero introdotte nuove tecniche che facilitavano la gestione di progetti complessi, tra cui il grafico PERT, Program Evaluation and Review Technique e il CPM, Critical Path Method. Il primo grande progetto in cui vennero impiegate fu il Progetto Manhattan, iniziato nel 1942 con l'obiettivo di realizzare la bomba atomica

che sarebbero stata lanciata sul Giappone qualche anno dopo. Fu solo negli anni Sessanta che si iniziò a considerare il Project Management come una vera disciplina e a formalizzare sistemi più sofisticati, nota la capacità di gestire un progetto riuscendo a raggiungere risultati importanti comprimendo i tempi di realizzazione. La sua adozione divenne massima nei campi dell'industria impiantistica, aeronautica spaziale, ma quel che più ci interessa è che si inserisce definitivamente anche nel settore dell'edilizia divenendo parte integrante del progetto di architettura.

Così, la cultura organizzativa del Project Management diviene una pratica manageriale applicabile a qualsiasi campo, tramite cui si è in grado di affrontare e supportare la gestione di molteplici attività e risorse di varia natura in modo da poterle coordinare per il raggiungimento di un unico obiettivo. Nell'ultima decade anche il ruolo del Project Manager, che fino a qualche anno fa non era considerato essenziale all'interno di un progetto, si pone come figura cruciale e fondamentale per la riuscita di un progetto dando vita a una richiesta crescente di figure professionali di tale genere sia nel settore pubblico sia privato.

In una accezione più moderna del significato di tale metodologia e secondo il testo PMBOK® Guide, il Project Management « *is the application of knowledge, skills, tools, and techniques to project activities to meet the project requirements. Project Management is accomplished through the appropriate application and integration of the 42 logically grouped project management processes comprising the 5 Process Group. These 5 Process Group are: Initiating, Planning, Executing, Monitorin and Controlling, Closing. Managing a project typically includes: identifying requirements, addressing the various needs, concerns and expectations of the stakeholders as the project is planned and carried out; balacinng the competing project constraints including, but not limited to: scope, quality, schedule, budget, resources, risk.* »

La definizione desunta dal testo, inserisce non solo la spiegazione classica ma descrive l'insieme delle prassi tipiche alla gestione dei progetti così

come definite dal Project Management Institute<sup>10</sup>, principale organismo internazionale di standardizzazione in materia di Project Management. Tale standard è articolato secondo 42 Processi di Project Management, che vengono ripartiti in 5 gruppi, articolati a loro volta in 9 Aree di Conoscenza. Le Aree di Conoscenza o Knowledge Area definiscono l'insieme di conoscenze della gestione del progetto elencando i processi di gestione del progetto e definendo gli input, gli strumenti, le tecniche e gli output per ciascuna area. Tali Knowledge Area sono:

- « 1. *Project Integration Management: include le conoscenze relative a tutti i processi necessari per coordinare le varie attività di gestione del progetto;*
2. *Project Scope Management: include tutti i processi necessari per assicurare che venga preso in considerazione tutto il lavoro necessario per completare il lavoro;*
3. *Project Time Management: include tutti i processi necessari per assicurare il completamento temporale del progetto;*
4. *Project Cost Management: include tutti i processi necessari per definire il budget e assicurare che il progetto sia realizzato nell'ambito del budget stesso;*
5. *Project Quality Management: include tutti i processi necessari per assicurare il soddisfacimento degli obiettivi di qualità del progetto;*
6. *Project Communications Management: include tutti i processi necessari per la corretta creazione e distribuzione delle informazioni di progetto;*
7. *Project Risk Management: include tutti i processi necessari per assicurare l'identificazione, analisi e risposta ai rischi di progetto;*
8. *Project Human Resources Management: include tutti i processi necessari per la corretta organizzazione e gestione dei gruppi di progetto;*
9. *Project Procurement Management: include tutti i processi necessari per as-*

---

<sup>10</sup> Verso la fine degli anni Sessanta vengono fondate le più importanti associazioni no profit di Project Management: negli Stati Uniti, il Project Management Institute (PMI), l'Association for Project Management (APM) nel Regno Unito e in Europa l'International Project Management Association (IPMA), che hanno svolto e svolgono tutt'ora un ruolo fondamentale nella diffusione della cultura del Project Management, mettendo a disposizione il proprio Know-how metodologico nel campo della disciplina attraverso la creazione di organizzazioni aperte a molteplici settori e servizi privati e pubblici che mirano a potenziare le capacità realizzative e imprenditoriali.

*sicurare l'acquisizione di beni e servizi all'esterno del gruppo di progetto.<sup>11</sup> »*

I 5 Gruppi di Processi o Process Group servono per gestire un progetto o una fase di progetto:

*« 1. Processo di avvio (Initiating): autorizzano l'avvio di un nuovo progetto o la fase di un progetto esistente;*

*2. Processo di pianificazione (Planning): definiscono lo scopo del progetto, affinano gli obiettivi del progetto e pianificano le azioni e le risorse per raggiungerli;*

*3. Processo di Esecuzione (Executing): assicurano che vengano eseguite tutte le attività per raggiungere gli obiettivi;*

*4. Processo di Monitoraggio e Controllo (Monitoring and Controlling): verificano che gli obiettivi di progetto siano raggiunti controllando e misurando l'avanzamento e identificando gli scostamenti rispetto al piano;*

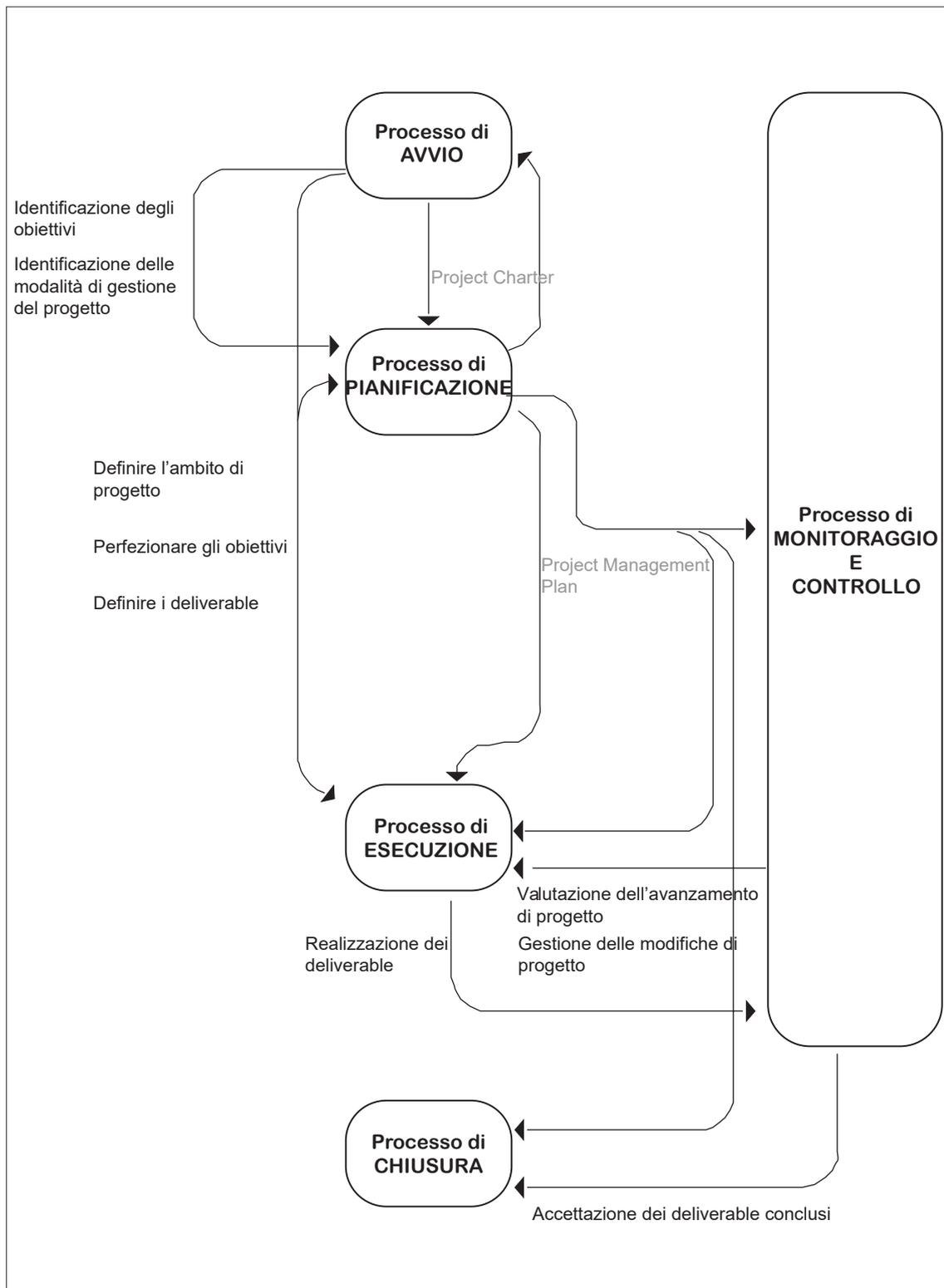
*5. Processo di Chiusura (Closing): formalizzano il raggiungimento o meno degli obiettivi e l'accettazione del progetto o della fase.<sup>12</sup> »*

---

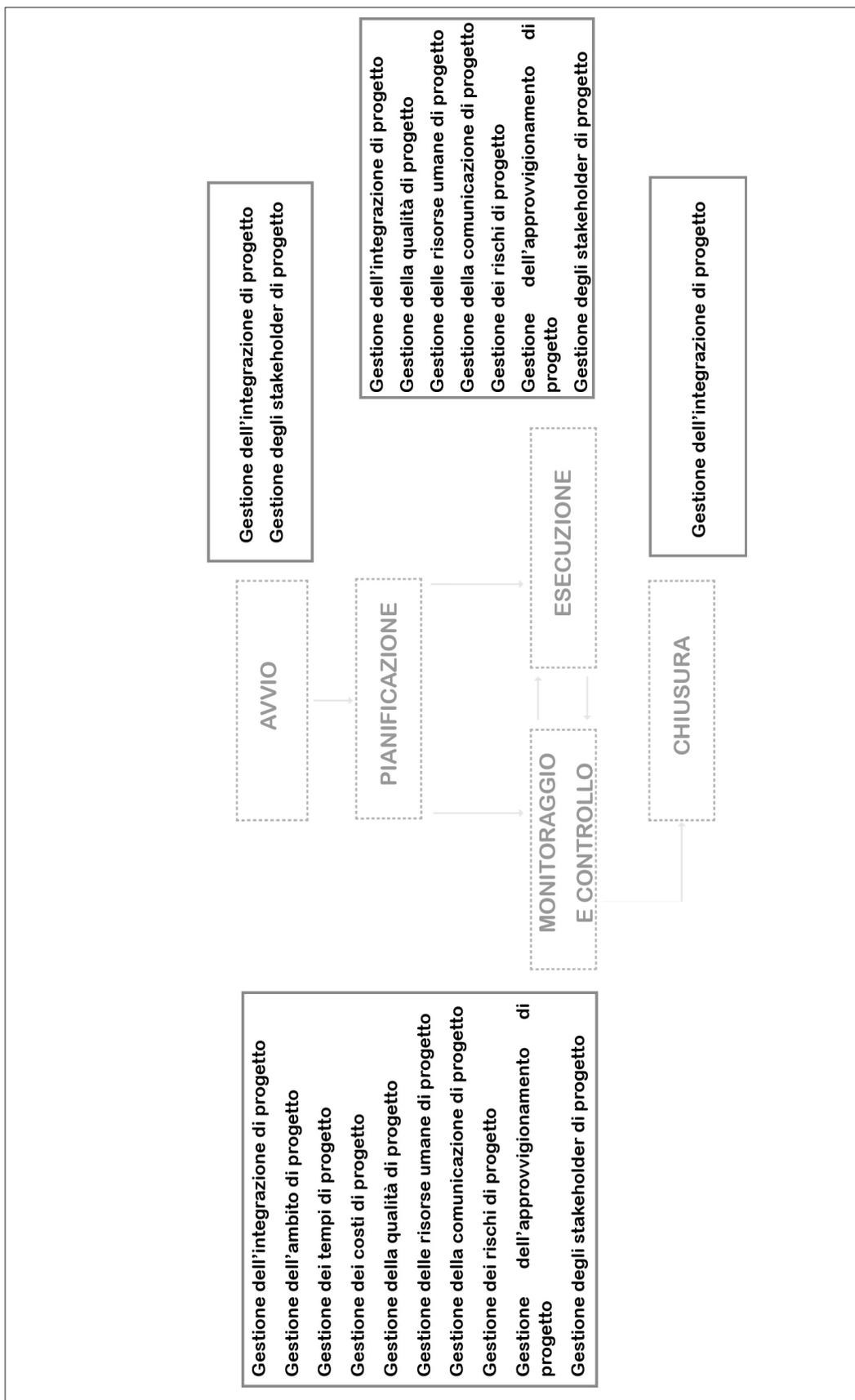
<sup>11</sup> Capaldo G., Volpe A., Project Management. Principi, metodi e applicazioni per il settore delle opere civili, McGraw-Hill, 2012, p.30.

<sup>12</sup> Capaldo G., Volpe A., Project Management. Principi, metodi e applicazioni per il settore delle opere civili, McGraw-Hill, 2012, pp.27-28.

Figura 1.4 - I cinque Gruppi di Processi



Fonte: elaborazione dell'autrice dal testo PMI, PMBOK® Guide: A Guide to the Project Management Body of Knowledge, fourth Edition, Project Management Institute, 2008, p.42



Fonte: elaborazione dell'autrice dal testo PMI, PMBOK® Guide: A Guide to the Project Management Body of Knowledge, fourth Edition, Project Management Institute, 2008, p.43

Figura 1.5 - Ad ogni Process Group corrisponde una Knowledge Area

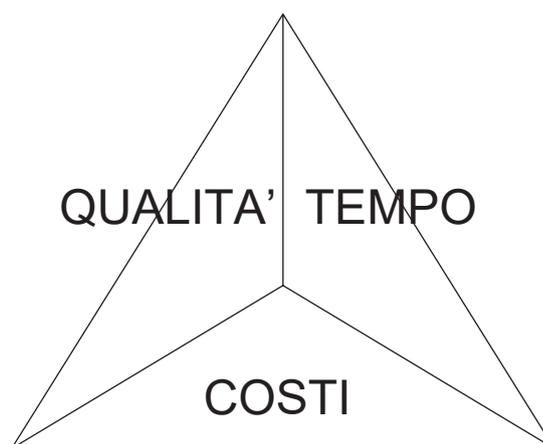
### 1.2.1 Il modello organizzativo del progetto

Nell'ambito dell'architettura è usuale che il termine progetto sia identificato attraverso la descrizione di elaborati grafici, il che limita il significato alla sola fase progettuale piuttosto che considerarlo come « *a temporary endeavour undertaken to create a unique product or service*<sup>13</sup> » ossia « *uno sforzo temporaneo intrapreso per fornire un prodotto, un servizio o un risultato con caratteristiche di unicità.* » Questa definizione è stata assunta secondo l'interpretazione anglosassone per cui nella visione manageriale disegni e tavole illustrative sono solo un tassello del ciclo di vita del progetto.

Nel Project Management il progetto è un'iniziativa che nasce per soddisfare bisogni esplicitati sotto forma di obiettivi chiari e definiti, che servono per realizzare risultati raggiungibili. Gli obiettivi che ci si prefigge di raggiungere sono correlati a parametri facilmente monitorabili di tempo, costo e qualità:

- tempo: si riferisce alla collocazione temporale del progetto con un inizio e una fine definita e il tempo predisposto per eventuali verifiche intermedie;
- costo: si riferisce al budget disposto per la realizzazione del progetto;
- qualità: si riferisce alle caratteristiche tecniche, funzionali e dimensionali del progetto.

Figura 1.6 - Il triplo vincolo



Fonte: Cantamessa M., Cobos E., Rafele C., *Il project management*, Isedi, 2007, p.10

<sup>13</sup> PMI, *PMIBOK®Guide: A Guide to the Project Management Body of Knowledge*, Fourth Edition, 2008, p. 5.

Per far sì che si soddisfino gli obiettivi definiti secondo i tre parametri, il processo realizzativo viene scandito in fasi, conosciute come Ciclo di Vita del progetto o Project Life Cycle, uno dei pilastri su cui si fondano teorie e pratiche del Project Management.

Allo stesso modo in cui è concepito il sistema di gestione su cui si fonda l'intero ciclo di vita del progetto, anche per quanto riguarda lo sviluppo di un prodotto il tradizionale processo viene superato attraverso un modo di pensare sostenibile e innovativo, che si propone di tenere conto di tutti gli aspetti del ciclo di vita prima di poter procedere alla progettazione, realizzazione e distribuzione. È definito Life Cycle Thinking (LTC) « *l'approccio per la valutazione degli impatti che un prodotto ha nel suo intero ciclo di vita, andando a proporre come obiettivi l'ottimizzazione delle risorse, degli impatti ambientali e sociali includendo i costi di produzione*<sup>14</sup> ». La scansione delle attività che compongono la vita di un prodotto è disposta secondo la medesima logica diacronica che trova il raccordo diretto con le fasi del ciclo di vita del progetto edilizio; si struttura secondo le fasi di Avvio, Pianificazione, Progettazione, Costruzione, Esercizio e Manutenzione, Fine vita. « *In Italia il concetto di ciclo di vita è recepito nell'estimo e la valutazione economica dei progetti in cui si mettono in relazione gli strumenti economico-estimativi con i processi di sviluppo immobiliare, rapportando la dimensione processuale e diacronica con la fattibilità nei suoi diversi stadi. Il confronto con la disciplina internazionale mostra come venga attuata un'integrazione tra le tecniche di valutazione economica e le fasi costruttive, con aperture agli studi di fattibilità e alla gestione che rispettivamente precedono e seguono la costruzione*<sup>15</sup> ». Rispettivamente alle fasi del Life Cycle Thinking, quelle riconosciute nel Project Management sono: Obiettivi posta in corrispondenza con le fasi di Avvio e Pianificazione, Programmazione con la fase di Progettazione, Esecuzione con la fase di Costruzione e Controllo con la fase di Esercizio e Manutenzione. Nel settore delle costruzioni, tali fasi possono essere rimodulate e distinte in uno specifico gruppo di attività, quale il Project Construction Management (Fig.1.8).

<sup>14</sup> Fregonara E., *Valutazione sostenibilità progetto. Life Cycle Thinking e indirizzi internazionali*, Franco Angeli, 2015, p. 99.

<sup>15</sup> Fregonara E., *Valutazione sostenibilità progetto. Life Cycle Thinking e indirizzi internazionali*, Franco Angeli, 2015, p. 99.

## 1.2.2 Il Project Construction Management

Il Project Construction Management « è l'applicazione della metodologia ad orientamento manageriale del Processo Costruttivo edilizio basato sullo sviluppo di un sistema economico-tecnologico di gestione sia della fase di "Architettura e Ingegneria" sia della fase di "Costruzione" vera e propria di un progetto d'opera<sup>16</sup> ».

È una metodica volta a definire e controllare i flussi di gestione dei processi di progettazione e di costruzione, finalizzata ad affrontare in maniera rigorosa il percorso di creazione di un'opera dalla sua concezione fino alla realizzazione, contribuendo a perseguire il rispetto dei tempi di costruzione, ottimizzazione dei costi di realizzazione e a garantire il livello di qualità dell'intervento, secondo le richieste del committente.

Il Construction Management fu adottato per la prima volta negli Stati Uniti alla fine degli anni Quaranta destinato ad essere applicato per operazioni all'interno delle imprese di costruzioni edili. La gestione del processo di costruzione si identifica attraverso la figura del *Professional Construction Manager* e del *Construction Manager*.

Il ruolo del Professional Construction Manager si esplica nell'essere un operatore di fiducia del committente incaricato di monitorare sistematicamente l'avanzamento del progetto esecutivo e quindi di predisporre il progetto e la documentazione di gara e assistere il committente nella scelta delle aziende appaltatrici.

Il Construction Manager, che a differenza del Professional che esercita la sua attività a livello di libero professionista, opera all'interno dell'azienda come "direttore della funzione costruzioni"; è il dirigente posto a capo dell'area funzionale omonima. Il suo compito sta nel coordinare e dirigere i responsabili dei cantieri e i servizi indiretti che sono comuni ai cantieri, ha una grande responsabilità economica e organizzativa nei confronti del committente e ciò gli permette di poter prendere decisioni per rispondere alle esigenze di man-

---

<sup>16</sup> Patrone P. D., Piras V., Construction Management. La gestione del Progetto a vita intera: stima, contabilità, organizzazione, controllo tempi/costi, Alinea editrice, Firenze 1997, p.16.

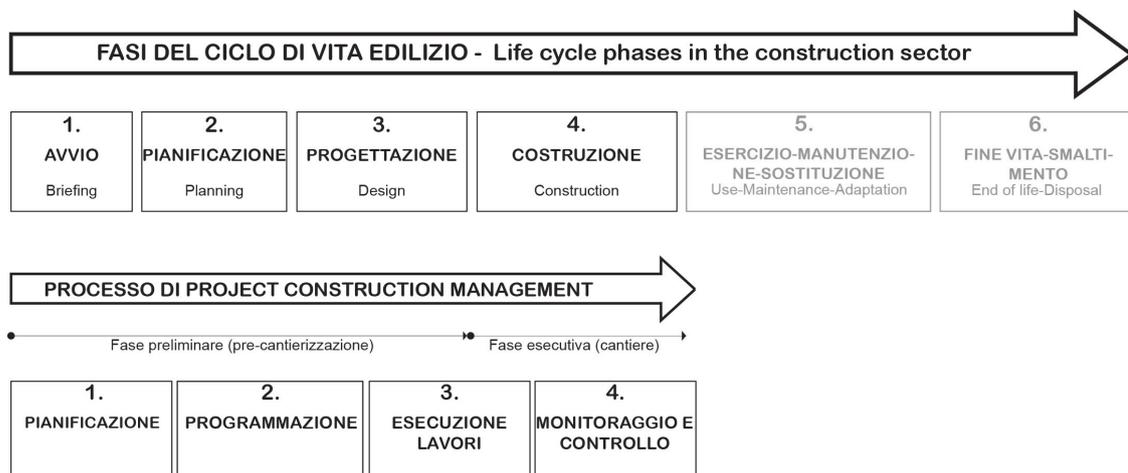
tenimento del controllo economico e temporale all'interno delle grandi realizzazioni in aggiunta e al completamento del controllo sull'esecuzione fisica dei lavori, per agevolare la costruzione.

È evidente che, sia che si parli di Professional Construction Manager che di Construction Manager, questi devono essere dei tecnici del settore che possono conciliare l'esperienza di cantiere con quella gestionale ponendosi come obiettivo professionale il rispetto a vita intera dei tempi, dei costi e della qualità delle opere pianificate in fase di budget aziendale.

Il Processo di attuazione del Progetto è analizzabile attraverso la ripartizione in un sistema di fasi principali:

1. Pianificazione;
2. Programmazione;
3. Esecuzione lavori;
4. Monitoraggio e Controllo.

Figura 1.7 - Fasi del Project Construction Management



Fonte: Fregonara E., Valutazione sostenibilità progetto. Life Cycle Thinking e indirizzi internazionali, Franco Angeli, 2015, p.177

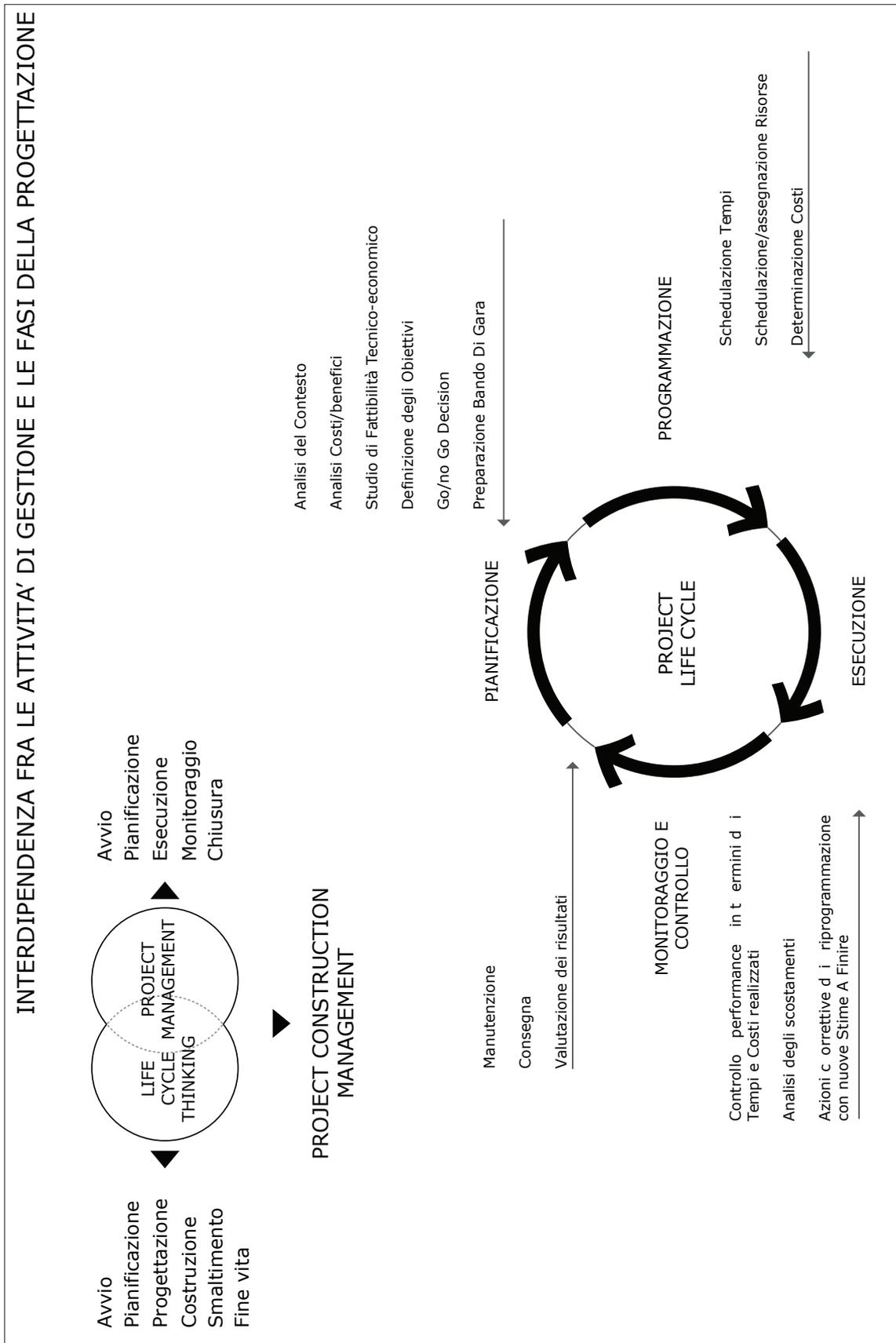


Figura 1.8 - Project Life Cycle: interdipendenza fra le attività di gestione e le fasi della progettazione

### 1.3 La Pianificazione di progetto: obiettivi e studi di fattibilità

È la fase di concettualizzazione dell'opera che include una prima valutazione finalizzata a prendere una decisione sull'eventualità e sulla convenienza ad avviarlo. Una volta accertata la "fattibilità" del progetto, si definiscono e programmano gli obiettivi chiari e definiti insieme al committente, che saranno i medesimi che verranno esplicitati all'interno dei diversi contratti di incarico di progettazione o appalto dei lavori. Questi permettono di mantenere la rispondenza della progettazione con le esigenze del cliente, come anche l'esecuzione dei lavori nel rispetto dei tempi preventivati, dei costi stimati e degli standard di qualità richiesti.

In relazione alle fase principale del processo di Project Construction Management, si adottano approcci operativi a supporto dell'attività di definizione degli obiettivi e decisioni iniziali:

- comprensione e analisi del contesto;
- strategia generale iniziale;
- elaborazione di una stima generica dell'impegno di progetto in termini di tempi e costi e impegno di risorse;
- elaborazione di un'analisi a livello generale sul ritorno dell'investimento;
- individuazione, sempre a livello generale, di possibili rischi di progetto e una stima iniziale di impatto;
- definizione Go/ No Go decision, ossia il procedere o meno con il progetto.

*« Questa prima fase dunque vede l'insieme di tutte le operazioni necessarie alla realizzazione del progetto, riconoscibile come una fase pre-progettuale, che stando alla letteratura italiana non trova sviluppo nella trattazione teorica e nell'evidenza empirica, contrariamente a quanto avviene in altri contesti esteri: emblematico, in questo senso, è il caso britannico in cui la fase riconosciuta come "Briefing" del progetto è oggetto di un'ampia e dedicata letteratura<sup>17</sup> »* . Si tratta di un processo evolutivo in cui si identificano le esigenze e le

---

<sup>17</sup> Fregonara E., *Estimo e Project Management: l'orientamento disciplinare italiano*, AESTIMUM 59, Dicembre 2011: 141-169, p.153.

risorse di un'organizzazione, ancora prima di definire quale potrebbe essere l'intervento appropriato e che presuppone la necessità di chiarire gli obiettivi e priorità prima di procedere alla progettazione dettagliata.

Oltre alle decisioni iniziali, le attività di definizione degli obiettivi sono supportate da diversi strumenti fra i quali sono da evidenziare lo *Studio di Fattibilità*, che considera gli aspetti di ordine *tecnico-economico* attraverso procedure di calcolo parametrico dei costi diretti e totali, e la *Verifica di Fattibilità economico-finanziaria*.

Le indicazioni preliminari di progetto sono valutate attraverso lo Studio di Fattibilità tecnico-economico (SdF), strumento centrale del processo decisionale alla fase di avvio di un progetto, ricorrente nell'ambito della valutazione economica dei progetti, normato a livello nazionale dal Codice dei contratti pubblici, D.Lgs. n.163/2006 e s.m.i. (in cui è confluito il contenuto della legge n.109/1994) e relativo Regolamento di attuazione ed esecuzione di cui al D.P.R. n. 207/2010, art.14- Studio di Fattibilità.

Si utilizza per assistere il committente nello stabilire la programmazione degli aspetti economici e temporali e per l'inquadramento generale dell'opera prima dell'inizio della progettazione. Lo Studio di Fattibilità prevede in primis l'individuazione degli obiettivi e l'analisi delle esigenze effettive della committenza coinvolta, basato su analisi di mercato e analisi del valore dell'opera da realizzare. A seguire, l'analisi delle implicazioni progettuali e realizzative insieme all'analisi della funzionalità nel tempo, prestando interesse verso le risorse materiali e soluzioni tecnologiche.

Attuando tale tecnica si possono valutare differenti soluzioni strategiche sulla base di stime di massima di tipo parametrico<sup>18</sup>, che esprimono chiaramente se il progetto con valutazione di mercato è rispondente alle esigenze

---

<sup>18</sup> Nella fase di avvio di un progetto non ancora perfettamente definito è difficile stimare con certezza i costi di progetto e la loro valutazione può essere condotta attraverso un'analisi di tipo parametrico: la stima è basata sull'esperienza di progetti analoghi con caratteristiche tecnico-esecutive simili ma mai uguali per cui la stima avrà sempre un margine di aleatorietà significativo sul risultato ottenuto. I costi da considerare sono diretti (inerenti alla costruzione), costi indiretti (di progettazione, collaudo, direzione dei lavori), oneri di urbanizzazione, contributo sul costo di costruzione, costi di commercializzazione e oneri finanziari.

economiche e sociale e ai vincoli del committente.

Valutando diverse soluzioni si possono individuare i punti critici del progetto e valutare soluzioni o ipotesi alternative per risolvere le criticità o ottimizzare la realizzabilità. A questo processo deve partecipare come figura essenziale il Project Manager affiancato dal committente nel coordinamento delle attività dei professionisti.

Altro importante aspetto da analizzare è la fattibilità economico-finanziaria, che valuta il costo complessivo dell'opera su stime di tipo parametrico coerentemente con le ipotesi tecnico-operative concepite per la costruzione del manufatto. La fattibilità economico-finanziaria si sviluppa lungo tutto il ciclo di vita del progetto edilizio declinandosi nello strumento dell'Analisi dei flussi di cassa o Discounted Cash Flow Analysis che è attualmente lo strumento più efficace alla valutazione del progetto. Vengono considerati gli aspetti che più incidono sul progetto relativamente ai costi, ai ricavi e ai flussi di cassa e anche in questo caso si ipotizzano e valutano ipotesi alternative progettuali e tecniche costruttive. I primi rischi possono sorgere proprio dall'analisi legata alla difficoltà di valutare i ricavi che dipendono dai possibili scenari del contesto e del mercato di riferimento dell'intervento.

### 1.3.1 Output di avvio di progetto: il Project Charter

A questo punto del processo di Avvio il principale output è il Project Charter, il documento formale, redatto dal Project Manager: « *develop project charter is the process of developing a document that formally authorizes a project or a phase and documenting initial requirements that satisfy the stakeholder's needs and expectations*<sup>19</sup> ».

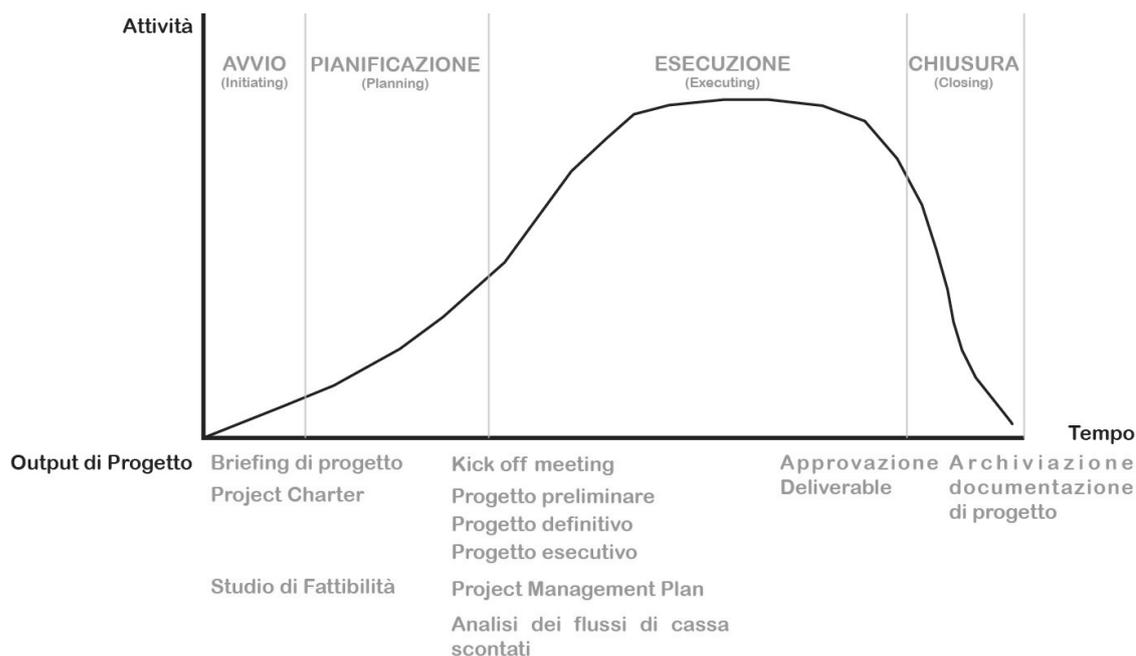
Sancisce l'inizio ufficiale di progetto, una proposta di progetto sommario che racchiude i requisiti iniziali che soddisfano gli obiettivi e i termini del progetto nonché le esigenze e le aspettative degli stakeholders, delinea ruoli e responsabilità di ciascun membro del team di progetto.

---

<sup>19</sup> Il concetto è illustrato nel testo PMI, *PMIBOK® Guide: A Guide to the Project Management Body of Knowledge*, Fourth Edition, 2008, p. 45

Selezionata la soluzione migliore il committente definisce chiaramente gli obiettivi finali che intende raggiungere con questo progetto e da indicazioni precise per la progettazione. Il tempo che è stato dedicato in questa fase alla pianificazione è indispensabile per poter elaborare riflessioni sulle alternative e articolare sugli obiettivi che saranno i medesimi sino alla fine del progetto. Obiettivi mal posti poco articolati e non condivisi da tutte le parti coinvolte, comportano inevitabili e ripetuti rifacimenti del progetto e conseguenti ritardi e aumenti dei costi. Occorre per questo scopo ricercare informazioni di qualità e non accumulare indiscriminatamente una gran mole di dati capace solo di portare confusione.

Figura 1.9 - Output delle fasi del Ciclo di Vita del progetto



Fonte: elaborazione dell'autrice dal testo PMI, PMBOK® Guide: A Guide to the Project Management Body of Knowledge, fourth Edition, Project Management Institute, 2008, p.16

## 1.4 La Programmazione di progetto

La fase che segue, la Programmazione di progetto, consiste in un affinamento delle attività svolte nella prima fase e ha l'obiettivo di programmare tutti i dettagli necessari per l'esecuzione del progetto, allo scopo di raggiungere gli obiettivi nel rispetto dei vincoli di costo, tempo e qualità imposti. Le principali attività di Project Management da affrontare prevedono l'elaborazione di modelli di sviluppo temporale rispetto ai quali poter gestire il programma di progetto e verificare lo sviluppo concreto e congruente con gli obiettivi, definire i confini entro i quali si realizzerà e individuare le modalità con cui l'ambito sarà verificato e controllato lungo tutto il ciclo di vita edilizio. Per portare a compimento la fase di pianificazione e iniziare quella di programmazione, deve essere redatto il *Project Management Plan*, un documento formale approvato dopo il Project Charter, che guida l'esecuzione e il controllo del progetto. Al suo interno sono esplicitati gli obiettivi, evidenziando le milestone, identificati come importanti traguardi intermedi in un progetto di cui si avvale per elaborare il controllo all'interno di ciascuna fase, le attività, la loro schedulazione e le risorse necessarie. È un piano che fornisce istruzioni dettagliate su come eseguire, gestire e controllare le fasi di progetto attraverso i Piani Ausiliari e le Baseline di progetto, documentazioni che insieme al Project Management Plan risultano essere gli output operativi della fase di Programmazione.

I *Piani di gestione Ausiliari* descrivono in quale modo deve essere gestito il progetto secondo le singole Knowledge Area, identificando l'organizzazione, le metodologie, le procedure e gli strumenti da utilizzare per coordinare i vari ambiti. Essi sono il *Piano di gestione dello scopo di progetto*, il *Piano di gestione della schedulazione*, il *Piano di gestione dei costi*, il *Piano di gestione delle risorse*, il *Piano di gestione della comunicazione*, il *Piano di verifica dei rischi*, il *Piano di approvvigionamento*.

La *Baseline* è un piano temporale approvato all'origine del progetto che viene utilizzato come punto di confronto durante l'evoluzione dell'opera e assume il ruolo di piano di riferimento rispetto al quale il Project Manager deve valuta-

re l'avanzamento di progetto e, in caso di scostamenti, attuare gli opportuni interventi correttivi atti a riportare il progetto in linea con essa. Una volta redatta, la baseline non richiede nessun tipo di modifica oltre ciò che vi è già stato indicato. Il solo momento in cui si richiede la necessità di riportare eventuali modifiche al piano è a seguito di una richiesta esplicita da parte del committente o se si incorre nel dover affrontare eventi esterni non considerati durante la fase di pianificazione. Si individuano tre importanti baseline:

- la Baseline dello scopo di progetto comprende tutti gli elementi che permettono di definire cosa occorre realizzare nel progetto e quindi quali strumenti utilizzare. Questi comprendono la Work Breakdown Structure (WBS), la lista delle attività e dei deliverable e i Work Package, contenenti le indicazioni per l'interpretazione dei vari elementi della WBS, che costituisce la base su cui si verificherà l'andamento del progetto relativamente ai costi;
- la Baseline di costo riporta tutte le informazioni relative ai costi di progetto e come principale elemento viene messo in evidenza il budget previsionale. Costituisce la base su cui si verificherà l'andamento del progetto relativamente ai costi;
- la Baseline della schedulazione comprende tutte le informazioni relative allo sviluppo temporale del progetto ed è definita dal diagramma di Gantt e dalla schedulazione reticolare delle attività previste. Costituisce la base su cui si verificherà l'andamento del progetto relativamente ai tempi.

Conclusa la fase di preparazione il passaggio successivo prevede l'effettivo inizio delle attività realizzative, che nella disciplina del Project Management è solitamente contraddistinto da apposite riunioni di avvio, i *Kick off meeting*. Hanno lo scopo di preparare il team di lavoro di modo da coinvolgere e far confrontare tutti gli attori del progetto, condividendo le caratteristiche, quali obiettivi, ambito, attività e deliverable, e accordandosi sulle modalità operative da utilizzare in fase di esecuzione. Questo è un modo per responsabilizzare tutti gli attori al raggiungimento di uno specifico obiettivo, *Management by Objectives*, allineando gli obiettivi tra l'organizzazione e i singoli partecipanti al progetto. Sono proposte due tipologie di Kick off meeting, quello interno, a livello operativo rivolto solamente al Team di progetto e il Kick off meeting esterno, a livello ufficiale in cui partecipa anche il Committente.

La programmazione non è altro che un processo iterativo, che si estende per tutta la durata del processo architettonico fino alla stessa gestione, che procede per continui aggiustamenti per tenere conto delle variazioni avvenute lungo tutto il ciclo di vita. La parte centrale della programmazione è la progettazione vera e propria che comprende la valutazione economica e dei tempi di esecuzione.

In riferimento al Codice dei Contratti Pubblici, D.lg. 50/2016, art.23, la progettazione in materia di lavori pubblici si articola secondo tre livelli: progetto preliminare, progetto definitivo e progetto esecutivo.

Il progetto preliminare o di fattibilità tecnica ed economica « *individua, tra più' soluzioni, quella che presenta il miglior rapporto tra costi e benefici per la collettività, in relazione alle specifiche esigenze da soddisfare e prestazioni da fornire [...]*<sup>20</sup> ».

Attraverso il progetto preliminare si definiscono le caratteristiche qualitative e funzionali delle lavorazioni, il quadro delle esigenze da soddisfare e delle specifiche prestazioni da fornire in cui bisogna assicurare la fattibilità tecnica, economica e temporale dell'opera, tenendo ben presente che la funzionalità dell'opera è correlata alle caratteristiche ambientali. Si illustrano le ragioni della scelta della soluzione prospettata anche in riferimento alla sua fattibilità amministrativa e tecnica, accertata attraverso le indagini di prima valutazione dei costi da determinare in relazione ai benefici previsti nonché in elaborazioni grafiche dei lavori da realizzare.

Il progetto definitivo « *individua compiutamente i lavori da realizzare, nel rispetto delle esigenze, dei criteri, dei vincoli, degli indirizzi e delle indicazioni stabiliti dalla stazione appaltante e, ove presente, dal progetto di fattibilità; il progetto definitivo contiene, altresì, tutti gli elementi necessari ai fini del rilascio delle prescritte autorizzazioni e approvazioni, nonché la quantificazione definitiva del limite di spesa per la realizzazione e del relativo cronoprogramma, attraverso l'utilizzo, ove esistenti, dei prezzi predisposti dalle regioni e dalle province autonome territorialmente competenti, di concerto con le articolazioni territoriali del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti [...]*<sup>21</sup> ».

<sup>20</sup> Codice dei Contratti Pubblici, D.lg. 50/2016, Art 23 comma 5.

<sup>21</sup> Codice dei Contratti Pubblici, D.lg. 50/2016, Art 23 comma 7.

Consiste nella realizzazione di una relazione descrittiva dei criteri utilizzati per la scelta progettuale alle opportune scale di rappresentazione descrittive delle principali caratteristiche delle opere, superfici e volumi da realizzare e le caratteristiche di materiali prescelti. Nella progettazione definitiva l'accento è posto sulle problematiche tecnico amministrative e sull'accettazione degli standard funzionali e tecnologici nazionali, normativa urbanistica e regolamenti igienico-edilizi comunali. Da questo si prevede l'ottenimento dei permessi necessari dagli enti preposti per il controllo della progettazione.

Infine, il progetto esecutivo « *redatto in conformità al progetto definitivo, determina in ogni dettaglio i lavori da realizzare, il relativo costo previsto, il crono-programma coerente con quello del progetto definitivo, e deve essere sviluppato ad un livello di definizione tale che ogni elemento sia identificato in forma, tipologia, qualità, dimensione e prezzo. Il progetto esecutivo deve essere, altresì, corredato da apposito piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti in relazione al ciclo di vita<sup>22</sup>* ». Il progetto esecutivo contiene tutti gli elaborati per indire una gara di appalto per l'assegnazione dei lavori e per la realizzazione dell'opera senza alcuna ulteriore integrazione progettuale da parte del progettista.

Per quanto riguarda il settore privato si riconoscono due livelli di progettazione, descritti anche all'interno della Legge 2 marzo 1949, n.143<sup>23</sup>: il progetto di massima e il progetto esecutivo. Secondo la giurisprudenza, il progetto di massima consiste in una idea progettuale sommaria dell'opera come un preventivo sommario predisposto dal progettista per consentire l'individuazione, in via del tutto approssimativa, delle attività e dei costi dell'opera. A seguito dell'approvazione del progetto di massima si provvede alla realizzazione del progetto esecutivo, che si differenzia dal progetto preliminare, fase preparatoria di progetto, poiché rappresenta l'elaborazione più dettagliata che consente la concreta attuazione dell'opera anche da parte di un professionista.

---

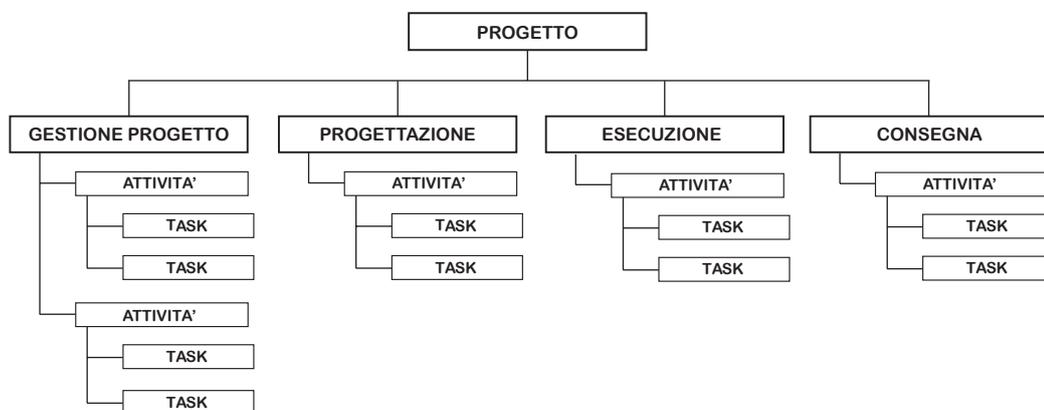
<sup>22</sup> Codice dei Contratti Pubblici, D.lg. 50/2016, Art 23 comma 8.

<sup>23</sup> Il concetto è illustrato nel Testo unico della tariffa per le prestazioni professionali dell'ingegnere e dell'architetto, con aggiornamenti disposti con: D.M. 21/08/1958, D.M. 25/02/1965, D.M. 18/11/1971, D.M. 13/04/1976, D.M. 29/06/1981, D.M. 11/06/1987, n. 233, D.M. 03/09/199, n. 417.

### 1.4.1 Le tecniche di programmazione fisica e temporale

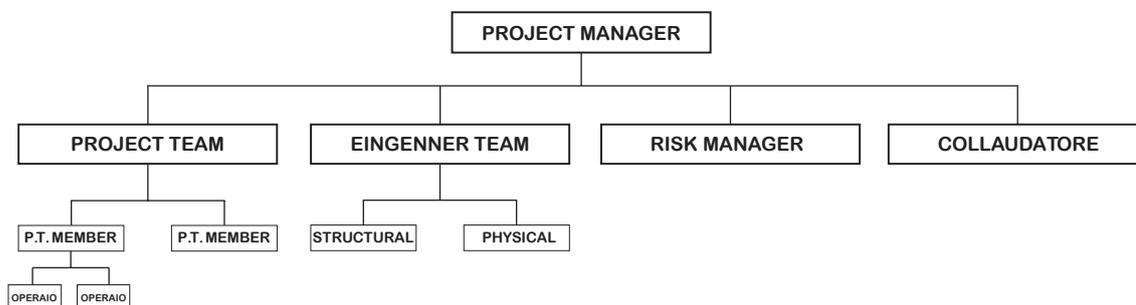
All'interno della disciplina del Project Management, la progettazione è orientata a individuare il flusso delle attività necessarie alla realizzazione dell'intervento, per cui vengono stabiliti i tempi di esecuzione e le risorse necessarie, in quanto il tutto costituisce il presupposto alla fase successiva di controllo. La programmazione delle attività è uno degli aspetti più importanti sul quale si costruisce la base di sviluppo della realizzazione di un progetto e di cui si necessita una chiara e definita struttura al fine di monitorare e controllare l'avanzamento dell'opera rispetto a quanto determinato in fase di programmazione. Ci si avvale dello strumento della Work Breakdown Structure (WBS), un organigramma di disaggregazione strutturata di progetto attraverso cui si ottiene una scomposizione gerarchica delle attività. Esse vengono suddivise per livelli partendo dall'individuazione dei Deliverable, su cui si orienta la produzione del progetto, sino a definire un insieme di compiti di dimensioni limitate con un grado di definizione sempre più dettagliata: il lavoro relativo ad un elemento della WBS è dato dalla somma di attività elementari contenuto nei Work Breakdown Element sottostanti, assegnabili a un pacchetto di lavoro, il Work Package. L'organigramma costituisce la base per identificare tutti gli aspetti del lavoro poiché il lavoro non incluso nella WBS risulta essere al di fuori dell'ambito di progetto.

Figura 1.10 - Esempio di Work Breakdown Structure



Fonte: elaborazione dell'autrice dal testo PMI, PMBOK® Guide: A Guide to the Project Management Body of Knowledge, fourth Edition, Project Management Institute, 2008, p.119

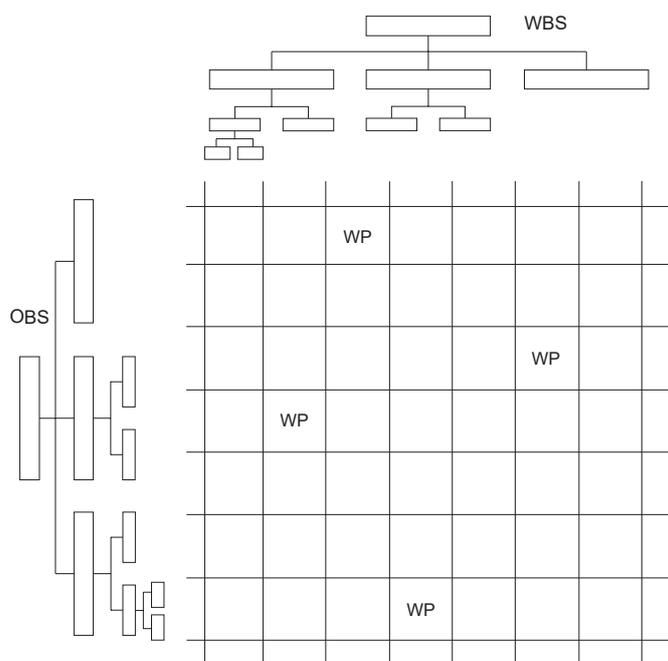
Figura 1.11 - Esempio di Organizational Breakdown Structure



Fonte: elaborazione dell'autrice dal testo Capaldo G., Volpe A., Project Management, McGraw-Hill, 2012, p.67

Sull'esempio della disaggregazione delle attività è possibile generare un altro organigramma, rivolto all'organizzazione di progetto: l'Organizational Breakdown Structure (OBS). È una decomposizione gerarchica che visualizza l'organizzazione di progetto e individua i compiti che consentono di determinare il responsabile per ogni pacchetto di lavoro, che sia esso persona fisica o ufficio.

Figura 1.12 - Esempio dell'intersezione tra WBS e OBS



Fonte: Fregonara E., Valutazione sostenibilità progetto. Life Cycle Thinking e indirizzi internazionali, Franco Angeli, 2015, p.185

Graficamente è possibile individuare i responsabili di ogni singolo Work Package attraverso l'incrocio delle attività disaggregate nella Work Breakdown Structure e nell'Organizational Breakdown Structure.

Nella letteratura del Project Management le organizzazioni vengono gestite secondo due approcci, che consistono nel gestire l'aspetto decisionale e la determinazione delle responsabilità assegnando un ruolo maggiore alla base o al vertice, rispettivamente, delle strutture gerarchiche organizzate. I due tipi di approccio sono "top-down", in cui le indicazioni direttive sono ripartite dall'alto, per cui la direzione è l'unica a sviluppare il potere e il controllo sul team di progetto e stabilire gli obiettivi e fornire le linee guida, le informazioni, i piani e i processi di sviluppo del processo. Con l'approccio "bottom-up" si richiede l'intervento la presenza del team di progetto, durante ogni fase del processo esecutivo, poiché sono gli stessi membri a sviluppare i metodi con cui svolgere i compiti al fine di raggiungere i traguardi. I due approcci sono logicamente opposti ma nella pratica possono essere spesso usati in maniera combinata: differiscono per il fatto che attraverso l'approccio top-down si procede dal generale al particolare stabilendo le fasi del progetto che rappresentano i blocchi di lavoro che raggruppano le lavorazioni del livello successivo; di contro l'approccio bottom-up analizza dal particolare al generale partendo dall'elenco delle attività raggruppandole per tipologie omogenee.

La composizione dell'organizzazione di progetto può essere inoltre esplicitata graficamente attraverso la realizzazione di una matrice bidimensionale, che opera una intersezione delle attività e dei compiti da svolgere inclusi nei Work Package della Work Breakdown Structure e le unità organizzative della Organizational Breakdown Structure. È la Responsibility Assignment Matrix (RAM), che lega l'organizzazione totale del progetto ai pacchetti di lavoro e garantisce che ciascun elemento delle attività del progetto sia assegnato ad un responsabile, secondo uno schema indicato con l'acronimo RACI: Responsible, Accountable, Consulted, Informed.

Figura 1.13 - Esempio della Responsibility Assignment Matrix

Task \ Ruolo	Ruolo 1	Ruolo 2	Ruolo 3	Ruolo 4	Ruolo 5	Ruolo 6	Ruolo 7
Task 1	R		C				
Task 2	R		A				
Task 3	R		I	A			I
Task 4							
Task 5						R	
Task 6							
Task 7		I	C	C			R

Responsible (R): è colui che esegue ed assegna l'attività

Accountable (A): è colui che ha la responsabilità sul risultato dell'attività

Consulted (C): è colui che aiuta e collabora con il Responsible per l'esecuzione dell'attività

Informed (I): è colui che deve essere informato al momento dell'esecuzione dell'attività

Fonte: elaborazione dell'autrice dal testo Cantamessa M., Cobos E., Rafele C., Il project management, Isedi, 2007, p.158

Ad ora si è visto come strumenti di supporto all'attività di programmazione del progetto siano volti a garantire la necessaria gestione e coordinamento delle attività, che per essere completata deve riportare oltre alle varie disaggregazioni delle lavorazioni e alle risorse assegnate anche le interdipendenze tra le attività durante la fase esecutiva in modo da assegnare determinati obiettivi in base alla loro durata.

Il tempo è il riferimento rispetto al quale si verifica l'avanzamento di tutte le attività di un progetto e la sua programmazione consente di verificare eventuali ritardi o difformità rispetto quanto programmato in modo da intervenire prima che si generino situazioni irreparabili. La programmazione temporale è dunque il nodo centrale dell'attività di Project Management, utilizzato dalla committenza, dal team di progetto e dai vari attori per individuare i passaggi principali del progetto architettonico in termini di avanzamento della produzione nonché in termini di programmazione dell'impegno economico-finanziario. Questo tipo di programmazione è affidato alla struttura di Project Management del committente sulla base degli stadi di progettazione e quindi dei programmi dei progettisti.

Secondo l'operato di cantiere, la programmazione temporale è riportata all'interno del *programma dei lavori esecutivi*, che viene redatto dal coordinatore della sicurezza in fase di progettazione e viene allegato al progetto esecutivo divenendo parte integrante dei documenti di appalto e di contratto con l'impresa esecutrice. Consente al committente di verificare la fattibilità dell'intervento nei tempi previsti e garantisce la verifica di tutte le possibili situazioni di rischio durante l'esecuzione dei lavori, permettendo l'attività di pianificazione e di previsione infortuni richiesta dalla normativa D.Lgs. 494/1996.

Questo elaborato, redatto durante la progettazione, non può però tenere conto dei mezzi d'opera specifici dell'impresa che realizzerà la costruzione, che si riscontrano solo dopo l'aggiudicazione dell'appalto e quindi alla programmazione operativa, sviluppata dall'impresa esecutrice con il proprio direttore di cantiere, per tenere conto dei mezzi operativi e l'organizzazione di cantiere specifica, utilizzati durante i lavori di costruzione.

Questo documento è detto anche "*programma dei lavori di costruzione*", vie-

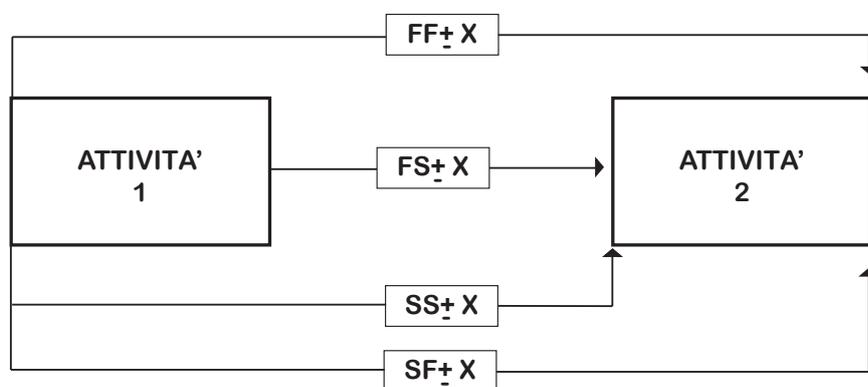


Per identificare i percorsi critici il Project Management mette a disposizione dei metodi reticolari di programmazione come il Program Evaluation and Review Technique e il Critical Path Method.

Alla base delle tecniche reticolari c'è la costruzione di un diagramma reticolare, che rappresenta la successione temporale e la reciproca dipendenza delle varie attività che concorrono all'esecuzione del progetto, attività che devono essere completate prima che il progetto possa considerarsi eseguito. Il primo passo nella costruzione del diagramma reticolare consiste nell'individuazione e nell'elencazione di tutte le attività coinvolte nell'esecuzione del progetto, con un livello di disaggregazione tale per cui le si possa considerare ciascuna distinta da tutte le altre. Segue una fase di rappresentazione grafica, che da luogo al disegno di un grafo orientato in cui ogni attività è rappresentata generalmente da nodi e i legami sono rappresentati da frecce orientate (archi o rami) che secondo la direzione del ramo indicano l'inizio e il termine dell'attività in questione. Si identificano interrelazioni tra le attività e legami di quattro generi differenti:

- FS- legame fine-inizio (finish to start)
- SS- legame inizio-inizio (start to start)
- FF- legame fine-fine (finish to finish)
- SF- legame inizio-fine (start to finish).

Figura 1.15 - Esempio schematico delle interdipendenze tra le attività e i legami

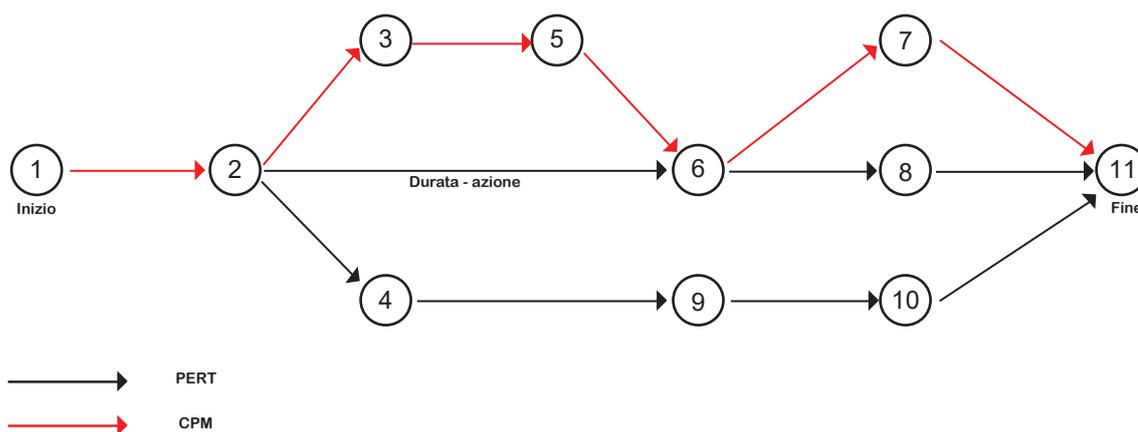


Fonte: elaborazione dell'autrice dal testo Cantamessa M., Cobos E., Rafele C., Il project management, Isedi, 2007, p.213

Il Program Evaluation and Review Technique (PERT) è un sistema di programmazione reticolare a supporto della schedulazione e del controllo delle attività sulla base del fattore tempo che stima la durata delle operazioni di progetto con metodi probabilistici. È in grado di esplicitare le differenze tra i tempi impiegati e i tempi previsti per lo svolgimento di un'attività, evidenziando ritardi o risparmi in termini di tempo e ciò viene definito con il termine *float*, che può assumere valenza positiva o negativa: ad esempio se risultasse negativo si sarebbe impegnato meno tempo del previsto e quindi si sarebbe ottenuto un risparmio.

Il Critical Path Method (CPM), è un approfondimento applicabile alla tecnica PERT che si basa su una misura deterministica della durata delle attività, con cui si calcolano le date di di inizio e di fine di ciascuna attività, del loro scorrimento totale e della durata complessiva del progetto che si svolge in due fasi distinte: la schedulazione in avanti in cui si determinano le date al più presto e la schedulazione all'indietro in cui si determinano le date al più tardi.

Figura 1.16 - Esempio schematico delle tecniche reticolari di programmazione delle attività: PERT e CPM



Fonte: elaborazione dell'autrice dal testo Cantamessa M., Cobos E., Rafele C., Il project management, Isedi, 2007, p.191

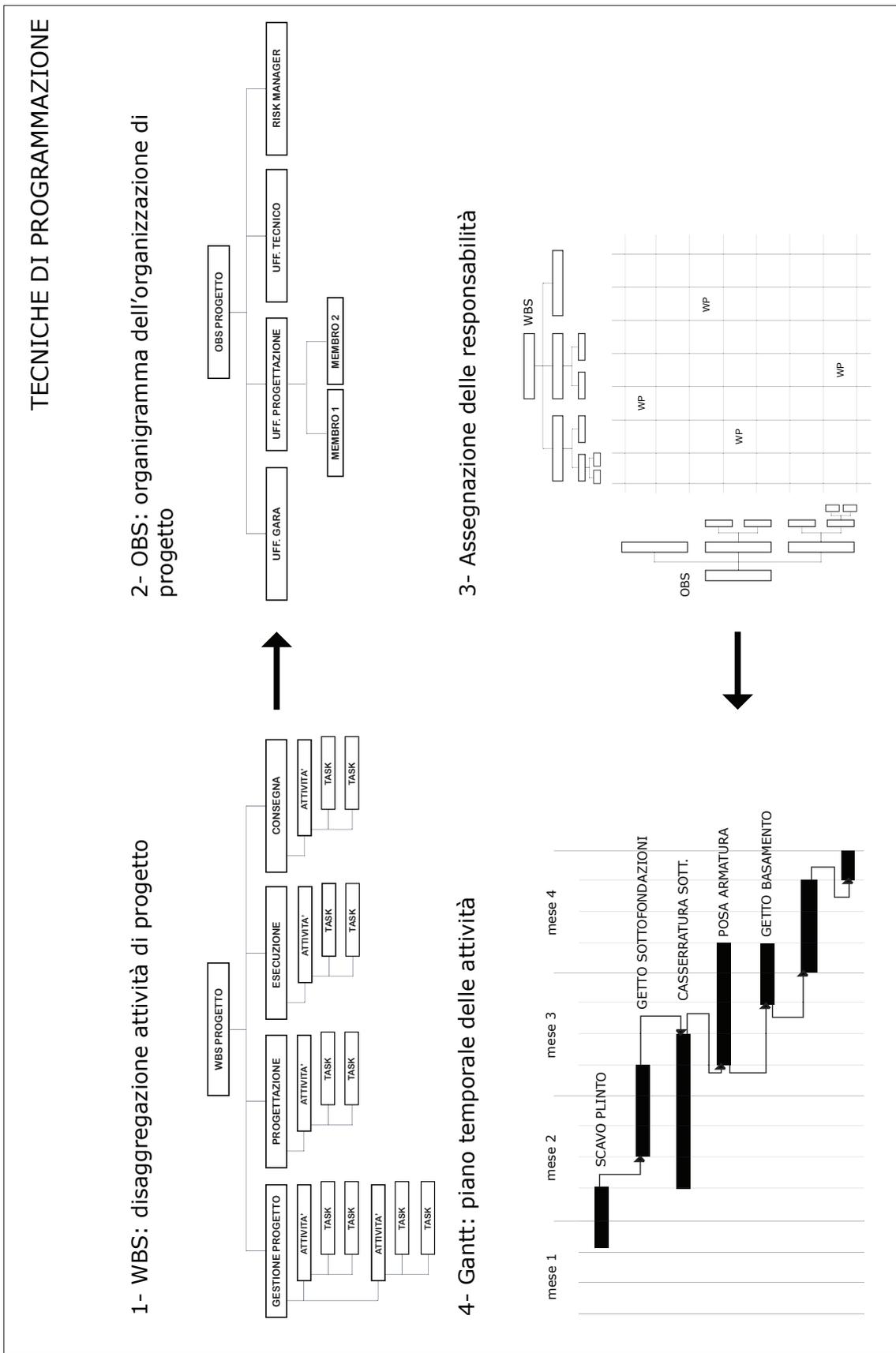


Figura 1.17 - Passi fondamentali per la programmazione di progetto

La durata teorica del progetto, il percorso critico e i float (slittamenti) delle attività possono essere calcolati manualmente secondo quattro vincoli esterni:

- Early Start (ES), è la data in cui al "più presto" un'attività può cominciare;
- Early Finish (EF) è la data in cui al "più presto" un'attività può essere completata, se l'attività che la precede non ha subito ritardi;
- Late Start (LS), è la data in cui al più tardi un'attività può iniziare senza causare ritardi sull'intero progetto;
- Late Finish (LF), è la data in cui al più tardi un'attività può essere conclusa senza causare ritardi sull'interno progetto.

Calcolando tutte le date per ogni attività lungo il reticolo siamo in grado di individuare la durata totale del progetto: Late Finish Time (LTF) = Early Finish Time (EFT).

Una volta individuate le date di ES, EF, LS, LF per ogni attività è possibile individuare un margine di slittamento rispetto alla durata dell'attività o del progetto totale, che non è da confondere con un ritardo. Questo viene definito *Time-Float*, la quantità di tempo in cui l'attività può ritardare rispetto alla sua data di fine al più presto senza ritardare la scadenza del progetto.

Del Time Float sono presenti differenti accezioni:

1. Total Float (scorrimento totale), margine temporale all'interno del quale un'attività può subire ritardi senza influenzare la data di completamento del progetto. È il massimo slittamento ammissibile di cui un'attività dall'Early Start o Early Finish può avere:

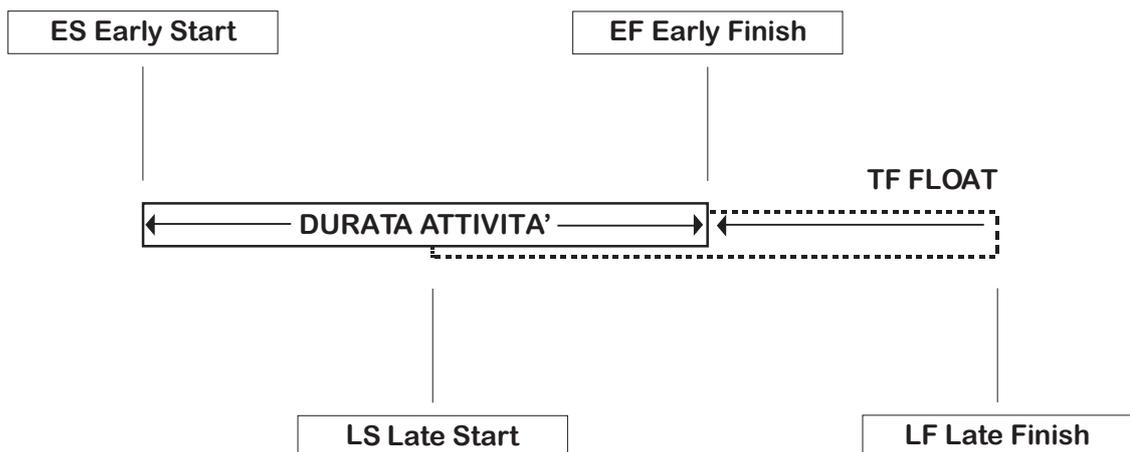
$$\text{Total Float} = \text{Late Start} - \text{Early Start} = \text{Late Finish} - \text{Early Finish}$$

Nel caso in cui l'attività risultasse essere critica si avrebbe che Late Start = Early Start e quindi il Total Float sarebbe uguale a 0 (con il valore 0 si evidenziano le attività che non ammettono slittamenti) mentre per le attività non critiche si avrebbe che Late Start = Early Start + Total Float;

2. Free Float (scorrimento libero), margine temporale all'interno del quale un'attività può subire ritardi senza influenzare Early Start delle successive. Rappresenta il periodo massimo di cui può essere ritardata un'attività rispetto alla sua Early Finish senza ritardare Early Start delle attività che segue:

$$\text{Free Float} = \text{Early Start (attività che seguono)} - \text{Early Finish (attività corrente)} - 1$$

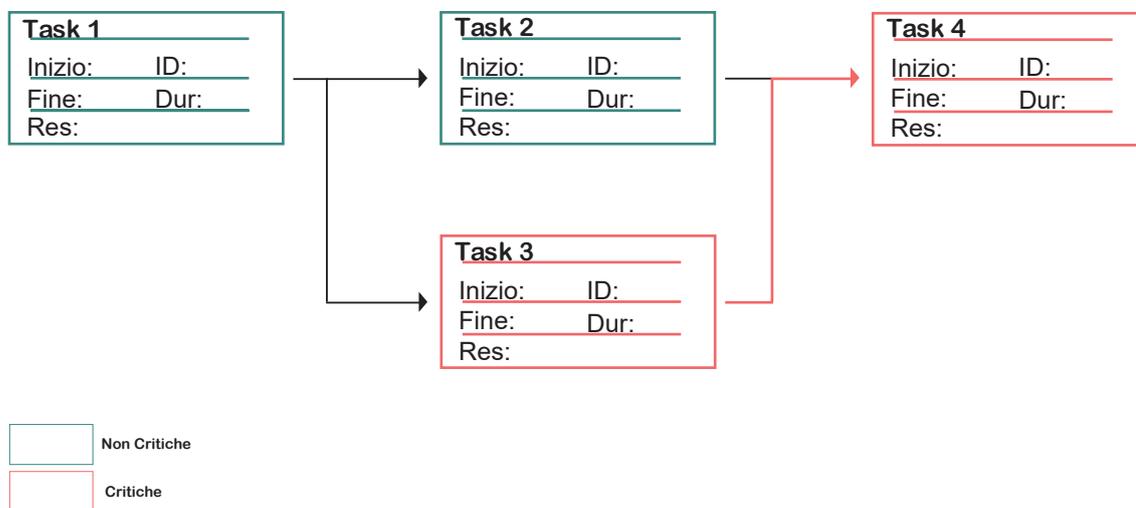
Figura 1.18 - La schedulazione Critical Path Method



Fonte: elaborazione dell'autrice

Esiste un'ulteriore tecnica reticolare di schedulazione, il Precedence Diagram Method (PDM) che riporta una rappresentazione semplificata e una lettura veloce delle precedenze, ponendo le attività sui nodi che sono collegati con frecce che ne indicano le dipendenze. Si interfaccia con il Diagramma di Gantt soprattutto all'interno dei software di applicazione della metodologia di Project Management.

Figura 1.19 - Esempio schematico del Precedence Diagram Method



Fonte: elaborazione dell'autrice

### 1.4.2 Le tecniche di programmazione economica

È necessario che la programmazione temporale di un progetto venga integrata con una accurata programmazione economica e finanziaria e che in corrispondenza di ogni variazione del programma temporale vengano valutate tempestivamente le conseguenze relative ai flussi di cassa economici e finanziari del progetto.

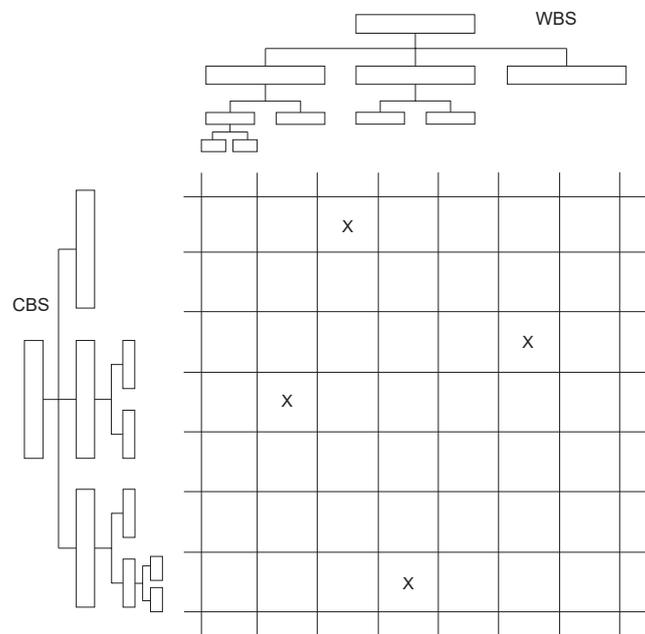
Primariamente viene riportata un'analisi e la destrutturazione delle risorse secondo il loro impiego per ogni attività della Work Breakdown Structure, sulla base della quale ciascuna risorsa impiegata nel progetto è valutata sulla stima di costi, il che contribuisce alla pianificazione del budget preventivo di commessa con cui si può concludere la fase di programmazione.

La valutazione del budget si avvale di un organigramma, la Cost Breakdown Structure (CBS) necessaria per la realizzazione del budget che avviene secondo l'intersezione fra la destrutturazione delle attività da svolgere della Work Breakdown Structure e la destrutturazione dei costi.

Si parte dalla valutazione del costo dei singoli Work Element e si riaggregano i costi risalendo la Work Breakdown Structure in modo da associare un costo ad ogni elemento della WBS.

La somma dei costi totali delle attività costituisce il costo diretto del progetto, cioè la somma dei costi di tutte le attività di progetto, a cui occorre aggiungere i costi indiretti, quelli non collegati direttamente ad una attività ma trasversalmente, per poter ottenere il costo totale.

Figura 1.20 - Esempio di Cost Breakdown Structure



Fonte: Fregonara E., Valutazione sostenibilità progetto. Life Cycle Thinking e indirizzi internazionali, Franco Angeli, 2015, p.191

Nella gestione delle commesse in edilizia costituisce una pratica corrente l'utilizzo dei costi standard, voci di costo determinati sulla base dell'esperienza in lavorazioni già effettuate in precedenza che rappresentano l'ipotesi di costo di ogni attività, in caso in cui questa si svolga in situazioni analoghe.

Nella fase di programmazione, la valutazione dei costi segue il dettaglio dei diversi livelli di progettazione, per cui risultano esserci un budget preliminare, definito e esecutivo.

Nel progetto preliminare i costi sono stimati in maniera parametrica, fino al progetto esecutivo in cui vengono dettagliate analiticamente tutte le singole parti del progetto e valutate economicamente, con una stima analitica dei costi. Per effettuare una valutazione analitica dei costi nel campo dell'architettura, lo strumento da utilizzare è il Computo Metrico Estimativo (CME). È un elaborato in cui vengono stimate le quantità di tutte le lavorazioni rappresentate negli elaborati grafici (computo metrico) e l'analisi dei prezzi per ogni singola voce, da moltiplicare per la quantità calcolata nel computo metrico. A seguito della raccolta di tali dati, il Project Manager ha la possibilità di programmare insieme con la direzione il budget di commessa<sup>25</sup>, che come richiesto dalla normativa dei lavori pubblici si formula, come precedentemente asserito, secondo i livelli della progettazione.

Durante la fase di avvio del progetto si provvede a redigere un *preventivo iniziale di offerta*, che viene definito prima della stipula del contratto con il committente e serve per effettuare una prima analisi della convenienza economica della commessa, in maniera molto limitata a causa della carenza di informazioni. Successivamente si effettua *il preventivo esecutivo o budget di commessa*, redatto a seguito dell'acquisizione della commessa in cui si tiene conto della fase di programmazione del progetto: si basa sui Work package della Work Breakdown Structure e sulla stima delle risorse dei Work Package. Nel caso in cui si presenti la necessità di apportare delle modifiche al progetto nel corso della realizzazione, che generano cambiamenti anche nelle attività da svolgere, nei tempi e nella quantità delle risorse, si stipula il *preventivo aggiornato o stima al completamento*, in un determinato istante in cui si determinano sommando i costi sostenuti sino a quel periodo e i costi preventivati per le attività che occorre ancora realizzare dall'istante preso in esame sino alla fine del progetto. È utile infatti che il preventivo aggiornato si riformuli a ogni avanzamento del progetto.

Oltre all'aspetto economico di redditività del progetto, in fase di programmazione devono essere considerati anche gli aspetti finanziari, che si sviluppano lungo tutto il ciclo di vita del progetto edilizio, legati all'impegno monetario

---

<sup>25</sup> Il concetto è illustrato nel testo Allodi D., Project management per l'architettura. Definizione degli obiettivi, programmazione, esecuzione, controllo, attori e dinamiche, Edilizia, 2008, pp.116-117.

declinato nello strumento dell'Analisi dei flussi di cassa o Discounted Cash Flow Analysis, attualmente il più efficace alla valutazione del progetto. Rappresenta la principale metodologia di stima per la valutazione economico-finanziaria di un progetto che tiene conto del time-value money e della dimensione e distribuzione dei flussi monetari di un investimento (cfr. Reisman A., 1973). Ha l'obiettivo di comparare costi e ricavi previsti che si manifestano in diversi periodi di tempo e per questo motivo si introduce un voluto orizzonte temporale di modo da rendere il criterio di stima omogeneo. L'analisi dei flussi di cassa attualizzati si basa sull'impiego di due criteri di valutazione:

- il Valore Attuale Netto (VAN) o Net Present Value (NPV);
- il Tasso Interno di Rendimento (TIR) o Internal Rate of Return (IRR).

Il VAN di un progetto è il valore della somma dei flussi di cassa attualizzati di ricavi e costi al tempo zero a un tasso pari al rendimento migliore che si potrebbe ottenere investendo la stessa somma in altro progetto e per la stessa durata.

Permette di inquadrare, al tempo iniziale, l'incremento di ricchezza che l'operatore realizza grazie all'investimento.

Il Valore Attuale (VA), equivalente al  $C_0$  cioè al capitale iniziale al tempo 0, di un capitale  $C_n$  al tempo  $n$  è:

$$C_0 = C_n \frac{1}{(1+r)^n}$$

in cui  $1/(1+r)^n$  è chiamato fattore di capitalizzazione o sconto.

Pertanto il VAN risulta dato dalla seguente espressione:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \left[ \frac{\text{Ricavi}}{(1+r)^t} - \frac{\text{Costi}}{(1+r)^t} \right]$$

Il TIR, calcolato a seguito della stima del valore attuale netto e permette di valutare se un dato progetto rende di più, di meno o egualmente rispetto a un valore di rendimento che l'operatore considera come limite dopo il quale si potrebbe incorrere in perdite nell'investimento. Per questo il TIR è considerato quale tasso di sconto che rende nullo il VAN. Si attua nel punto in cui il VAN è uguale a 0, punto critico in cui si eguagliano i flussi di cassa positivi e negativi, poiché se il TIR avesse un valore elevato in questo punto, tanto da compensare il tasso del miglior investimento alternativo comprensivo di inflazione e premio per il rischio, l'investimento sarebbe considerato produttivo.

# 2

## Esecuzione e controllo del processo edilizio

### 2.1 Introduzione

La natura dell'approccio metodologico e delle tecniche di Project Management si appresta particolarmente a intervenire all'interno degli aspetti e processi di produzione che caratterizzano un progetto all'interno del settore delle costruzioni, contraddistinto molto spesso da una durata irregolare, non quantificabile a priori in termini precisi, indeterminata tecnica e temporale delle commesse, unicità e intrasportabilità del prodotto e, varie difficoltà organizzative dovute alla molteplice presenza di attori coinvolti. Sono proprio queste peculiarità che conferiscono al ciclo produttivo delle imprese edili e alla gestione del progetto maggiore incertezza, che spesso si traduce in un aumento del rischio.

La comparsa di problematiche e ritardi nell'esecuzione delle lavorazioni nei termini di tempi, costi e qualità, genera una costante imprevedibilità nello svolgimento delle commesse previste e contemporaneamente una maggiore imprevedibilità anche del profilo finanziario. Le conoscenze e la capacità di applicazione degli approcci metodologici e gestionali di Project Management costituiscono dunque una base essenziale per chi opera all'interno del settore delle costruzioni.

Il Project Management « è un metodo che investe tutto il ciclo produttivo di un progetto, dalla fase di programmazione, alla progettazione fino alla fase di costruzione. La gestione manageriale che la disciplina fornisce, permette di svolgere le attività che concorrono alla realizzazione dell'intero processo di un progetto in relazione ai tempi e al budget concordati, ottimizzando le risorse disponibili e fornendo risposte immediate ad eventi imprevisti<sup>26</sup> ».

---

<sup>26</sup> Grigoriadis D., Project management e progettazione architettonica, Roma, DEI, 2009 p. 25.

Il processo di gestione è di tipo integrativo: infatti un'azione in un'area del progetto interessa di solito lo sviluppo di altre aree, contemporanee o successive.

Per meglio comprendere questa natura integrativa della gestione del progetto e per sottolinearne l'importanza, è giusto descrivere il management del progetto in termini di processi. Servono a organizzare le attività in corso d'opera e sono noti come: pianificazione, esecuzione e controllo.

Vengono utilizzati al fine di attuare un corretto processo di management e un adeguato livello di controllo durante il processo di realizzazione di progetto, generando quello che è definito il Ciclo di Vita o Project Life Cycle: « *is a collection of generally sequential and sometimes overlapping project phases whose name and number are determined by the management and control needs of the organization or organizations involved in the project, the nature of the project itself, and its area of application. A life cycle can be documented with a methodology. The project life cycle can be determined or shaped by the unique aspects of the organization, industry or technology employed. While every project has a define start and a define end, the specific deliverables and activities that take place in between will vary widely with the project. The life cycle provides basic framework for managing the project, regardless of the specific work involved*<sup>27</sup> ».

La maggior parte dei progetti viene eseguita come una raccolta di fasi, che vengono attuate attraverso metodologie organizzative finalizzate a ottimizzare i diversi aspetti qualitativi, economici e temporali per portare a completamento il progetto. La disciplina riconosce la natura temporanea di un progetto, scandita da un preciso inizio e una sua fine, per cui oltre i processi di pianificazione, esecuzione e controllo, se ne aggiungono due ulteriori: avvio e chiusura.

« *Applicato al settore delle costruzioni, il ciclo di vita edilizio, distinto dalle fasi di Avvio, Pianificazione, Progettazione e Costruzione, viene identificato nel Project Construction Management che si articola similmente in:*

---

<sup>27</sup> PMI, PMBOK® Guide, Fourth Edition, Project Management Institute, 2008, p.15.

1. *Pianificazione/Obiettivi*;
2. *Programmazione*;
3. *Esecuzione lavori*;
4. *Monitoraggio e Controllo*<sup>28</sup> ».

Le fasi si organizzano secondo una sequenza temporale, teoricamente sequenziale, ma operativamente sovrapposta. All'interno di ognuna, si esplicano compiti a carattere gestionale, attraverso una serie di azioni atte al raggiungimento dei deliverable<sup>29</sup>.

I processi per la corretta gestione del progetto possono così essere riassunti:

1. *Pianificazione/Obiettivi*: avviene il primo contatto con il progetto, si valuta la sua convenienza e si individuano gli obiettivi da conseguire. Si redige la documentazione iniziale, in cui gli obiettivi di progetto forniscono indicazioni sui requisiti generali in termini di tempi, costi e qualità e sui quali si decreterà il successo o l'insuccesso del progetto;

2. *Programmazione*: autorizza la formale programmazione del progetto attraverso la stesura di un piano formale, il Project Management Plan, con cui si ufficializzano le tecniche e gli strumenti per l'esecuzione di tutti i piani e le procedure, le modalità di monitoraggio e controllo del progetto. Il suo aspetto è di tipo dinamico, tende a modificarsi nel tempo aggiornandosi con le informazioni che vengono acquisite;

3. *Esecuzione dei lavori*: vengono disposte le attività e le strategie programmate per realizzare il progetto. « *Gran parte dell'esecuzione è caratterizzata dal monitoraggio del lavoro svolto rispetto a quanto programmato. Particolarmente delicata nella fase esecutiva è la gestione delle eventuali varianti in corso d'opera, in cui vengono coinvolti i tempi e i costi programmati*<sup>30</sup> »;

4. *Monitoraggio e Controllo*: consiste in misurazioni periodiche del progresso del progetto rispetto al piano definito in fase di programmazione, secondo

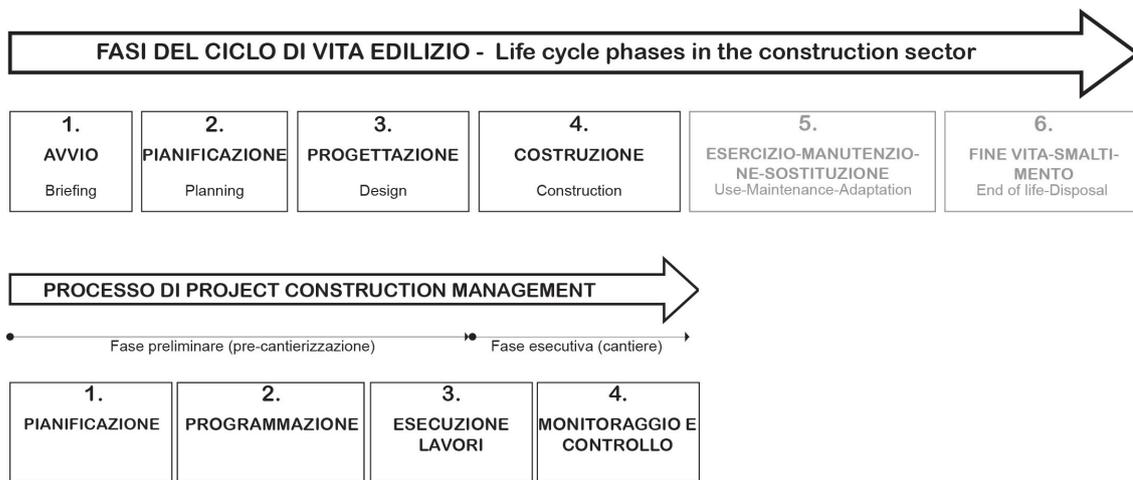
<sup>28</sup> Fregonara E., Valutazione sostenibilità progetto. Life Cycle Thinking e indirizzi internazionali, Franco Angeli, 2015, p. 178.

<sup>29</sup> Con il termine *deliverable* si identificano risultati misurabili, tangibili e verificabili, realizzati per completare le attività di un progetto in relazione ai tempi e i costi concordati.

<sup>30</sup> Fregonara E., Valutazione sostenibilità progetto. Life Cycle Thinking e indirizzi internazionali, Franco Angeli, 2015, p. 179.

i parametri di tempo, costo e qualità. Qualora si riscontrino differenze tra quanto programmato e eseguito si apportano azioni di natura correttiva.

Figura 2.1 - Fasi del Ciclo di Vita del progetto edilizio e processo di Project Construction Management



Fonte: Fregonara E., Valutazione sostenibilità progetto. Life Cycle Thinking e indirizzi internazionali, Franco Angeli, 2015, p.177

L'applicazione di questi processi non è da considerarsi come un evento circoscritto solo a una singola fase, bensì data la loro natura iterativa e ripetitiva, si verificano a differenti livelli di attività.

I risultati ottenuti all'interno di ogni fase forniscono un collegamento diretto tra i vari processi di gestione, descritti in termini di *Input* e *Output*: gli output provenienti da una fase divengono gli input della fase successiva<sup>31</sup>.

Ogni processo di gestione del progetto può quindi essere descritto secondo:

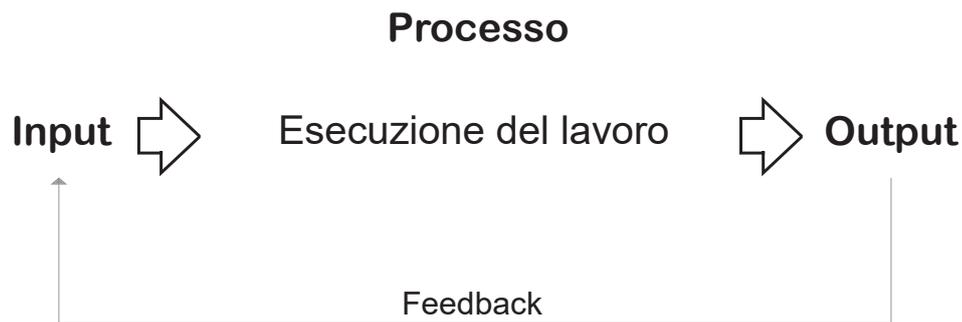
- documenti di input;
- strumenti, tecniche e meccanismi (calcoli del valore ottenuto) applicati agli input (risultati delle attività) per creare gli output (rapporto sullo stato di

<sup>31</sup> I Processi all'interno della disciplina del Project Management, descritti nel PMBOK®, p.41, illustrano i processi di gestione del progetto ciascuno dei quali fa riferimento ad un'area di conoscenza e a un gruppo di processi cui appartiene. Sono collegati dai rispettivi Input e Output in cui il risultato o l'esito di un processo diventa l'input di un successivo processo. L'Input comprende, informazioni, piani, strumenti utili per definire scopo, attività, tempi e costi preliminari di un progetto e Output, prodotti e documenti ottenuti attraverso l'elaborazione degli input.

avanzamento);

- output, documenti o elementi documentabili che sono il risultato del processo.

Figura 2.2 - Il modello del processo di gestione delle fasi di progetto



*Fonte:* elaborazione dell'autrice dal testo Capaldo G., Volpe A., Project Management. Principi, metodi e applicazioni per il settore delle opere civili, McGraw-Hill, 2012, p.39

Un documento che contiene al suo interno gli output operativi della programmazione di progetto è il Project Management Plan, elaborato essenziale attraverso cui si consolidano tutti i piani e le procedure utilizzate dal Project Manager.

Al suo interno si individuano i *piani di gestione ausiliari* e la *Baseline* dello scopo di progetto, dei costi e dei tempi, ovvero il piano delle prestazioni che dovranno essere misurate e rispetto alle quali si verificherà l'andamento di progetto<sup>32</sup>.

I piani ausiliari sono utilizzati al fine di descrivere in quale maniera verrà gestito il progetto, rispetto ogni sua singola area di conoscenza (Knowledge

<sup>32</sup> Una *Baseline* è un piano temporale approvato all'origine del progetto, viene utilizzato come punto di confronto durante l'evoluzione dell'opera. È il riferimento rispetto al quale il Project Manager deve valutare l'avanzamento di progetto e, in caso di scostamenti attuare gli opportuni interventi correttivi atti a riportare il progetto in linea con essa. Non dovrebbe essere mai modificata, a meno che non avvenga una esplicita richiesta da parte del committente o a causa di eventi esterni che non erano stati considerati durante la fase di pianificazione.

Area)<sup>33</sup>, identificandone l'organizzazione, la metodologia, le procedure e tecniche da utilizzare per la gestione dei vari ambiti di progetto.

*« La baseline dello scopo di progetto comprende tutti gli elementi che ci permettono di definire cosa occorre realizzare nel progetto e quindi quali strumenti utilizzare. Questi comprendono la Work Breakdown Structure (WBS), la lista delle attività e dei deliverable e i Work Package, contenenti le indicazioni per l'interpretazione dei vari elementi della WBS, che costituisce la base su cui si verificherà l'andamento del progetto relativamente ai costi.*

*La baseline di costo riporta tutte le informazioni relative ai costi di progetto e come principale elemento viene messo in evidenza il budget previsionale. Costituisce la base su cui si verificherà l'andamento del progetto relativamente ai costi.*

*La baseline della schedulazione comprende tutte le informazioni relative allo sviluppo temporale del progetto, ed è definita dal diagramma di Gantt e dalla schedulazione reticolare delle attività previste. Costituisce la base su cui si verificherà l'andamento del progetto relativamente ai tempi<sup>34</sup> ».*

Quanto programmato nel Project Management Plan verrà avviato all'interno della fase di *Esecuzione*, dove si realizzeranno gli obiettivi di progetto e dove verrà attuato il controllo dell'avanzamento delle attività, dei tempi e dei costi. Avvalendosi della baseline di riferimento, attraverso cui è possibile monitorare lo sviluppo dell'opera e riscontrare eventuali difformità rispetto la pianificazione delle attività e l'impiego delle risorse, il Project Manager e il team di progetto confrontano regolarmente le informazioni rispetto l'andamento dell'opera, di modo da riscontrare tempestivamente eventuali scostamenti dal piano programmato e operare azioni di ripianificazione, dato che non rettificare la pianificazione o farlo molto di rado può portare notevoli rischi al progetto e al raggiungimento dei suoi obiettivi.

---

<sup>33</sup> Le *Knowledge Area* sono descritte all'interno del PMBOK®, assieme ai cinque Gruppi di Processo, Avvio, Pianificazione, Esecuzione, Monitoraggio e Controllo, Chiusura. Queste descrivono metodi e tecniche di gestione del progetto in base ai processi che le compongono e ricoprono nove argomenti: Integrazione, Scopo, Tempo, Costo, Qualità, Risorse umane, Rischi, Acquisti, Comunicazione.

<sup>34</sup> Capaldo G., Volpe A., Project Management. Principi, metodi e applicazioni per il settore delle opere civili, McGraw-Hill, 2012, p.52.

## 2.2 Normative di riferimento per la realizzazione di un manufatto edilizio

L'*Esecuzione* è una delle fasi più importanti per la realizzazione di un progetto, in cui si concretizzano la maggior parte degli obiettivi e conseguentemente i deliverable di prodotto, che sono gli output della fase di esecuzione<sup>35</sup>.

Essi sono stati studiati in fase di pianificazione e ora devono essere realizzati per completare un progetto o le sue attività, in relazione ai tempi e i costi concordati in modo da dare risposte efficaci e immediate ad eventi imprevisti. Secondo quanto illustrato nel processo di Project Construction Management, possiamo interpretare e riassumere il processo edilizio nella pratica secondo due momenti fondamentali:

- il processo di costruzione, che comprende la programmazione, progettazione, scelta del costruttore, costruzione e consegna dell'organismo edilizio;
- il processo di esercizio, che coinvolge le attività di uso e gestione, adeguamento tecnologico, funzionale, demolizione e riuso dei rifiuti.

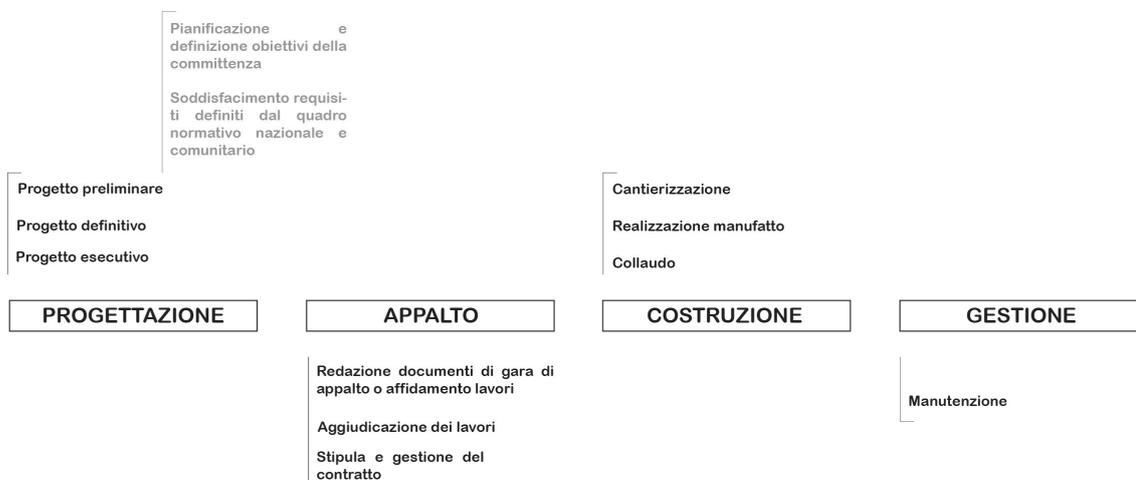
Nel settore delle costruzioni ogni attività della fase esecutiva, a differenza dei precedenti momenti del ciclo di vita, corrisponde alla realizzazione di un manufatto definitivo e non più alla fase progettuale, per cui è fondamentale per il successo del progetto che venga posta la massima attenzione nella realizzazione di ciascuna attività, verificando la qualità e la rispondenza ai requisiti previsti nel Project Management Plan sia a livello economico che temporale sviluppato a preventivo.

Seguendo lo sviluppo del processo edilizio tradizionale in Italia, il momento che segna il passaggio dalla programmazione all'esecuzione di un progetto è la stipula del contratto di appalto tra il committente e l'impresa esecutrice, che viene regolato dalle normative in vigore rivolte alla progettazione e realizzazione di opere di edilizia pubblica, separate da quelle di natura privata, per cui vengono individuati in comune solo alcuni aspetti.

---

<sup>35</sup> I contenuti del presente paragrafo costituiscono una sintesi del capitolo n.6, Esecuzione, del testo D. Allodi, Project management per l'architettura, Edilizia, 2008, p.159.

Figura 2.3 - Schematizzazione delle fasi del processo edilizio



Fonte: elaborazione dell'autrice

« *L'appalto è il contratto con il quale una parte assume, con organizzazione dei mezzi necessari e con gestione a proprio rischio, il compimento di un'opera o di un servizio verso un corrispettivo in denaro*<sup>36</sup> ».

Le parti coinvolte sono il *committente*, colui che commissiona l'opera e l'*appaltatore*, colui che esegue i lavori.

La definizione e il ruolo del committente o Ente Appaltante è regolamentato dalle specifiche leggi per gli appalti- Codice dei Contratti Pubblici, D.lgs. 50/2016 modificato da d.l. 244/2016, d.l. 56/2017, d.l. 96/2017, d.l.205/2017. Può essere sia di natura pubblica sia privata e il ruolo può essere ricoperto da amministrazioni aggiudicatrici, autorità governative centrali, amministrazioni aggiudicatrici sub-centrali, organismi di diritto pubblico, enti aggiudicatori, joint venture, centrale di committenza, attività di centralizzazione delle committenze, attività di committenza ausiliarie, stazione appaltante, operatore economico, prestatore di servizi in materia di appalti, imprese pubbliche<sup>37</sup>.

<sup>36</sup> Codice Civile, aggiornato con modifiche legislative apportate, dalla L. 11/01/2018, n. 4, dalla L. 27/12/2017, n. 205, dal D.Lgs. 13/07/2017, n. 116 e dal D.Lgs. 3/07/2017, n. 117, Art. 1655.

<sup>37</sup> Il concetto è illustrato nel testo Codice dei Contratti Pubblici, D.lg. 50/2016 Art. 3- Definizioni, comma 1.

Il committente o Ente Appaltante nel settore pubblico propone due sistemi per la realizzazione dei lavori: un bando di concessione e un affidamento di concessione. Alcune differenze sono da evidenziare per le due tipologie di appalto, come specificato all'interno del Codice dei Contratti Pubblici, D.lgs 50/2016 - Art 3.

La prima distinzione sostanziale tra i due tipi di contratti pubblici risiede nella loro definizione giuridica, in quanto « *l'appalto pubblico è un contratto a titolo oneroso, stipulato per iscritto tra una stazione appaltante e un operatore economico, aventi per oggetto l'esecuzione di lavori, la fornitura di prodotti e la prestazione di servizi*<sup>38</sup> ».

La concessione di lavori e servizi, è « *un contratto a titolo oneroso stipulato per iscritto in virtù del quale una o più stazioni appaltanti affidano l'esecuzione di lavori ovvero la progettazione esecutiva e l'esecuzione, ovvero la progettazione definitiva, la progettazione esecutiva e l'esecuzione di lavori ad uno o più operatori economici riconoscendo a titolo di corrispettivo unicamente il diritto di gestire le opere oggetto del contratto o tale diritto accompagnato da un prezzo, con assunzione in capo al concessionario del rischio operativo legato alla gestione delle opere*<sup>39</sup> ».

« *La loro differenza risiede nell'oggetto delle definizioni, poichè gli appalti pubblici si rivolgono a lavori, servizi o forniture e il loro corrispettivo corrisponde a un compenso monetario determinato; le concessione pubbliche hanno ad oggetto lavori o servizi e l'onerosità coincide con la previsione del diritto del concessionario di gestire l'opera o il servizio oggetto del contratto, a cui si lega il rischio operativo di gestione. Si ricorda che nel nostro ordinamento l'appalto è un contratto soggetto alla disciplina civilistica - Codice Civile art. 1655 - mentre la concessione si configura come un provvedimento amministrativo soggetto alla disciplina generale contenuta nella Legge 241/1990*<sup>40</sup> ».

Per la partecipazione a queste tipologie di appalto di concessione, si prevede all'interno della norma che sia dato a tutte le imprese, con idonei requisiti, la possibilità di partecipare e di essere selezionate (Fig.2.4).

<sup>38</sup> Codice dei Contratti Pubblici, D.lg. 50/2016, Art 3 (lett. ii).

<sup>39</sup> Codice dei Contratti Pubblici, D.lg. 50/2016, Art 3 (lett. uu-vv).

<sup>40</sup> Testo "Appalti e concessioni alla luce del D.lgs 50/2016 e potere di autotutela della P.A." dalla rivista online Salvis Juribus.

Il principio su cui si basa l'aggiudicazione dell'appalto è quello della concorrenza e imparzialità<sup>41</sup>.

L'aggiudicazione dell'appalto avviene secondo tre procedure:

1. Procedura aperta, « *qualsiasi operatore economico interessato può presentare un'offerta in risposta a un avviso di indizione di gara. Il termine minimo per la ricezione delle offerte è di trentacinque giorni dalla data di trasmissione del bando di gara. Le offerte sono accompagnate dalle informazioni richieste dall'amministrazione aggiudicatrice per la selezione qualitativa*<sup>42</sup> ».

La procedura aperta è corrispondente all'asta pubblica in cui ogni appaltatore può presentare un'offerta.

2. Procedura ristretta, « *qualsiasi operatore economico può presentare una domanda di partecipazione in risposta a un avviso di indizione di gara contenente i dati [...] a seconda del caso, fornendo le informazioni richieste dall'amministrazione aggiudicatrice ai fini della selezione qualitativa*<sup>43</sup> ». Possono presentare l'offerta solo gli operatori economici invitati dalle stazioni appaltanti.

3. Procedura competitiva con negoziazione, « *qualsiasi operatore economico può presentare una domanda di partecipazione in risposta a un avviso di indizione di gara contenente le informazioni [...], fornendo le informazioni richieste dall'amministrazione aggiudicatrice per la selezione qualitativa*<sup>44</sup> ». Le stazioni appaltanti consultano gli appaltatori da loro scelti e negoziano con uno o più di essi le condizioni di appalto.

Come criterio di aggiudicazione viene utilizzato l'offerta economicamente più vantaggiosa individuata sulla base del miglior rapporto qualità/prezzo, e valutata sulla base di criteri oggettivi, quali gli aspetti qualitativi, ambientali o sociali connessi all'oggetto dell'appalto che sono esplicitati nel bando di gara. In alcuni casi viene utilizzato il criterio del minor prezzo, quindi il massimo ribasso<sup>45</sup>.

---

<sup>41</sup> Il concetto è illustrato nel testo Codice dei Contratti Pubblici, D.lg. 50/2016, Art. 30.

<sup>42</sup> Codice dei Contratti Pubblici, D.lg. 50/2016, Art 60.

<sup>43</sup> Codice dei Contratti Pubblici, D.lg. 50/2016, Art 61.

<sup>44</sup> Codice dei Contratti Pubblici, D.lg. 50/2016, Art 62.

<sup>45</sup> Il concetto è illustrato nel testo Codice dei Contratti Pubblici, D.lg. 50/2016, Art 95.

Nell'ambito dell'appalto privato le fasi in cui si articola sono le medesime dell'appalto pubblico.

Secondo la disciplina civilistica dal Codice Civile art. 1655, « *l'appalto è il contratto con il quale una parte assume, con organizzazione dei mezzi necessari e con gestione a proprio rischio, il compimento di un'opera o di un servizio verso un corrispettivo in danaro* ». La scelta dell'impresa è a carico e a discrezione del committente, che dopo aver avanzato la richiesta di offerta alle imprese contattate, sceglie la più vantaggiosa per i suoi standard, che può spesso ricadere nell'offerta più bassa.

In generale, per compiere un bando di gara bisogna procedere alla realizzazione della documentazione che deve essere messa a disposizione delle imprese che partecipano alla gara d'appalto. Negli appalti pubblici la documentazione prevede che siano necessari il capitolato generale e speciale d'appalto, il computo metrico estimativo su cui viene prodotta l'offerta economica da parte delle imprese che partecipano alla gara, gli elaborati grafici di progetto, oltre che il documento di natura giuridica che regola il rapporto di appalto, piano di sicurezza e coordinamento, piano di manutenzione.

Il *Capitolato Speciale d'Appalto* è l'atto scritto necessario per eseguire i lavori. Si redige attraverso il Capitolato Generale d'Appalto, che disciplina i rapporti fra la stazione appaltante e l'appaltatore. Il Capitolato Speciale d'Appalto è il documento che regola un insieme di rapporti contrattuali tra il Direttore dei Lavori e l'Appaltatore. Si divide in: descrizione delle lavorazioni che devono essere eseguite e descrizione delle prescrizioni tecniche dell'opera, come la qualità dei materiali e dei lavori, importo complessivo, incidenza di ogni fase di lavorazione.

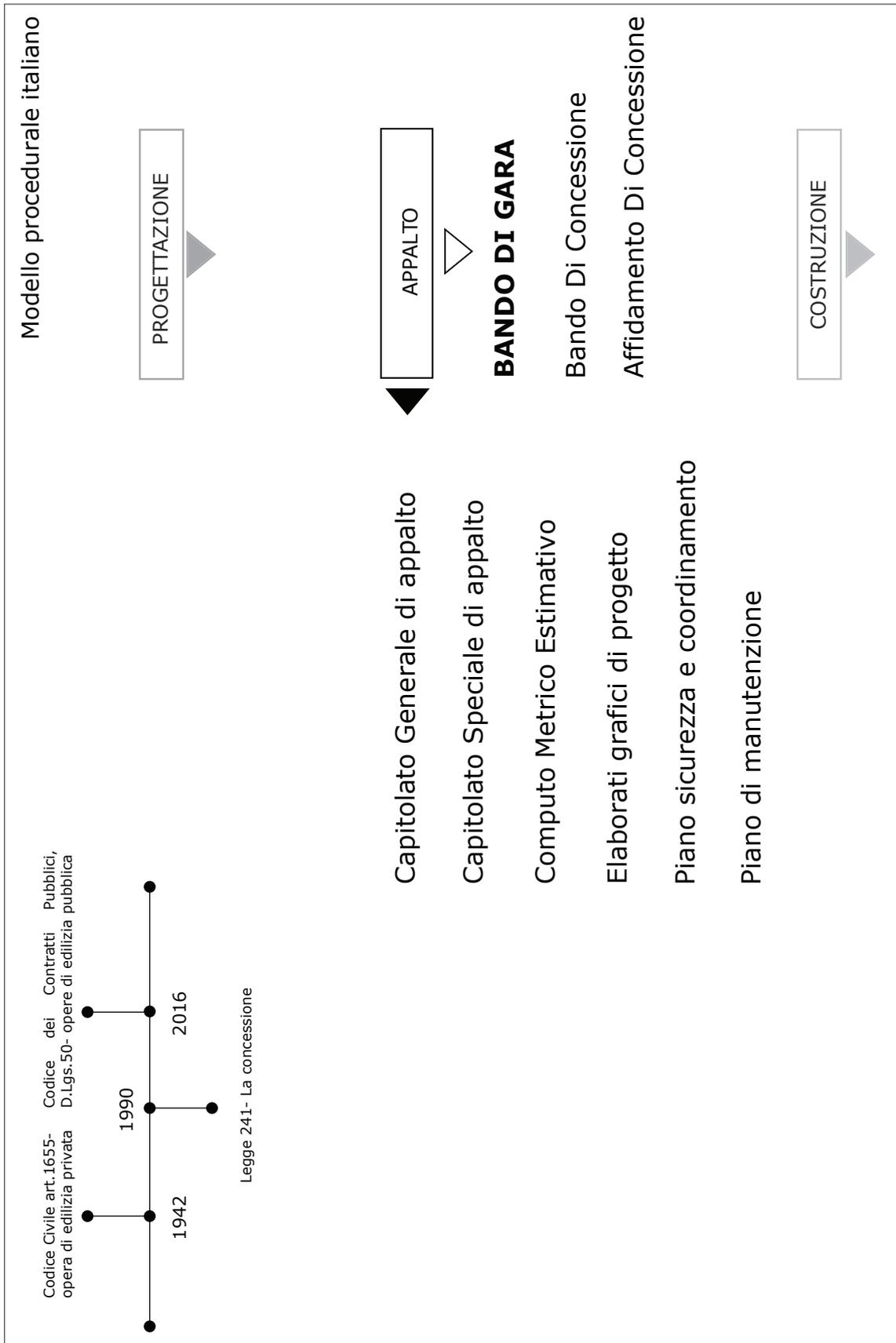


Figura 2.4 - Semplificazione del modello procedurale italiano

Figura 2.5 - Elenco dei dati rilevanti all'interno di un contratto di appalto

Titolo	Descrizione
Premessa	descrive l'ambito in cui nasce il progetto da realizzare e definisce le parti: committente e soggetto appaltatore
Oggetto	inquadramento dell'oggetto del contratto: lavori, servizi o forniture
Inizio lavori e tempi	stabilisce la modalità in cui si dà il via ai lavori ed il tempo previsto per terminare l'opera appaltata
Importo	valore economico dell'appalto
Contabilizzazione	indica il sistema di contabilità dei lavori adottato: a corpo, a misura, in economia; e ogni quanto viene effettuata la contabilità: al raggiungimento di un traguardo economico o fisico o a cadenza temporale fissa
Modalità di pagamento	definisce in che modo vengono pagati i lavori contabilizzati
Varianti	nell'eventualità di dover apportare modifiche al progetto, si concordano già le modalità con cui verranno stabiliti i nuovi prezzi

Fonte: D. Allodi, Project management per l'architettura, Edilizia, 2008, p.163

L'appalto, come tutti i contratti deve stabilire delle regole di comportamento tra le due parti chiare ed inequivocabili, in modo da evitare fraintendimenti e polemiche nel corso dei lavori. Al fine di rispettare le tempistiche previste, viene stabilito il tempo contrattuale, che considera il periodo necessario per terminare i lavori a partire dalla data del verbale di consegna dell'area all'appaltatore.

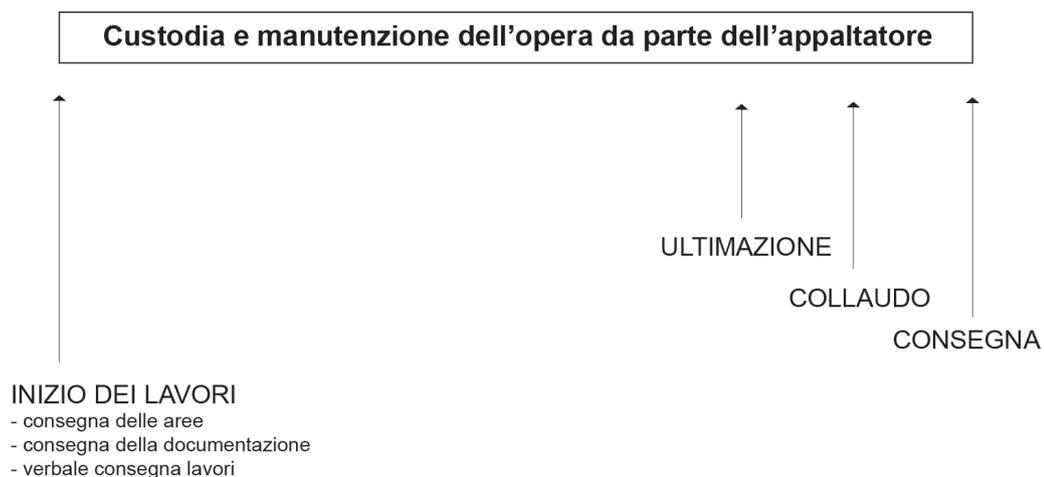
« Per la valutazione economica dell'avanzamento della produzione è necessario che sia definito il prezzo dell'opera ed il sistema di contabilizzazione dei lavori<sup>46</sup> ». Le tipologie di contratto, in termini di *contabilizzazione*, possono essere:

- a corpo, l'impresa si impegna ad eseguire l'opera per un prezzo globale che resta fisso e invariabile;
- a misura, si stabiliscono i prezzi unitari delle varie categorie di lavoro e pagamento e viene effettuato sulla base delle effettive quantità misurate;
- misto, la somma è fissa e invariabile per la parte dei lavori a corpo e una somma è variabile, nel limite massimo del 5%, per le restanti opere a misura;

<sup>46</sup> Allodi D., Project management per l'architettura. Definizione degli obiettivi, programmazione, esecuzione, controllo, attori e dinamiche, Edilizia, 2008, p.163.

- in economia, è per piccoli lavori difficilmente quantificabili a misura. Si divide in amministrazione diretta, per cui la committenza provvede, tramite un tecnico di fiducia, all'acquisto dei materiali occorrenti, al noleggio dei mezzi d'opera e all'ingaggio della mano d'opera necessaria, oppure per cottimi, cioè la committenza tramite il direttore dei lavori, affida a varie ditte di fiducia l'esecuzione di determinate categorie di opere e il pagamento dei lavori viene fatto in base alle quantità effettivamente eseguite, indipendentemente dal tempo impiegato. È una procedura negoziata e l'affidamento è preceduto da un'indagine di mercato tra almeno cinque operatori economici.

Figura 2.6 - Schematizzazione degli eventi che determinano la durata del tempo contrattuale



*Fonte:* D. Allodi, Project management per l'architettura, Edilizia, 2008, p.165

I lavori eseguiti all'interno del progetto vengono contabilizzati all'interno dello Stato di Avanzamento Lavori (SAL)<sup>47</sup>, documento redatto dal Direttore dei lavori sulla base del quale vengono effettuati i pagamenti da parte del com-

<sup>47</sup> Il SAL, Stato di Avanzamento dei Lavori, è un documento redatto dal direttore dei lavori, nel quale sono riassunte tutte le lavorazioni e tutte le somministrazioni eseguite dal principio dell'appalto sino ad allora ed al quale è unita una copia degli eventuali elenchi dei nuovi prezzi. Al suo interno è presente un ulteriore documento, il Libretto delle misure, in cui vengono descritti i lavori svolti con le relative unità di misura e le quantità. Il documento viene redatto per le gestioni per commessa e per progetto nell'ambito della realizzazione di opere pubbliche e edili.

mittente.

Una componente altrettanto importante durante l'esecuzione di un progetto sono le cosiddette variazioni, che si rendono necessarie nella fase di realizzazione rispetto al progetto originario e quindi rispetto agli accordi contenuti nel contratto d'appalto. Durante la fase di realizzazione di un progetto è probabile che emergano delle richieste di modifica, che sono comuni gli aggiustamenti di un progetto. Tecnicamente, se approvate sono definite *varianti* di progetto e possono essere richieste per necessità di adeguamento che si manifestano durante i lavori in corso d'opera oppure per la necessità di ridefinizione o ampliamento dei lavori. Sono intrinseche nel ciclo di vita del progetto, come comuni aggiustamenti che un progetto può subire dal momento in cui si passa dallo stato ideale, cartaceo a quello reale, come possono incontrarsi in fase di esecuzione in cantiere. La comparsa di una variante può provocare un aumento dei tempi e conseguentemente dei costi, poichè difficilmente può variare solo uno di questi parametri in quanto sono strettamente collegati.

Lo scopo che ci si prefigge di raggiungere in un progetto è quello di essere in grado di realizzare i vari deliverable, per cui qualunque modifica deve essere concordata, programmata con dei nuovi obiettivi di tempi e costi ed autorizzata, da parte del committente.

Lo strumento di cui ci si avvale per eseguire le trasformazioni necessarie a livello dei work package<sup>48</sup> è il Monitoraggio e Controllo.

Attraverso il costante aggiornamento dell'avanzamento di progetto, gli obiettivi prefissati non dovrebbero subire modifiche inaspettate ma si adegueranno alle mutate esigenze della committenza, senza precludere il successo del progetto.

Il rischio è invece, che tali variazioni vengano effettuate direttamente in cantiere dalle maestranze, senza rendere partecipi i responsabili del progetto che si troveranno poi ad affrontare a posteriori dei ritardi nelle consegne dei lavori

---

<sup>48</sup> Il work package o pacchetto di lavoro è un insieme di attività elementari finalizzate a produrre specifici deliverable. Sono descritte all'interno della Work Breakdown Structure, organigramma a livelli di dettaglio crescente che descrive i flussi di lavoro in cui il livello più basso coincide con i deliverable, che andranno ulteriormente dettagliati in termini di attività finalizzati a produrli. La WBS si articola in una serie di Work Element, raggruppamenti di work package, che descrivono il ramo di un progetto anche definibile come sottoprogetto.

e dei costi aggiuntivi non rispondenti al budget.

Nella fase esecutiva, il Project Manager e il suo team devono coordinare e dirigere le varie interfacce tecniche e organizzative di progetto, vagliare le variazioni, valutare l'impatto che possono avere sul progetto in corso d'opera sia dal punto di vista della fattibilità tecnica, sia per la relativa valutazione dei costi e dei tempi di esecuzione, attraverso una serie di azioni necessarie a realizzare quanto dichiarato.

## 2.3 Il Processo di Monitoraggio e controllo: verifica dell'avanzamento della produzione

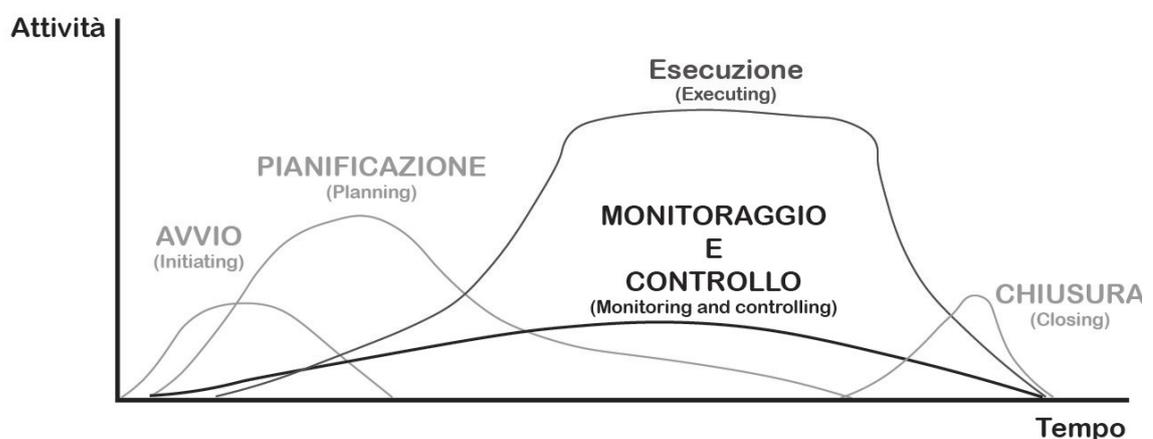
In un progetto, i programmi di progetto sono solitamente organizzati di modo da garantire che il lavoro venga eseguito secondo la qualità desiderata, nei tempi prestabiliti e secondo il budget preventivato. Tuttavia, all'interno del settore edile possono verificarsi divergenze dai piani accordati e tali eventi sono comuni a causa della natura delle costruzioni e dell'incertezza ad esse associata.

Nel caso in cui le differenze tra le baseline e le effettive prestazioni lavorative risultino di grande entità, viene richiesta l'adozione di azioni di controllo per cercare di riportare le performance attuali in corso con quanto pianificato.

Il sistema tradizionalmente utilizzato nella fase di esecuzione riporta i dati circa lo stato di avanzamento dell'opera in modo da identificare e misurare eventuali deviazioni dalle prestazioni pianificate, soprattutto rispetto le variabili considerate più critiche: scopo, tempi e costi.

Proprio la fase di esecuzione, riconosciuta come uno dei processi più impegnativi del Ciclo di Vita del progetto, necessita dell'attuazione della verifica dello stato di avanzamento dell'opera.

Figura 2.7 - La fase di monitoraggio e controllo ha inizio con la fase di esecuzione e termina con la fase di chiusura del progetto



Fonte: elaborazione dell'autrice dal testo Cantamessa M., Cobos E., Rafele C., *Il project management*, Isedi, 2007, p.16

Operativamente le attività che erano state pianificate all'interno della Work Breakdown Structure hanno avuto inizio e per questo è importante *misurare* il loro andamento, attuando una serie di azioni a carattere gestionale. Misurare vuol dire tenere sotto controllo il programma generale e l'evoluzione a livello di ogni singola attività di progetto, rilevando periodicamente i dati a consuntivo<sup>49</sup>, in termini di tempi e di costi<sup>50</sup>.

Questo tipo di azione viene incluso all'interno del *Processo di Monitoraggio e Controllo*, attraverso cui vengono osservate le prestazioni di progetto e misurati i livelli di ogni singola attività, per monitorare l'andamento delle variabili critiche, la loro congruenza con quanto pianificato e identificare le variazioni dal Project Management Plan.

Il PMI, il Project Management Institute vede il processo di Monitoraggio e Controllo come « *the process of tracking, reviewing and regulating the progress to meet the performance objectives defined in the project management plan*<sup>51</sup> », un insieme di processi trasversali all'intero del progetto di tracciamento, revisione e regolamentazione dei progressi per soddisfare gli obiettivi, necessari attraverso tutto il Ciclo di Vita e conseguentemente a tutte le aree di conoscenza che coinvolgono le attività.

Queste due attività, contemporanee e cicliche, operative sia in fase di pianificazione che di esecuzione, includono tecniche che permettono di controllare eventuali cambiamenti di un progetto e di attuare azioni preventive in previsione di possibili incertezze, confrontare le attività di progetto in corso d'opera con quelle descritte all'interno delle baseline di scopo, tempi e costi, valutare le performance per determinare se ogni misura correttiva o preventiva sia adeguata e suggerirla come riprogrammazione per le attività così da non disattendere gli obiettivi prestabiliti.

---

<sup>49</sup> Con il termine *consuntivo* si indicano i dati acquisiti all'interno di un progetto, che è stato completato in un determinato periodo di tempo. A differenza dei dati a *preventivo*, con cui si indicano dati non ancora acquisiti ma che si ipotizza di conseguire in una determinata maniera.

<sup>50</sup> Il concetto è illustrato nel testo Capaldo G., Volpe A., Project Management. Principi, metodi e applicazioni per il settore delle opere civili, McGraw-Hill, 2012, p.169.

<sup>51</sup> Testo PMI, PMBOK® Guide: A guide to the Project Management Body of Knowledge, Fourth Edition, 2008, pp.71/411.

Attuando queste azioni, all'interno del progetto si possono gestire tutte le variabili che vi incidono, al fine di raggiungere una buona riuscita dell'opera commissionata.

*Il controllo*, che coinvolge il confronto delle performance attuali di progetto con quanto pianificato, è un efficace strumento con cui si possono intraprendere le necessarie misure correttive in presenza di significative differenze nel piano di progetto in termini di avanzamento temporale e economico. *Il monitoraggio* è un aspetto del controllo di progetto, è la fase di misurazione in cui si definiscono i criteri di controllo, i principali indicatori di performance, i confronti con gli obiettivi iniziali, l'entità degli scostamenti e l'impatto sul progetto. Intraprendere un'azione di controllo vuol dire anticipare eventuali effetti negativi sull'andamento di progetto e poter intraprendere le *azioni correttive* prima che si verifichino conseguenze che rischiano di intaccare il successo del progetto. Nello stesso modo il monitoraggio continuo dell'andamento di progetto e del suo contesto permettono di intraprendere le necessarie *azioni preventive* per ridurre la probabilità di potenziali conseguenze negative e mitigare nuovi rischi potenziali rilevati in corso d'opera.

Per quanto riguarda la frequenza con cui attuare le azioni correttive, queste devono essere eseguite a cadenze regolari dal Project Manager, poichè una metodica rilevazione fa sì che si riportino dati attendibili, condivisibili e misurabili. Ad ogni raccolta dati e ogni eventuale variazione di questi, il Project Manager non deve dimenticarsi di mantenere aggiornati tutti i membri del team di progetto e gli stakeholder, come programmato nel Piano di gestione delle Comunicazioni<sup>52</sup>.

Nel momento in cui sorgono problemi, essi devono essere gestiti in modo tempestivo per non compromettere lo stato di avanzamento del progetto.

---

<sup>52</sup> Il *Piano di Gestione delle Comunicazioni* è un documento attraverso cui ci si assicura che stakeholders, membri del team di progetto [...] ricevano le informazioni riguardo il progetto in tempo reale, al fine di poter prendere le decisioni più opportune. Rientra all'interno del Project Management Plan e viene sottoposto ad approvazione assieme agli altri documenti redatti in fase di pianificazione. Una volta approvato, viene utilizzato in fase di esecuzione per strutturare il lavoro del team di progetto attraverso le modalità in esso descritte, dal testo PMI, PMBOK® Guide: A guide to the Project Management Body of Knowledge, Fourth Edition, 2008, pp.53/243/355.

A tal fine si stabilisce un sistema di *Reporting*, cioè rapporti periodici che forniscono aggiornamenti sulla situazione delle attività del progetto realizzate, riscontri di tipo finanziario nonché previsioni fino alla fine del progetto che consentono al Project Manager di monitorare le informazioni più rappresentative dell'avanzamento in rapporto agli obiettivi da raggiungere.

Quando si identificano nei dati raccolti voci in cui si riscontrano le variazioni negative rispetto al programma, si deve fare molta attenzione alle attività considerate "critiche", che sono state già identificate con il metodo del Critical Path Method<sup>53</sup> entrando maggiormente nel dettaglio fino a riscontrare la causa del problema.

La difficoltà maggiore sta nell'attribuzione dei costi in corso d'opera alle diverse attività e parallelamente avere una stima dei lavori eseguiti da budget coerente con il grado di finitura dei dati raccolti. Più facile sarebbe analizzare solo i lavori definitivamente finiti alla data del controllo, dove i costi consuntivi sono certi e la voce di budget da confrontare con i costi è quella dell'attività completata al cento per cento.

Al contrario, per le attività in corso alla data della verifica, molto è legato alla valutazione soggettiva di chi esegue la stima e al suo bagaglio di esperienza personale nel valutare il grado di completamento di un'attività rispetto al totale<sup>54</sup>. L'attività di controllo non deve essere considerata esclusivamente un puro esercizio di consuntivazione, raccolta dei dati e verifica dello stato attuale del progetto, ma l'applicazione di un'attività con cui si è in grado di anticipare eventuali e potenziali eventi peggiorativi per il progetto, in modo da

---

<sup>53</sup> Il *Critical Path Method (CPM)*, è una tecnica che si basa su una misura deterministica della durata delle attività del progetto. Consente di determinare la durata totale, i percorsi critici e il tempo necessario per completare le attività presenti su tali percorsi, senza che queste possano comportare uno slittamento dell'intero progetto. Insieme al *PERT, Project Evaluation and Review Technique* costituiscono i sistemi di controllo reticolare per la schedulazione di progetto, all'interno della disciplina del Project Management.

<sup>54</sup> Il concetto è illustrato nel testo Allodi D., *Project management per l'architettura. Definizione degli obiettivi, programmazione, esecuzione, controllo, attori e dinamiche*, Edilizia, 2008, p.200.

poter introdurre in maniera tempestiva le dovute misure correttive e formulare di conseguenza una stima a finire, che permettono di ridefinire il carico di lavoro e l'immissione di risorse o unità aggiuntive, sfruttando al massimo quelle disponibili o acquisendo altre o ridistribuendo quelle esistenti in modo da indirizzare le migliori competenze nelle aree di maggiore criticità. Queste azioni di natura correttiva devono però essere sempre valutate con particolare attenzione, in quanto attuarle può comportare un aumento dei costi, una ridefinizione della tempistica delle attività o una riduzione delle aspettative.

### 2.3.1 Valutazione dell'avanzamento fisico, temporale e economico di progetto

Nella verifica dell'avanzamento di produzione si analizzano, in due momenti distinti, l'avanzamento fisico relativo alla valutazione delle lavorazioni effettuate ed ai tempi necessari per realizzarli e l'avanzamento economico corrispondente alla contabilità dei lavori, cioè alla valorizzazione economica delle attività rilevate.

*L'avanzamento fisico* è il rapporto tra la quantità di lavoro eseguito e la quantità omogenea di lavoro totale, quest'ultima valutata secondo la miglior stima possibile alla data dal controllo. Le misurazioni sono effettuate tenendo conto di due valori: la quantità fisica e le ore equivalenti di lavoro.

Il criterio secondo cui si misurano le attività prevede la definizione delle *metriche* ossia un insieme di indicatori rivolti a tenere sotto controllo e prevedere l'andamento delle variabili critiche, definiti per la specifica natura del progetto. Questo consente di quantificare nel modo più obiettivo possibile le performance del progetto attraverso la misurazione dell'insieme di indicatori che ne fanno parte.

Occorre quindi individuare degli eventi accertabili e stabilire, per ciascuno di essi, un peso sul progresso complessivo. Nel poter analizzare in maniera immediata lo stato di avanzamento del progetto, dal punto di vista fisico, il Project Manager adotta all'inizio delle semplici tecniche di misurazione.

L'analisi viene effettuata su ogni task di lavoro, che si riconosce come un'unità di misura con un suo inizio e una sua fine precisa, suddivisa in più livelli in modo da misurare ogni momento dell'evoluzione:

- *tecnica On/Off*: questo tipo di misurazione può essere impiegato per attività di breve durata e di modeste dimensioni. Si adotta il criterio 0 - 50 -100 %, in cui si assegna a ogni livello di lavorazione un termine in percentuale di avanzamento. 0 sta a indicare che una task non è ancora iniziata, 50 che si sta svolgendo e 100 che è stata completata. In questa maniera si visualizza immediatamente quale parte del lavoro è stato svolto e quello che ancora manca per completarlo, alla data di controllo;
- *50/50*: è più adatto a attività di durata media e sottintende una stima più

ottimistica di quella precedente. Il criterio consiste nel considerare l'avanzamento al 50% non appena l'attività ha avuto inizio, per poi arrivare al 100% quando i lavori sono terminati;

- *eventi ponderati*: vengono individuati i risultati intermedi facilmente verificabili all'interno dell'attività (milestone intermedie) e a ciascuno viene dato un valore percentuale di avanzamento, per cui il completamento di un evento partecipa per il suo peso all'avanzamento delle attività. La tecnica risulta più accurata delle precedenti, è utilizzata per attività più critiche e di lunga durata ed è applicabile ogni qualvolta siano evidenziabili dei risultati intermedi<sup>55</sup>;
- *proporzionale*: considera una quota dell'attività completata in proporzione all'avanzamento temporale, mentre la quota rimanente è ritenuta ultimata solo a lavori conclusi;
- *per unità di completamento*: quando non è possibile identificare il momento in cui le attività sono state pianificate su più periodi, viene calcolato in funzione della percentuale di lavoro effettivamente realizzato secondo una stima soggettiva (Fig.2.10).

Analizzando l'avanzamento fisico del progetto da un punto di vista contrattuale, si eseguono le indicazioni riportate all'interno del Codice dei Contratti Pubblici, D.lg. 50/2016, Art. 103, comma 1, cui fanno riferimento sia soggetti pubblici sia privati.

Si riporta che, una volta individuato l'appaltatore, « *questo è tenuto a costituire garanzia definitiva a sua scelta sotto forma di cauzione o fideiussione, pari al 10 per cento dell'importo contrattuale e tale obbligazione è indicata negli atti e documenti a base di affidamento di lavori, di servizi e di forniture[...] La cauzione è prestata a garanzia dell'adempimento di tutte le obbligazioni del contratto e del risarcimento dei danni derivanti dall'eventuale inadempimento delle obbligazioni stesse[...] La garanzia cessa di avere effetto solo alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione[...]* »<sup>56</sup>.

<sup>55</sup> Il concetto è illustrato nel testo Isipm, Enrico Mastrofini, *Guida ai temi ed ai processi di project management*, Franco Angeli, 2017 p.210.

<sup>56</sup> Codice dei Contratti Pubblici, D.lg. 50/2016, Art. 103, comma 1.

Viene inoltre previsto, dalla normativa sugli appalti pubblici la registrazione delle lavorazioni realizzate all'interno di appositi documenti come il giornale dei lavori, il libretto di misura delle lavorazioni e delle provviste.

*Nel giornale dei lavori* viene annotato in ciascun giorno di operato l'ordine, il modo e l'attività con cui progrediscono le lavorazioni, la specie e il numero degli operai, l'attrezzatura tecnica impiegata dall'appaltatore e altro che interessi l'andamento economico e tecnico dei lavori.

Inoltre all'interno del giornale sono riportate le circostanze e gli avvenimenti relativi ai lavori che possono influire sui medesimi, inserendovi, a norma delle ricevute istruzioni, le osservazioni meteorologiche ed idrometriche, le indicazioni sulla natura dei terreni e quelle particolarità che possano risultare utili ai fini dell'avanzamento. Sono inoltre annotati gli ordini di servizio, le prescrizioni e le istruzioni del Responsabile del Procedimento e del direttore dei lavori, le relazioni indirizzate al Responsabile del Procedimento, i processi verbali di accertamento di fatti o di esperimenti di prove, le contestazioni, le sospensioni e le riprese dei lavori, le varianti ritualmente disposte, le modifiche o aggiunte ai prezzi.

Altro documento, *il libretto di misura delle lavorazioni e delle provviste*, riporta i lavori effettuati a misura<sup>57</sup>, la misura e la classificazione delle lavorazioni e delle provviste, come il genere di lavorazione o provvista, la parte di lavorazione e il posto in cui viene eseguita.

All'interno del libretto di misura, sono annotati i lavori a corpo sul quale in occasione di ogni stato di avanzamento e per ogni categoria di lavorazione, in cui il lavoro è suddiviso, viene registrata la quota percentuale dell'aliquota relativa alla stessa categoria, rilevabile dal capitolato speciale d'appalto, che è stata eseguita. Le quote percentuali delle varie categorie di lavorazioni che sono eseguite, sono desunte da valutazioni autonomamente effettuate dal

---

<sup>57</sup> Si identificano due tipologie di appalto e quindi di misurazione delle lavorazioni all'interno del D.Lgs. 50/2016, Art.3: *appalto a corpo*, qualora il corrispettivo contrattuale si riferisce alla prestazione complessiva come eseguita e come dedotta dal contratto; *appalto a misura*, qualora il corrispettivo contrattuale viene determinato applicando alle unità di misura delle singole parti del lavoro eseguito i prezzi unitari dedotti in contratto.

Direttore dei Lavori, il quale è tenuto a controllare l'attendibilità attraverso un riscontro nel computo metrico estimativo dal quale le aliquote sono state dedotte<sup>58</sup>. Questi documenti sono l'insieme degli atti tecnico-amministrativi, effettuati all'ufficio di direzione dei lavori, aventi ad oggetto l'accertamento e la registrazione di tutti i fatti che producono una spesa, e quindi documenti contabili a supporto del documento SAL, Stato di Avanzamento dei Lavori.

Figura 2.8 - Esempio delle voci di informazione contenute nel Giornale dei lavori e nel Libretto di misura delle lavorazioni

Data	Annotazioni speciali e generali su andam. e modo di esecuzione dei lavori, sugli avvenimenti straordinari e sul tempo utilmente impiegato dall'impresa	Operai e altri mezzi d'opera impiegati dall'impresa												Osservazioni e istruzioni del direttore dei lavori

Num. ord. TARIFFA DATA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità/ Percentuali		FIGURE E ANNOTAZIONI
		Par. ug	Lungh.	Largh.	H/peso	Positivi	Negativi	
	RIPORTO							

Fonte: elaborazione dell'autrice dal testo D. Allodi, Project management per l'architettura, Edilizia, 2008, pp. 167/169

<sup>58</sup> Il concetto è illustrato nel testo Allodi D., Project management per l'architettura. Definizione degli obiettivi, programmazione, esecuzione, controllo, attori e dinamiche, Edilizia, 2008, pp.166-169.

*Per la misurazione dell'avanzamento temporale delle lavorazioni*, viene verificato il tempo impiegato considerando la data di inizio effettiva delle attività, la durata rimanente oppure la percentuale di completamento temporale. Per ciascuna attività il Project Manager, raccoglie in fase di esecuzione le informazioni necessarie per quantificare lo stato di realizzazione delle stesse. La tradizionale stima della durata utilizza indicatori, come i costi diretti, percentuali di competenza dell'attività oppure attraverso la valutazione dell'avanzamento fisico dell'attività, dove l'indicatore è il rapporto tra ore di lavoro svolte ed ore totali:

59

$$\text{percentuale di completamento} = \frac{\text{lavoro svolto}}{(\text{lavoro svolto} + \text{lavoro da svolgere})} \times 100$$

I dati raccolti permettono di effettuare la verifica dei tempi mettendo a confronto la situazione attuale con la versione della baseline convalidata dopo la fase di programmazione e tramite cui è sempre evidente la situazione di previsione iniziale. Da tale confronto possono affiorare diversi scenari:

- ritardi su attività critiche che possono portare a iper-criticità;
- ritardi sulle milestone che portano al non soddisfacimento degli obiettivi;
- la presenza di anticipi che permettono la redistribuzione di risorse ed eventuali modifiche del cammino critico.

Una volta emersi i dati effettivi di produzione rispetto all'avanzamento temporale, si individua ogni variazione rispetto al piano e gli slittamenti, per cui un ritardo accumulato nelle attività di progettazione può ripercuotersi su tutte quelle successive determinando un ritardo nella consegna finale dell'intero progetto, nel caso in cui non si prendano provvedimenti tempestivi.

L'errore più grave che può commettere un membro del team di progetto, non è la mancata esecuzione di un'attività, quanto piuttosto nascondere l'evidenza di tali problemi non comunicandoli tempestivamente, in modo da metterne a conoscenza il Project Manager per cercare una soluzione che possa apportare minor impatto possibile sul risultato finale. Per questo uno dei compiti del Project Manager è proprio il monitoraggio e il controllo delle attività previste

---

<sup>59</sup> Allodi D., Project management per l'architettura. Definizione degli obiettivi, programmazione, esecuzione, controllo, attori e dinamiche, Edilizia, 2008, p.171.

non solo da parte dei membri della squadra di progetto ma anche da tutti i fornitori esterni dai quali risulta ancora più difficile avere informazioni prima della scadenza della loro fornitura.

Altro importante compito che viene destinato al Project Manager, riguarda la riprogrammazione temporale delle lavorazioni prima dell'effettiva esecuzione. Nel dettaglio, si riferisce al momento in cui l'impresa esecutrice, dopo la gara di appalto, si è aggiudicata le lavorazioni. Questa è tenuta a rivedere il programma dei lavori ipotizzato dal progettista e dal coordinatore della sicurezza per la progettazione in base alle disponibilità dei loro mezzi d'opera e della propria organizzazione interna di cantiere.

Il Project Manager riesamina a questo punto il programma dei lavori esecutivo che è allegato al progetto esecutivo e prepara un *programma lavori di costruzione*, che tiene conto delle prassi costruttive e dell'organizzazione dei lavori utilizzati solitamente. Unico aspetto che non deve essere alterato riguarda i vincoli e le precedenze relative alla sicurezza previste nel programma esecutivo. La norma infatti prevede che questo programma debba essere approvato dal Responsabile della Sicurezza in fase esecutiva e consegnato poi al Direttore dei Lavori. Il programma lavori di costruzioni diviene il nuovo riferimento temporale per l'esecuzione del progetto architettonico sia per l'impresa che per il committente.

*Il controllo economico* rappresenta il terzo passaggio nella fase di valutazione dell'avanzamento. La maniera più immediata per valutare l'avanzamento economico consiste nell'effettuare una rilevazione contabile del costo effettivo di ciascun elemento dell'intera task di progetto in corso: il risultato è il costo impegnato, anche definito Actual Cost.

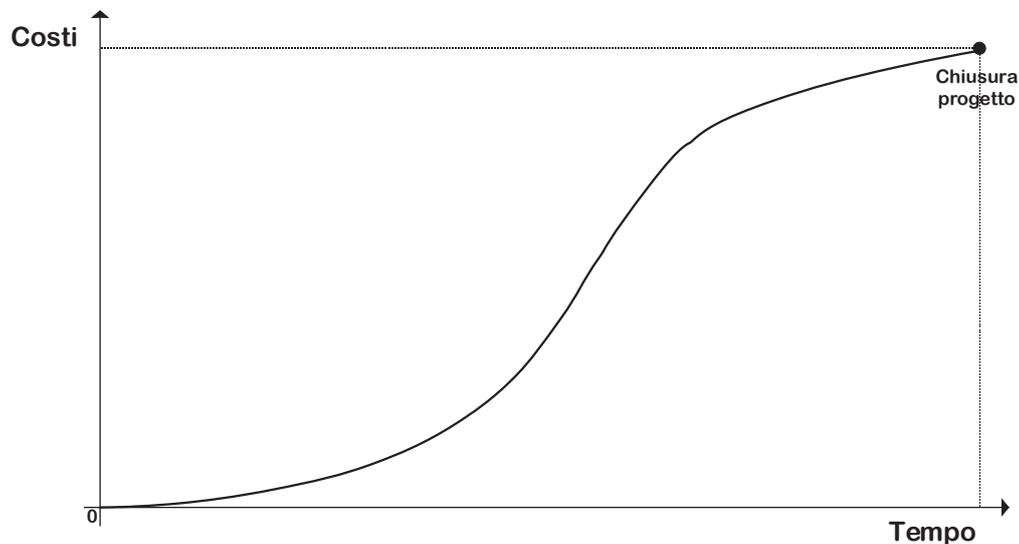
Un altro metodo che permette di procedere alla verifica dei costi riguarda la raccolta dei dati durante l'esecuzione delle attività, rileva in una precisa data scelta dal Project Manager, in cui si pongono a confronto i costi effettivamente sostenuti, a consuntivo (Actual Cost), con i costi a preventivo, dunque quelli pianificati per l'esecuzione delle attività (Planned Value).

Per ottenere uno status reale di progetto è però necessario non solo effettuare un'analisi di confronto tra i costi effettivi e i costi sostenuti, ma anche la misurazione dell'andamento dei costi collegata alla misurazione della produt-

tività del progetto, valutando la quantità di lavoro effettivamente svolto con il fattore tempo.

Secondo le tecniche del Project Management la prima allocazione e scomposizione dei costi del budget di progetto è avvenuta durante la fase di pianificazione, quando sono stati attribuiti ai pacchetti di lavoro, work package o attività all'interno della Cost Breakdown Structure<sup>60</sup>; ciò che rimane da fare, dunque è "tempificare" i costi delle singole attività. Seguendo l'evoluzione del budget in ogni tipologia di progetto, è possibile notare come in un primo momento venga affrontata una spesa ridotta, a seguito della quale si rileva un forte incremento fino a tornare ad una diminuzione verso la chiusura del progetto. Questo andamento è stato riportato graficamente all'interno di un asse cartesiano che descrive l'evoluzione della spesa nel corso del tempo. La forma che ne deriva è quella di una curva a S, anche detta curva del valore previsto, budget value o planned value<sup>61</sup> (Fig.2.10).

Figura 2.9 - La curva cumulata rappresenta la Cost Baseline di progetto



Fonte: elaborazione dell'autrice dal testo Cantamessa M., Cobos E., Rafele C., *Il project management.*, Torino, Isedi, 2007, p.249

<sup>60</sup> *Cost Breakdown Structure (CBS)*, è un organigramma del budget di progetto. Si costruisce attraverso la destrutturazione delle attività della Work Breakdown Structure e la destrutturazione dei costi associati a ogni singola attività. Costruita in fase di programmazione economica di progetto, è una base di supporto al controllo dei costi e rispettive performance di progetto, permette di rilevare l'ammontare dei costi stimati in sede di stesura del budget preventivo e confrontarli con quelli effettivi rilevati in fase di consuntivazione.

<sup>61</sup> Il concetto è illustrato nel testo Cantamessa M., Cobos E., Rafele C., *Il project management. Un approccio sistemico alla gestione dei progetti*, Torino, Isedi, 2007.

Questa fase è di norma preliminare alla realizzazione del piano finanziario di progetto. Una volta stimati i costi e realizzato il budget del progetto con la sua baseline di costo, si procede a individuare il fabbisogno finanziario del progetto. Da un punto di vista di gestione finanziaria, è necessario monitorare lo stato di entrate e uscite dei flussi di cassa<sup>62</sup>.

L'obiettivo è l'accertamento dei livelli di spesa in ogni periodo di tempo scelto dal Project Manager e il confronto con le previsioni di incassi onde stabilire il fabbisogno di fondi.

Questi si monitorano attraverso documenti che tengono conto dell'andamento di progetto:

- i piani di fatturazione attiva, che riguarda il momento di emissione delle fatture verso il cliente;
- il piano di fatturazione passiva, che riguarda il momento di emissione delle fatture dai fornitori;
- il piano incassi, momento in cui si realizza la transazione sul conto economico di una fattura passiva;
- il piano esborsi: momento in cui si realizza la transazione sul conto economico di una fattura passiva.

Per quanto riguarda gli incassi, occorre focalizzare l'attenzione sulle milestone di fatturazione cioè sugli eventi ai quali si lega la possibilità di emettere una fattura; mentre per gli esborsi, essi derivano dalla baseline di costo. L'effettiva uscita monetaria si avrà con una certa dilazione di tempo, coincidente con le modalità di pagamento previste dalle varie categorie di costo.

---

<sup>62</sup>Il Cash Flow o flusso di cassa, è calcolato come differenza tra ricavi e costi monetari di esercizio in un determinato periodo. Corrisponde alla somma algebrica delle variazioni, positive e negative, del conto cassa. È importante che il suo andamento sia controllato unendo le informazioni di costo con quelle di avanzamento, ovvero che il piano degli incassi e esborsi sia periodicamente aggiornato. Può avere andamento positivo o negativo. Se il cash flow risulta positivo, esso rappresenta la disponibilità finanziaria ottenuta dall'impresa nel periodo di gestione. Tale disponibilità di risorse liquide può essere utilizzata, oltre che per far fronte ai debiti a breve, anche per sostituire i beni capitali consumati nel corso della produzione (ammortamenti) o per realizzare investimenti futuri (ricerca). Se il cash flow è negativo, significa che nel corso della gestione in esame, si è verificata una diminuzione dei mezzi finanziari dell'impresa.

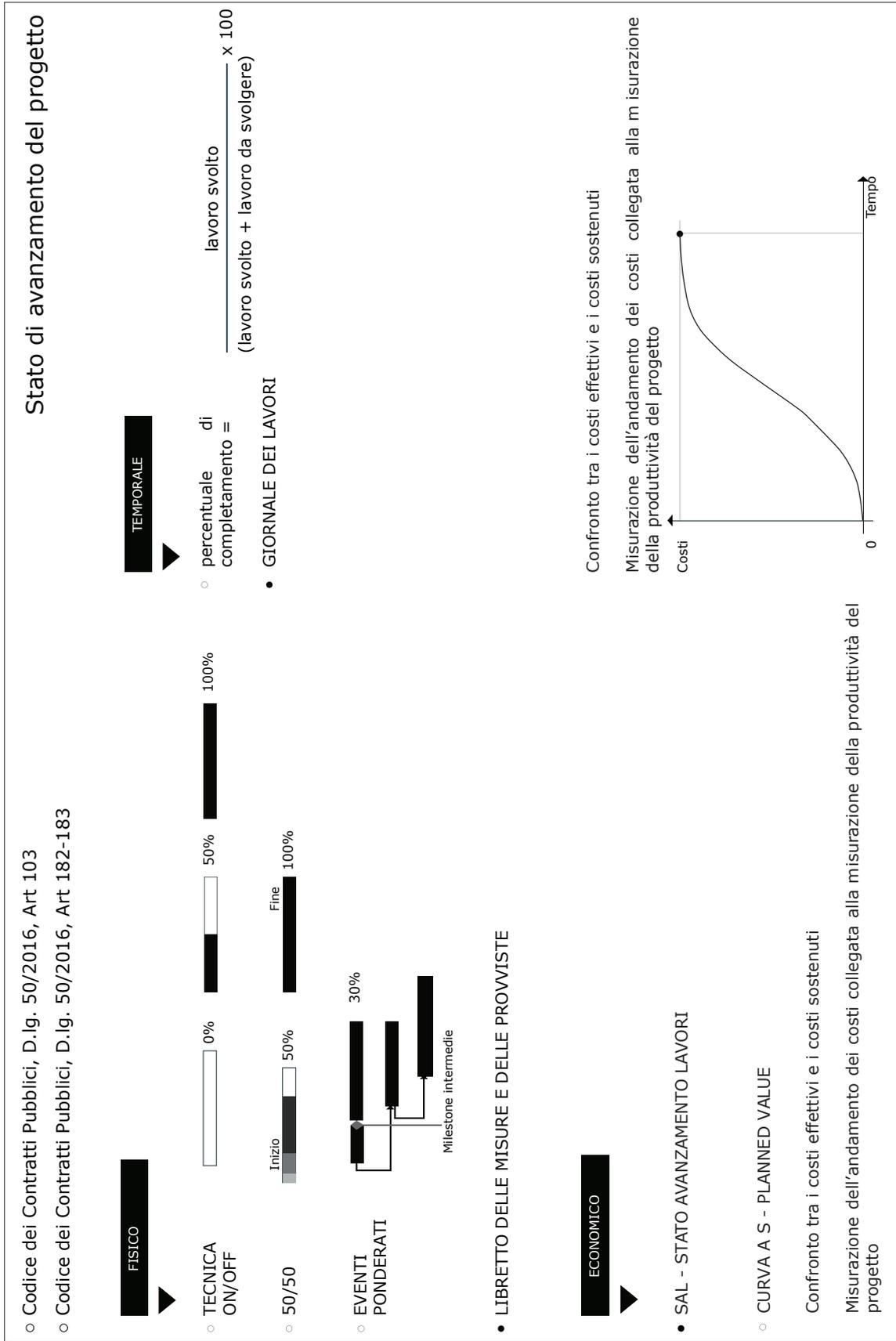


Figura 2.10 - Analisi dello stato di avanzamento del progetto

L'individuazione del flusso di cassa del progetto permette di assicurarsi con il dovuto anticipo le fonti di finanziamento per l'intera durata del progetto.

Nel campo dell'architettura, il documento che controlla i costi del progetto è il SAL o Stato di Avanzamento Lavori, il quale riassume tutte le lavorazioni dal principio dell'appalto sino al momento di emissione. In esso è presente l'elenco dei lavori, l'ordine progressivo dello stato di avanzamento e la data a cui si riferisce l'avanzamento. Questo è un momento principe della fase esecutiva in cui si esegue la contabilità dei lavori.

In questa situazione nel progetto complessivo di ideazione, programmazione e esecuzione di un'opera architettonica il SAL è sufficiente al committente per valutare grossolanamente la percentuale di lavoro eseguita e quella rimanente ma può non essere sufficiente all'interno dell'impresa di costruzioni per valutare la contabilità di cantiere rispetto al budget previsto.

Figura 2.11 - Tabella riassuntiva dei principali strumenti di programmazione, monitoraggio e controllo

	SCOPO	STRUMENTI DI PROGRAMMAZIONE, MONITORAGGIO E CONTROLLO
MONITORAGGIO	<b>avanzamento di progetto</b>	
	consente di verificare l'effettiva realizzazione delle attività e della quantità di lavoro eseguita, delle risorse tecniche e economiche impiegate	Work Breakdown Structure - WBS Organizational Breakdown Structure - OBS Responsability Assignment Matrix - RAM
	<b>tempi di esecuzione</b>	
	consente di verificare la distribuzione effettiva nel tempo delle attività programmate	Diagramma di Gantt Program Evaluation and Review Technique - PERT Critical Path Method - CMP
CONTROLLO	<b>costi di esecuzione</b>	
	consente di verificare il budget assegnato a ogni singola attività. Tale verifica è da effettuare anche all'interno del piano finanziario di progetto	Cost Breakdown Structure - CBS Curva a S
	si rivolge al controllo di: esecuzione del progetto, tempi, costi, fatturato, pagamenti	Curva a S Reporting mensile Analisi del budget value, actual cost, earned value Analisi degli scostamenti Riprogrammazione a finire

Fonte: elaborazione dell'autrice

## 2.4 Il metodo Earned Value

Per una buona parte dei progetti la rilevazione dei progressi fisici, temporali e economici sostenuti avveniva attraverso il loro confronto con i tempi e i costi pianificati. Si è però dimostrato che il tentativo di controllare separatamente questi parametri, strettamente connessi fra loro, si traduce in una azione inefficace che comporta una scorretta valutazione dell'avanzamento di progetto, dando luogo a una visione distorta dello stato reale.

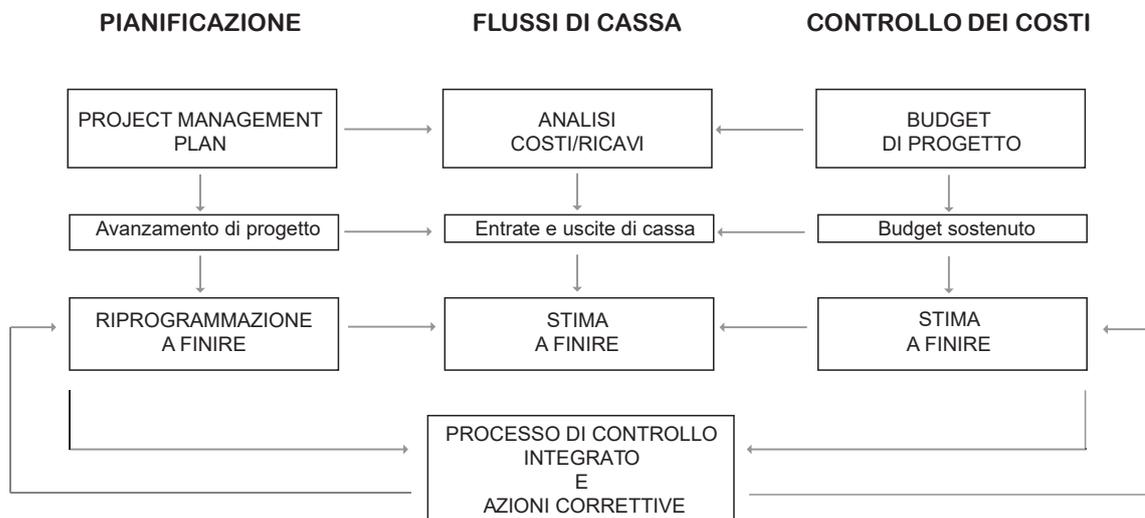
Tuttavia, si è introdotto un nuovo metodo di controllo che permette di superare questo limite: *Earned Value Method* o metodo del valore guadagnato.

Il metodo dell'Earned Value è una tecnica cruciale per analizzare e controllare le prestazioni di un progetto consentendo una valutazione più accurata e una misurazione delle prestazioni e dello stato di avanzamento di un progetto, quantificando i costi e integrandoli con il fattore tempo. Di fatto già dalla fase di pianificazione, le attività di un'opera, work package o elementi, sono strettamente connessi alle stime e al budget di ciascuna attività.

È noto inoltre che il controllo del progetto è compiuto considerando di raggiungere gli obiettivi attraverso i parametri di tempo e di costo. Questi sono interdipendenti gli uni dagli altri e per questo vengono considerati come variabili critiche, perchè lo scostamento di uno dei due comporta l'alterazione dell'altro e per questo si hanno variazioni significative tra i risultati effettivi e i risultati attesi.

Questa metodologia si basa su un approccio obiettivo, integra le metriche di costo del progetto, schedulazione e ambito in un unico sistema di misurazione del progetto allo stato attuale rispetto la sua baseline di riferimento e fornisce stime del costo del progetto e della durata al completamento (cfr. De Marco e Narbaev, 2013). È un concetto molto semplice ma allo stesso tempo di grande efficacia; la sua applicazione si può riscontrare su progetti di grandi dimensioni poichè vi sono coinvolti in maggiore numero compiti che hanno una durata relativamente breve rispetto al totale periodo di svolgimento del progetto.

Figura 2.12 - Fasi del controllo integrato di progetto



Fonte: elaborazione dell'autrice

Il metodo dell'Earned Value ha origine nel 1960, utilizzato per la prima volta negli Stati Uniti d'America dal Dipartimento della Difesa Americano come strumento di gestione finanziaria per misurare lo stato dei progetti in termini di budget e di schedulazione. Durante il 1980 la metodologia emerge come un vero e proprio strumento di gestione di progetto, applicato anche in più campi dell'industria. Vista la sua celere applicazione, nel 1991 il Project Management Institute (PMI) stabilisce il primo "College of Performance Management", ad oggi riconosciuto come prima organizzazione di pianificazione e controllo dei progetti attraverso l'uso dell'Earned Value Method. Nel 2000 il metodo viene introdotto all'interno del PMBOK Guide con la prima guida completa sull' Earned Value.

Il metodo Earned Value pone la sua operatività sul confronto tra i dati a consuntivo di carattere economico e quelli a preventivo di progetto pianificati nella baseline, introducendo la dimensione temporale<sup>63</sup>.

<sup>63</sup> La sola verifica dei costi, in un dato istante, senza considerare quanto del lavoro è stato realmente realizzato potrebbe essere fuorviante. Inoltre potremmo verificare che si è speso meno ma solo perchè si è prodotto meno e non perchè il progetto procede meglio del previsto.

Inoltre questa metodologia ha il vantaggio, rispetto ai tradizionali metodi contabili, di consentire, ad ogni data (timenow), una accurata analisi di progetto che ha come obiettivo fornire il primo segnale di scostamenti rispetto quanto definito in pianificazione, consentendo al Project Manager di attuare riprogrammazioni a finire dei costi ma anche dei tempi.

Operativamente, questa tecnica per poter essere applicata con successo necessita delle seguenti informazioni:

- il Piano di Project Management, in particolare per quanto riguarda la descrizione dei deliverable, delle baseline dei costi e dei tempi di progetto;
- il cash flow lungo la durata del progetto contenente i flussi di cassa in uscita (planned value) e quelli in entrata così come indicato nel Piano;
- le regole per contabilizzare il lavoro svolto, che a loro volta dovranno tener conto degli accordi contrattuali concordati con il committente. In tal senso il valore guadagnato o earned value è calcolato in maniera differente in base alle tecniche di misurazione concordate per misurare lo stato di avanzamento.

### 2.4.1 Metriche di progetto attraverso il metodo Earned Value

La metodologia traduce quanto monitorato durante l'esecuzione attraverso tre dimensioni chiave, per ogni work package analizzato in un dato periodo di tempo. Sono note come *metriche di progetto standard* e si esplicano attraverso la rappresentazione grafica il cui risultato è una curva a S.

I tre valori sono:

- il *Planned Value* (PV) o Budgeted Cost of Work Scheduled (BCWS), esprime il valore a costo di budget del lavoro pianificato o, in altri termini, il budget stanziato per ogni attività per portarle a completamento secondo uno specifico arco di tempo e la cui somma definisce il budget totale di progetto. La metrica BCWS è valorizzata fin dalla fase di pianificazione del progetto, per tutti gli intervalli di misurazione che sono ritenuti opportuni. Per determinarla è necessario aver costruito la Work Breakdown Structure, individuato le risorse e schedato il loro impegno per ogni attività;
- l' *Actual Cost* (AC) o Actual Cost of Work Performed (ACWP) esprime il valore a costo di consuntivo del lavoro effettivamente svolto o più semplicemente i costi sostenuti fino al timenow.

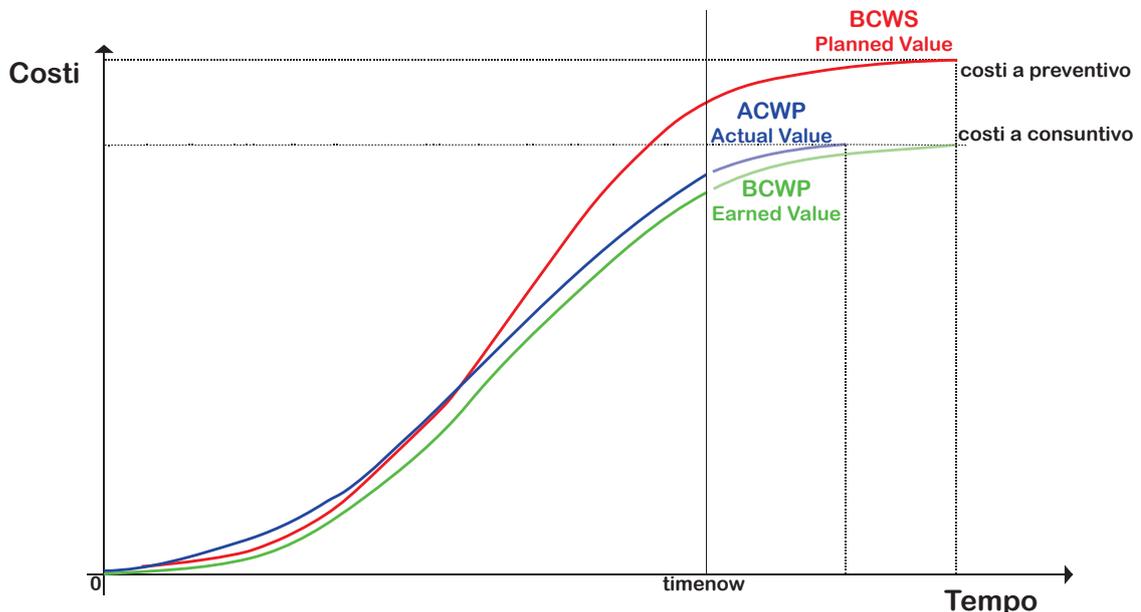
Per individuare ACWP occorre rilevare l'effort sostenuto, cioè l'impegno impiegato dalla risorsa per una attività<sup>64</sup>;

- l' *Earned Value* (EV) o Budgeted Cost of Work Performed (BCWP) manifesta il valore a costo di budget delle attività effettivamente svolte, o più semplicemente, il costo preventivato che è stato effettivamente sostenuto per condurre un'attività in un certo arco temporale.

---

<sup>64</sup> Nel project management capita di specificare la differenza tra i termini effort e durata. L'effort è considerato in termini di ore/uomo, il tempo che impiegherebbe una persona per completare un'attività. La durata è considerata come le ore/uomo divise tra le risorse disponibili che operano sulla medesima attività.

Figura 2.13 - Le curve dei tre principali valori del metodo Earned Value



Fonte: elaborazione dell'autrice dal testo Capaldo G., Volpe A., Project Management, McGraw-Hill, 2012, p.175

« Riportate le metriche all'interno del grafico, l'asse orizzontale sta ad indicare la variabile tempo e l'asse verticale il costo, raffigurante l'assorbimento economico cumulato corrispondente all'aumentare del tempo trascorso per quel progetto<sup>65</sup> ».

Il primo valore che si restituisce nel grafico è il Planned Value, cioè il budget totale previsto per tutte le attività. La forma a "S" della curva descrive i costi sostenuti all'inizio del progetto, che sono meno rispetto a quelli da sostenere man mano che questo progredisce.

Il secondo valore che vi si riporta e che viene analizzato dopo l'inizio dei lavori è l'Earned Value, nel quale troviamo le attività svolte in un dato tempo e il loro avanzamento effettivo in termini di costo.

In ultimo l'Actual Cost e quindi i costi sostenuti per le attività sempre eseguite al timenow (Fig.2.15).

<sup>65</sup> Allodi D., Project management per l'architettura. Definizione degli obiettivi, programmazione, esecuzione, controllo, attori e dinamiche, Edilizia, 2008, p.183.

Per descrivere questa tecnica è bene parlare, quindi, di analisi o metodo, e non semplicemente di Earned Value. Da solo rappresenterebbe soltanto il valore guadagnato ad un determinato momento del progetto, mentre il metodo vuole che si indaghi il comportamento dei trend di più intervalli in modo da dare l'idea precisa di dove sta procedendo il progetto e dell'efficacia delle eventuali azioni correttive.

Riprendendo quanto detto, il concetto base del metodo Earned Value si può così riassumere: in ogni momento del progetto è previsto un certo andamento dei costi (PV), di cui quelli realmente sostenuti sono rappresentati dalla curva reale (AC). La differenza tra le due curve rappresenta lo stato del progetto in termini di costi. Se rapportiamo questa varianza alla stessa che è stata ricavata tra la quantità di lavoro pianificato e la quantità di lavoro effettivamente svolto, ricaviamo la performance del progetto (EV).

Figura 2.14 - Schematizzazione dei tre principali valori del metodo Earned Value

Acronimo	Termine	Descrizione
PV (BCWS)	Planned Value (Budgeted Cost of Work Scheduled)	Esprime il valore a costo di budget del lavoro pianificato al timenow. Si tratta dei costi pianificati, suddivisi per periodo, necessari per svolgere il progetto.
AC (ACWP)	Actual Cost (Actual Cost of Work Performed)	Esprime il valore a costo di consuntivo del lavoro effettivamente svolto. Si tratta dei costi sostenuti (consuntivi) per le attività eseguite fino al timenow.
EV (BCWP)	Earned Value (Budgeted Cost of Work Performed)	Esprime il valore a costo di budget del lavoro effettivamente svolto. Si tratta dei costi per le attività "effettivamente" realizzate fino al timenow (valorizzate a costo di budget).

Fonte: elaborazione dell'autrice dal testo Capaldo G., Volpe A., Project Management, McGraw-Hill, 2012, p.174

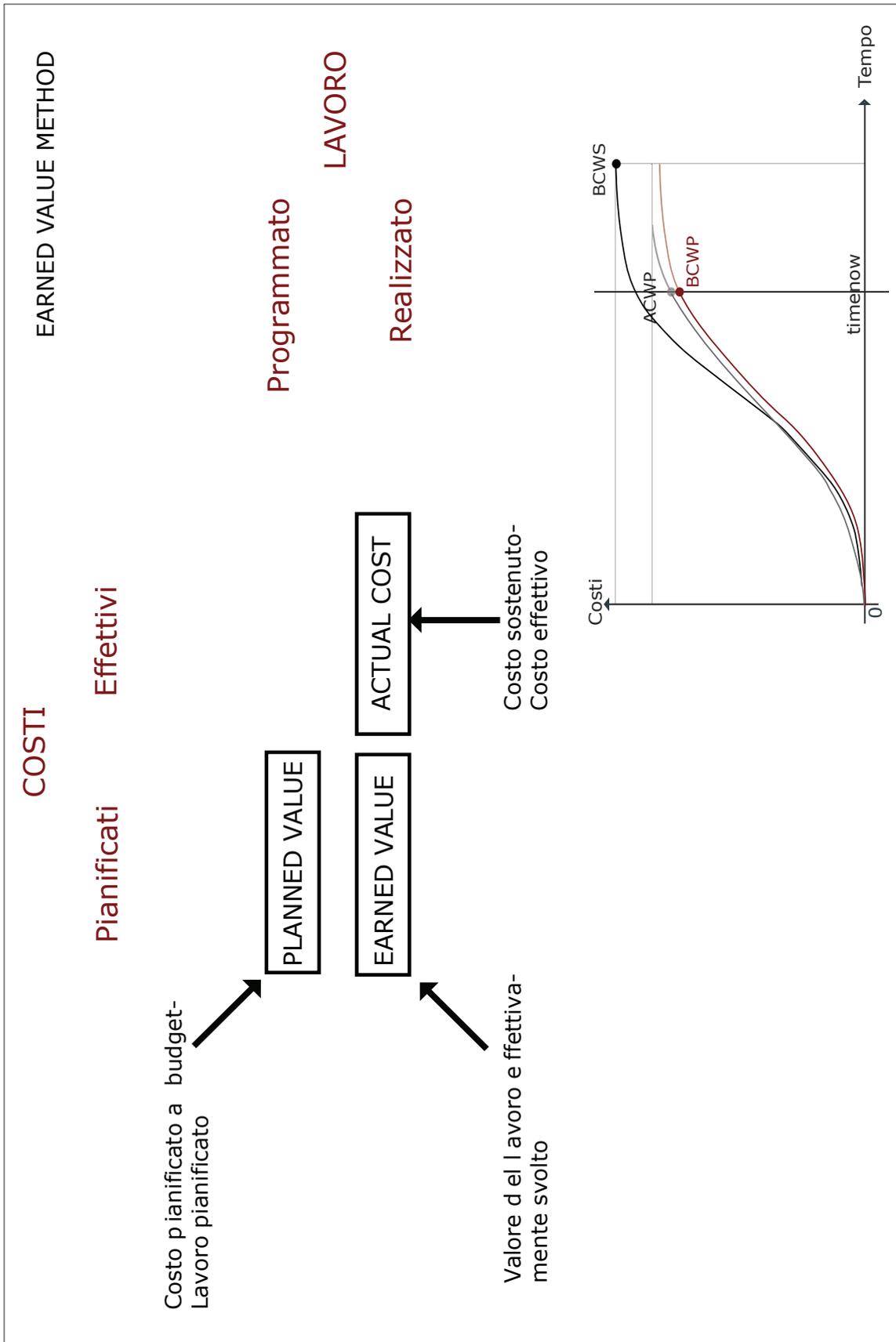


Figura 2.15 - Earned Value Method

## 2.5 Analisi degli scostamenti attraverso il metodo Earned Value

Obiettivo delle metriche di progetto, è misurare le performance e individuare le incongruenze rispetto al planning iniziale, attraverso un confronto tra i costi a preventivo e i costi a consuntivo, commisurati con il riferimento temporale e la quantità di lavoro effettivamente svolta. La differenza tra i costi viene definita "scostamento" e attraverso il metodo dell'Earned Value è possibile effettuare l'analisi.

Definita come *Analisi degli Scostamenti*, questa risulta essere parte integrante del controllo di gestione del progetto e si rivela una indispensabile operazione in grado di apportare correzioni tempestive, eliminare disfunzionalità gestionali e stabilire con quali provvedimenti correttivi è opportuno intervenire per portare a completamento la parte rimanente di progetto. Gli scostamenti sono quelli significativi, relativi ai tempi e ai costi, senza trascurare la qualità a cui sono vincolati, per cui consegnare un lavoro con contenuto diverso da quello concordato potrebbe provocare problemi. Nel confrontare i valori di budget e i valori consuntivi, oltre alla determinazione degli scostamenti globali del progetto, si deve effettuare una scomposizione di questi ultimi in scostamenti elementari, così come indicato nella disaggregazione delle attività nella Work Breakdown Structure per giungere all'individuazione delle cause e la definizione dei provvedimenti in caso di disfunzioni gestionali o operative. Lo scostamento, in termini generici, risulta:

$$\text{scostamento} = \text{costi sostenuti} - \text{valori da budget}$$

I risultati, nel caso fossero positivi, indicano che i costi sostenuti sono inferiori ai valori previsti in programma, quindi può esserci un guadagno sulla lavorazione; se negativi, i costi consuntivi sono maggiori dei valori di budget stimati, dunque si ha una perdita sulle lavorazioni<sup>66</sup>.

<sup>66</sup> Il concetto è illustrato nel testo Allodi D., Project management per l'architettura. Definizione degli obiettivi, programmazione, esecuzione, controllo, attori e dinamiche, Edilizia, 2008, p.221.

A partire dal confronto dei tre parametri del costo sostenuto (Actual Cost), il costo preventivato (Planned Value) e il valore guadagnato (Earned Value) per ogni attività, l'analisi può essere sintetizzata secondo gli indici di performance con cui si ottengono rapide indicazioni sui trend progettuali:

- *Schedule Variance (SV)* e *Schedule Performance Index (SPI)*, in base agli scostamenti relativi all'avanzamento fisico e temporale;
- *Cost Variance (CV)* e *Cost Performance Index (CPI)*, in base agli scostamenti relativi all'avanzamento economico.

Descriviamo nello specifico i quattro indici:

1. *Schedule Variance o Scostamento di schedulazione*, indica la differenza, in termini di tempo, del costo sostenuto per le attività effettivamente realizzate (*Earned Value*) e del costo che si sarebbe dovuto spendere alla data del timenow (*Planned Value*):

$$\text{Schedule Variance} = \text{Budgeted Cost of Work Performed} - \text{Budgeted Cost of Work Scheduled}$$

Se  $SV > 0$ , alla data del timenow, il progetto si considera in una situazione di anticipo rispetto la schedulazione;

se  $SV < 0$ , il progetto si considera in una situazione di ritardo rispetto la schedulazione.

2. *Schedule Performance Index o Indice di efficienza dei tempi*, indica il rapporto tra le attività effettivamente realizzate (*Earned Value*) e le attività che si sarebbero dovute realizzare alla data del timenow (*Planned Value*), a parità di costi dedotti dal budget di riferimento:

$$\text{Schedule Performance Index} = \frac{\text{Budgeted Cost of Work Performed}}{\text{Budgeted Cost of Work Scheduled}}$$

Se  $SPI > 1$ , alla data del timenow, indica che le attività completate sono in maggior numero di quelle pianificate. Il progetto si considera in una situazione di anticipo;

se  $SPI < 1$ , indica che le attività completate sono in numero minore rispetto a quelle pianificate. Il progetto è in una situazione di ritardo.

3. *Cost Variance o Scostamento di schedulazione*, indica la differenza, in termini di costo, tra le attività effettivamente realizzate a budget (*Earned Value*) e il costo realmente sostenuto per le attività svolte a consuntivo (*Actual Cost*):

$$\text{Cost Variance} = \text{Budgeted Cost of Work Performed} - \text{Actual Cost of Work Performed}$$

Se  $CV > 0$ , alla data del timenow, indica che il costo previsto per effettuare il lavoro realizzato era maggiore di quanto si è speso, per la stessa quantità di lavoro eseguita. Il progetto si considera sotto budget;

se  $CV < 0$ , si è sovra budget e quindi una situazione di inefficienza.

4. *Cost Performance Index o Indice di efficienza dei costi*, indica il rapporto tra il costo per le attività svolte al valore del costo di budget (*Earned Value*), e il costo per le attività svolte a consuntivo (*Actual Cost*):

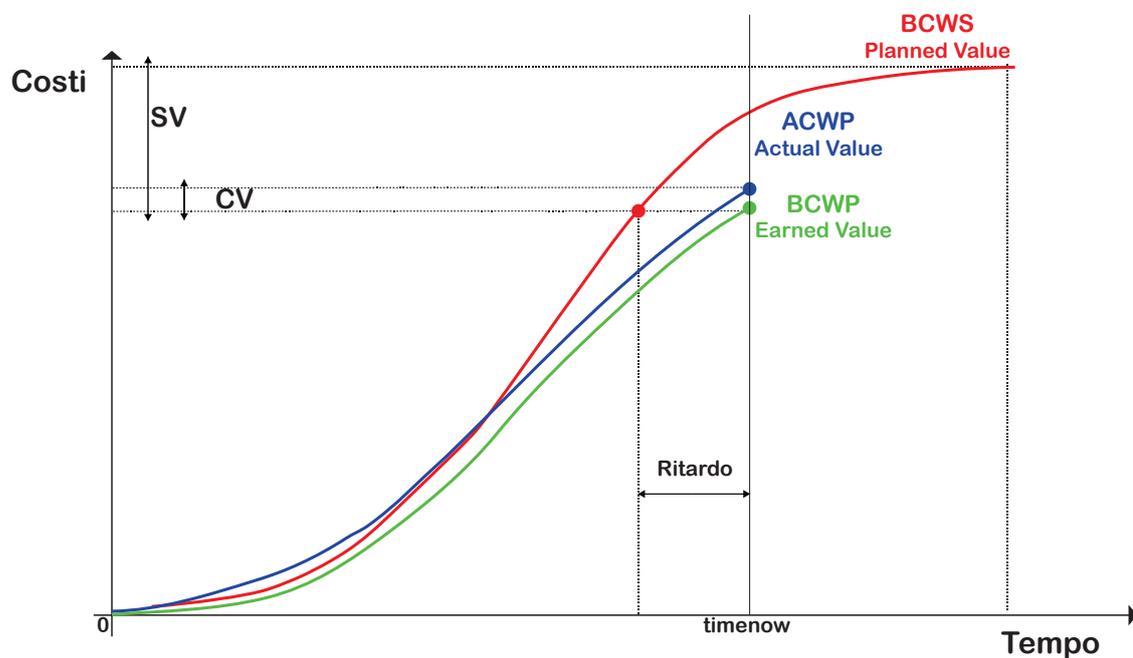
$$\text{Cost Performance Index} = \frac{\text{Budgeted Cost of Work Performed}}{\text{Actual Cost of Work Performed}}$$

Se  $CPI > 1$ , alla data del timenow, indica che i costi sostenuti sono minori di quelli preventivati. Il progetto si trova in una situazione di sovrabudget;

se  $CPI < 1$ , indica che i costi sostenuti sono superiori di quelli preventivati. Il progetto si trova sotto budget (Fig.2.18).

Periodicamente questi valori possono essere misurati in modo da avere il quadro della performance finanziaria di progetto da presentare all'interno dello Stato Avanzamento Lavori insieme alle altre informazioni per il controllo dell'avanzamento.

Figura 2.16 - Le curve dei tre principali valori del metodo Earned Value



Fonte: elaborazione dell'autrice dal testo Allodi D., Project management per l'architettura, Edilizia, 2008, p.224

Figura 2.17 - Schematizzazione degli indicatori del metodo Earned Value

Acronimo	Termine	Formula	Indicatore	Descrizione
SV	Schedule Variance (Scostamento di schedulazione)	$SV = EV - PV$	SV > 0 anticipo SV < 0 ritardo	E' la differenza di costo tra quanto è stato effettivamente realizzato, al valore di budget, e quanto si sarebbe dovuto spendere alla data del timenow.
CV	Cost Variance (Scostamento di schedulazione)	$CV = EV - AC$	CV > 0 efficienza CV < 0 inefficienza	E' la differenza di costo (deviazione economica) tra quanto è stato effettivamente realizzato, al valore del costo di budget, e il costo realmente sostenuto (consuntivo) alla data del timenow.
SPI	Schedule Performance Index (Indice di efficienza dei tempi)	$SPI = EV / PV$	SPI > 1 anticipo SPI < 1 ritardo	E' dato dal rapporto tra EV e PV alla data del timenow. Indica quanto il progetto sia in anticipo o in ritardo rispetto alla schedulazione.
CPI	Cost Performance Index (Indice di efficienza dei tempi)	$CPI = EV / AC$	CPI > 1 efficienza CPI < 1 inefficienza	E' dato dal rapporto tra EV e PV alla data del timenow.

Fonte: elaborazione dell'autrice dal testo Capaldo G., Volpe A., Project Management, McGraw-Hill, 2012, p.177

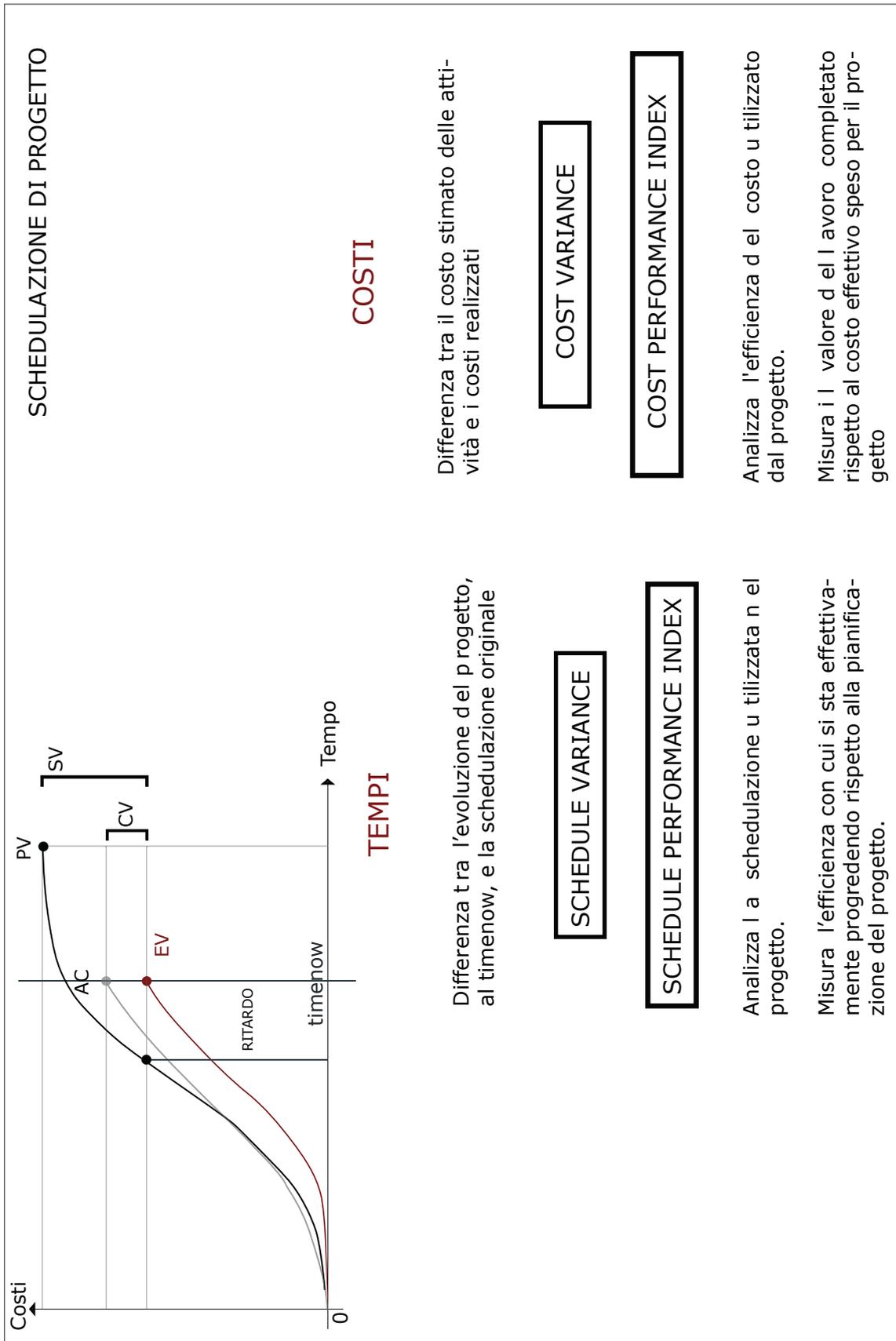


Figura 2.18 - Valutazione della schedulazione di progetto

## 2.6 Riprogrammazione del completamento di progetto

Dopo aver condotto una parte del processo di monitoraggio e controllo attraverso l'applicazione del metodo Earned Value, al fine di riportare il reale stato di avanzamento del progetto e, analizzata la tecnica di valutazione degli Scostamenti, si introduce uno degli ultimi passaggi che chiudono la fase di Monitoraggio e Controllo: *la riprogrammazione a finire*, per portare a completamento il progetto.

La riprogrammazione della parte rimanente del progetto deve tenere conto dello stato di fatto per cercare di riprogrammare ciò che resta del processo di progetto, in modo da non modificarne la finalità: cioè rispettare la procedura prevista dalla schedulazione iniziale, tenendo conto dell'avanzamento raggiunto e degli scostamenti individuati, ricordando che il raggiungimento degli obiettivi è direttamente proporzionale all'andamento del triplo vincolo, tempi, costi, qualità.

Il Project Manager attraverso la riprogrammazione a finire, oltre a attuare le dovute azioni correttive più consone al piano finale del progetto, deve procedere alla ridefinizione dell'andamento delle attività mancanti per garantire il raggiungimento degli obiettivi concordati con il committente, trascritti all'interno del contratto e nel Piano di Progetto. È sempre necessario tenere conto degli scostamenti individuati nella fase di esecuzione, modificando se necessario le performance previste secondo i nuovi rilevamenti della commessa. Può accadere che il risultato di tali cambiamenti manifesti l'impossibilità di intervenire solamente sulle attività che hanno causato gli scostamenti: in questo caso si è tenuti a modificare la schedulazione rimanente, intervenendo sulle attività non ancora iniziate.

Operativamente la valutazione delle previsioni a finire rispetto ai tempi e dei

costi avviene attraverso il calcolo degli indici: Forecast Time to Complete e dal Forecast Cost to Complete. Il *Forecast Time to Complete o tempo previsto al completamento*, prende in considerazione le performance già prodotte nelle attività sostenute e le applica a quelle da svolgere:

$$\text{Forecast Time To Complete} = \frac{1}{\text{Schedule Variance}} \quad \text{tempo previsto per il completamento}$$

Il *Forecast Cost to Complete o costo previsto al completamento*:

$$\text{Forecast Cost To Complete} = \frac{1}{\text{Cost Performance Index}} \quad \text{costi a finire}$$

In questo modo è possibile considerare i trend di efficienza già valutati a consuntivo nelle attività eseguite. Il costo totale o *Total Cost* è dato da:

$$\text{Total Cost} = \text{Actual Cost of Work Performed} + \text{Forecast Time To Complete}^{67}$$

Sulla base dei precedenti indicatori (SV, CV, SPI, CPI) è possibile introdurre altri tre per la ripianificazione, che consentono di raffinare l'analisi oppure di far emergere altri aspetti del progetto a cui porre attenzione. Questi sono Budget at Completion (BAC), Estimation to Complete (ETC) e Estimation at Completion (EAC) (Fig.2.21).

<sup>67</sup> Allodi D., Project management per l'architettura. Definizione degli obiettivi, programmazione, esecuzione, controllo, attori e dinamiche, Edilizia, 2008, pp. 223-224

1. *Budget at Completion o Budget al Completamento*, indica il costo complessivo pianificato per completare le attività di progetto:

$$\text{Budget At Completion} = \sum_{i=1}^N \bullet \text{Costo}_i (\text{attività})$$

2. *Estimation to Complete o Stima a finire*, indica la stima a finire del lavoro pianificato. Può essere utilizzato come una nuova stima del lavoro rimanente e quindi consiste nel ricalcolare i costi attraverso un approccio bottom up<sup>68</sup> oppure si adottano altri tre metodi attraverso cui poter calcolare il criterio può essere calcolato:

- Estimation To Complete =  
Budget At Completion - Budgeted Cost of Work Performed

considerando che per le attività future cioè il lavoro rimanente, il costo corrisponderà a quanto previsto dal budget;

- Estimation To Complete =  
Budget At Completion - Budgeted Cost of Work Performed  

---

Cost Performance Index

il risultato fornisce una stima più accurata dei costi a finire;

<sup>68</sup> L'approccio *Bottom-up* e l'approccio *top-down* sono metodologie utilizzate per definire i criteri di gestione dei progetti. Attraverso l'approccio *bottom-up* si intende una modalità che parte dal coinvolgimento del Project Manager e delle risorse coinvolte nel progetto nel definire i dettagli e i contenuti del lavoro da svolgere; per approccio *top-down* consiste nel far partire tutte le indicazioni direttive dall'alto seguendo un'organizzazione di stampo tradizionale.

- $$\text{Estimation To Complete} = \frac{\text{Budget At Completion} - \text{Budgeted Cost of Work Performed}}{\text{Cost Performance Index} \cdot \text{Schedule Performance Index}}$$

è uguale rispetto alla precedente espressione ma si aggiunge l'indice SPI.

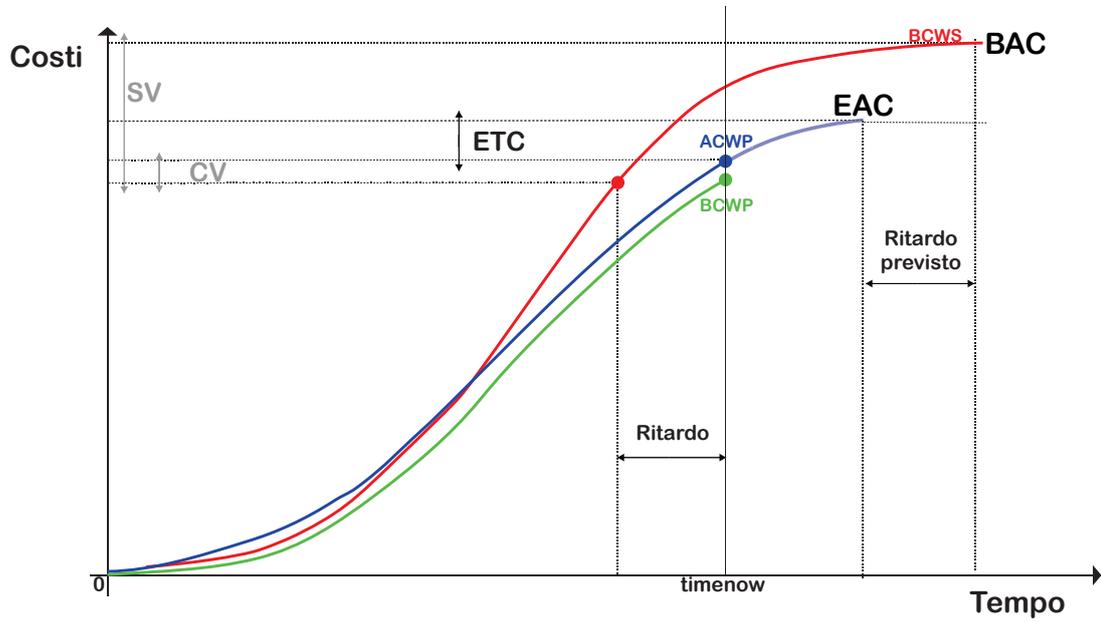
3. *Estimation at Completion o Stima al Completamento*, indica la somma dei costi consuntivi ad una certo periodo e la stima a finire dei costi, ottenuta con Estimation To Complete (ETC):

$$\text{Estimation At Completion} = \text{Actual Cost of Work Performed} + \text{Estimation To Complete}$$

Come ultimo indice per l'analisi di calcolo, si ha il *To-Complete Performance Index* (TCPI) che fornisce un' indicazione futura sul livello di performance da raggiungere in termini di costi per riportare il progetto in linea con il budget. A differenza dell'indice di performance CPI che riporta risultati che non possono essere modificati, il TCPI si focalizza sui risultati futuri, mettendo in relazione il lavoro rimanente al timenow, calcolato come:

$$\text{To-Complete Performance Index} = \frac{\text{Budget At Completion} - \text{Earned Value}}{\text{Budget At Completion} - \text{Actual Cost}}$$

Figura 2.19 - Indicatori di performance e per la previsione a finire con la tecnica



Fonte: elaborazione dell'autrice dal testo Capaldo G., Volpe A., Project Management, McGraw-Hill, 2012, p.175

Figura 2.20 - Schematizzazione degli indicatori delle stime al completamento

Acronimo	Termine	Formula	Descrizione
BAC	Budgeted at Completion (Budget al completamento)	$\sum_{i=1}^N X_{(attività)}$	E' l'ammontare complessivo del valore pianificato per completare tutte le attività, caratterizzato graficamente dalla curva a "s" dei costi.
ETC	Estimation to Complete (Stima a finire)	ETC'  $ETC_1 = BAC - EV$  $ETC_2 = \frac{BAC - EV}{CPI}$  $ETC_3 = \frac{BAC - EV}{CPI \times SPI}$	E' la stima a finire del lavoro pianificato  ETC: è una stima del lavoro rimanente (ricalcolando i costi con approccio bottom up)  ETC <sub>1</sub> : si ipotizza che per le attività future il costo sarà quello di budget  ETC <sub>2</sub> : in questo modo il fattore sarà < 1 o > 1 e servirà a dare una stima più accurata e credibile dei costi a finire  ETC <sub>3</sub> : questo ultimo criterio per ETC è equivalente al precedente ma tiene in conto anche SPI
EAC	Estimation at Completion (Stima al completamento)	$EAC = AC + ETC$	La stima al completamento consiste nella somma dei consuntivi al "timenow" più la stima a finire (ETC) dei costi, ottenuta con una delle tecniche precedenti.

Fonte: elaborazione dell'autrice dal testo Capaldo G., Volpe A., Project Management, McGraw-Hill, 2012, p.182

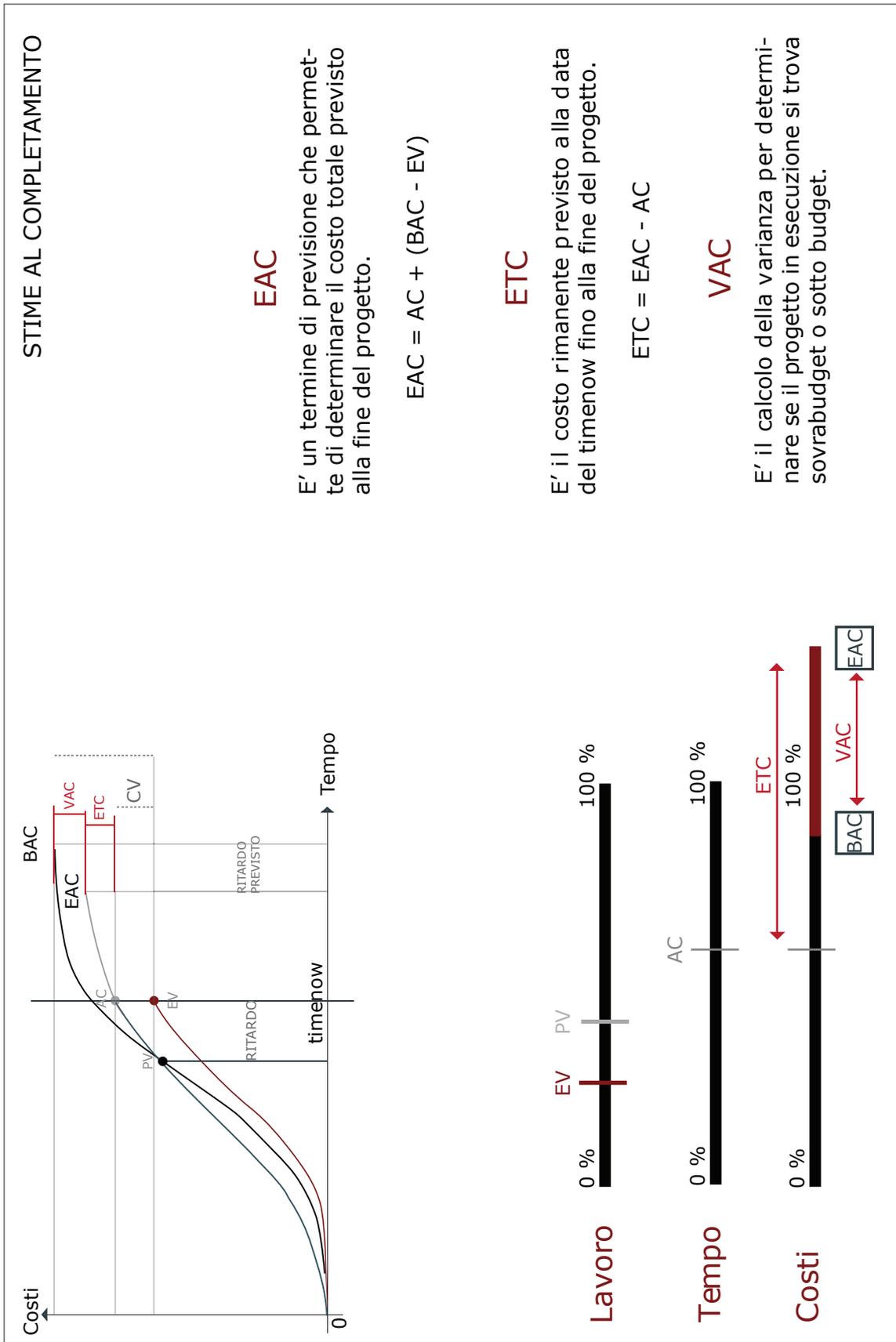


Figura 2.21 - Stime al completamento di progetto

## 2.7 Verifica dell'esecuzione di progetto a livello finanziario

Attraverso le tecniche di monitoraggio e controllo si è visto come la gestione di progetto avvenga secondo un continuo e sistematico confronto tra i consuntivi economici e il budget di progetto, integrato alla pianificazione temporale delle attività. Tutto ciò che avviene all'interno di un progetto si caratterizza per lo svolgimento dell'attività economica, attraverso la definizione del budget totale, l'andamento nel tempo dei costi di progetto.

Ragionando nell'ottica di controllo economico, la programmazione dei costi contribuisce al management del progetto attraverso la gestione dei flussi di cassa e ciò implica la produzione di un *piano economico-finanziario*. Questo si qualifica da un lato per essere uno strumento di valutazione economica, attraverso la comparazione tra i costi e i ricavi attesi dalla realizzazione del progetto, dall'altro per essere un elemento di valutazione finanziaria, con riguardo alla capacità del progetto di servire il suo debito<sup>69</sup>. Tale attività risulta di notevole importanza perchè già in fase di pianificazione permette di avere un quadro realistico di come potrebbero evolversi le attività da un punto di vista finanziario e pertanto è possibile intervenire preventivamente per ripristinare le condizioni di equilibrio finanziario modificando la distribuzione dei costi e una previsione dei ricavi, al fine di evidenziare eventuali periodi di mancanza di copertura finanziaria e eventuali oneri finanziari collegati. È possibile che si presentino situazioni di natura critica rivolte allo sfasamento tra i flussi di cassa, a causa delle peculiarità del ciclo produttivo delle opere architettoniche. La variabilità dei flussi di reddito nel corso del tempo, tipica dei rendimenti immobiliari, l'imprevedibilità della durata del ciclo di vita atipica, assieme a quello economico e finanziario provocano la presenza di fattori di rischio. Per venire incontro a questo possibile evento, solitamente il budget

---

<sup>69</sup> L'analisi economica è diretta a valutare la redditività della gestione caratteristica dell'investimento, tramite il confronto dei costi e ricavi non finanziari del progetto, al fine di valutare la capacità dello stesso di produrre utili a prescindere dalla struttura finanziaria. Sulla base della programmazione economica viene poi inserito l'analisi finanziaria di progetto (uscite e entrate di cassa), che consiste nell'identificazione del piano di finanziamento più idoneo. Attraverso le uscite e le entrate di cassa, è possibile registrare le variazioni relative ai costi e ai ricavi.

totale di progetto si costituisce di tre fondamentali componenti:

- il budget delle spese, che rispecchia il costo del lavoro e delle risorse, mezzi, materiali e risorse umane<sup>70</sup>;
- la riserva di contingency, si tratta del costo necessario per la gestione dei rischi che sono stati analizzati e per i quali sono state definite specifiche strategie di risposta. Si ottiene sommando il costo delle strategie di risposta e degli eventuali rischi, poi pesando il risultato ottenuto con la probabilità che il rischio si presenti effettivamente;
- la riserva di management, costituisce una componente del budget dei costi utilizzata per gestire tutte quelle situazioni che non è stato possibile valutare analiticamente in fase di pianificazione. Per questo motivo non viene calcolata in modo puntuale ma è una contabilità stimata come una percentuale dei costi complessivamente allocati per il progetto.

Solitamente la Baseline di progetto, utilizzata per la misurazione delle performance attraverso il metodo dell'Earned Value risulta composta solo dal budget di progetto più la riserva di contingency.

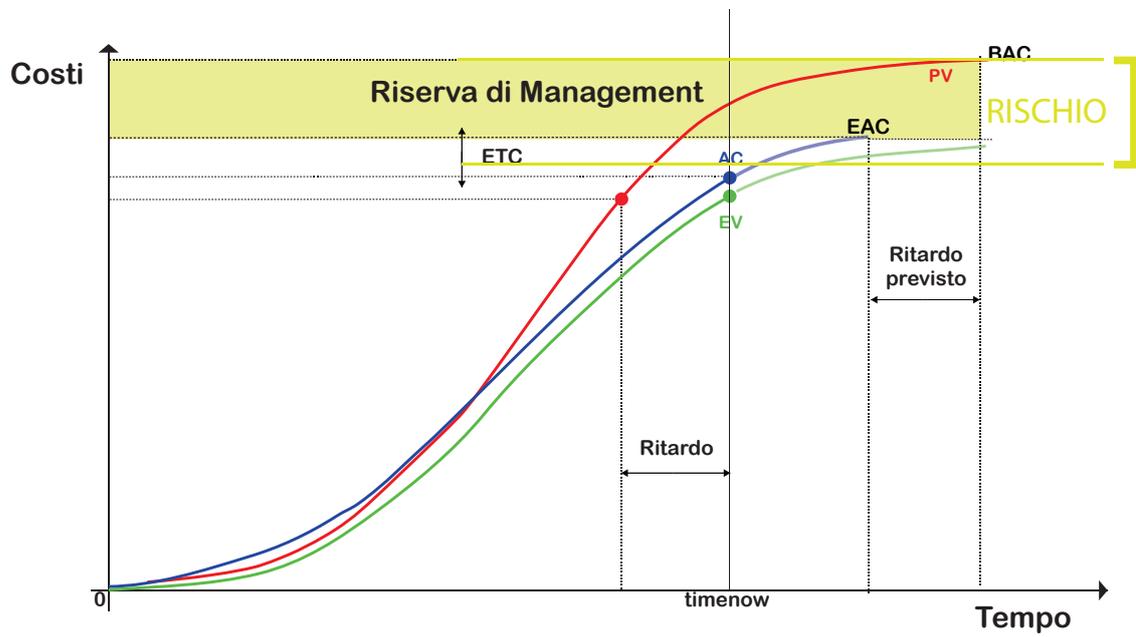
La riserva di management viene utilizzata per tutte quelle situazioni di emergenza ed imprevisti non coperte dal budget di contingency<sup>71</sup>. Il compito di prevedere in fase di pianificazione le riserve spetta al Project Manager, se consapevole del fatto che ogni progetto presenta sempre un certo margine di rischio.

---

<sup>70</sup> Il Piano delle Risorse di progetto permette di assegnare risorse di natura umana e materiale necessarie per il completamento di ciascuna attività o work package. Attraverso il piano di utilizzo delle risorse, si definisce il fabbisogno di personale del progetto necessario per il calcolo dei costi. Una volta definite le attività, l'effort, le competenze e le risorse necessarie allo svolgimento è possibile ottenere il costo del lavoro di ogni attività.

<sup>71</sup> I criteri in base ai quali viene determinata la riserva di contingency sono oggettivi in quanto vengono utilizzate metodologie di risk management.

Figura 2.22 - Riserva di Management



Fonte: elaborazione dell'autrice dal testo Di Giorgio L. PMP, PMI-RMP®, Project Risk Management, Seconda Edizione, 2016, p.21

# 3

## Analisi di un progetto di edilizia pubblica. Il caso studio Centro benessere e sportivo ad Ostana

### 3.1 Introduzione

Sulla base dei concetti fondamentali tratti dall'ampia manualistica del settore del Project Management si è riconosciuto come sia efficace applicare un tale approccio di tipo sistemico per la gestione di un progetto in modo da far fronte alle innumerevoli problematiche dettate spesso da una parziale organizzazione, che la disciplina manageriale riconosce in primis nelle organizzazioni basate sulla tipica struttura funzionale gerarchica, prediligendo un'organizzazione che opera sia in senso verticale che orizzontale.

Il Project Management è diventato in breve tempo una competenza essenziale nell'economia globale occidentale e il campo delle costruzioni non è esente da questo cambiamento. La sua comparsa nelle norme italiane riguardanti la gestione di lavori pubblici, in cui si richiede un'organizzazione che ricorra a tecniche di gestione delle commesse al fine di soddisfare il completamento di attività nel riguardo dei tempi, costi e qualità previsti, ha confermato che coordinare il processo realizzativo di un intervento porti una efficace risoluzione dello svolgimento e una più probabile riuscita dell'opera. È grazie al carattere flessibile e adattabile del Project Management che questo si è potuto inserire all'interno di un sistema complesso come il settore dell'edilizia il cui ambito è caratterizzato da grandi variabili e incertezze e il suo processo temporaneo è associato ad una progettazione concettuale, realizzativa che si conclude con la consegna al suo committente.

La complessità maggiore dei progetti, la grande quantità di dati e le tempistiche rigide del settore produttivo ha incentivato la ricerca verso metodi inno-

vativi per la pianificazione delle attività, l'assegnazione di risorse, la verifica dei tempi di esecuzione e la gestione del budget.

La strategia consigliata è l'utilizzo di software di pianificazione, come Microsoft Project, che riporta le tecniche di scheduling comuni del Project Management, per sostenere ogni fase di progettazione e mantenere il controllo complessivo.

In questa parte del lavoro di tesi, a seguito della teoria presentata nei capitoli precedenti, ci si pone come obiettivo l'applicazione di una metodologia tratta dal Project Management, sul caso di un progetto di edilizia pubblica, ancora in fase di realizzazione, concepito secondo le classiche procedure, norme e fasi della legislazione italiana in materia di lavori pubblici.

L'opera in questione riguarda l'esecuzione di interventi su edifici comunali e sugli spazi esterni ad essi accessori, destinati ad ospitare un Wellness Resort "Struttura comunale per il benessere e lo sport indoor - Completamento dell'area piscina, sistemazione aree esterne e realizzazione del Centro Wellness", nel comune di Ostana, in provincia di Cuneo<sup>72</sup>. Tali opere rientrano all'interno di un programma che porta a rafforzare le iniziative di sviluppo turistico sostenibile, di servizio alla comunità e di riqualificazione del patrimonio architettonico, in quanto il comune ha subito nel corso del Novecento una forte emigrazione che lo ha conferito per anni in un forte stato di abbandono. È secondo la teoria proposta dalla disciplina del Project Management, che ci si pone come obiettivo di riformulare una analisi e un modello di gestione del processo di tale progetto, che per differenti cause ha subito un forte ritardo nella realizzazione e per questo non è stato ancora ultimato.

Si è scelto di riportare tale analisi scandendo gli elementi essenziali all'interno di un template di progetto<sup>73</sup> al fine di simulare una ri-pianificazione, organizzazione e valutazione economica del progetto attraverso il metodo Earned Value, necessario al fine di inquadrare lo stato di fatto in cui il progetto si trova

---

<sup>72</sup> Il progetto è stato proposto e concesso come caso studio dal Prof. Arch. M. Crotti, Dipartimento di Architettura e Design del Politecnico di Torino, consulente e responsabile scientifico del progetto in esame insieme al Prof. Arch. A. De Rossi.

<sup>73</sup> La traccia del documento di progetto è rielaborata sulla base di quella proposta per l'esercitazione del corso Economia e organizzazione della progettazione: Building Management, Professore S. Pisu, Corso di laurea Architettura Costruzione e Città, A.A. 2015/16.

ad essere e riprogrammarlo al completamento.

La descrizione del progetto è affidata agli elaborati grafici di inquadramento territoriale, attraverso le planimetrie di progetto, e la rappresentazione dell'edificio oggetto del caso studio<sup>74</sup>.

Il documento segue la corretta metodologia del Project Management che volge a definire e controllare i flussi di gestione dei processi di progettazione del progetto, finalizzata ad affrontare in maniera rigorosa il percorso di creazione dell'opera dalla sua concezione fino alla sua realizzazione, contribuendo a perseguire il rispetto dei tempi di costruzione, ottimizzazione dei costi di realizzazione e a garantire il livello di qualità dell'intervento, secondo le richieste della committenza.

Per rielaborare il processo di attuazione del progetto caso studio, questo viene scomposto e analizzato attraverso la ripartizione nella fase di pianificazione, programmazione, esecuzione e monitoraggio degli interventi di progettazione avvalendosi degli strumenti tecnici propri della disciplina del Project Management con il supporto del software di gestione dei progetti Microsoft Project, versione 2016.

La scomposizione del progetto è così definita:

1. fase di pianificazione: è il primo approccio in cui viene identificato il progetto e il contesto in cui esso si sviluppa. La descrizione è affidata alla restituzione grafica in tavole di inquadramento territoriale e tavole progettuali dell'edificio oggetto del caso studio;
2. fase di programmazione: consiste nell'individuazione delle attività, concepite nella fase di pianificazione, su cui poter programmare gli elementi necessari per l'esecuzione del progetto, allo scopo di raggiungere gli obiettivi nel rispetto dei vincoli di costo, tempo e qualità imposti. Le principali attività di Project Management da affrontare prevedono l'elaborazione di modelli di scomposizione degli interventi, attraverso la Work Breakdown Structure delle attività e modelli di sviluppo temporale rispetto ai quali poter gestire il pro-

---

<sup>74</sup> I paragrafi inerenti alla presentazione del caso studio, oltre gli elaborati grafici di progetto, sono ripresi e rielaborati sulla base dei concetti e materiali tecnici presenti all'interno della Relazione Illustrativa e del Capitolato Speciale di Appalto, concessi dal Prof. Arch. M. Crotti, Dipartimento di Architettura e Design del Politecnico di Torino, consulente e responsabile scientifico del progetto in esame insieme al Prof. Arch. A. De Rossi.

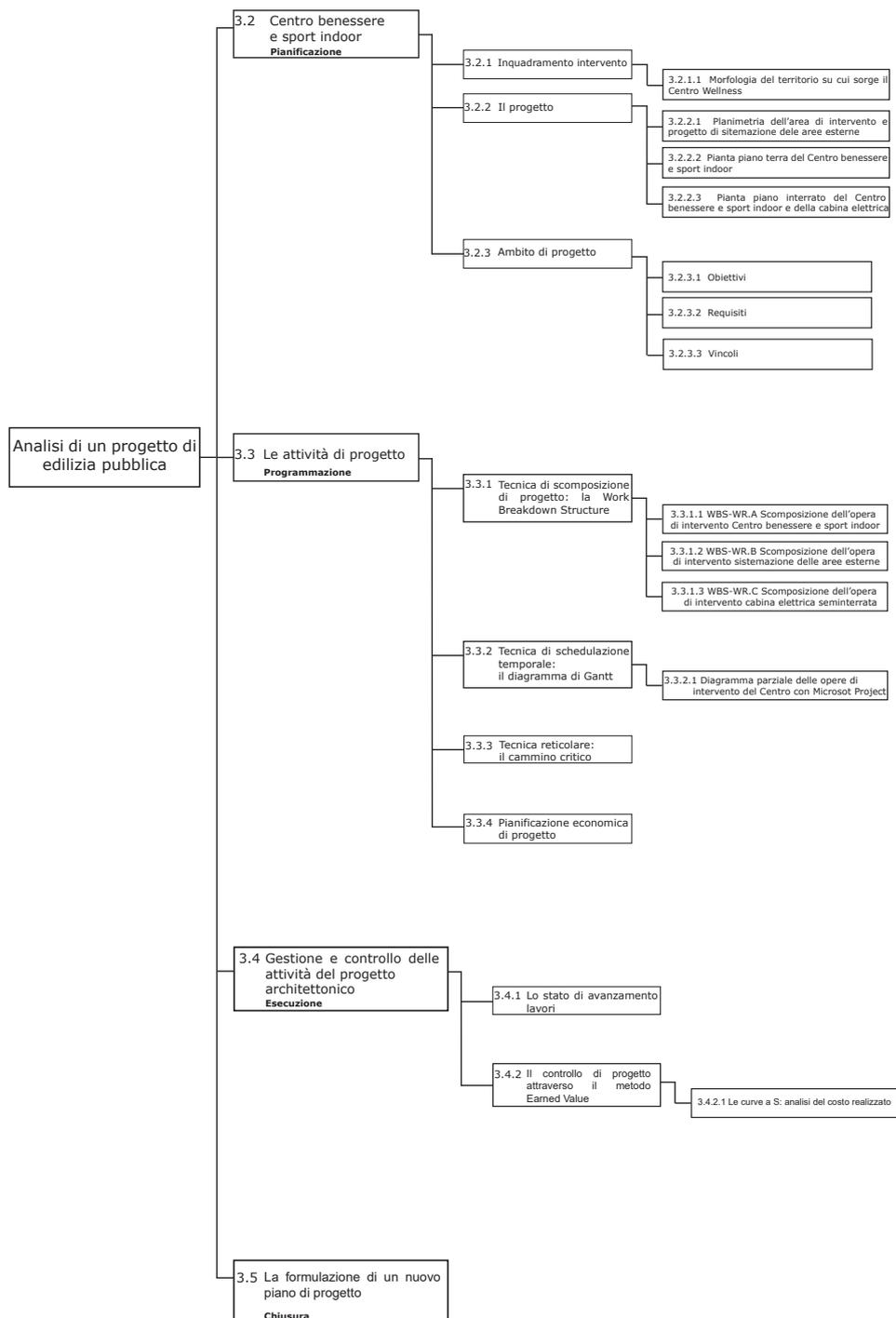
gramma di progetto e verificare lo sviluppo concreto e congruente con gli obiettivi;

3. la fase di esecuzione: si rivolge alla fase dello sviluppo fisico del progetto. Comprende tutte le attività elencate nella fase precedente e in cui si attuano le azioni di monitoraggio e controllo per analizzare lo stato di avanzamento dell'opera;

4. la fase di chiusura: prevede l'applicazione del metodo dell'Earned Value, che permette di riportare lo stato di avanzamento del progetto che ancora si trova in fase di realizzazione e che ha subito variazioni e rallentamenti che non hanno consentito la conclusione dell'opera nei tempi e nei costi prestabiliti.

## 3.2 Il progetto di realizzazione di un Centro benessere e sport indoor

Il progetto caso studio viene analizzato attraverso un documento organizzato secondo l'individuazione dei livelli caratterizzanti il processo realizzativo, attraverso le fasi del ciclo di vita del manufatto e le attività necessarie per la sua realizzazione. Se ne riporta la rappresentazione in forma grafica.





### 3.2.1 Inquadramento dell'area di intervento

L'intervento è localizzato ad Ostana, un Comune dell'alta valle Po, situato sulle Alpi occitane che conta una popolazione di soli 81 abitanti<sup>75</sup>. Il paese, nel secondo dopoguerra, è stato colpito da un forte processo di spopolamento, ma negli ultimi venticinque anni, le diverse amministrazioni che si sono succedute hanno intrapreso assieme la comunità locale e a progettisti qualificati una strategia di rivitalizzazione del territorio alpino, puntando sul recupero e la valorizzazione del patrimonio architettonico e ambientale esistente, sul recupero delle tradizioni e sul turismo sostenibile, e sulla costruzione di edifici ex novo e progetti innovativi di sviluppo economico.

Su tale territorio, all'interno del tessuto storico del paese, sorgono due strutture connesse funzionalmente e fisicamente, che fanno parte del progetto di realizzazione del Wellness Resort: il Centro benessere e sportivo, che sorge nella borgata La Villa, e il Centro Wellness.

Queste edifici sono il frutto della politica promossa dall'amministrazione di Ostana con i programmi di recupero e rinascita del Comune e delle sue borgate, oltre al contributo del Programma di Sviluppo Rurale, PSR 2007-2013, Misura 3.22, "Rinnovamento dei villaggi alpini" della Regione Piemonte e attraverso il bando a cui ha partecipato il comune, il Programma "6000 Campanili" indetto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

A tal proposito, tale politica si rivolge a una sensibilizzazione nei confronti dell'architettura locale che ha consentito, dapprima, una presa di coscienza del valore dell'architettura rurale e, di conseguenza, della necessità che gli interventi – principalmente i recuperi di seconde case, ma anche i pochi nuovi edifici – rispettassero i caratteri della tradizione, dall'uso dei materiali e delle

---

<sup>75</sup> Dati Istat, aggiornato al 01/01/2017.

tecniche, fino alla ripresa di stilemi e soluzioni architettoniche di dettaglio. In un secondo momento, il confronto si è aperto ai temi e alle condizioni dell'architettura alpina contemporanea, senza contraddire i caratteri locali, ma misurandosi con l'attualità del progettare anche sulla scorta delle recenti esperienze di altre realtà dell'arco alpino.

Il centro Wellness Resort è stato progettato dall'architetto Marie-Pierre Forsans assieme allo Studio di Ingegneria Bertorello per il progetto strutturale, l'Ingegnere Aldo Alessio Baronetto e il Perito Industriale Sergio Paschetta rispettivamente per gli impianti meccanici e gli impianti elettrici, con la consulenza progettuale da parte dei Prof. Arch. Massimo Crotti e Antonio De Rossi per conto del DAD, Dipartimento di Architettura e Design del Politecnico di Torino.

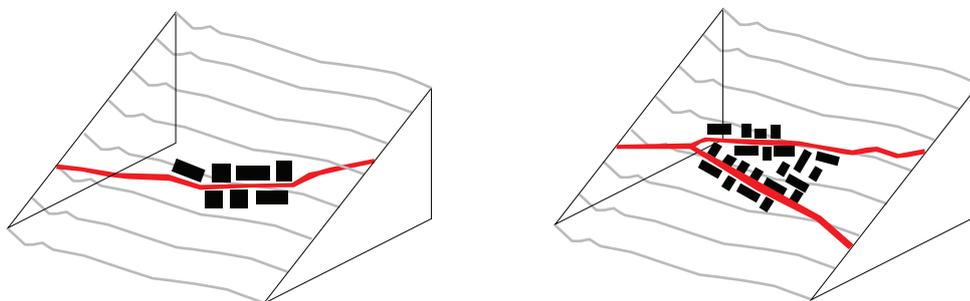
### 3.2.1.1 Morfologia del territorio su cui sorge il Centro Wellness

Localizzando la struttura rispetto al suo contesto geografico e insediativo, Oстана si presenta come un insediamento policentrico di mezzacosta composto da una decina di borgate di diversa grandezza collocate generalmente in punti in cui la lunga strada su cui si sviluppa il borgo, che si inerpicava sul pendio, incontra il reticolo idrografico dei rii.

La maggior parte delle borgate si struttura lungo strade che, nel risalire il pendio, seguono le linee di minima pendenza.

In questa conformazione, gli edifici tendono a disporsi lungo la strada ponendosi generalmente anch'essi paralleli alle isoipse. Alcune delle borgate principali, tra cui rientra anche La Villa su cui sorge il Centro benessere, si dispongono all'incrocio di due strade principali assumendo una conformazione quasi triangolare. Si tratta di una complessificazione del sistema precedente in cui l'inspessimento della borgata è legato al progressivo distanziarsi delle strade principali.

Figura 3.1 - Disegni di matrici insediative



*Fonte:* UNCEM Piemonte, Manuale delle linee guida e degli indirizzi tecnici per gli interventi di recupero ed ex novo, PSR 2007-2013 Misura 322 "Sviluppo e rinnovamento villaggi alpini"

In questa conformazione gli edifici si pongono sia paralleli alle isoipse, in particolare lungo le strade principali, sia perpendicolari ad esse, in particolare all'interno del triangolo che viene a formarsi dall'unione delle strade<sup>76</sup>.

Questo particolare e intrigato aspetto morfologico del territorio ha portato i progettisti a affrontare una sperimentazione circa l'insieme degli interventi da apportare per il riuso e la riqualificazione del patrimonio architettonico e soprattutto per la costruzione di edifici ex novo, restituendo un linguaggio contemporaneo tale da interpretare e integrare i caratteri morfologici, costruttivi e tecnologici dell'architettura tradizionale occitana.

L'intervento che si è reso necessario per il progetto del Centro benessere e sport indoor sembra avere una destinazione d'uso inusuale per il luogo, comunque armonizzata con il contesto attraverso l'attenta cura al recupero e la reinterpretazione delle tipologie insediative tradizionali, usualmente rappresentate da una cellula base composta da una cella di dimensioni minime tra i 5 e gli 8 metri di profondità e delimitata da muri di spina ad una distanza tra i 5 ed i 6 metri che si sviluppa su due livelli, e all'ibridazione dei materiali e delle tecniche locali con l'innovazione tecnologica e degli elementi costruttivi.

<sup>76</sup> UNCEM Piemonte, *Manuale delle linee guida e degli indirizzi tecnici per gli interventi di recupero ed ex novo*, PSR 2007-2013 Misura 322 "Sviluppo e rinnovamento villaggi alpini", Comune di Ostana.



### 3.2.2 Il progetto

Come espresso all'interno del documento di appalto, l'oggetto si rivolge all'esecuzione di tutte le opere e provviste comunali occorrenti per eseguire la realizzazione della struttura comunale per il benessere e lo sport indoor - Completamento dell'area piscina, sistemazione delle aree esterne e realizzazione del centro Wellness<sup>77</sup>.

Lo studio e la riformulazione dello sviluppo realizzativo del progetto secondo l'approccio di Project Management è proposto sull'edificio in cui gli interventi riguardano il completamento dell'area piscina del Centro benessere e sport indoor con la realizzazione di una cabina elettrica seminterrata adiacente all'edificio e la sistemazione delle aree esterne lungo la strada comunale Frazione Ciampetti.

L'area su cui sorge è stata oggetto di variante del Piano Regolatore e viene identificata come "Area di interesse comune" (Lett. b, n.4 (Centro logistico per sport invernali minori)) e risulta perciò destinata a livello urbanistico agli scopi per cui è stata concepita.

L'intervento è realizzato su un edificio già recuperato e in buona parte ultimato, di cui risultano compiute parzialmente, in una fase precedente dei lavori, le opere strutturali e di edilizia attuate per il recupero generale del manufatto, opere di finitura dell'area di accoglienza e dell'area di parete di arrampicata indoor, l'impianto elettrico e di illuminazione delle aree ultimate, gli impianti

---

<sup>77</sup> Il progetto è stato predisposto nel rispetto della normativa vigente per le opere pubbliche, ovvero Legge Quadro dei lavori pubblici con le modifiche del D.Lg. 101 del 03.04.95, convertito in Legge 216 del 02.02.95, al D.Lg. 163 del 12.04.2006, e al D.P.R. 6 giugno 2001 n. 380 Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia e successive circolari esplicative e regolamenti di attuazione.

di riscaldamento e trattamento aria dell'intero edificio nonché tutte le dotazioni impiantistiche per il contenimento dei consumi e di produzione di energia, che rendono l'edificio a bassissimo impatto ambientale e che dovranno essere completate o modificate secondo i nuovi elaborati progettuali.

Nei locali compresi nel programma di intervento dovranno essere completamente realizzate tutte le opere di impianti.

Gli interventi, oggetto di appalto, riguardano tre principali tipologie di opere:

1. gli interventi per l'ultimazione della dotazione delle attività del benessere che comprendono la realizzazione della piscina relax attrezzata con cascata d'acqua, geyser, sedute idromassaggio, sauna con doccia di reazione, bagno turco con doccia di reazione, oltre agli spogliatoi con locali doccia e servizi igienici. Tali interventi prevedono la realizzazione delle opere di progettazione architettonica, progettazione strutturale e progettazione degli impianti idrico-sanitari e per il trattamento dell'acqua, elettrici e termici di riscaldamento e raffrescamento del complesso di modo da provvedere a un buon retrofit energetico. In ultimo le opere di finitura e accessorie dell'area piscina oltre ad alcune opere e finiture generali (pavimentazione terrazzi esterni, bagni e pavimentazione area palestra fitness, arredi accueil) al fine di rendere l'edificio completamente agibile e funzionale.

2. La realizzazione di una cabina di trasformazione della rete elettrica da MT a BT, richiesta dell'ente erogatore del servizio per fornire entrambi gli edifici della struttura comunale. Il locale tecnico verrà costruito con una struttura semi-ipogea in aderenza al fronte ovest dell'edificio principale e accessibile direttamente dalla strada comunale.

3. Le sistemazioni delle aree esterne al Centro e dei percorsi pedonali che conducono a monte al "Centro Wellness" che consistono nella realizzazione di due scalinate in pietra e in ingegneria naturalistica sui lati ovest e est dell'edificio, nella pavimentazione in pietra delle aree pedonali, nella realizzazione dell'illuminazione pubblica dell'area, nella creazione di un'isola ecologica per raccolta differenziata e nelle opere di asfaltatura stradale dell'area di pertinenza dell'intervento.

Il Centro per il benessere e lo sport indoor si eleva su tre piani e riporta una Superficie Lorda di Pavimento (SLP) complessiva pari a 414 mq, cubatura di 1.553 mc. La superficie utile interessata dal progetto, che prevede solo alcuni locali rispetto la totalità esistente, data dal fatto che l'edificio è già stato recuperato, è di circa 180 mq per quanto riguarda l'area della piscina e i locali accessori che sono posti al piano terra, e di 74 mq per le aree esterne pavimentate, di cui terrazza, solarium e rampa di ingresso.

La superficie delle aree esterne, oggetto dell'intervento è di circa 1.275 mq.

Si riporta la documentazione fotografica delle aree di intervento e una elencazione delle superfici per piano, anche delle aree non interessate dagli interventi: area accueil con locale di segreteria e ufficio al piano terra, il locale infermeria e pronto soccorso, il vano destinato a attività sportive con presenza di una parete di arrampicata al piano interrato.

Completamento dei locali del Centro e sistemazione delle aree esterne



1- Vista del Centro Benessere e sport indoor e della Strada Comunale Frazione Ciampetti



2- Vista della Strada Comunale Frazione Ciampetti



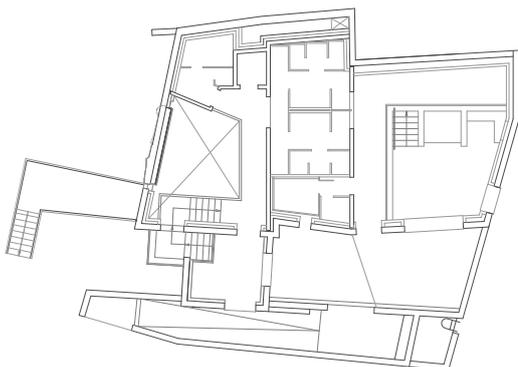
3- Vista del Piano Terra del Centro Benessere e sportivo- Zona Piscina



4- Vista del Piano Interrato del Centro Benessere e sportivo- Zona Palestra

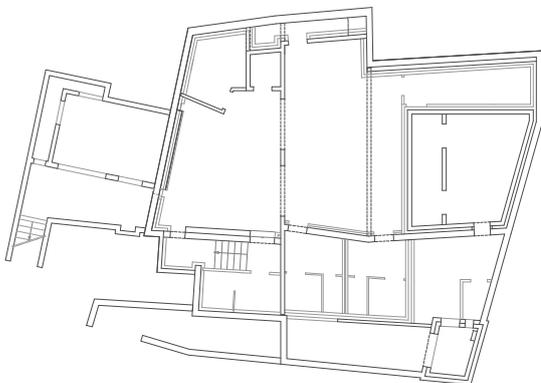
## Centro benessere e sport indoor

### Piano terra



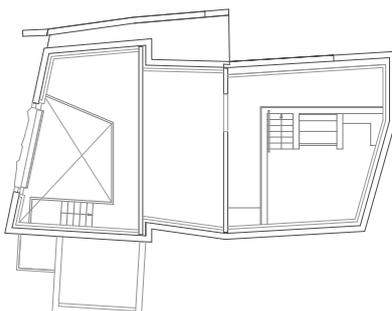
Accueil/ufficio e segreteria	10,80 mq
Piscina	61,10 mq
Sauna	4,50 mq
Disimpegno sauna e doccia di reazione	3,48 mq
Bagno turco con disimpegno e doccia di reazione	8,20 mq
Spogliatoi con servizi igienici	19,40 mq

### Piano Interrato



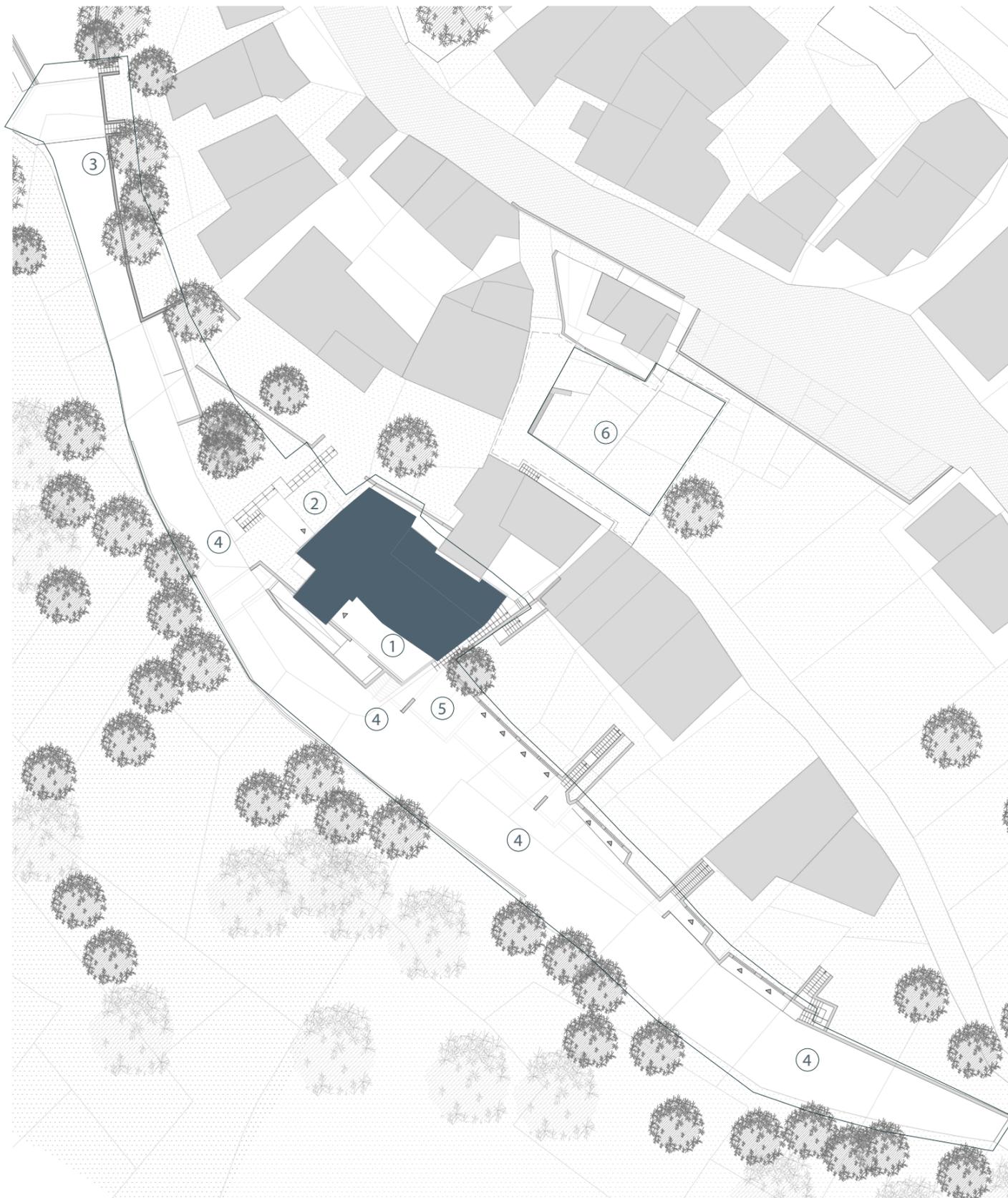
Palestra fitness/parete di arrampicata	85,25 mq
Locale infermeria e pronto soccorso	8,20 mq
Scala e pianerottolo	12,80 mq
Locali di sgombero	12,52 mq
Spogliatoi con servizi igienici per disabili	20,55 mq
Spogliatoi personale con servizi igienici	6,90 mq
Vasca di compenso	8,40 mq

### Piano Primo



Locali tecnici	33,40 mq
Locale filtri e locale quadri elettrici	13,70 mq
Locale prodotti chimici	2,10 mq
Locale tecnico	10,30 mq

Area d'intervento



Scala 1:500

Struttura comunale per il benessere e lo sport indoor

Comune di Ostana



Torino

- ① Centro benessere e sport indoor
- ② Cabina elettrica seminterrata
- ③ Isola ecologica
- ④ Pavimentazioni pedonali e stradali
- ⑤ Parcheggi
- ⑥ Centro Wellness

Le opere di sistemazione delle aree esterne sono rivolte all'assetto dei percorsi pedonali disposti sui lati est e ovest che conducono al Centro Wellness, alla realizzazione di opere di asfaltatura dell'area pertinente dell'intervento e alla formazione di pavimentazioni in pietra per la realizzazione di posti auto e di un'isola ecologica, assieme alla realizzazione di illuminazione pubblica dell'intera area.

- A Realizzazione dello scotico del terreno e formazione dei piani di posa per il manto stradale in conglomerato bitumisono
- B Realizzazione scavo di sbancamento per formazione isola ecologica e opere di riinterro
- C Realizzazione dei setti perimetrali contro terra in cemento armato per isola ecologica
- D Realizzazione di plinti di fondazione per pali di illuminazione e realizzazione dell'impianto di illuminazione pubblica
- E Formazione delle pavimentazioni in cubetti di pietra di Luserna (pietra locale estratta in cave site nelle Prealpi Cozie del Piemonte centro- occidentale)
- F Formazione delle pavimentazioni in lastre di pietra di Luserna
- G Posa di arredi urbani, quali panche in pietra di Luserna

Il comune di Ostana sorge in alta valle del Po, in una posizione in cui, il territorio, la cui morfologia è quella di un piano inclinato, si estende lungo il massiccio montuoso del Monviso.

In questo paesaggio, negli ultimi anni si è vista la realizzazione di diversi interventi di recupero e valorizzazione del patrimonio architettonico, tra cui due edifici che sorgono nelle vicinanze e ospitano attività correlate: un Centro Wellness e un Centro benessere e sport indoor all'interno di un edificio recuperato,

predisposto per il completamento dell'area piscina con annessa sistemazione delle aree esterne.

La tesi riporta lo studio e l'analisi di tale ultimo progetto, attraverso una rielaborazione delle tavole, circa l'inquadramento delle aree di intervento e la descrizione delle opere necessarie al recupero del manufatto, utili ai fini di una lettura e riscrittura dei processi realizzativi della disciplina del Project Management<sup>1</sup>.

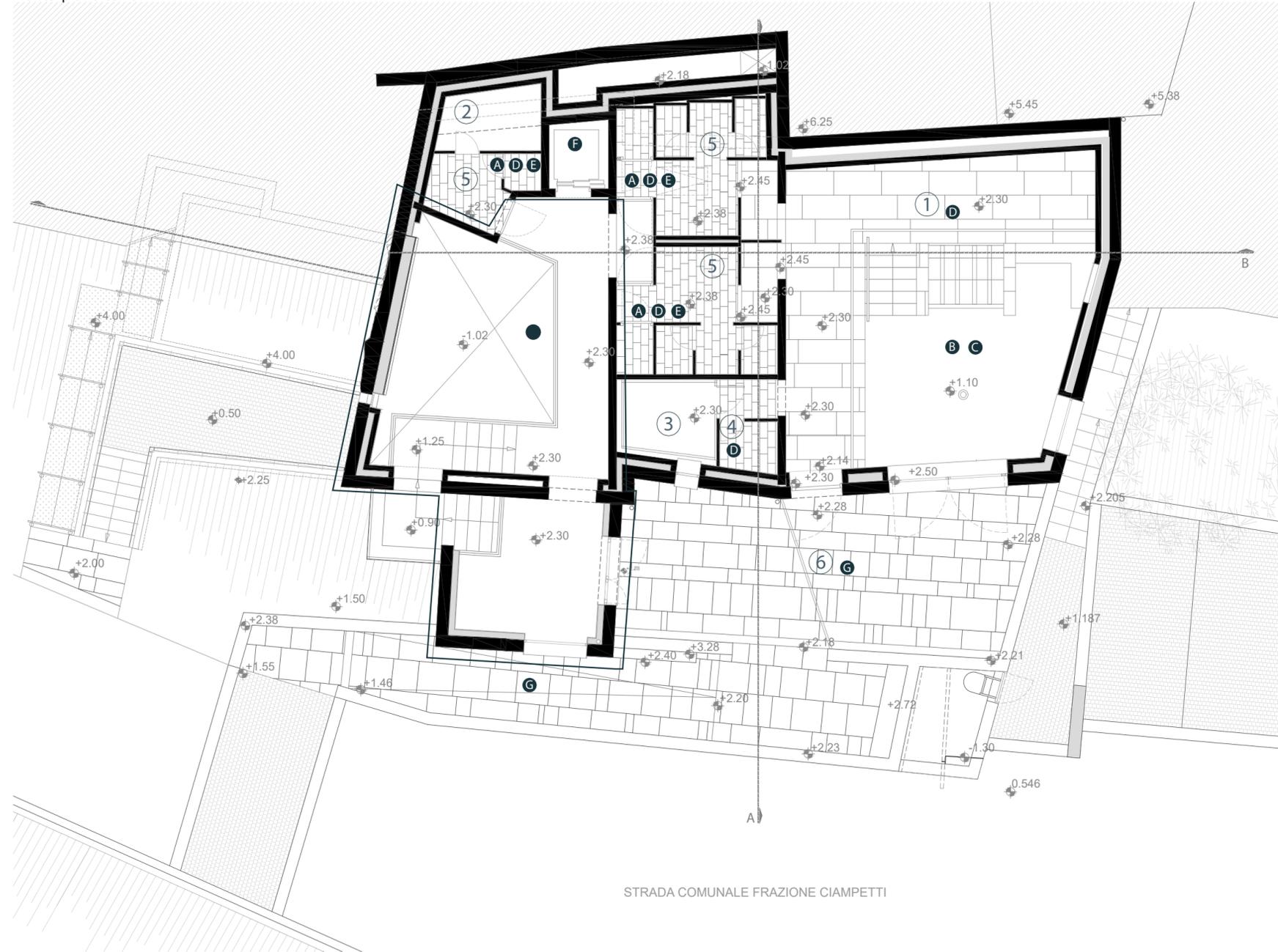
Planimetrie degli spazi esterni interessati da opere di sistemazione



Scala 1:500

<sup>1</sup>I disegni sono una rielaborazione dell'autrice tratta dagli elaborati del progetto definitivo-esecutivo, Tav.02 alla Tav.11, e dalla Relazione Illustrativa  
Fonte: Prof. Arch. consulente DAD, Politecnico di Torino

Pianta piano terra



- ① Piscina
- ② Bagno turco
- ③ Sauna
- ④ Doccia di reazione
- ⑤ Spogliatoio (servizi igienici, doccia, vasca lavapiedi)
- ⑥ Terrazzo/solarium
- ⑦ Palestra
- ⑧ Locale tecnico
- ⑨ Cabina elettrica seminterrata

Gli interventi che vengono elencati e individuati all'interno della pianta del primo piano del Centro benessere e sport indoor, sono opere di completamento di recupero della struttura edilizia<sup>1</sup>.

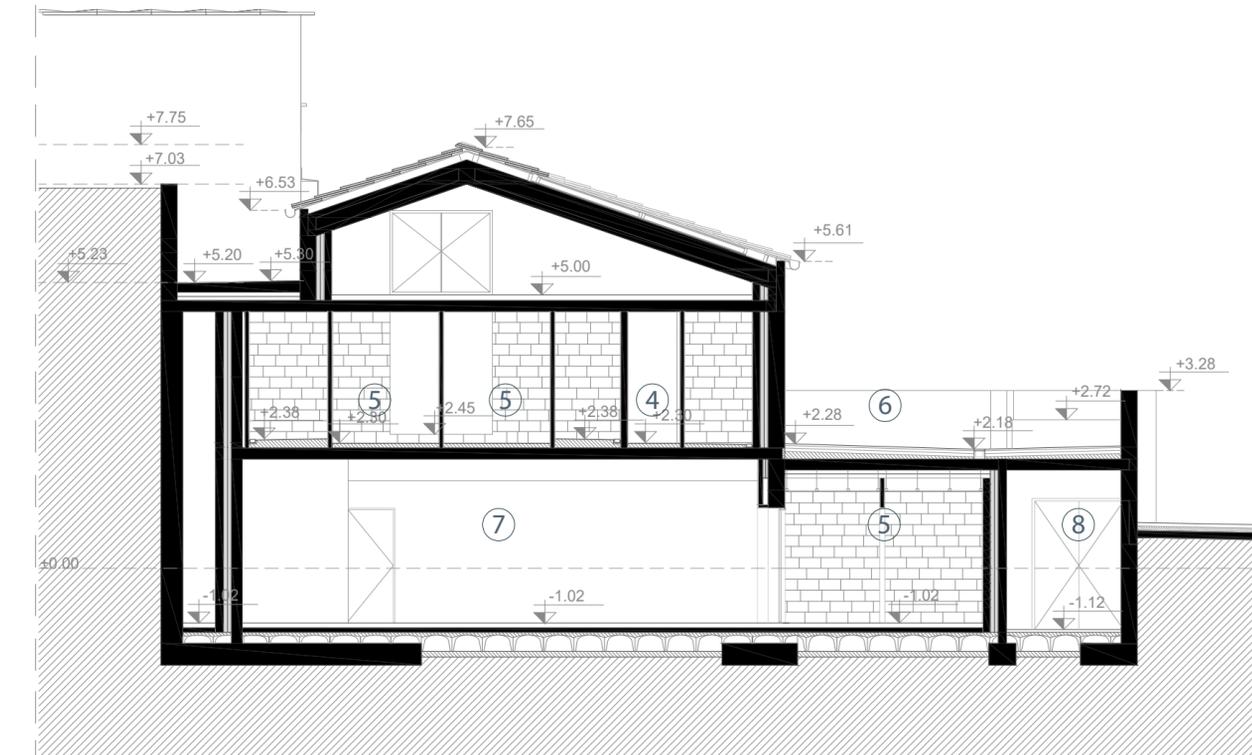
Al suo interno risultano già essere state realizzate opere strutturali ed edilizie per il recupero generale del manufatto, le opere di finitura dell'area accogli e dell'area della parete di arrampicata indoor, l'impianto elettrico e di illuminazione delle aree ultimate, gli impianti di riscaldamento e trattamento aria dell'intero edificio, nonché tutte le dotazioni impiantistiche per il contenimento dei consumi e di produzione di energia che ne fanno un edificio a basso impatto ambientale.

Le opere di intervento per l'ultimazione della dotazione delle attività di benessere comprendono la realizzazione dell'area piscina relax attrezzata con cascata d'acqua, geyser, sedute idromassaggio, sauna con doccia di reazione, bagno turco con doccia di reazione oltre agli spogliatoi con locali doccia e servizi igienici.

Tali lavorazioni prevedono la realizzazione delle opere edili e degli impianti idrico- sanitari e per il trattamento dell'acqua, le opere di finitura e accessorie dell'area piscina oltre ad alcune opere e finiture generali, come pavimentazioni dei terrazzi esterni, bagni e pavimentazione dell'area palestra-fitness e arredi dell'area accogli, al fine di rendere l'edificio completamente agibile e funzionale.

- Area non compresa negli interventi di progetto
- A Realizzazione dei tramezzi interni in muratura e completamento dell'impianto idrico sanitario dei servizi igienici dei locali spogliatoio, locale bagno turco
- B Completamento degli impianti meccanici di fognatura, riscaldamento e ventilazione dell'area piscina
- C Realizzazione dell'impianto piscina, di cui vasca, impianto di disinfezione e filtraggio, giochi d'acqua
- D Realizzazione dei rivestimenti e pavimenti interni in ceramica, di cui servizi igienici dei locali spogliatoio, piscina e doccia di reazione, locale bagno turco
- E Posa dei serramenti interni in legno dei servizi igienici dei locali spogliatoio
- F Fornitura e installazione dell'ascensore
- G Sistemazione delle aree esterne, terrazzo e rampa pedonale di accesso con pavimentazione in lastre di pietra di Luserna e realizzazione di una recinzione rimovibile di suddivisione del terrazzo ad uso solarium

Sezione trasversale



Pianta piano interrato



STRADA COMUNALE FRAZIONE CIAMPETTI

- ⑤ Spogliatoio (servizi igienici, doccia, vasca lavapiedi)
- ⑦ Palestra
- ⑧ Locale tecnico
- ⑨ Cabina elettrica seminterrata

Il piano interrato ospita una piccola parte degli interventi già elencati nella Tavola 2 ed è interamente adibito a locale palestra e locali tecnici<sup>1</sup>. Sempre allo stesso livello, nel lato nord ovest dell'edificio è realizzata una cabina di trasformazione della rete elettrica da MT a BT richiesta dall'ente erogatore del servizio, per fornire le strutture comunali del Centro Benessere e sport indoor e l'edificio del Centro Wellness.

La cabina viene costruita con una struttura semi-ipogea in aderenza al muro perimetrale ovest e è accessibile direttamente dalla strada comunale frazione Ciampetti.

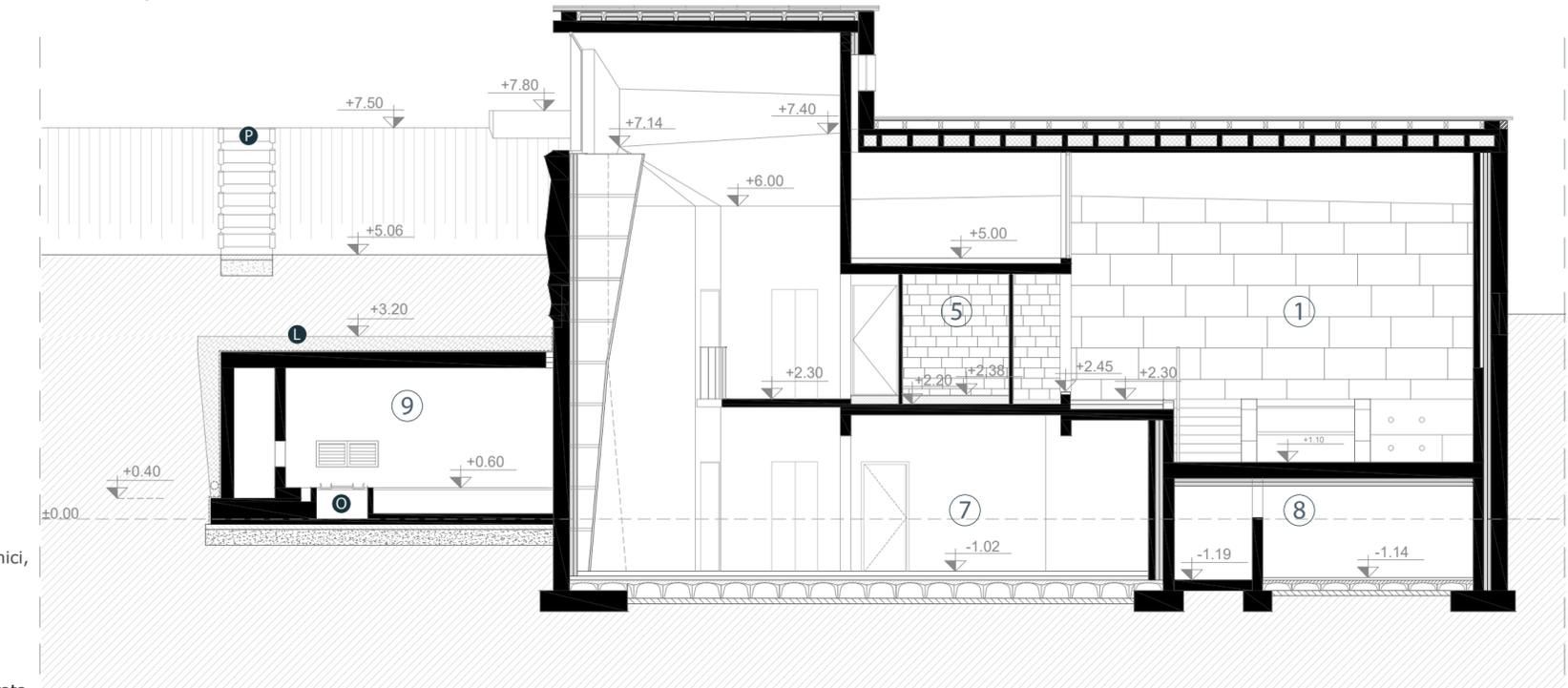
Centro benessere e sport indoor

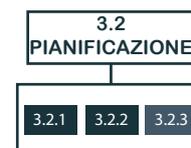
- Area non compresa negli interventi di progetto
- A Realizzazione dei tramezzi interni in muratura e completamento dell'impianto idrico sanitario dei servizi igienici dei locali spogliatoio
- B Completamento degli impianti meccanici di fognatura, riscaldamento e ventilazione dell'area palestra
- D Realizzazione dei rivestimenti e pavimenti interni in ceramica, di cui servizi igienici dei locali spogliatoio
- E Posa dei serramenti interni in legno dei servizi igienici dei locali spogliatoio
- F Fornitura e installazione dell'ascensore
- H Posa del pavimento interno del locale palestra in legno

Cabina elettrica adiacente l'edificio principale

- 1 Realizzazione della struttura in cemento armato e dei muri di contenimento perimetrali
- L Impermeabilizzazione della copertura e dei setti controterra
- M Rivestimento delle pareti esterne in lastre di acciaio Corten e parapetti in montanti di lamiera Corten e rete tesata in acciaio inox
- N Realizzazione dell'impianto di drenaggio e di smaltimento delle acque bianche
- O Realizzazione dell'impianto elettrico e di illuminazione della cabina
- P Realizzazione delle opere di sistemazione esterna, di cui formazione di gradini in calcestruzzo e rivestimento in pietra di Luserna, scalinata in legno, pavimentazione zona di ingresso
- Q Reinterro e formazione ripe rinverdate in terra

Sezione longitudinale





## 3.2.3 Ambito di progetto

### 3.2.3.1 Obiettivi

Secondo quanto riportato all'interno del Capitolato Speciale di Appalto, il presente progetto si attiene esclusivamente allo scopo di rendere fruibile e completamente accessibile il Centro per il benessere e lo sport indoor attraverso gli interventi di completamento della zona piscina, dei locali accessori, quali la sauna e il bagno turco e della finitura della zona fitness palestra posta al piano semi-interrato e dei rispettivi spogliatoi e locali tecnici.

All'esterno saranno completate le aree pedonali e le scalinate di collegamento con l'edificio Centro Wellness, la sistemazione delle aree di sosta e della strada adiacente, la struttura semi-ipogea della cabina di trasformazione MT-BT a servizio dei due centri e le relative sistemazioni degli spazi esterni.

L'intervento mira ad ospitare il programma funzionale previsto per il Centro e al termine del suo completamento devono essere utilizzabili:

- le funzioni di Accoglienza e di servizio al Centro che consistono nella zona accueil all'ingresso del piano terra, e una zona pronto soccorso per tutte le attività del Centro, un locale spogliatoio con bagni per gli addetti, due locali di sgombero per le attrezzature e i locali tecnici (accessibili dall'esterno);
- le Attività del Benessere che sono collocate al piano terreno dell'edificio e sono accessibili dalla zona di accoglienza attraverso il ballatoio che conduce agli spogliatoi dedicati esclusivamente alla zona d'acqua. La zona piscina ospita una vasca polifunzionale di circa 30 mq con una profondità di 120 cm, con attrezzature accessorie di idromassaggio in chaise-longue e con seduta,

cascata d'acqua cervicale e geyser ad aria, per attività ludico-ricreative e per eventuali, usi riabilitativi. Al piano è previsto inoltre un bagno turco con disimpegno e doccia di reazione e, nella zona piscina, una sauna con disimpegno e doccia di reazione; l'ambiente piscina è inoltre comunicante direttamente con un'area di terrazza esterna a sud delimitata con una recinzione temporanea e inamovibile;

- le Attività Sportive che si svolgono nel volume principale a doppia altezza dove è prevista una parete di arrampicata indoor e una, più contenuta sul fronte esterno, outdoor. Al piano inferiore è ubicata una zona di palestra per le attività sportive di allenamento, di fitness e di preparazione e di accompagnamento delle attività sportive outdoor, oltre ai locali spogliatoi con bagni accessibili ai diversamente abili.

### 3.2.3.2 Requisiti

Tali requisiti sono stati estrapolati dalla Relazione Illustrativa di progetto, Adeguamenti Normativi.

Ai fini della realizzazione dell'intervento, la forma e le dimensioni delle opere, oggetto dell'appalto, dovranno essere redatti in conformità alle norme UNI vigenti in materia. Inoltre per tutte le indicazioni di grandezza presenti sugli elaborati di progetto ci si dovrà attenere alle norme UNI CEI ISO 80000-1 e UNI CEI ISO 80000-6 nonché alla norma UNI 4546.

Nello specifico delle tre tipologie di intervento, la progettazione è condotta in ottemperanza con le norme vigenti, quali:

1. Completamento dell'area piscina del Centro benessere e sport indoor:

- Decreto Ministeriale 11/7/1991, "Atto d'intesa Stato e Regioni relativo agli aspetti igienico-sanitari concernenti la costruzione, la manutenzione e la vigilanza delle piscine a uso natatorio".

2. Aree esterne:

- Decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285 (in Suppl. ordinario alla Gazz. Uff., 18 maggio 1992, n. 114). – "Nuovo codice della strada" e s.m.i;
- D.M. 6792 – 2001 – "Norme funzionali e geometriche per la costruzione

delle strade”;

- D.M. 236-89 “Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l’accessibilità, l’adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell’eliminazione delle barriere architettoniche”;
- D.P.R. 503-96 “Regolamento recante norme per l’eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici”.

3. Cabina elettrica:

- Tabella ENEL DG2092 Rev 02 “Specifica costruttiva per cabine secondarie MT/BT in box e negli edifici civili”;
- Norma CEI EN 62271-202 Apparecchiatura ad alta tensione – Sottostazioni prefabbricate ad Alta tensione/Bassatensione;
- Norme CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1000V in corrente alternata;
- Norma CEI 11-35 “Guida per l’esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente finale”;
- Norma CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti At e MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- Legge 22/02/2001 n. 36, “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”;
- DPCM 08/07/2003 “Fissazione dei limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”;
- Decreto Ministeriale 29/05/2008, GU n. 156 del 5 luglio 2008, “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti”;
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086 Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e presso compresso ed a struttura metallica;
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64 Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche (GU n.76 del 21-3-1974 );
- Decreto 14 gennaio 2008 Norme tecniche per le costruzioni - del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

La struttura inoltre deve possedere le necessarie dotazioni impiantistiche per il contenimento dei consumi e di produzione dell'energia , attraverso pareti e vetrate ad alto isolamento termico, impianti di geotermia integrato con solare termico e fotovoltaico, che rendono l'edificio a bassissimo impatto ambientale.

Inoltre tutto il complesso viene realizzato per essere accessibile ai diversamente abili, Legge n. 13/89 e s.m.i. e D. M. 236-89, garantendo le opportune pendenze in prossimità di dislivelli e l'impianto di un ascensore in ottemperanza alle prescrizioni tecniche, e la realizzazione di due servizi igienici al piano interrato di dimensioni adeguate e arredato con attrezzature specifici per i portatori di handicap.

### 3.2.3.3 Vincoli

La durata del progetto è calcolata per un periodo di 504 giorni naturali e consecutivi, per le lavorazioni dell'edificio Centro benessere e sport indoor e per il Centro Wellness, ad opera della stessa ditta edile.

Nel caso preso in esame, il Centro benessere e sport indoor, la durata complessiva in giorni naturali e consecutivi è di 301, dedotta dal cronoprogramma di riferimento delle fasi di lavorazione, considerando che ogni mese è calcolato di ventotto giorni.

L'importo complessivo dei lavori a corpo<sup>78</sup> e degli oneri compresi nell'appalto ammonta, per entrambi gli edifici a 854.225,68 Euro, di cui per la sicurezza 24.880,36.

Per il solo edificio Centro benessere e sport indoor, il totale dei lavori a corpo è di 485.810,74 Euro, di cui per la sicurezza 14.149,83 Euro.

---

<sup>78</sup> Secondo quanto enunciato all'interno del D.Lgs.163/2006 (abrogato), nel contratto di appalto si definisce con misura a corpo, il corrispettivo in una somma di denaro determinata, fissa e invariabile, riferita globalmente all'opera nel suo complesso. Nell'appalto a misura, invece, il corrispettivo è stabilito fissando il prezzo per ogni unità dell'opera finita e per ogni tipologia di prestazione occorrente per la realizzazione dell'opera (corrispettivo ai prezzi unitari).

Nello specifico vengono individuate le categorie dei lavori:

	Corpi d'opera- Edificio Centro benessere e sport indoor	in Euro	%
1	OG1 - Edifici civili e industriali	279.351,63	57,502
2	OG3 - Strade	57.143,38	11,762
3	OS 3 - Impianti idrico-sanitario	95.787,35	19,717
4	OS 30 - Impianti interni elettrici	53.528,38	11,018
	<b>Sommano Lavori a Base d'Asta</b>	<b>485.810,74</b>	<b>100,000</b>

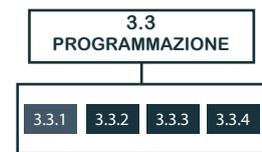
In questa prima stesura del documento di progetto, si è tenuto conto dell'individuazione di tutte le operazioni necessarie alla realizzazione dell'edificio, elaborate secondo le conoscenze e i documenti forniti del progetto caso studio.

Il documento, fino ad ora, è stato concepito come un modello di relazione illustrativa in cui è stato possibile definire gli obiettivi e le decisioni iniziali, comprendendo e analizzando il contesto e i programmi della progettazione architettonica.

Il modus operandi che viene adottato in questa seconda parte dell'elaborato, è rivolto alla fase di programmazione del progetto, in cui vengono applicati gli strumenti di gestione del Project Management attraverso il software Microsoft Project.

Le attività individuate nel cronoprogramma, nelle tavole progettuali e nella Relazione Illustrativa di progetto, vengono rielaborate all'interno della destrutturazione delle lavorazioni in Work Package e Work Element, comprendendone la programmazione temporale e assegnando i costi per ogni attività estrapolati dal Computo Metrico Estimativo.

Ciò permette di ottenere una restituzione chiara e immediata del progetto, ricreare il quadro generale dell'intervento, con un suo inizio e una fine definite, di modo da poter nella fase di esecuzione applicare le variazioni che hanno comportato gli scostamenti nel progetto e poter mettere in relazione quanto pianificato rispetto quanto realmente è stato completato.



## 3.3 Le attività di progetto

### 3.3.1 Tecnica di scomposizione di progetto: la Work Breakdown Structure

Il grado di definizione del progetto è una delle peculiarità che possono incidere maggiormente sulla sua realizzazione, e per ottenerne un buon grado è necessario partire dalla formulazione degli obiettivi di progetto, la cui scelta è conseguente alla realizzazione delle attività, dell'impianto di progetto, delle risorse materiali impegnate e dei suoi componenti, il che consente una programmazione nel dettaglio del lavoro da realizzare e prevede al meglio le tecniche di esecuzione, il tempo necessario e i costi da impiegare per la realizzazione.

Una volta stabilite le single attività di progetto è opportuno rappresentarle attraverso la compilazione di grafici che permettono di restituire una visione immediata dei vari ambiti e aspetti funzionali, economici e temporali di progetto, e che restituiscono un piano di controllo in fase di esecuzione, *baseline* di riferimento, rispetto la rispondenza tra quanto pianificato e l'effettivo andamento del lavoro.

Nel caso dell'aspetto funzionale, l'ambito realizzativo del progetto si riconosce all'interno delle attività che compongono l'esecuzione dell'opera e che, secondo la disciplina del Project Management vengono descritte compiutamente all'interno della Work Breakdown Structure.

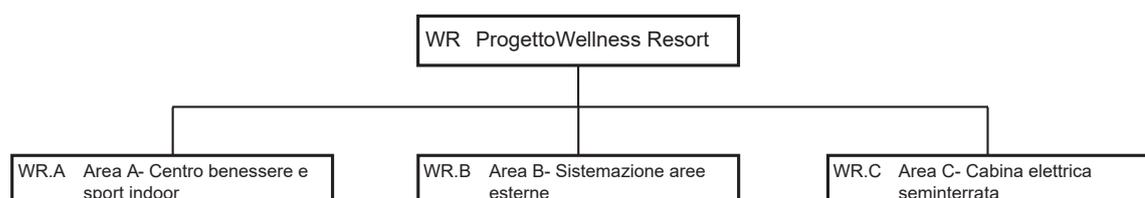
È un organigramma che ci permette di adoperare una suddivisione delle operazioni di progetto in attività elementari, gestibili e monitorabili, di modo da

fornire una struttura di facile lettura e avere un punto di riferimento per il controllo dell'avanzamento delle attività in fase di esecuzione.

Nel caso del progetto, il *Centro benessere e sport indoor*, l'individuazione delle fasi di lavorazione sull'edificio è avvenuta a partire dalla lettura della Relazione Illustrativa, in cui vengono riportate le opere oggetto di intervento e il relativo cronoprogramma, che ha permesso di poter ricostruire il loro andamento temporale.

Da questo momento il progetto viene trascritto all'interno del software di gestione Microsoft Project, in cui come prima stesura del processo realizzativo di progetto è necessario riportare i deliverable principali e a seguire le attività che li compongono.

Questi sono identificati nelle tre principali opere di intervento, ovvero il completamento del centro benessere e sport indoor, la sistemazione delle aree esterne all'edificio e la realizzazione della cabina elettrica adiacente l'edificio, il tutto riportato all'interno dell'organigramma della Work Breakdown Structure.



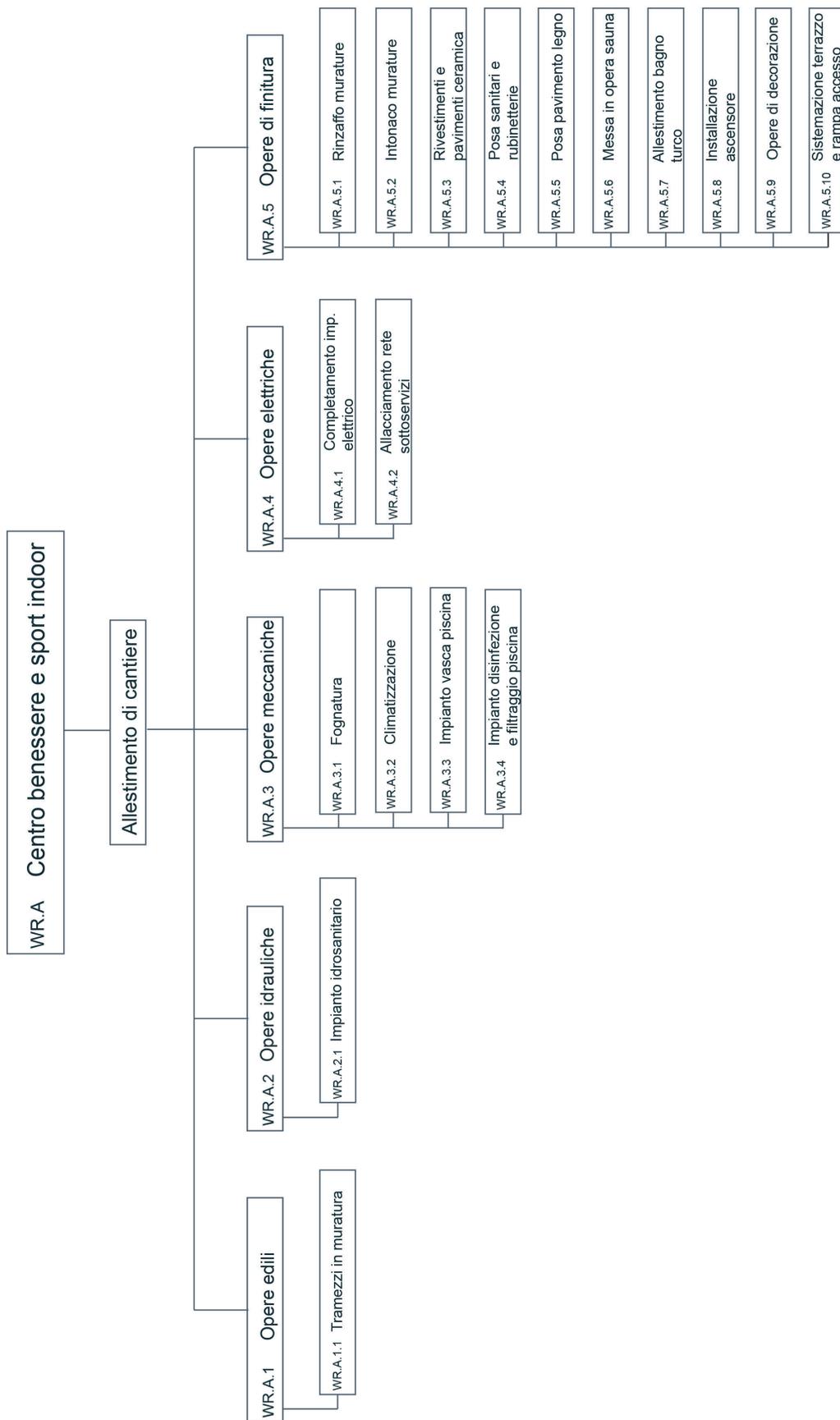
Al fine di dare una restituzione chiara e immediata degli interventi, ai deliverable principali, che sono riconosciuti come attività di livello superiore, vengono associate delle attività di riepilogo, utili per organizzare le fasi di lavorazione e arrivare a un livello di disaggregazione del progetto più dettagliato.

La scomposizione avviene a partire dalle lavorazioni presenti nel cronoprogramma originale di progetto e secondo la loro disposizione temporale. Da ciò ne deriva la realizzazione di tre organigrammi distinti, la WBS dell'area A, la WBS dell'area B, la WBS

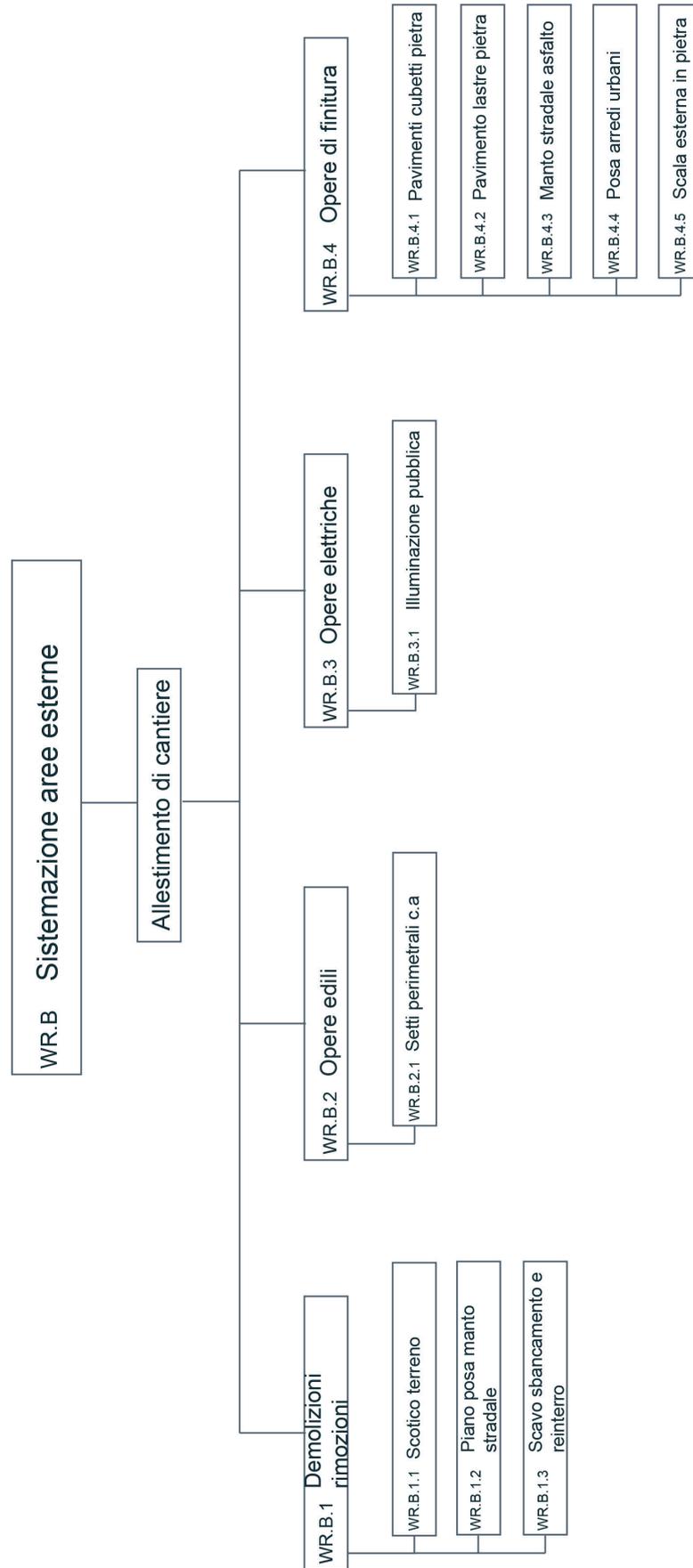
dell'area C, partendo dalla fase di allestimento di cantiere, che è propria a tutte e tre le opere di intervento.

Le lavorazioni riportate riguardano tutta la fase dello sviluppo fisico del progetto, che comprende le attività atte all'esecuzione dei lavori a partire dall'allestimento di cantiere, opere di rimozioni di porzioni interessate alla predisposizione della nuova cabina e del manto stradale, la progettazione architettonica della distribuzione interna del complesso, il completamento dell'impiantistica idrica ed elettrica, opere di costruzione ex novo, opere di finitura sia dell'edificio che dell'area esterna.

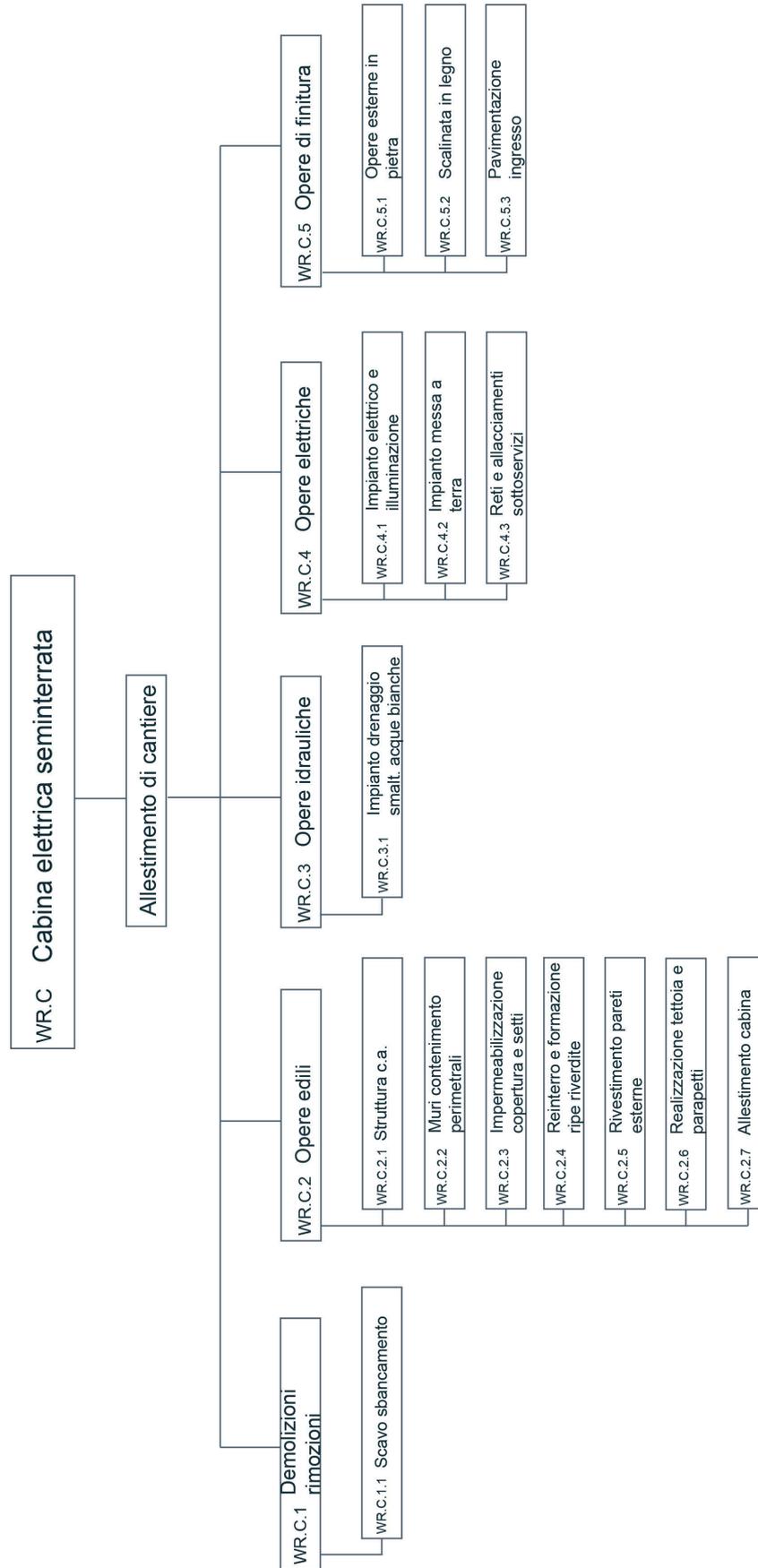
### 3.3.1.1 WBS- WR.A - Scomposizione dell'opera di intervento Centro benessere e sport indoor



### 3.3.1.2 WBS- WR.CB- Scomposizione dell'opera di intervento di sistemazione delle aree esterne su strada comunale Frazione Ciampetti



3.3.1.3 WBS- WR.C- Scomposizione dell'opera di intervento della cabina seminterrata adiacente il Centro





### 3.3.2 Tecnica di schedulazione temporale: il diagramma di Gantt

La programmazione temporale è un aspetto altrettanto fondamentale per stabilire e controllare le fasi di avanzamento della realizzazione del progetto architettonico. All'interno della burocrazia italiana in merito al settore edilizio, l'andamento temporale delle fasi di lavorazione avviene mediante la stesura di un cronoprogramma dei lavori, un diagramma che riporta su un asse verticale le fasi di lavorazione e sull'asse orizzontale i tempi di esecuzione<sup>79</sup>.

Durante la fase di programmazione la schedulazione temporale delle attività merita una particolare attenzione poiché è essa stessa la formulazione dell'intero iter progettuale.

Nel riformulare e elaborare il progetto, si è proceduto dunque con l'applicazione della tecnica di schedulazione del Diagramma di Gantt.

Attraverso tale notazione grafica è possibile restituire una rappresentazione di programmazione lineare degli interventi sull'edificio e fornire una chiara illustrazione del piano di sviluppo del progetto, tracciando le scadenze temporali di inizio e di fine e le attività cardine che individuano le fasi ritenute fondamentali, che si riscontrano negli obiettivi su cui si sviluppa l'intero ciclo di vita del progetto.

La struttura su cui è costruito il diagramma di Gantt è la medesima delle attività individuate nelle Work Breakdown Structure, organizzate secondo una

---

<sup>79</sup> Il cronoprogramma dei lavori è citato negli articoli del D.P.R. n.554/99 (abrogato dal D.P.R. n. 207), art 35, 42, 45, 102, 110. Usualmente rappresenta l'andamento nel tempo degli importi di ogni singola lavorazione da eseguire.

Nel caso del progetto analizzato, il cronoprogramma riporta l'andamento temporale delle lavorazioni, individuando così il tempo necessario, identificato in giorni naturali e consecutivi, per completare il progetto.

gerarchia di attività di riepilogo e di sotto attività.

Il progetto, di modeste dimensioni e limitata quantità di lavorazioni, sembra svilupparsi secondo una sequenza temporale abbastanza lineare che non presuppone la presenza di particolari sovrapposizioni di attività.

Queste sono state in un primo momento disposte secondo l'ordine cronologico prestabilito nel cronoprogramma e a ciascuna è stata associata la sua durata, in riferimento alla linea delle ascisse in cui sono riportati i tempi di costruzione in settimane lavorative a partire dalla data di avvio delle lavorazioni. Ogni attività inserita, inoltre possiede dei vincoli che stabiliscono la data di inizio o di fine della lavorazione e il grado di riprogrammazione.

Posti in relazione i tempi di esecuzione e le fasi di lavorazioni, il grafico restituisce l'evoluzione dell'opera, all'interno della quale sono state individuate le *milestone* o attività cardine, nelle fasi di allestimento di cantiere, che indica l'effettivo avvio del progetto composto dalle tre opere di intervento e nelle loro corrispettive attività di avvio delle lavorazioni: il progetto Wellness Resort colloca la sua data di inizio il 4 novembre 2015 con le lavorazioni per il completamento del centro benessere e sport indoor, a cui segue l'avvio delle opere della cabina seminterrata nel febbraio 2016 e gli interventi per la sistemazione delle aree esterne nel periodo di settembre 2016.

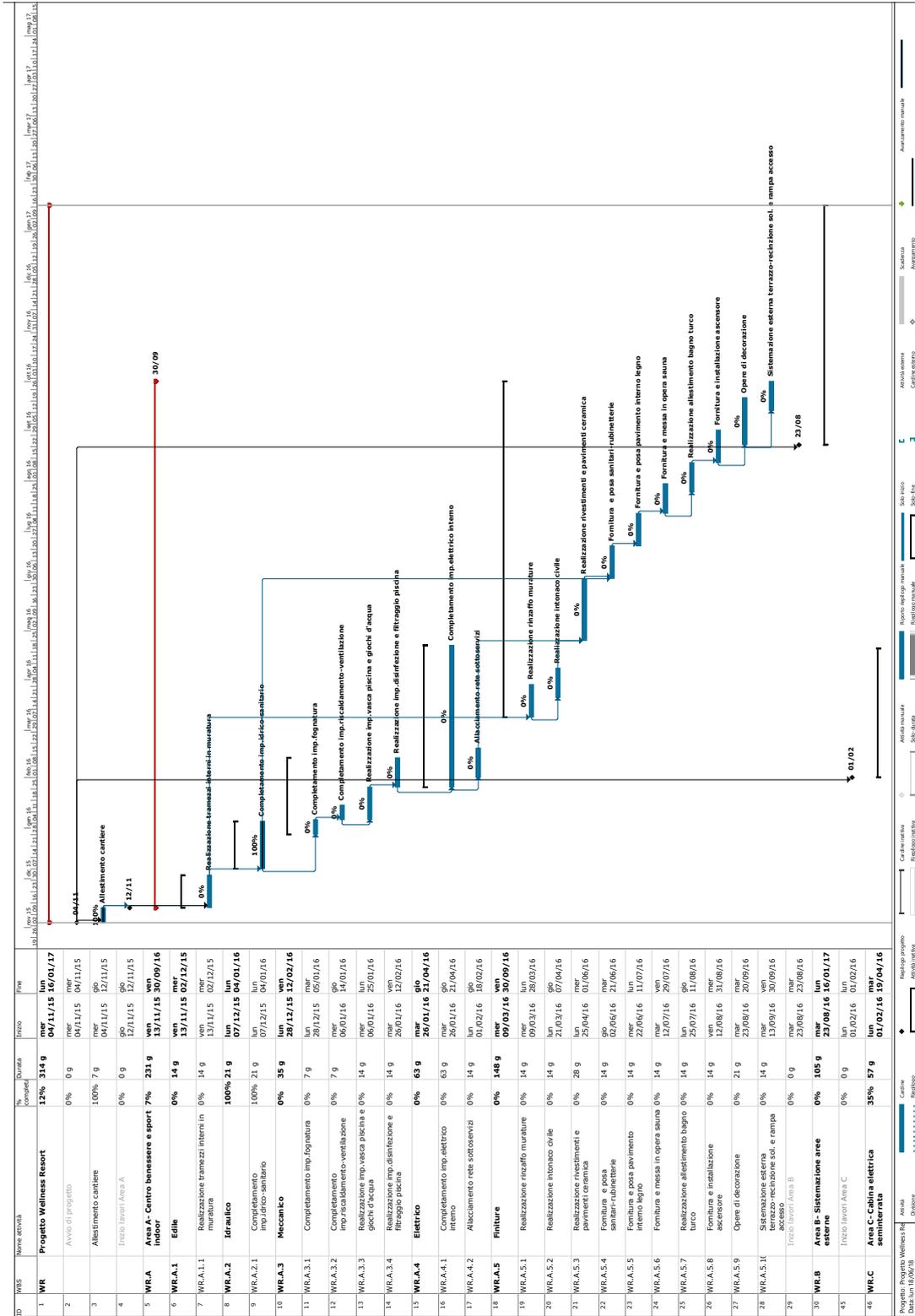
Analizzando il grafico, la macro attività che si protrae per più tempo è riferita alle attività di completamento del centro benessere.

Nell'insieme delle lavorazioni si è giunto a un totale di 44 attività che si protraggono per 314 giorni naturali e consecutivi.

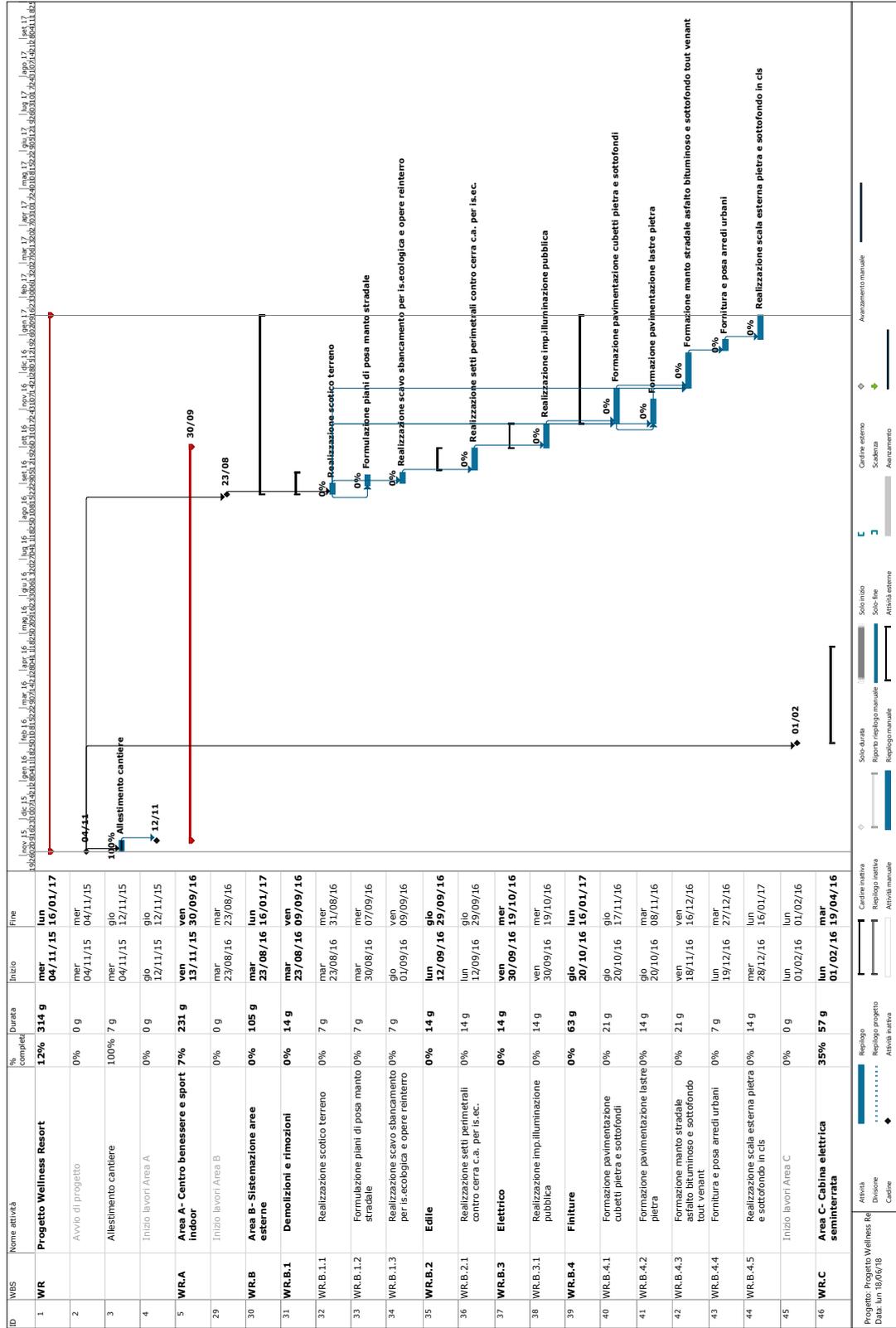
Ai fini di una corretta programmazione di progetto, le attività vengono poste in relazione attraverso le dipendenze, che visualizzano le conseguenze di ogni lavorazione sulla programmazione di progetto.

Il diagramma di Gantt è riportato negli allegati di progetto.

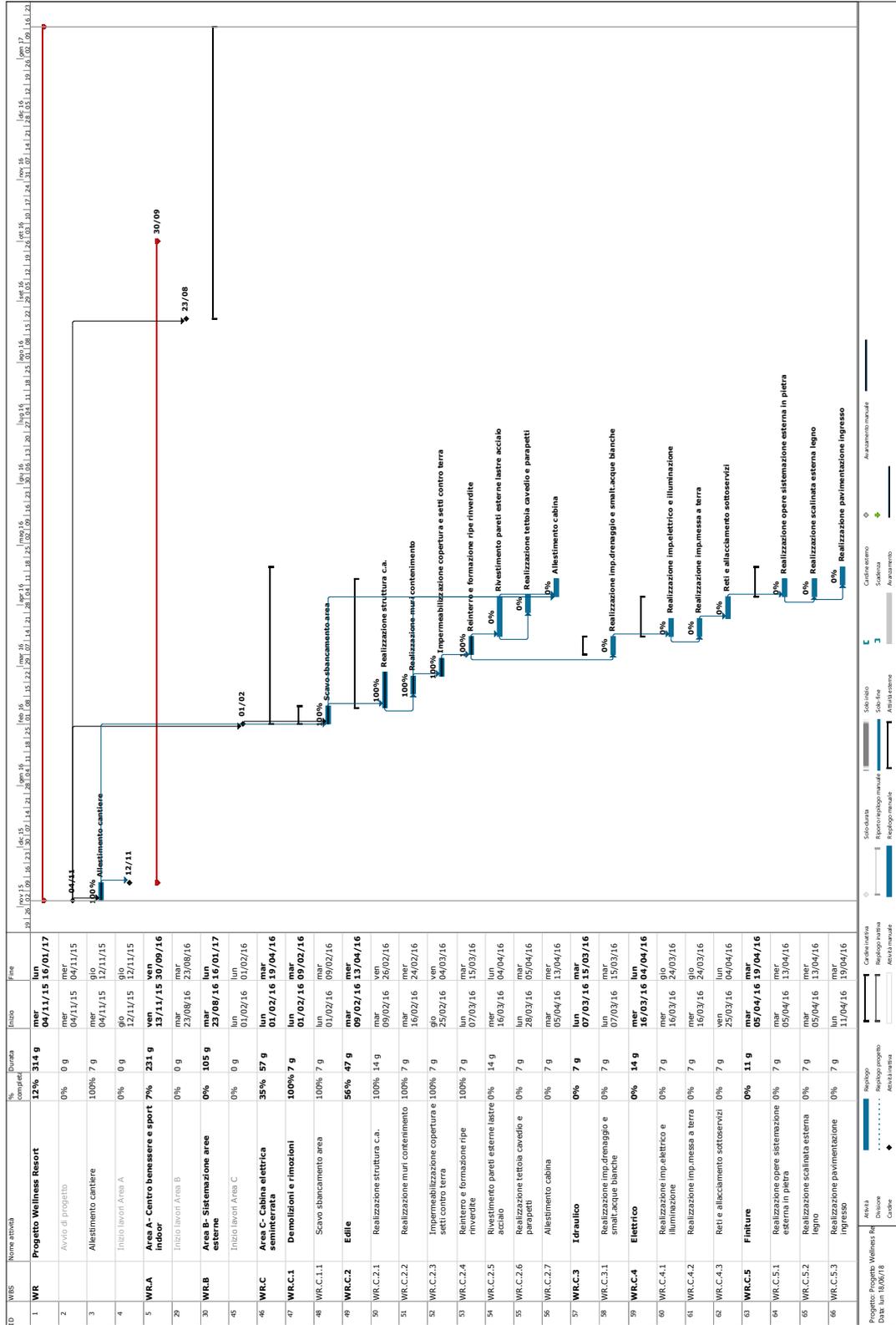
### 3.3.2.1 Diagramma di Gantt parziale delle opere di intervento del Centro benessere e sport indoor realizzato con Microsoft Project



Interventi di sistemazione delle aree esterne pertinenti al Centro



## Interventi di realizzazione della cabina elettrica adiacente al Centro





### 3.3.3 Tecnica reticolare: il cammino critico

Le maggiori variazioni in termini di tempo e di costo, come appreso dalla manualistica della disciplina del Project Management, possono essere conseguite durante la progettazione esecutiva, per cui una corretta schedulazione temporale nella fase di programmazione è sempre da tenere con particolare attenzione.

Per sopperire ad alcuni limiti del diagramma di Gantt, viene utilizzato un ulteriore modello grafico che permette di visualizzare attraverso le dipendenze fra le attività, il percorso critico: è la tecnica reticolare del cammino critico. Tale reticolo rappresenta graficamente l'organizzazione delle attività di progetto e delle reciproche dipendenze logiche e temporali, chiamati link o legami, attraverso la sequenza individuata nella Work Breakdown Structure, sino ad identificare i percorsi critici. È quasi improbabile che in un progetto il cammino critico sia nullo, in quanto è naturale la scelta di voler procedere attraverso lo sviluppo in parallelo di più attività per l'esecuzione del progetto, perciò gli interventi che si trovano in questa posizione sono evidenziati come quelli che maggiormente possono influenzare la data di fine progetto e sono gli stessi che necessitano di un controllo più attento.

Secondo il caso studio analizzato le attività segnalate come critiche sono individuate solamente negli interventi di sistemazione delle aree esterne poiché si osserva il procedere in parallelo con le attività della lavorazioni da realizzare sia sull'edificio sia sulla cabina elettrica.

Il diagramma reticolare è riportato negli allegati di progetto.



### 3.3.4 Pianificazione economica di progetto

Alla programmazione dei tempi è strettamente connessa la programmazione dei costi del progetto architettonico, dato il fatto che la variazione di questi ultimi è direttamente proporzionale all’entità degli scostamenti temporali che le attività possono subire durante la realizzazione.

Utilizzando il medesimo prospetto di progetto, il modello grafico delle attività sul diagramma di Gantt, è possibile associare a ognuna delle voci di intervento la risorsa materiale necessaria per la sua realizzazione. Le risorse, riportate nell’apposto *elenco delle risorse* del software MS, sono state suddivise secondo due tipologie: il costo del materiale e il costo del lavoro per fornitura e posa del materiale stesso. Il metodo di attribuzione è avvenuto distribuendo le voci di costo delle lavorazioni a corpo riportate all’interno del Computo Metrico Estimativo di progetto delle lavorazioni edili e degli impianti, mancante nel caso delle opere strutturali, che nonostante ciò si è risalito al suo valore attraverso il Capitolato Speciale d’Appalto e si è potuto procedere all’assegnazione del budget previsto per ogni attività del diagramma di Gantt.

Sulla base del metodo di attribuzione dei costi è possibile anticipare il budget che si esige di avere per realizzare il progetto Centro benessere e sport indoor<sup>80</sup>.



<sup>80</sup> I dati riportati sono puramente indicativi a scopi didattici.

Grafico dei costi per le risorse materiali

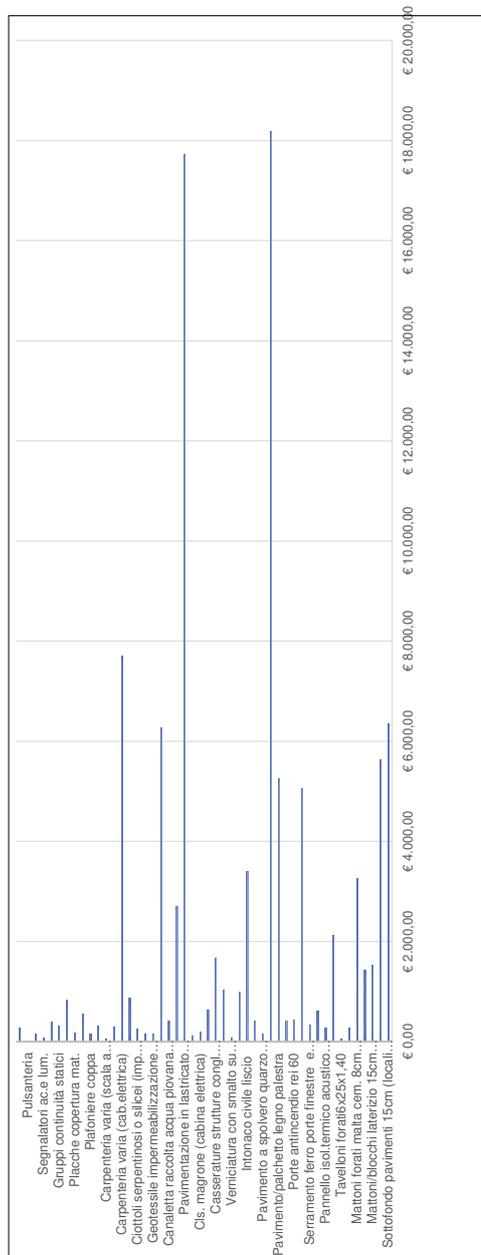
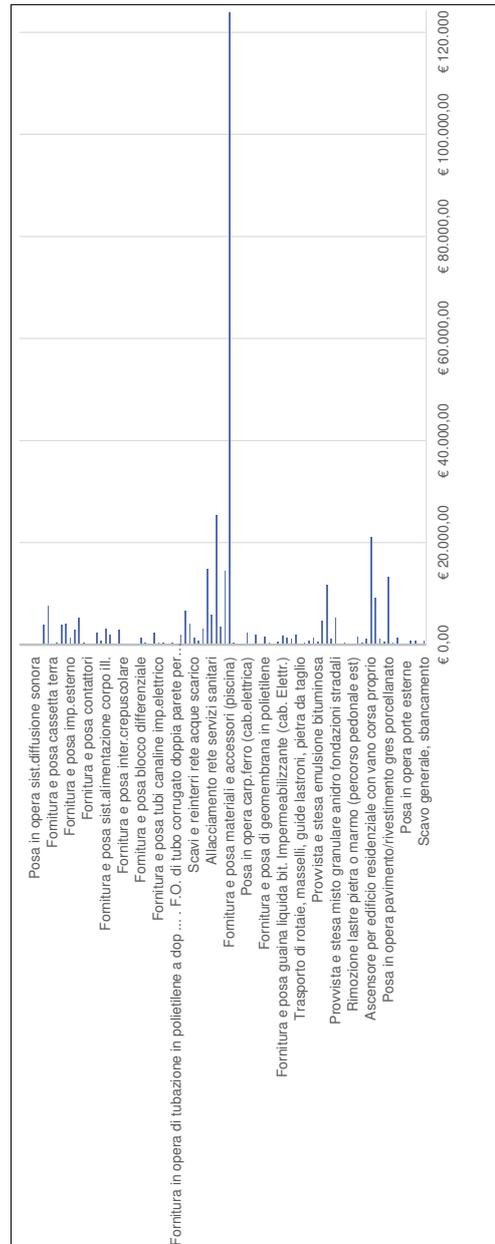
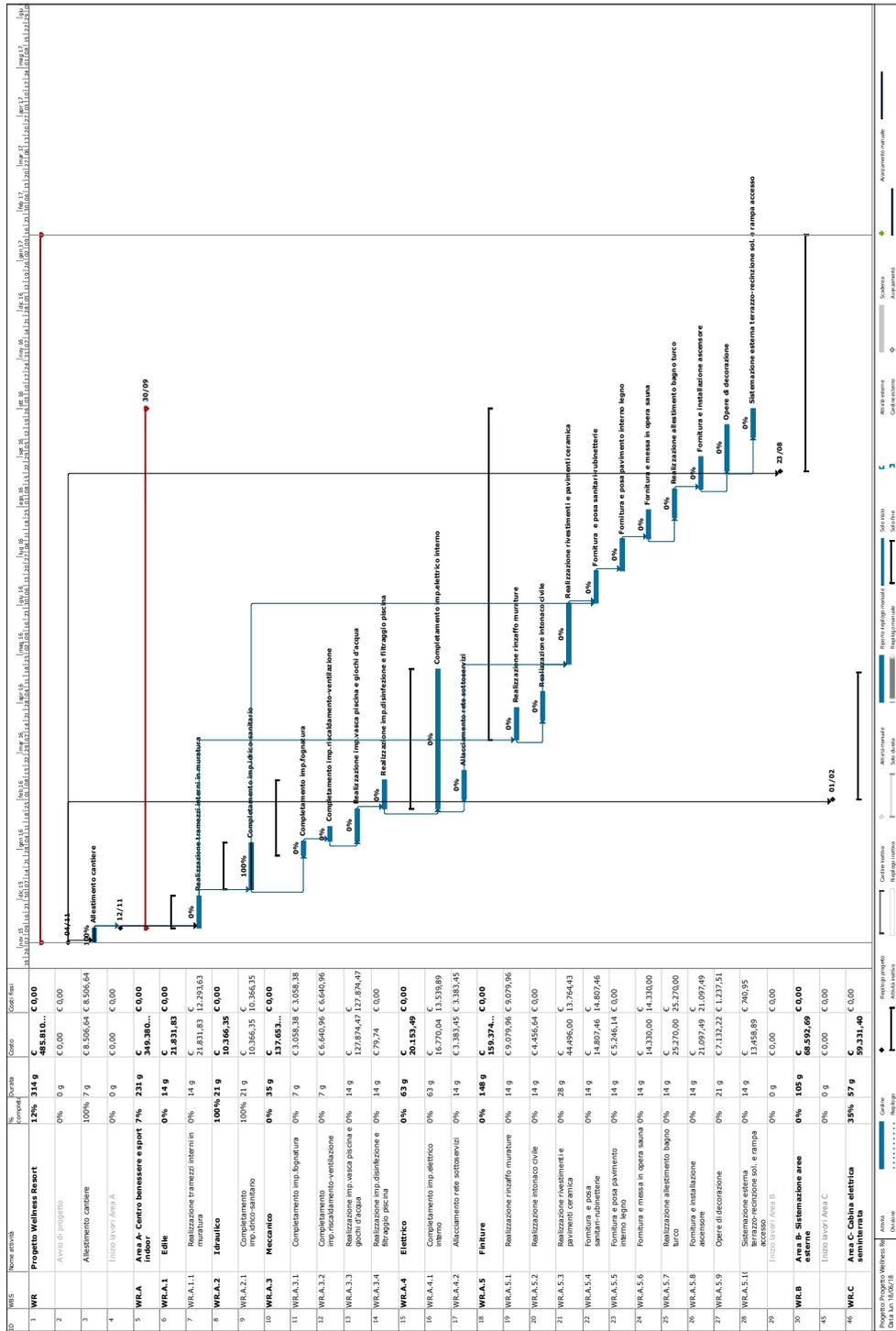


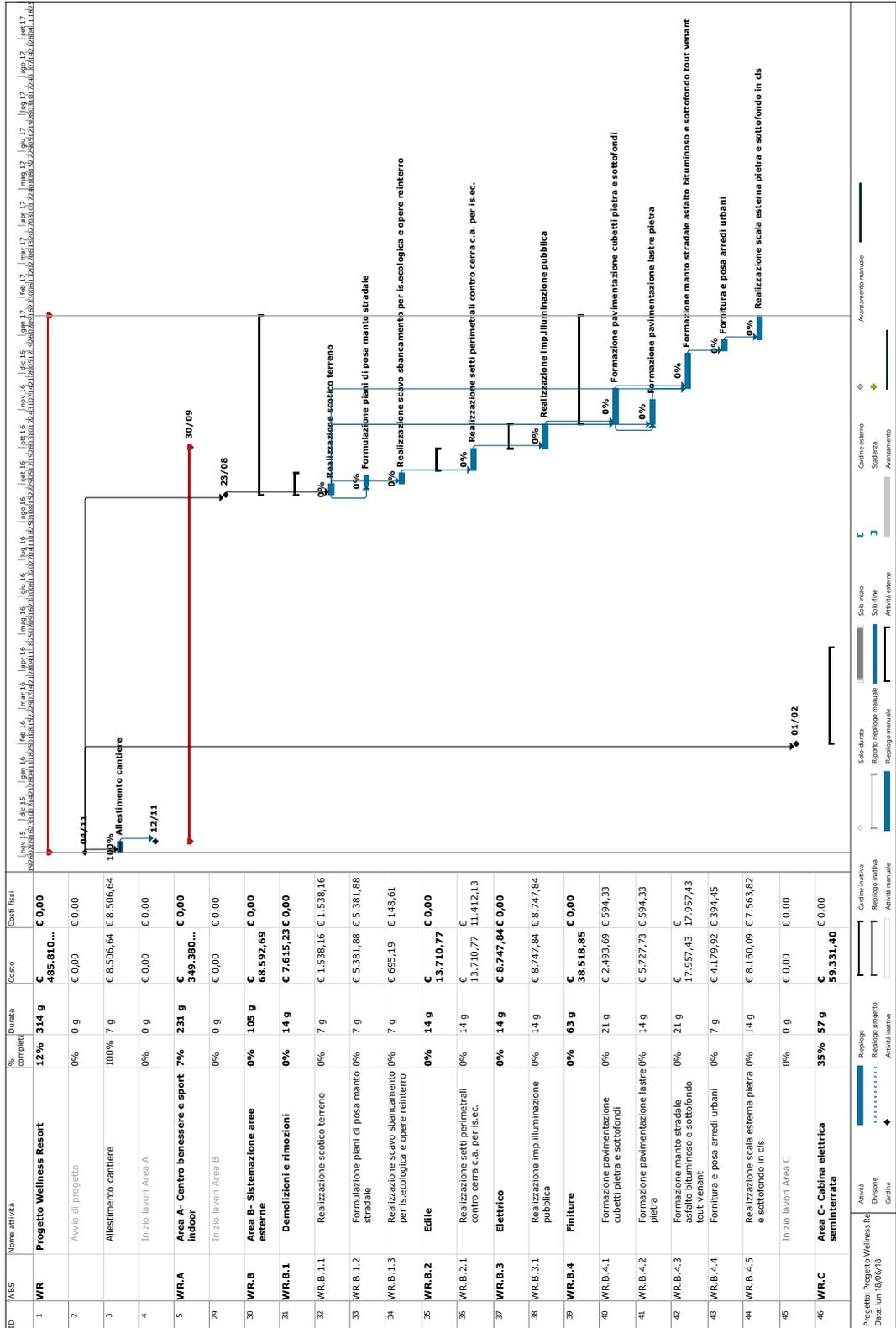
Grafico dei costi per le lavorazioni delle risorse materiali



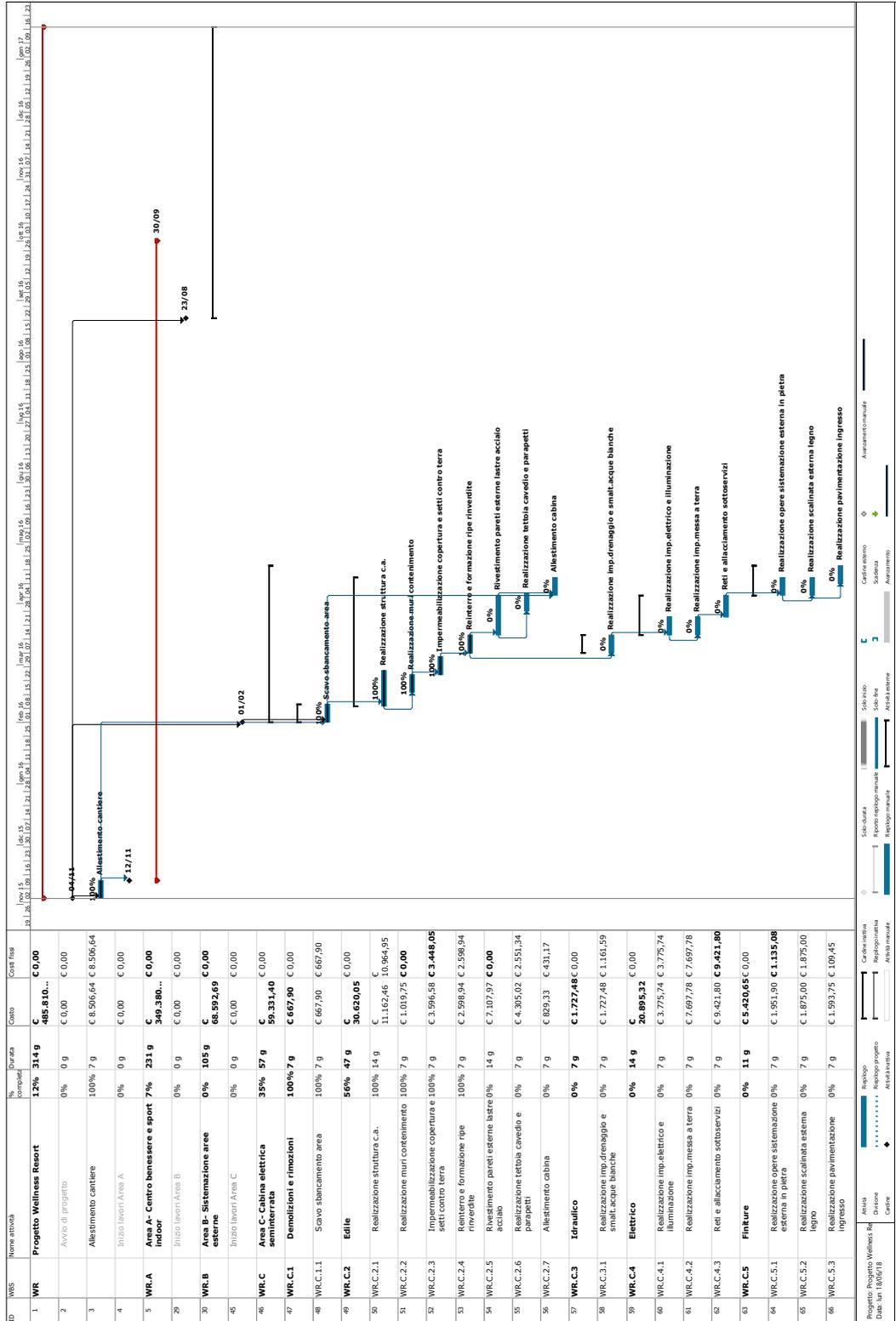
Costi da sostenere per la realizzazione del Centro benessere e sport indoor- diagramma di Gantt parziale re-  
alizzato con Microsoft Project



## Interventi di sistemazione delle aree esterne pertinenti al Centro



Interventi di realizzazione della cabina elettrica adiacente al Centro





## 3.4 Gestione e controllo delle attività del progetto architettonico

### 3.4.1 Lo stato di avanzamento lavori

Nel caso di un progetto di architettura è di assoluta importanza eseguire una corretta programmazione di tutti gli aspetti che concorrono alla realizzazione del progetto, rivolgendo particolare attenzione a quei parametri costituenti gli obiettivi che ci si prefigge di raggiungere per la realizzazione dell'opera. La lettura parziale del progetto ha permesso di inquadrare il contesto in cui si svolge attraverso la rielaborazione e l'analisi dei requisiti previsti nella programmazione temporale (cronoprogramma) e economica (Computo Metrico Estimativo).

Il caso studio analizzato è di particolare interesse per la realtà in cui si trova ad essere: una volta conclusa la programmazione degli interventi da realizzare, l'effettiva esecuzione del progetto non ha avuto inizio tranne che per poche lavorazioni. Per questo motivo il modus operandi solito che si attuerebbe durante la fase di esecuzione delle attività per un progetto in corso di realizzazione, in questo specifico caso viene rivisitato e adattato alla realtà analizzata. Se avessimo fin dal principio gestito il processo classico di un progetto architettonico, avremmo analizzato e schedato le fasi lavorative al fine di avviare la fase di esecuzione delle attività in cui, per ogni stato di avanzamento dell'opera, si sarebbero impostate le previsioni su determinate porzioni di progetto così da poterne monitorare il processo, individuare eventuali anticipi o ritardi rispetto al piano programmato e riformulare la data di

fine. Le previsioni diventano perciò le baseline di confronto tra le attività pianificate e quelle eseguite e restituiscono i punti fondamentali rispetto ai quali è possibile registrare le variazioni dal piano di progetto.

Il metodo con cui si è ricostruito il processo evolutivo del progetto, il Centro benessere e sport indoor, si è soffermato su una prima analisi della conclusione dell'opera necessaria al fine di comprendere le variazioni che potevano aver causato un tale forte ritardo, per poi passare all'analisi delle fasi e dei documenti di programmazione e pianificazione del progetto. Dopo ciò è stato possibile ricostruire il progetto mediante le classiche fasi di pianificazione e programmazione per impostare il prospetto delle attività e i relativi costi delle risorse materiali necessarie per la realizzazione e poter eseguire un'analisi della fase evolutiva dell'opera, limitando però le azioni di controllo sull'avanzamento.

Se si fossero potute registrare le evoluzioni delle fasi lavorative in parallelo alla reale esecuzione, avremmo attuato un controllo costante e avremmo potuto impostare le previsioni ad ogni completamento di una porzione significativa di progetto.

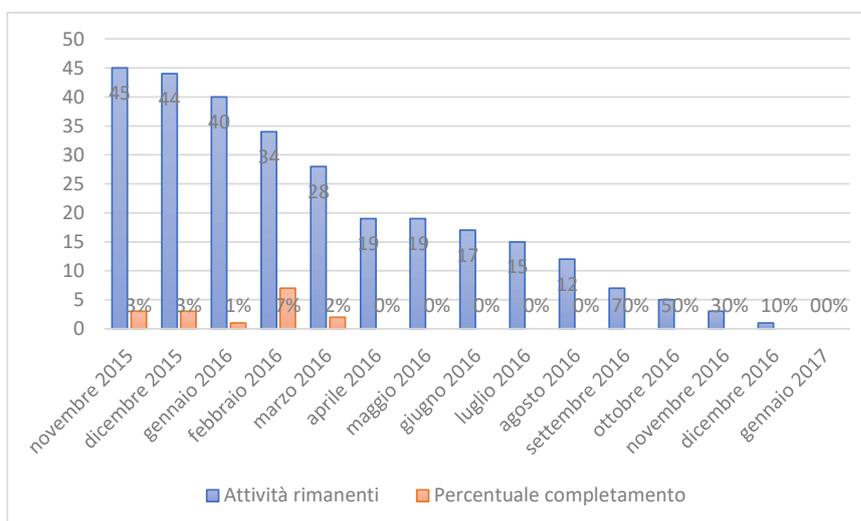
Secondo quanto è stato possibile ricostruire mediante la lettura ex post delle opere di intervento, la sola previsione che è stata possibile ricavare ci restituisce il piano della programmazione comprendente i punti fondamentali, volutamente scelti, riscontrati nelle variabili monitorabili della data inizio e fine progetto, la schedulazione temporale delle attività e la stima del costo per ogni lavorazione, rispetto ai quali sarà possibile registrare l'evoluzione di progetto e le difformità dalla pianificazione. Si è quindi, in una seconda fase, proceduto all'inserimento di tutti quegli eventi che hanno causato il ritardo sulla produzione.

Il diagramma di Gantt ci restituisce una chiara rappresentazione degli slittamenti avvenuti avendo cura di segnalare in riferimento alla scala temporale il loro inizio, secondo la previsione impostata in precedenza, e slittare le fasi di lavorazione con percentuale di completamento nulla o concluse parzialmente alla data in cui si è rilevata la ripresa delle lavorazioni.

Si riporta il diagramma di Gantt negli allegati di progetto.

La data ufficiale che viene riconosciuta come avvio delle lavorazioni è il giorno 4 novembre 2015, momento che sancisce la consegna ufficiale dei lavori alla ditta edile vincitrice del bando di gara.

Da quel momento, le uniche lavorazioni che si sono registrate completate ad oggi sono state l'allestimento di cantiere, una buona parte della realizzazione dei tramezzi interni, il totale completamento degli impianti idrico sanitari e una minima parte dell'impianto elettrico del Centro benessere; la struttura in cemento armato della cabina elettrica seminterrata, con annesso scavo di sbancamento dell'area di intervento, la realizzazione dei muri di contenimento perimetrali e le opere di reinterro e la formazione delle ripe rinverdite.



Da una lettura immediata del grafico restituito dal software MS, si individua che su una totalità di 44 lavorazioni se ne siano completate solamente 9, il che fa supporre che il progetto ha dovuto far fronte a molteplici cause o variazioni di natura consistenti che hanno provocato immancabilmente slittamenti e sospensioni delle attività.

Prima di riportare quali sono stati gli eventi registrati che hanno compresso lo sviluppo del progetto, sembra opportuno ripercorrere brevemente la situazione progettuale dell'opera: sul medesimo territorio in cui si vede la realizzazione del completamento dell'edificio del Centro benessere e sport indoor e delle lavorazioni a lui connesse, sorge un'altra struttura che vi si collega

funzionalmente e fisicamente, il centro Wellness, entrambi oggetto di appalto della medesima ditta edile e entrambi pensati per la costruzione in parallelo. Questo è stato motivo di riflessione e di analisi del programma temporale e dello stato di avanzamento dell'edificio del Centro Wellness, attraverso il confronto prima fra i cronoprogrammi dei due edifici, poi fra il cronoprogramma del Centro Wellness e il diagramma di Gantt costruito sulla base della schedulazione temporale fornitaci, per tenere conto dei legami di dipendenza fra le attività introdotti nella fase di programmazione.

Le fasi di lavorazione dei due edifici si sviluppano secondo la medesima programmazione temporale, su un periodo totale di diciotto mesi per il Centro Wellness, che trova per i primi undici il parallelismo con le attività di completamento del Centro benessere e delle lavorazioni a lui connesse.

Questo poteva far supporre che la sovrapposizione temporale delle attività fosse stata una delle cause dei ritardi, ma non essendo a conoscenza con certezza di ciò, si è proceduto a individuare se lavorazioni delle medesime categorie potessero essersi sviluppate in parallelo così da ipotizzare dei ritardi sulle forniture o lavorazioni che potevano avere impegnato la ditta su uno dei soli due edifici.

Non avendo riscontrato nulla di rilevante circa tale analisi si è proceduto con l'applicazione di quelle situazioni di cui si sono ottenute informazioni certe e di cui è stato possibile fornirci solo alcuni dettagli, ma comunque utili per apportare i dovuti scostamenti rispetto alla baseline di programmazione.

Alla data ufficiale di consegna delle aree di intervento nel mese di novembre 2015 i lavori sui due edifici hanno proceduto regolarmente per circa i quattro mesi successivi, dopo cui si sono dovute sospendere le lavorazioni, per cause non note all'autrice.

Questo momento di cessazione delle attività si è prolungato per almeno un anno, quando nel maggio 2017 è stato possibile far ripartire i lavori.

Tuttavia, a questi si sono accumulati altri ritardi, in quanto si è venuto a conoscenza che nel primo periodo dopo la consegna delle aree di intervento alla ditta, a causa di precipitazioni nevose consistenti, trovandosi l'edificio in una zona montana, si è dovuto ricorrere ad una ulteriore sospensione su entrambi gli edifici, che ha coinciso anche con la sospensione prima detta di cui non

sono note le cause.

Nell'arco di questo periodo inoltre, si sono dovute affrontare delle varianti in corso d'opera circa l'area di intervento della cabina elettrica seminterrata, dove un cedimento del terreno ha comportato la realizzazione di un setto di contenimento e, per una variante riguardo la fornitura del blocco ascensore richiesta dopo aver riscontrato che la classica tipologia dell'elevatore non era idonea ad essere installata, poichè si riscontravano difformità tra le dimensioni di tale ascensore con il vano tecnico dell'edificio, le cui misure erano state erroneamente calcolate, e che quindi necessitava di una tipologia a piattaforma.

Ad oggi la situazione non ha visto grandi risvolti, per cui si considera opportuno inserire tali variazioni e riportare che ad oggi, non si sono ancora avuti ulteriori sviluppi dall'ultima ripresa delle lavorazioni, che risale al mese di maggio 2017.

Operativamente, tali elementi individuati e elencati sono stati riportati all'interno del Diagramma di Gantt, in cui in un primo momento si è proceduto all'assegnazione delle percentuali di completamento, pari al 100%, per le fasi di lavorazioni riguardanti l'allestimento di cantiere, la realizzazione degli impianti dei servizi igienici del Centro benessere e sport indoor e la realizzazione della struttura della cabina seminterrata, lo scavo di sbancamento di tale area e la realizzazione dei muri di contenimento.

Altre lavorazioni come, la realizzazione dei tramezzi interni delle aree bagni e spogliatoi (75% di completamento) e l'impianto elettrico del Centro (25%) sono iniziate dopo la ripresa delle attività nel maggio 2017.

Il totale delle attività che sono state completate o sono in corso d'opera incide per il 17% rispetto la totalità delle lavorazioni.



La restante parte delle attività di intervento sono state dunque segnalate in ritardo, calcolato sulla sospensione di circa un anno dalla data di consegna delle aree.

Il progetto ci restituisce il quadro della situazione di budget previsto in confronto a quanto si è realizzato.

Secondo i ritardi segnalati, le lavorazioni con percentuale di completamento nulla sono state slittate. Su tale variazioni sono state slittate tutte le lavorazioni del Centro benessere e sport indoor, la sistemazione delle aree esterne e la realizzazione delle lavorazioni dell'area della cabina non ancora portate a termine, concludendo che il progetto si è trovato nel mese di maggio 2017 all'incirca nella medesima situazione prima della sospensione.

Ad oggi si è a conoscenza del fatto che da quella data siano state avviate le lavorazioni riguardanti i tramezzi interni e l'impianto elettrico del Centro, non ancora completate del tutto.



### 3.4.2 Il controllo di progetto attraverso il metodo Earned Value

Grazie all'utilizzo del software di gestione Microsoft Project, si restituisce una chiara e immediata lettura dello stato di avanzamento del progetto, rispetto alla previsione che era stata impostata per attuare il confronto dei parametri di tempo e di costo preventivati con quelli effettivamente realizzati.

Una volta inseriti gli scostamenti nel progetto e evidenziate le variazioni che ne conseguono, si imposta nel sistema la baseline di riferimento scelta come punto di controllo per l'avanzamento di progetto. È evidente come il piano attuale non sia assolutamente in linea con il piano originale di progetto e come tutte le attività, in questo caso non solo quelle poste sul percorso critico, per le quali è possibile aspettarsi delle variazioni, siano traslate di oltre un anno dalla loro effettiva data di inizio, tanto da far risultare l'intero sviluppo dell'opera di 854 giorni naturali e consecutivi contro i 314 giorni previsti per il suo completamento durante la fase di programmazione.

Il primo elemento che il grafico del diagramma di Gantt ci restituisce è la differenza circa l'avanzamento fisico delle fasi di lavorazione, che come è ben noto dalla disciplina gestionale comporta un'immediata variazione anche dell'avanzamento economico.

Se avessimo basato la rilevazione dei tempi e dei costi di progetto sostenuti attraverso un controllo separato avremmo limitato la possibilità di individuare il reale stato di progetto, restituendo una visione probabilmente distorta o inesatta.

Proprio per superare questo limite, viene introdotto il metodo dell'Earned Value, che rappresenta il metodo più avanzato di valutazione temporale di progetto, basandosi sul calcolo dell'avanzamento in termini di budget e che attraverso il software Microsoft Project, in cui sono inseriti i dati temporali e

economici di progetto, risulta immediato.

Applicando tale metodo del valore guadagnato a fronte del lavoro effettivamente realizzato, quello che il software ci presenta è una tabella di calcolo in cui sono individuati i tre principali valori del metodo Earned Value, il Planned Value, Actual Cost e Earned Value e, i loro rispettivi indici di performance, Schedule Variance, Cost Variance, Schedule Performance Index, Cost Performance Index, che consentono di confrontare in maniera oggettiva i costi sostenuti e i costi realizzati per ogni attività, alla data di rilevamento o timenow che si reputa utile per la comparazione.

Prendendo in esame dunque i valori di costo rispetto all'avanzamento fisico di progetto è possibile operare una analisi degli scostamenti che il progetto ha subito e analizzare il costo di progetto aggiornato con il budget programmato:

Figura 3.2 - Schematizzazione dei tre principali valori del metodo Earned Value

PV (BCWS)	Planned Value o Budgeted Cost of Work Scheduled	Esprime il valore di costo delle attività a preventivo. E' calcolato sulla base del lavoro che dovrebbe essere stato completato in un determinato periodo di tempo, alla data del timenow.
AC (ACWP)	Actual Cost o Actual Cost of Work Performed	Esprime il valore del lavoro realmente realizzato. Indica il valore a costo di budget del lavoro effettivamente svolto.
EV (BCWP)	Earned Value o Budgeted Cost of Work Performed	Esprime il valore del lavoro delle attività completate, rispetto a quanto si sarebbe dovuto spendere per realizzarle. Indica quanto lavoro è effettivamente svolto.

Fonte: elaborazione dell'autrice dal testo Capaldo G., Volpe A., Project Management, Mc-Graw-Hill, 2012, p.174

Tali metriche di progetto standard sono in grado di restituirci i valori di costo per ogni attività di livello superiore e sotto-attività analizzato nel dato periodo di tempo.

La risposta di tali valori si iscrive all'interno di un grafico di curve a "S", che restituiscono l'andamento qualitativo e quantitativo del progetto. Tale calcolo ci restituisce i valori di PV, AC, EV, delle attività stimate all'inizio del progetto del piano di progetto, in base ai costi delle risorse assegnate alle attività e eventuali costi fissi, e il periodo di esecuzione calcolato, fino alla data di timenow.

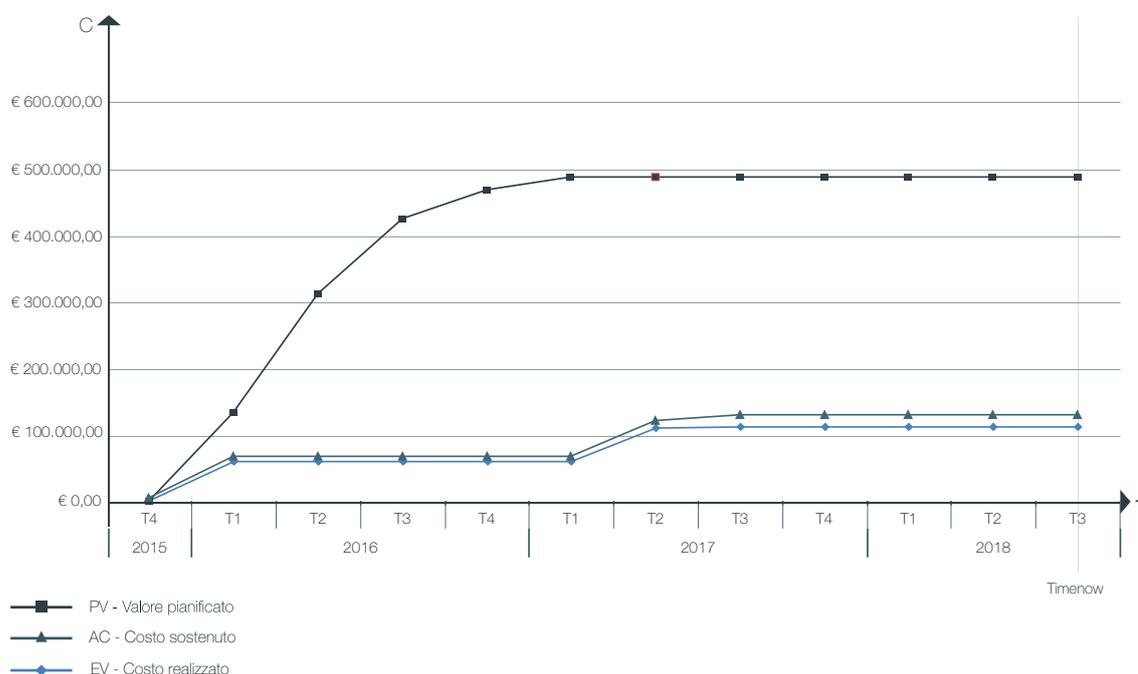
### 3.4.2.1 Le curve a S: analisi del costo realizzato

Una volta impostata la baseline di progetto riguardante le prime attività eseguite, quella ancora da completare sono state slittate secondo la data in cui si è registrata la ripresa delle lavorazioni, e su cui si è impostata una nuova baseline di progetto.

Secondo quanto ci viene fornito dal software MS, il progetto si è protratto per 938 giorni naturali e consecutivi e ha accumulato solo il 17% di completamento delle attività.

Applicando il metodo dell'Earned Value, il software MS ci restituisce la curva a "s" dei costi di progetto, che si presenta con un forte andamento piatto per il budget realizzato in confronto ai costi preventivati, e i valori di Planned Value, Earned Value e Actual Cost.

Costo realizzato nel tempo realizzato con Microsoft Project



COSTO	PV (BCWS)	EV (BCWP)	AC (ACWP)
485.810,75	485.810,75	58.485,01	58.485,01

Esplicitando i risultati ottenuti si ricorda che:

- il Planned Value: rappresenta il valore di costo che si era previsto di spendere ad una determinata data in base alla schedulazione dei lavori. Nel caso analizzato il progetto, ancora in fase di realizzazione, prevede dunque che si debba spendere lo stesso valore proposto nel budget a consuntivo;
- l'Earned Value: rappresenta il valore delle attività completate alla data di rilevamento del progetto;
- l'Actual Cost: rappresenta il valore di costo che si è speso alla data di rilevamento. In questo caso è il medesimo costo riscontrato nell'indice del costo realizzato (EV).

Dopo aver analizzato tali indici e aver attuato il controllo sullo stato di avanzamento delle attività di intervento, di modo da aver ottenuto i risultati sui tempi di esecuzione e sui costi a consuntivo, attraverso una restituzione grafica del trend progettuale, resta da definire gli indicatori che esprimono le performance sui costi e i tempi a fronte degli scostamenti.

Questi sono individuati in base agli scostamenti relativi all'avanzamento fisico e temporale, Schedule Variance e Schedule Performance Index, e per gli scostamenti relativi all'avanzamento economico, Cost Variance e Cost Performance Index.

Se ne riporta una schematizzazione:

Figura 3.3 - Schematizzazione degli indicatori del metodo Earned Value

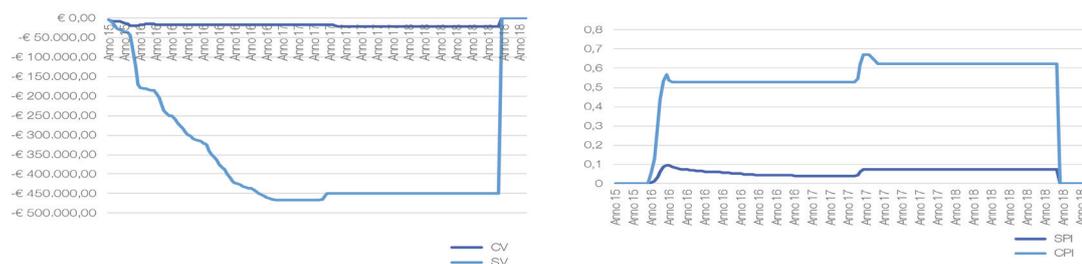
SV	Schedule Variance o Scostamento di schedulazione	$SV = BCWP - BCWS$	Indica la differenza, in termini di tempo, del costo sostenuto per le attività realizzate e del costo che si sarebbe dovuto spendere, alla data del timenow.
CV	Cost Variance o Scostamento di schedulazione	$CV = BCWP - ACWP$	Indica la differenza, in termini di costo, tra le attività realizzate a budget e il costo realmente sostenuto per le attività svolte a consuntivo.
SPI	Schedule Performance Index o Indice di efficienza dei tempi	$SPI = BCWP / BCWS$	Indica il rapporto tra le attività effettivamente realizzate e le attività che si sarebbero dovute realizzare alla data del timenow, a parità di costi dedotti dal budget di riferimento.
CPI	Cost Performance Index o Indice di efficienza dei tempi	$CPI = BCWP / ACWP$	Indica il rapporto tra il costo per le attività svolte al valore del costo di budget e il costo per le attività svolte a consuntivo.

Fonte: elaborazione dell'autrice dal testo Capaldo G., Volpe A., Project Management, Mc-Graw-Hill, 2012, p.177

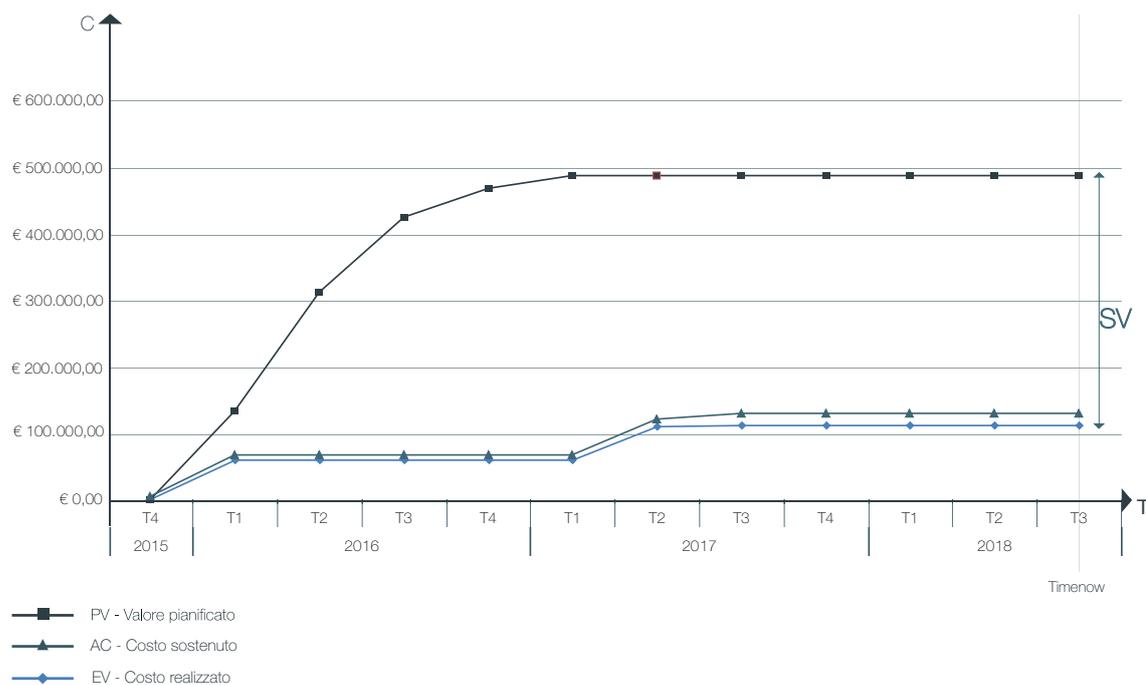
SV	CV	SPI	CPI
- 427.325,75	0	0,12	1

- **Schedule Variance:** restituisce un indice, sulla differenza in termini di tempo, con valore *negativo*. Ciò sta a indicare che il progetto si trova in uno stato di *ritardo* rispetto la schedulazione programmata, in quanto le attività realizzate (EV), a parità di quelle che si sarebbero dovute realizzare (PV) sono inferiori;
- **Cost Variance:** restituisce un indice di schedulazione sulle attività *nulla*, poiché esprime tra il costo delle attività effettivamente realizzate (EV) e il costo sostenuto per le attività svolte (AC);
- **Schedule Performance Index:** restituisce un indice di efficienza dei tempi, tra Earned Value e le attività che si sarebbero dovute realizzare (PV). Nel caso analizzato il valore è inferiore di 1, per cui il progetto si trova in una situazione di ritardo, poiché il progetto sta realizzando meno lavoro di quanto stimato e schedulato;
- **Cost Performance Index:** restituisce un indice di efficienza dei costi, tra l'Earned Value e il costo per le attività svolte a consuntivo (AC). Il valore è maggiore di 1, quindi i costi sostenuti sono minori di quelli preventivati e il progetto si trova in una situazione di *sovrabudget*.

Scostamento nel tempo: CV - SV e indici di efficienza del tempo: CPI - SPI



Nel caso analizzato, data la situazione di ritardo e di incompletezza dell'opera, gli indici del cost variance e dello schedule variance restituiscono un valore rispettivamente nullo e negativo, per cui indica che il progetto si trova in una situazione di ritardo nei tempi di esecuzione e in uno stato di inefficienza per la variazione dei costi e dei tempi.



SPI < 1    Tempi: negativo

CPI = 1    Costi: positivo

Se gli strumenti forniti dalla metodica del Project Management fossero stati applicati durante tutta l'evoluzione delle fasi lavorative, si sarebbe potuto fornire un'accurata analisi del progetto, che avrebbe tempestivamente fornito il segnale di un cambiamento rispetto la programmazione, consentendo di anticipare le azioni correttive o monitorare in maniera più assidua ogni porzione significativa delle fasi di lavorazione.

Applicandola in questo specifico caso solo per la verifica di un progetto irrisolto, non ci permette di apprezzare i vantaggi di un tempestivo cambiamento delle performance di progetto, ma ci permette comunque di individuare la situazione in cui il progetto si è sospeso.

<b>3.5</b> <b>CHIUSURA</b>
-------------------------------

### 3.5 La formulazione di un nuovo piano di progetto

Prospettandosi un andamento così fortemente negativo di progetto, la strategia da attuare è la riprogrammazione del completamento della parte rimanente degli interventi di progetto, secondo la stima e l'analisi derivate dall'applicazione del metodo Earned Value.

Nel caso del calcolo che il software Microsoft Project ci fornisce, le necessarie modifiche al piano di progetto vengono effettuate sulla stima dei costi relativi al completamento delle attività, sono riscontrabili negli indicatori di: Estimation at Completion (EAC), Budget at Completion (BAC), Variance at Completion (VAC), che consentono di raffinare l'analisi oppure di far emergere altri aspetti del progetto a cui occorre porre attenzione.

Figura 3.4 - Schematizzazione degli indicatori delle stime al completamento

EAC	Estimation at Completion o Stima al completamento	$EAC = ACWP + ETC$	E' la stima al completamento consiste nella somma dei consuntivi al timenow, più la stima a finire dei costi (ETC)
BAC	Budgeted at Completion o Budget al completamento	$\sum_{i=1}^N X_{(attività)}$	E' l'ammontare complessivo del valore pianificato per completare tutte le attività, caratterizzato graficamente dalla curva a "s" dei costi.
VAC	Variance at Completion o Scostamento al completamento	$VAC = TBC - EAC$	E' un indicatore della differenza tra il budget iniziale del progetto (Total Budgeted Cost) e il budget previsto del progetto quando il progetto è completo

Fonte: elaborazione dell'autrice dal testo Capaldo G., Volpe A., Project Management, Mc-Graw-Hill, 2012, p.182

<b>EAC</b>	<b>BAC</b>	<b>VAC</b>
485.810,75	485.810,75	0

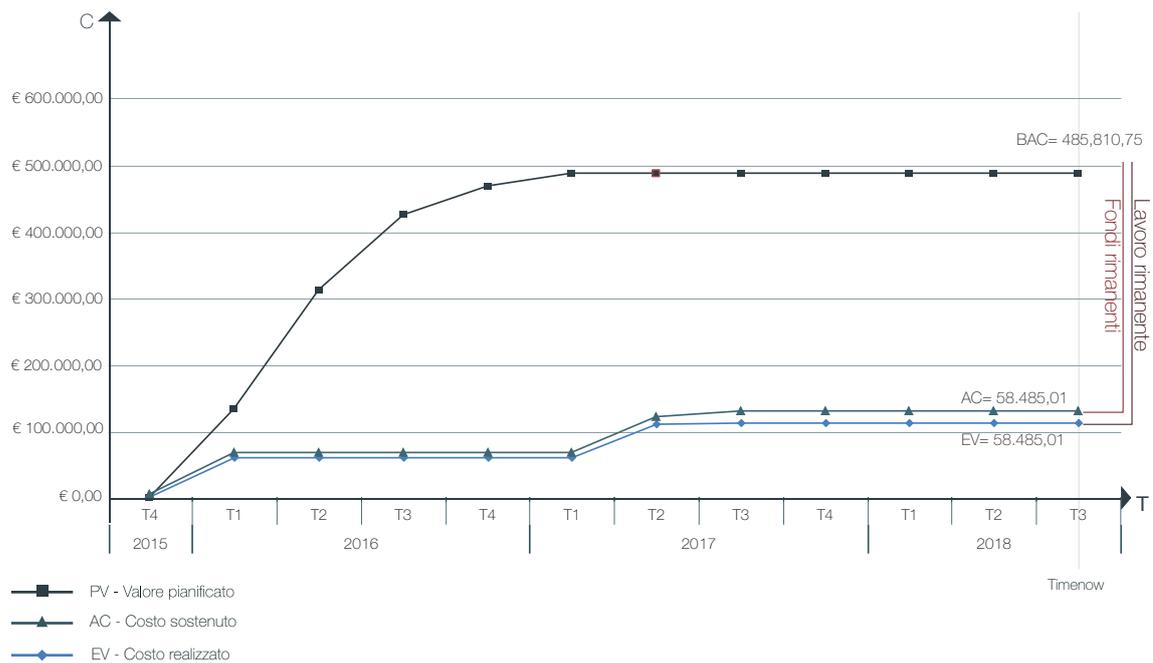
- Budgeted at Completion: indica che per il budget necessario per portare a completamento il progetto è equivalente al budget stimato in fase di programmazione, in quanto si sono realizzate solo una piccola parte della totalità delle lavorazioni richieste;
- Estimation At Completion: indica la stima a finire rispetto ai costi a consuntivo, per cui il progetto è stimato per un costo finale pari a quanto programmato;
- Variance at Completion: essendo un indicatore di differenza tra il budget pianificato e quello previsto per un progetto completato, il suo valore è nullo.

Il progetto ci ha restituito degli indicatori di performance con valori del tutto nulli o pari al budget pianificato, che prospettano una situazione poco recuperabile, in questo caso anche facilmente intuibile dalla condizione che si era venuta a creare con l'inserimento e la raffigurazione degli scostamenti, pari ad oltre un anno, che si prefigurava sul diagramma di Gantt.

Come ultimo indice per l'analisi di calcolo che fornisce un'indicazione futura sul livello di performance da raggiungere in termini di costi per riportare il progetto in linea con il budget, si utilizza il To-Complete Performance Index (TCPI).

Pone in relazione il lavoro che rimane da completare, calcolato sulla differenza tra BAC e EV, con il budget che si ha ancora a disposizione, calcolato come la differenza tra BAC e AC.

All'interno di tale lavoro si è deciso di proporre la simulazione della formula del To-Complete Performance Index a fini didattici, pur sapendo di non poter ottenere valori del tutto veritieri.



CPI = 1

$$TCPI = \frac{\text{lavoro rimanente (BAC-EV)}}{\text{fondi rimanenti (BAC-AC)}} \longrightarrow \begin{matrix} \text{BAC-EV} = 427.325,75 \\ \text{BAC-AC} = 427.325,75 \end{matrix}$$

TCPI = 1

Secondo il valore ottenuto, si prevede di dover guadagnare in proporzione per la durata di tempo rimanente 1 euro in più per ogni unità di euro che verrà spesa. Ma in questo caso si necessita di molti più soldi affinché si possa recuperare il progetto, per cui ci si avvale di una formula simile, ma che inserisce al posto del BAC (il valore totale di progetto) il valore di EAC, Estimation At Completion.

CPI = 1

$$TCPI = \frac{\text{lavoro rimanente (EAC-EV)}}{\text{fondi rimanenti (EAC-AC)}} \longrightarrow \begin{matrix} \text{EAC-EV} = 427.325,75 \\ \text{EAC-AC} = 427.325,75 \end{matrix}$$

TCPI = >= 1

Il valore che l'indice ci restituisce è il medesimo valore di quello precedente, tali indici ci riferiscono che in futuro se saremmo in grado di produrre il valore richiesto in proporzione per ogni unità di costo, il progetto potrebbe non essere più in una situazione di extra costi e quindi in perdita.

## Conclusioni

Dall'indagine condotta circa lo sviluppo della metodologia di stampo manageriale il Project Management all'interno del settore edile è stato possibile definire come gli strumenti di integrazione, coordinamento e gestione siano adattabili e di vantaggioso supporto alle fasi atte alla realizzazione di un progetto di architettura, nel quale ambito è sempre maggiore la richiesta di una gestione tale da garantire la qualità del manufatto, la sua realizzazione in tempi definiti, l'ottimizzazione dell'uso delle risorse impiegate e un controllo sull'economia della produzione e della gestione in relazione alle previsioni e alle condizioni di mercato.

In riferimento al contesto italiano, tale metodica manageriale ha trovato inizialmente difficoltà nell'inserirsi all'interno di norme radicate e una organizzazione tradizionale, costruita secondo una struttura gerarchica in cui il potere e la gestione è accentrato nelle mani di un singolo soggetto e, una pianificazione lacunosa che è stata a volte causa di una serie di ritardi e diseconomie nelle iniziative edilizie, ma che con il divenire è stata riconosciuta dai professionisti del settore la soluzione idonea a colmare le molteplici criticità che vi si riscontrano.

Soprattutto tale settore, caratterizzato da un ambito in cui collaborano e convivono molteplici figure professionali, risorse impiegate e un aspetto economico consistente non può prescindere dall'implementazione e dall'applicazione di tale metodologia sistemica, che integra vantaggiosi strumenti ai classici metodi di gestione del processo dell'iter progettuale come l'avvio di progetto con i dovuti studi di fattibilità, la realizzazione delle singole opere sino alla stessa gestione del manufatto.

Dimostrazione di ciò l'applicazione della Work Breakdown Structure risulta un primo supporto al miglioramento della pianificazione delle attività, a cui si connette e integra la schedulazione temporale di esecuzione delle fasi lavorative, attraverso il diagramma di Gantt, o vi si costruisce una struttura matriciale, l'Organizational Breakdown Structure, che definisce le responsabilità e

i responsabili di ogni comparto.

Tale tipo di strutturazione e organizzazione si ripercuote su un controllo mirato nelle fasi di planning e esecuzione, al fine di monitorare ogni aspetto che vi concorre. Tali strumenti possono essere utilizzati contemporaneamente grazie allo sviluppo dei sistemi informatici di gestione, ad oggi disponibili come Microsoft Project, di cui ci si è serviti per analizzare il caso studio scelto come base di supporto all'esplicitazione della metodica e soprattutto all'applicazione dell'Earned Value Method, un sistema di controllo molto semplice che integra i costi di progetto con il loro impiego temporale al fine di definire il reale stato di avanzamento di un'opera.

Si è proposta così una sperimentazione dell'applicazione della disciplina di tale metodo teorico-scientifico rispetto a una realtà di un progetto di modeste dimensioni, solitamente applicata all'interno di grandi opere di edilizia, scelto per il fatto di non essere ancora concluso dopo anni di sospensioni.

La ricostruzione del progetto secondo le tecniche e gli strumenti del Project ci ha permesso di ricreare il prospetto attuale dell'opera e di riportare un'analisi finanziaria valutata sulle performance ottenute durante la fase di esecuzione, fornendo la stima delle prestazioni future di costo che sono necessarie per eseguire il lavoro rimanente, se si desidera completarlo entro il budget approvato.

Il progetto è stato avviato nel novembre 2015 in cui si sono effettuate solo il 12% delle lavorazioni, per poi affrontare una lunga sospensione che si è protratta sino al maggio 2017.

I valori che ci vengono restituiti infatti evidenziano un valore di Earned Value pari a 58.485 euro a fronte di un progetto in cui erano stati pianificati 485.810 euro.

I valori riscontrati nelle metriche dell'Earned Value e Actual Cost risultano essere i medesimi, poichè non essendo venuti a conoscenza delle stime di costo precedenti all'inizio dei lavori e i successivi costi consuntivati, non può essere evidenziata nessuna differenza di budget.

Inoltre, data la condizione di un lungo periodo di ritardo e avendo applicato scostamenti su quasi il 90% delle attività, il software Microsoft Project non è riuscito a calcolare con esattezza i valori degli indici di Schedule Variance e Cost Variance.

In questo modo si è potuta dimostrare l'utilità di un tale metodo, che però deve essere applicato durante la fase di esecuzione di un progetto per meglio monitorare lo stato di avanzamento e poter evidenziare sin da subito delle variazioni, che come si è potuto notare in questo specifico caso, possono comportare una situazione non facilmente recuperabile per il progetto.

## Bibliografia

Allodi D., *Project management per l'architettura. Definizione degli obiettivi, programmazione, esecuzione, controllo, attori e dinamiche*, Edilizia, 2008.

Albino V., Costantino N., Sivo G., *Le costruzioni: mercato e imprese*, Carocci editore, 2000.

Amato R., Chiappi R., *Tecniche di Project Management. Pianificazione e controllo dei progetti*, Franco Angeli, 2000.

ANAC, *Linee guida attuative del nuovo Codice degli Appalti. Nomina, ruolo e compiti del responsabile unico del procedimento per l'affidamento di appalto e concessioni*.

Archibald R.D., *Project Management. La gestione di progetti e programmi complessi*, Franco Angeli, 2004.

Archibald R.D., *Managing High-Technology Programs and Projects*, second edition, Wiley&Sons, 1992

Bragadin M.A., *La programmazione dei lavori con i metodi reticolari. metodi e strumenti di Project Time Management per la costruzione*, Maggioli Editore, seconda edizione, 2011.

Cancrini A., Petullà F., *Gli incarichi tecnici nei lavori pubblici. Responsabilità e strumenti di garanzia per il progettista, il responsabile unico del procedimento, il direttore dei lavori ed il collaudatore*, EPC Libri, 2002.

Cantamessa M., Cobos E., Rafele C., *Il project management. Un approccio sistemico alla gestione dei progetti*, Isedi, 2007.

Capaldo G., Volpe A., *Project Management. Principi, metodi e applicazioni per il settore delle opere civili*, McGraw-Hill, 2012.

Clough R.U., Sears A.G., *Construction Project Management*, third edition, Wiley & Sons, 1991.

Codice Civile, Regio Decreto 16 marzo 1942, n. 262.

Codice dei Contratti Pubblici, D.lg. 50/2016.

De Mare G., Morano P., *La stima del costo delle opere pubbliche*, Utet Università, 2002.

di Casti G., *Project management per l'edilizia. Ingegneria economica: applicazioni e sviluppo*, Project Management per l'edilizia, 2009.

Di Giorgio L. PMP, PMI-RMP®, *Project Risk Management*, seconda Edizione, 2016.

Fregonara E., *Valutazione sostenibilità progetto. Life Cycle Thinking e indirizzi internazionali*, Franco Angeli, 2015.

Gentile M., Sinisi V.A., *La fornitura con posa in opera nell'appalto di lavori pubblici*, Maggioli Editore, 2002.

Grigoriadis D., *Project management e progettazione architettonica. Gestione e controllo del progetto dalla ideazione alla costruzione*, Roma: DEI, 2009.

IPMA, *Manuale delle competenze di Project Management*, International Project Management Association, Luglio 2012.

Isipm, Mastrofini E, *Guida ai temi ed ai processi di project management. Conoscenze avanzate e abilità per la gestione dei progetti*, prima edizione 2017.

Manzoni B., Caporarello L., Saviozzi F.A., *L'architetto*, Egea, 2014.

Patrone P.D., Piras V., *Construction Management. La gestione del Progetto a vita intera: estimo, contabilità, organizzazione, controllo tempi/costi*, Alinea editrice, Firenze 1997.

Project Management Institute, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*, fourth Edition, Project Management Institute, 2008.

Sears S.K, Sears G.A., Clough R.H., Rounds J.L., Segner R.O., *Construction project management. A practical Guide to field Construction Management*, sixth Edition, Wiley, 2015.

Testo unico della tariffa per le prestazioni professionali dell'ingegnere e dell'architetto, Legge 2 marzo 1949, n. 143.

Rigamonti G., *La gestione dei processi di intervento edilizio. Tecniche e strumenti di project e construction management*, Utet, 2001.

Vettese A., *Project management. Logiche di sviluppo, processi, suggerimenti pratici e tecniche innovative per il controllo, dalla progettazione al collaudo*, Il Sole 24 ore, 2002.

## Articoli

Al-Jibouri S. ad H., *Monitoring system and their effectiveness for project cost control in construction*, in "International Journal of Project Management", 21 (2003) 145-154

Chen H. L., Chen W. T., Lin Y. L., *Earned value project management: Improving the predictive power of planned value*, in "International Journal of Project Management", 34 (2016) 22-29

Fregonara E., *Estimo e Project Management: l'orientamento disciplinare italiano*, in "AESTIMUM 59", Dicembre 2011: 141-169

Naeni L. M., Shadrokh S., Salehipour A., *A fuzzy approach for the earned value management*, in "International Journal of Project Management", 29 (2011) 764-772

Binaglia G., *Appalti e concessioni alla luce del D.lgs 50/2016 e potere di autotutela della P.A.*, in "Salvis Juribus", 2017

Warburton R.D.H., *A time-dependent earned value model for software projects*, in "International Journal of Project Management", 29 (2011) 1082-1090

## Tesi di Laurea

Occorso R., (1998). Controllo e gestione di progetto. Rel. Curto R., Facoltà di Architettura, Politecnico di Torino.

Rosso M., (2015). Earned value management and risk management: proposta di una metodologia di stima a finire dei costi di progetto che integri la valutazione quantitativa dei rischi. Rel. De Marco A., Facoltà di Ingegneria, Politecnico di Torino.

Biasetto A., (2013). Project Management e innovazione di processo/prodotto: il caso San Benedetto. Rel. Biazzo S., Facoltà di Ingegneria gestionale, Università degli studi di Padova.

Vasta R., (2014). L'organizzazione del progetto. Il ruolo dell'architetto nell'era del management: il caso MUSE di Trento. Rel. Vettori P.M., Facoltà di Architettura, Politecnico di Milano.

## Sitografia

ANAC- Autorità Nazionale Anticorruzione: <https://www.anticorruzione.it>

ANIMP- Associazione nazionale di impiantistica industriale: <http://animp.it>

IPMA- International Project Management Association: <http://ipma.it>

PMI- Project Management Institute: <https://www.pmi.org/>

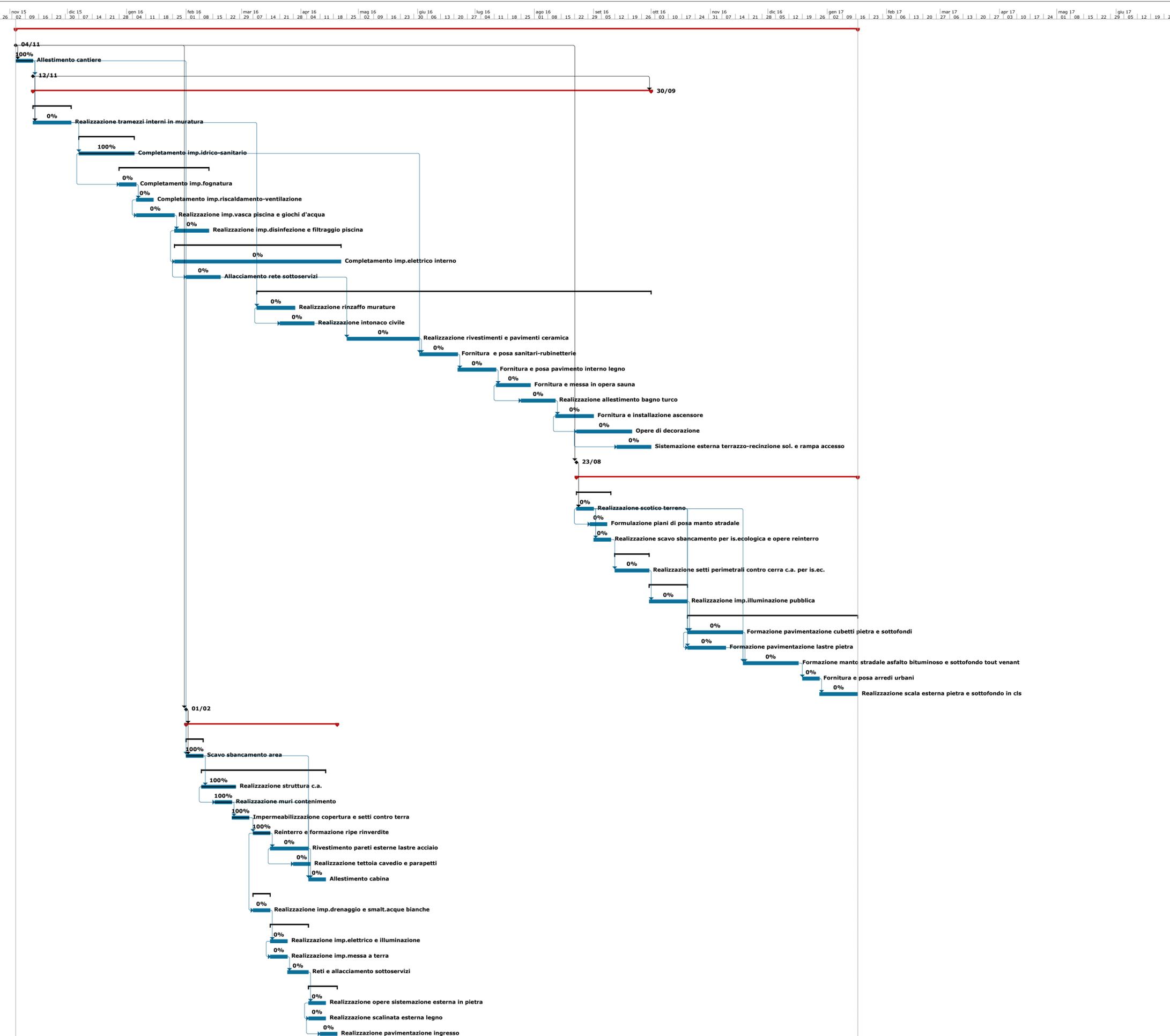
## Allegati di progetto

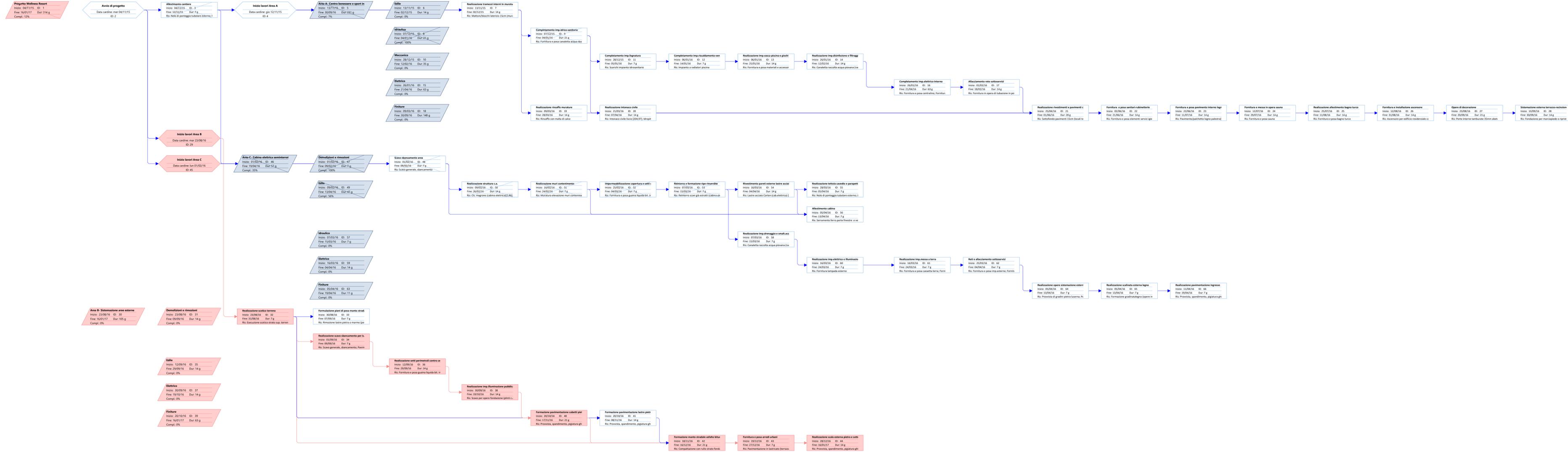
3.3.2 Programmazione- Diagramma di Gantt complessivo delle opere di intervento del Centro benessere e sport indoor realizzato con Microsoft Project.

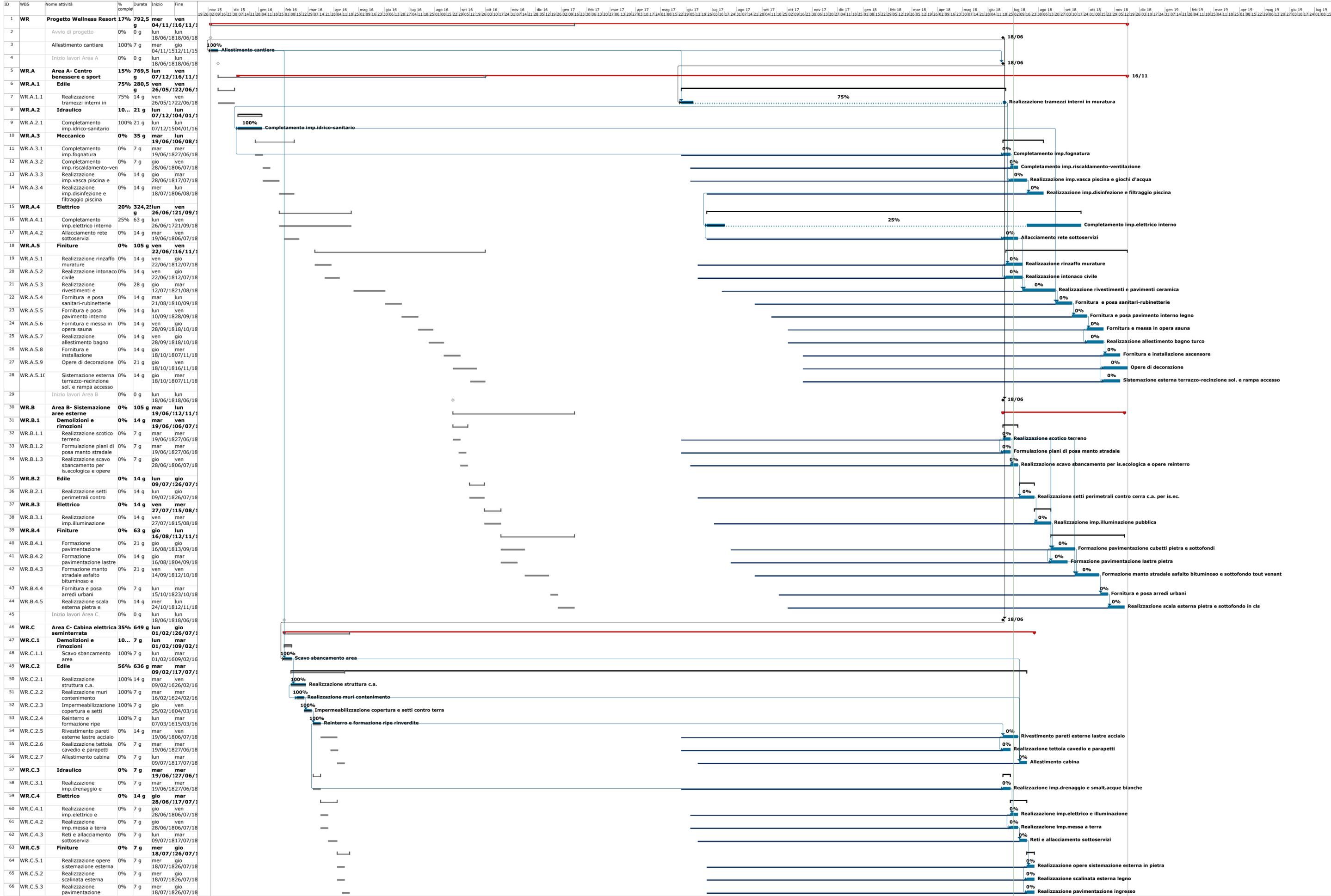
3.3.3 Programmazione- Diagramma reticolare complessivo delle opere di intervento del Centro benessere e sport indoor realizzato con Microsoft Project.

3.4.1 Esecuzione- Diagramma di Gantt complessivo delle opere di intervento del Centro benessere e sport indoor realizzato con Microsoft Project.

ID	Nome attività	% completa	Durata	Inizio
1	<b>Progetto Wellness Resort</b>	<b>12%</b>	<b>314 g</b>	<b>mer 04/11/15</b>
2	Avvio di progetto	0%	0 g	mer 04/11/15
3	Allestimento cantiere	100%	7 g	mer 04/11/15
4	Inizio lavori Area A	0%	0 g	gio 12/11/15
5	<b>Area A- Centro benessere e sport indoor</b>	<b>7%</b>	<b>231 g</b>	<b>ven 13/11/15</b>
6	<b>Edile</b>	<b>0%</b>	<b>14 g</b>	<b>ven 13/11/15</b>
7	Realizzazione tramezzi interni in muratura	0%	14 g	ven 13/11/15
8	<b>Idraulico</b>	<b>100%</b>	<b>21 g</b>	<b>lun 07/12/15</b>
9	Completamento imp.idrico-sanitario	100%	21 g	lun 07/12/15
10	<b>Meccanico</b>	<b>0%</b>	<b>35 g</b>	<b>lun 28/12/15</b>
11	Completamento imp.fognatura	0%	7 g	lun 28/12/15
12	Completamento imp.riscaldamento-ventilazione	0%	7 g	mer 06/01/16
13	Realizzazione imp.vasca piscina e giochi d'acqua	0%	14 g	mer 06/01/16
14	Realizzazione imp.disinfezione e filtraggio piscina	0%	14 g	mar 26/01/16
15	<b>Elettrico</b>	<b>0%</b>	<b>63 g</b>	<b>mar 26/01/16</b>
16	Completamento imp.elettrico interno	0%	63 g	mar 26/01/16
17	Allacciamento rete sottoservizi	0%	14 g	lun 01/02/16
18	<b>Finiture</b>	<b>0%</b>	<b>148 g</b>	<b>mer 09/03/16</b>
19	Realizzazione rinzafo murature	0%	14 g	mer 09/03/16
20	Realizzazione intonaco civile	0%	14 g	lun 21/03/16
21	Realizzazione rivestimenti e pavimenti ceramica	0%	28 g	lun 25/04/16
22	Fornitura e posa sanitari-rubinerie	0%	14 g	gio 02/06/16
23	Fornitura e posa pavimento interno legno	0%	14 g	mer 22/06/16
24	Fornitura e messa in opera sauna	0%	14 g	mar 12/07/16
25	Realizzazione allestimento bagno turco	0%	14 g	lun 25/07/16
26	Fornitura e installazione ascensore	0%	14 g	ven 12/08/16
27	Opere di decorazione	0%	21 g	mar 23/08/16
28	Sistemazione esterna terrazzo-recinzione sol. e rampa accesso	0%	14 g	mar 13/09/16
29	Inizio lavori Area B	0%	0 g	mar 23/08/16
30	<b>Area B- Sistemazione aree esterne</b>	<b>0%</b>	<b>105 g</b>	<b>mar 23/08/16</b>
31	<b>Demolizioni e rimozioni</b>	<b>0%</b>	<b>14 g</b>	<b>mar 23/08/16</b>
32	Realizzazione scotico terreno	0%	7 g	mar 23/08/16
33	Formulazione piani di posa manto stradale	0%	7 g	mar 30/08/16
34	Realizzazione scavo sbancamento per is.ecologica e opere reinterro	0%	7 g	gio 01/09/16
35	<b>Edile</b>	<b>0%</b>	<b>14 g</b>	<b>lun 12/09/16</b>
36	Realizzazione setti perimetrali contro cerra c.a. per is.ec.	0%	14 g	lun 12/09/16
37	<b>Elettrico</b>	<b>0%</b>	<b>14 g</b>	<b>ven 30/09/16</b>
38	Realizzazione imp.illuminazione pubblica	0%	14 g	ven 30/09/16
39	<b>Finiture</b>	<b>0%</b>	<b>63 g</b>	<b>gio 20/10/16</b>
40	Formazione pavimentazione cubetti pietra e sottofondi	0%	21 g	gio 20/10/16
41	Formazione pavimentazione lastre pietra	0%	14 g	gio 20/10/16
42	Formazione manto stradale asfalto bituminoso e sottofondo tout venant	0%	21 g	ven 18/11/16
43	Fornitura e posa arredi urbani	0%	7 g	lun 19/12/16
44	Realizzazione scala esterna pietra e sottofondo in cls	0%	14 g	mer 28/12/16
45	Inizio lavori Area C	0%	0 g	lun 01/02/16
46	<b>Area C- Cabina elettrica seminterrata</b>	<b>35%</b>	<b>57 g</b>	<b>lun 01/02/16</b>
47	<b>Demolizioni e rimozioni</b>	<b>100%</b>	<b>7 g</b>	<b>lun 01/02/16</b>
48	Scavo sbancamento area	100%	7 g	lun 01/02/16
49	<b>Edile</b>	<b>56%</b>	<b>47 g</b>	<b>mar 09/02/16</b>
50	Realizzazione struttura c.a.	100%	14 g	mar 09/02/16
51	Realizzazione muri contenimento	100%	7 g	mar 15/02/16
52	Impermeabilizzazione copertura e setti contro terra	100%	7 g	gio 25/02/16
53	Reinterro e formazione ripe rinverdite	100%	7 g	lun 07/03/16
54	Rivestimento pareti esterne lastre acciaio	0%	14 g	mer 16/03/16
55	Realizzazione tettoia cavedio e parapetti	0%	7 g	lun 28/03/16
56	Allestimento cabina	0%	7 g	mar 05/04/16
57	<b>Idraulico</b>	<b>0%</b>	<b>7 g</b>	<b>lun 07/03/16</b>
58	Realizzazione imp.drenaggio e smalt.acque bianche	0%	7 g	lun 07/03/16
59	<b>Elettrico</b>	<b>0%</b>	<b>14 g</b>	<b>mer 16/03/16</b>
60	Realizzazione imp.elettrico e illuminazione	0%	7 g	mer 16/03/16
61	Realizzazione imp.messa a terra	0%	7 g	mer 16/03/16
62	Reti e allacciamento sottoservizi	0%	7 g	ven 25/03/16
63	<b>Finiture</b>	<b>0%</b>	<b>11 g</b>	<b>mar 05/04/16</b>
64	Realizzazione opere sistemazione esterna in pietra	0%	7 g	mar 05/04/16
65	Realizzazione scalinata esterna legno	0%	7 g	mar 05/04/16
66	Realizzazione pavimentazione ingresso	0%	7 g	lun 11/04/16







## Documenti di progetto

Si riporta di seguito la titolazione dei documenti di progetto concessi dal Prof. Arch. M. Crotti, Dipartimento di Architettura e Design del Politecnico di Torino, consulente e responsabile scientifico del progetto in esame insieme al Prof. Arch. A. De Rossi.

Struttura comunale per il benessere e lo sport indoor, Edificio1, progetto definitivo-esecutivo, *Relazione Illustrativa*

Struttura comunale per il benessere e lo sport indoor, Edificio1, progetto definitivo-esecutivo, *Capitolato Speciale di Appalto*

Struttura comunale per il benessere e lo sport indoor, Edificio1, progetto definitivo-esecutivo, *Computo Metrico Estimativo*

Struttura comunale per il benessere e lo sport indoor, Edificio1, progetto definitivo-esecutivo, *Cronoprogramma dei lavori*

Struttura comunale per il benessere e lo sport indoor, Edificio1, progetto definitivo-esecutivo, Inquadramento urbanistico, Estratto PRG- Estratto catastale, *Perimetrazione aree di intervento*, Tavola A.01

Struttura comunale per il benessere e lo sport indoor, Edificio1, progetto definitivo-esecutivo, *Stato di fatto- Rilievo topografico, Perimetrazione aree di intervento, Planimetria*, Tavola A.02

Struttura comunale per il benessere e lo sport indoor, Edificio1, progetto definitivo-esecutivo, *Progetto architettonico, Sistemazione aree esterne, Planimetria generale*, Tavola A.03

Struttura comunale per il benessere e lo sport indoor, Edificio1, progetto definitivo-esecutivo, *Progetto architettonico, Pianta piano interrato*, Tavola A.04

Struttura comunale per il benessere e lo sport indoor, Edificio1, progetto definitivo-esecutivo, *Progetto architettonico, Pianta piano terra- primo piano*, Tavola A.05

Struttura comunale per il benessere e lo sport indoor, progetto definitivo-esecutivo, *Progetto architettonico, Pianta copertura*, Tavola A.06

Struttura comunale per il benessere e lo sport indoor, Edificio1, progetto definitivo-esecutivo, *Progetto architettonico, Sezioni trasversali*, Tavola A.07

Struttura comunale per il benessere e lo sport indoor, Edificio1, progetto definitivo-esecutivo, *Progetto architettonico, Sezione trasversale e sezione longitudinale, Prospetti*, Tavola A.08

Struttura comunale per il benessere e lo sport indoor, Edificio1, progetto definitivo-esecutivo, *Progetto architettonico, Particolari costruttivi- Zona Piscina*, Tavola A.10

Struttura comunale per il benessere e lo sport indoor, Edificio1, progetto definitivo-esecutivo, *Progetto architettonico, Sistemazione aree esterne, Planimetria*, Tavola A.11

Struttura comunale per il benessere e lo sport indoor, Edificio1, progetto definitivo-esecutivo, *Progetto architettonico, Sistemazione aree esterne, Particolari costruttivi*, Tavola A.12